

Rafaela Marques Andrade

**MANUTENÇÃO AUTÔNOMA - BENEFÍCIOS DO ROTEIRO ELETRÔNICO
DE INSPEÇÃO DO OPERADOR**

ESTUDO DE CASO BRASKEM



Porto – 2019

Rafaela Marques Andrade

**MANUTENÇÃO AUTÔNOMA - BENEFÍCIOS DO ROTEIRO ELETRÔNICO
DE INSPEÇÃO DO OPERADOR**

ESTUDO DE CASO BRASKEM



Porto – 2019

Rafaela Marques Andrade

**MANUTENÇÃO AUTÔNOMA - BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO
ROTEIRO ELETRÔNICO DE INSPEÇÃO**

ESTUDO DE CASO BRASKEM

Autora: Rafaela Marques Andrade

Orientador: Professor Doutor Vasco Costa

Dissertação apresentada à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Empresariais.

Sumário

Os dados coletados e as informações reais de este estudo foram retiradas das bases da indústria petroquímica denominada Braskem, especificamente da segunda geração, que envolve a fabricação de resinas termoplásticas, considerando uma unidade industrial da pequena empresa Polietileno – PE.

Na dissertação, faz-se a descrição da problemática abordada, da metodologia preconizada, que, neste caso, será avaliação quantitativa e descritiva associada ao estudo de caso onde, será possível identificar os benefícios gerados no processo de rota do operador.

Não foi observado nenhum estudo que aprofunde a importância do roteiro de inspeção eletrônico do operador de campo em uma indústria petroquímica.

O principal objetivo do estudo proposto foi analisar a importância do roteiro de inspeção do operador de campo dentro do sistema de produção da Braskem, como a implementação do Roteiro Eletrônico de Inspeção – REI evoluiu em uma unidade de produção e os benefícios encontrados. Todo o processo avançou através do estudo de caso, revisão bibliográfica de temas importante e relacionados. Utilizou-se a abordagem descritiva e quantitativa quanto a compreensão e explicação dos fatos da análise dos próprios dados. A pesquisa compreende o período entre janeiro de 2018 a dezembro de 2018.

Exposto o detalhamento da pesquisa e o objetivo proposto, este foi alcançado visto que a aplicação do roteiro eletrônico de inspeção do operador comprova benefícios explícitos suportados pelos resultados.

Abstract

The data collected and the real information of this study were taken from the bases of the petrochemical industry called Braskem, specifically the second generation, which involves the manufacture of thermoplastic resins, considering an industrial unit of the small company Polietileno - PE.

In the dissertation the description of the problem is discussed, of the recommended methodology, which, in this case, will be quantitative and descriptive evaluation associated to the case study where, it will be possible to identify the benefits generated through indicators associated with the route process of the operator.

No study was observed that would deepen the importance of the field inspector's electronic inspection script in a petrochemical industry. In the study, it is evaluated the implementation of the same, and the observed benefits of this practice.

The main objective of the proposed study was to analyze the importance of the field operator inspection script within the Braskem production system and how the implementation of the Electronic Inspection Roadmap (REI) evolved in a production unit and the benefits found. The whole process has progressed through case study and bibliographic review of important and related topics. The descriptive and quantitative approach was used to understand and explain the facts of the analysis of the data. The survey covers the period between January 2018 and December 2018.

Once the research detail and the proposed objective were presented, this was achieved since the application of the operator's electronic inspection script proves explicit benefits supported by the results.

Dedicatória

Agradeço a Deus, por me guiar durante a minha trajetória, mostrando que somos capazes de superar nossos limites e buscar nossos sonhos.

Ao meu marido, Kaio Lima, pela paciência e cumplicidade em todos os momentos em que eu achei que não fosse capaz. Obrigada, meu amor, por estar ao meu lado e não me permitir desistir.

Ao meu orientador Professor Doutor Vasco Costa, a minha gratidão por me ajudar a trilhar o caminho que me levou a esta vitória. Não poderia deixar de agradecer também aos meus amigos da Família Porto. Aqueles com quais eu compartilhei muitos momentos importantes, alegres, e tristes também. Por todos os nossos dias e noites de estudos, desesperos e conquistas. Aos nossos intervalos ao som de piano que sempre me faziam chorar. As gargalhadas únicas. Construimos uma família de onze pessoas de cada lugar do mundo. E eu só tenho a agradecer pela sorte que tive.

O que de mais importante aprendi, foi através das lições ensinadas por uma Grande Mulher. Esta me ensinou que valores como o amor ao próximo, integridade, honra, respeito, honestidade, caráter e conhecimento são os únicos bens que o homem pode carregar consigo. Além disso, me ensinou a acreditar em meu potencial e me fez ter a compreensão de alcance aos meus objetivos. Ela me deu a oportunidade de viver de uma maneira melhor, e, ainda que não esteja mais entre nós, o importante é que eu cheguei até aqui tendo a oportunidade de dizer a todos que foi graças a sua garra. Ela faleceu no primeiro ano do Mestrado, em 2017, e eu precisei retornar ao Brasil antes de concluir as disciplinas. Essa vitória é para ela.

Por fim, à minha família e amigas de infância pelos momentos de descontração e incentivo nesta jornada.

A vocês, dedico o alcance dessa vitória.

Índice

CAPÍTULO I INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Justificação da Escolha	2
1.2 Definição dos Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo geral	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
1.3 Formulação do Problema	3
1.4 Metodologia	4
1.5 Limitações do Estudo.....	5
1.6 Contribuições da Pesquisa.....	5
1.7 Estrutura da Dissertação.....	6
CAPÍTULO II REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1 Introdução da manutenção e sua definição	7
2.2 Tipos de Manutenção	8
2.2.1 Manutenção Preventiva	8
2.2.2 Manutenção Preditiva.....	9
2.2.3 Manutenção Corretiva	10
2.3 TPM – Manutenção Produtiva Total.....	11
2.3.1 Objetivo do TPM.....	12
2.4 Manutenção Autônoma	13
2.4.1 Características do operador	14

2.5	Etapas de implantação da Manutenção Autônoma	15
2.6	Relação entre Produção e Manutenção	16
2.7	Inspeção de equipamentos.....	16
2.8	Inspeção do operador	16
2.9	Folha de verificação	16
2.10	Roteiro de inspeção	17
2.11	Conclusões	18
CAPÍTULO III INDÚSTRIA QUÍMICA		20
3.1.	Conceito	20
3.2.	Indústria Química no Brasil	20
3.3.	Indústria termoplástica no Brasil	23
3.4.	A Braskem.....	24
CAPÍTULO IV METODOLOGIA CIENTÍFICA		26
4.1.	Introdução	26
4.2.	Metodologia	26
4.3.	Identificação do problema.....	27
4.4.	Tipologia da pesquisa.....	28
4.5.	Definição da coleta, análise e tratamento dos dados.....	28
4.6.	Conclusões	29
CAPÍTULO V ESTUDO DE CASO		30
5.1.	Introdução	30

5.2. Validação do estudo e escopo	30
5.3. Caracterização da empresa e sistema de produção	31
5.3.1. O Braskem Mais	32
5.3.2. O Intelius	36
5.4. Contextualização	43
5.5. Desenvolvimento	44
CAPÍTULO VI APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	48
6.1 Resultado do processo	48
6.2 Resultado pessoal	51
6.3 Resultado operacional	51
6.3 Resultado financeiro.....	53
CAPÍTULO VII CONCLUSÕES	56
7.1 Conclusões	56
7.2 Limitações do estudo.....	56
7.3 Pesquisas Futuras	57
BIBLIOGRAFIA	59

Índice de Figuras

Figura 2.1 – Os pilares do TPM	12
Figura 2.2 - Passos para implantação da manutenção autônoma	15
Figura 2.3 – Mudança de Processo.....	18
Figura 3.1 - Distribuição das plantas no Brasil	21
Figura 3.2 - Posição Indústria Química do Brasil em 2013	21
Figura 3.3 - Posição Indústria Química do Brasil em 2017	22
Figura 3.4 – Participação da indústria química no PIB total.....	22
Figura 3.5 – Resina termoplástica produzida na Braskem	23
Figura 3.6 - Faturamento líquido por grupos	24
Figura 3.7 – Cadeia de produção.....	25
Figura 3.8 - Braskem em números	25
Figura 5.1 - Principais produtos de polietileno	31
Figura 5.2 - Estágios do Braskem +	33
Figura 5.3 – Detalhes do sistema de produção.....	34
Figura 5.4 - Importância do Monitoramento de Processo.....	36
Figura 5.5 – Inovação da Braskem.....	40
Figura 5.6 – Estratégias de manutenção.....	41
Figura 5.7 - Sistema Braskem de Produção.....	42
Figura 5.8 - Protocolo do Sistema Braskem de Produção	43
Figura 5.9 - Exemplo de rota de inspeção do operador	45

Figura 5.10 - Pontos de Inspeção de um equipamento	46
Figura 6.1 - Aparelho eletrônico utilizado	49
Figura 6.2 - Sistemática do roteiro eletrônico do operador	50
Figura 6.3 - A ferramenta do roteiro eletrônico do operador	50
Figura 6.4 - Processo do roteiro eletrônico do operador	50

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Objetivos de cada etapa para implantação da manutenção autônoma.....	15
Tabela 5.1 – PA do operador	39
Tabela 5.2 - Situação 2012 à 2017.....	47

Índice de Gráficos

Gráfico 5.1 - Estratégias de manutenção Jan à Jun 2018	42
Gráfico 6.1 - Resultado do tempo de execução do operador em campo	52
Gráfico 6.2 – Resultado Alertas X Ações Tomadas	53
Gráfico 6.3 - Estratégias de manutenção Jul à Dez 2018	55

Índice de Anexos

Anexo I – Apresentação do equipamento eletrônico	64
Anexo II - Visão geral do processo	65
Anexo III - Seleção de rotas	66
Anexo IV - Informações do ponto de leitura	67
Anexo V - Medições em campo	68
Anexo VI - Registro de medição em alerta	69
Anexo VII - Relatório de medição	70
Anexo VIII - Macrofluxo projeto REI.....	71
Anexo IX – Fluxo da execução da rota em campo	72
Anexo X – Autorização de divulgação dos dados.....	73

Lista de Abreviação e Siglas

ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química

CBM – Monitoramento base condição

CCO – Confiabilidade conduzida pelo operador

CEN - Comité Europeu de Normalização

CNAE- Classificação Nacional de Atividades Econômicas

CPE – Confiabilidade e performance de equipamentos

CPP – Confiabilidade e performance da produção

GA – Grupos de área

GAP - Relação entre a condição ideal e condição atual

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística –

ISIC - *International Standard Industry Classification*

PA – Programa de ação

PE – Polietileno

PIB – Produto Interno Bruto

PP - Polipropileno

PVC – Policloreto de Vinila

PWC – Price Waterhouse Coopers

REI – Roteiro Eletrônico de Inspeção

SAP - *Systeme, Anwendungen und Produkte*

TPM - *Total Productive Maintenance*

CAPÍTULO I INTRODUÇÃO

A Braskem atua com foco na parceria e proximidade com seus clientes e no fortalecimento de toda a cadeia petroquímica. Por meio de seus escritórios nas Américas, na Europa e na Ásia, a Braskem atende clientes em mais de setenta países. A estratégia de crescimento e internacionalização, apoiada na inovação, tornou a Braskem a maior produtora de resinas termoplásticas das Américas, e a maior produtora de polipropileno dos Estados Unidos. Desta forma, controlar os riscos Industriais e a busca constante por aumento de competitividade a empresa desenvolve, já há alguns anos, medidas centradas na melhoria contínua da fiabilidade das instalações e dos sistemas de gestão dos seus processos, segundo divulgação da Braskem (2018).

Nesta pesquisa será apresentado em mais detalhes a implementação que representa um grande passo na inserção definitiva dos operadores de campo no “mundo digital”, dos dados integrados e compartilhados em sistemas informatizados. O foco de melhoria desse processo é a uma das atividades de rotina mais importantes de um operador de campo: a sua rota de inspeção de turno. O projeto Roteiro Eletrônico de Inspeção - REI foi o nome dado a esse projeto de uma tecnologia digital capaz de ampliar e potencializar o impacto da ação preventiva e proativa dos operadores industriais em prol do aumento da fiabilidade e performance dos processos, equipamentos e ativos da planta.

A prática do roteiro de inspeção executado pelo operador, que é uma importante metodologia do sistema Braskem de Produção, que sempre tem como objetivos principais a identificação precoce e ação rápida para correção de anomalias e desvios em condições desejadas de variáveis do processo ou nos equipamentos da planta, visando a antecipação de falhas, segurança do processo, redução de custos e aumento de disponibilidade. O REI incorpora novas possibilidades às rotas tais como: otimização do tempo de execução através do planejamento individualizado de frequência de verificação de cada ponto de medição, coleta de dados em handhelds com apresentação dos alertas e contramedidas necessárias em tempo real, aberturas de notas de manutenção no momento da detecção do desvio, sincronismo automático com os sistemas integrados de gestão empresarial para tratamento dos desvios gerados e análise de dados de saúde de equipamentos e variáveis de processo, afirma Braskem (2018).

O grande diferencial deste projeto e do sucesso alcançado por ele até o momento, está justamente na forma estruturada, sistematizada e disciplinada.

1.1 Justificação da Escolha

Segundo Kardec e Nasciff (2012), a manutenção preventiva teve sua origem nos Estados Unidos e foi introduzida no Japão em 1950. Até então, a indústria japonesa trabalhava apenas com o conceito de manutenção corretiva, após a falha da máquina ou equipamento. Isso representava um custo e um obstáculo para a melhoria de qualidade. Na busca de maior eficiência da manutenção produtiva, por meio de um sistema compreensivo, baseado no respeito individual e na total participação dos empregados, surgiu o Manutenção Produtiva Total ou *Total Productive Maintenance* - TPM em 1970, no Japão.

Nos dias atuais, na Braskem, o operador não executa nenhum tipo de manutenção. O conceito da implementação do roteiro eletrônico traz a inovação onde a operação, que está presente trezentos e sessenta e cinco dias no ano seja capaz de agir antes da falha. Isso não significa que a partir de agora, o operador fará o papel da pessoa que executa manutenção. No formato do roteiro de inspeção atual, não é possível acompanhar a evolução dos defeitos provenientes das medições e se antecipar a falha. O projeto, após implantado, trará as seguintes facilidades e fiabilidade:

- acesso as informações das variáveis de processo e manutenção medidas pelo operador de forma rápida;
- detecção de desvios e acompanhamento a tendência das variáveis monitoradas na área;
- acompanhamento sistemático substituindo as folhas de campo - arquivo morto;
- frequência de inspeção: utilizando a própria rota dos operadores;
- aceitação de parâmetros qualitativos e quantitativos;
- indicação aos operadores contramedidas para superar situações de anormalidade;
- interface com sistemas de gestão de ativos.

1.2 Definição dos Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Estudar o impacto da implementação do roteiro eletrônico de inspeção, identificar de que forma o assunto está inserido no sistema de produção da Braskem em todas as suas unidades e apresentar seus benefícios.

1.2.2 Objetivos específicos

Identificar os benefícios da implementação do roteiro eletrônico de inspeção em uma unidade de Polietileno localizada na cidade de Camaçari, Bahia, Brasil, de forma que seja possível:

- avaliar os resultados antes e após a implementação do roteiro eletrônico de inspeção;
- reconhecer o roteiro de inspeção como ponto essencial no Sistema de Produção da Braskem.

1.3 Formulação do Problema

Iniciativas de crescimento de competitividade como aumento de capacidade de produção, melhorias de disponibilidade de equipamentos, introdução de novas tecnologias de manutenção, entre outros, são monitoradas e implementadas rotineiramente. Além dos grandes contratos comerciais e de sobrevivências, projetos do chão de fábrica são importantes para garantir a continuidade operacional. História rica em realizações e desafios, a Braskem celebrou dezessete anos em 2019 com conquistas importantes frutos de uma estratégia de negócios baseada na internacionalização e ampliação de novos mercados, na melhoria de eficiência produtiva, na busca constante por oferecer soluções inovadoras, com foco no ser humano e na evolução dos padrões de governança e conformidade. A empresa inicia, assim, um novo ciclo de crescimento, baseado no desejo de se tornar uma empresa de referência global no mercado petroquímico, conforme divulgado no último relatório anual da companhia.

Baseado em Kardec e Nasciff (2012), os custos envolvidos na manutenção preditiva devem ser analisados por dois ângulos. Um deles é o acompanhamento periódico através de instrumentos/aparelhos de medição e análise. Este custo atualmente é elevado e quanto o maior o progresso na área microeletrônica, maior a redução dos preços. A mão-de-obra envolvida não apresenta custo significativo, haja vista a possibilidade de acompanhamento, também, pelos operadores. O outro é a instalação de sistemas de monitoramento contínuo “on-line” que apresenta um custo inicial relativamente elevado. Em relação aos custos envolvidos estima-se que o nível inicial de investimento é de um por cento do capital total do equipamento a ser monitorado e que um programa de acompanhamento de equipamento bem gerenciado apresenta uma relação custo/benefício de um e meio.

Antes da implementação do REI, as informações provenientes do roteiro de inspeção realizado pelos operadores de campo ficavam armazenadas em formulário em papel nas pastas e gavetas, onde na maioria das vezes as informações eram perdidas ao longo do tempo, o que dificultava as análises de causa raiz das falhas de equipamentos e não eram tratadas. Assim, em resumo da situação anterior:

- os roteiros de inspeção eram ineficientes através de registros em papel;
- não existia acompanhamento histórico das variáveis medidas;
- impossibilidade de acompanhar a evolução das falhas, com tendências e tratamento específico dos dados;
- a não apropriação da operação ao roteiro de inspeção.

1.4 Metodologia

Segundo Vergara (2000) e Rúdio (1980), a pesquisa descritiva permite identificar as situações, eventos, atitudes e opiniões de uma determinada população, possibilitando avalia-los através da identificação, relato e comparações entre os aspectos selecionados. A pesquisa, segundo Oliveira (2015), apresenta-se estruturada quanto a definição do problema, revisão bibliográfica, identificação do método da pesquisa e quanto à coleta e tratamento dos dados.

Quanto a definição do problema, a coleta, tratamento dos dados, estes foram feitos em um ambiente industrial, a revisão bibliográfica, o método de pesquisa realizado por meio de consultas a livros, periódicos, páginas na internet, resultando na escolha por desenvolver um melhor entendimento.

1.5 Limitações do Estudo

O estudo está limitado aos benefícios e ganhos gerados através da implantação do roteiro eletrônico de inspeção em uma área de uma unidade operacional de uma fábrica de segunda geração. A fábrica em questão opera durante vinte quatro horas por dia, sete dias por semana e trezentos e sessenta cinco dias por ano.

A pesquisa retrata as vantagens da inserção deste novo processo na rotina do operador de campo, não sendo objeto do estudo toda a rotina operacional realizada pelos operadores. O estudo está focado em descrever o processo de utilização e ganhos associados.

1.6 Contribuições da Pesquisa

Segundo Xenos (2014), atualmente, expostas a uma forte competitividade mundial, as empresas têm encontrado o grande desafio de produzir produtos com valor agregado (qualidade diferenciada) cada vez maior através de custos cada vez menores. Assim, uma organização competitiva deve garantir a maior produtividade entre seus concorrentes, isto é, manter seus custos abaixo do faturamento para garantir sua sobrevivência. Nesse sentido, a produção automatizada tem se mostrado um importante fator para a produtividade e competitividade, fornecendo melhores produtos, em grandes volumes e baixos custos. A qualidade dos produtos depende do bom funcionamento dos equipamentos e torna-se necessário utilizar suas capacidades de maneira que a organização possa alcançar suas metas.

Ainda segundo Xenos(2014), embora as atividades de manutenção de equipamentos já sejam praticadas há anos nas empresas, ainda existe a falta de um entendimento claro de uma efetiva gestão estratégica da manutenção que não somente corrija falhas, mas que tenha medidas proativas para bloquear as causas fundamentais das falhas, evitando sua reincidência.

Com base no exposto, este estudo visa contribuir para um maior entendimento sobre os benefícios da implantação da tecnologia na rotina de campo do operador, tornando o ambiente empresarial mais competitivo no seu setor.

1.7 Estrutura da Dissertação

A pesquisa está dividida e composta por sete capítulos, para que torne o entendimento melhor do estudo. Por isso, está dividido da seguinte forma:

- capítulo um: refere-se à introdução e encontra-se inserido a justificativa, a definição dos objetivos, a formulação do problema, a metodologia, as limitações do estudo e suas contribuições;
- capítulo dois: refere-se a revisão bibliográfica sobre o TPM, etapas da manutenção autônoma, metodologias como rotas de inspeção, inspeção do operador, tipos de manutenção;
- capítulo três: faz-se a descrição do tipo de indústria no Brasil.
- capítulo quatro: apresenta-se a metodologia aplicada, abordando as fases que compõem o processo como a identificação do problema, tipologia da pesquisa, definição da coleta e tratamento dos dados e sua conclusão;
- capítulo cinco: apresenta-se o estudo de caso em uma unidade industrial da segunda geração localizada na cidade de Camaçari, Bahia, Brasil;
- capítulo seis: encontram-se as apresentações e discussões dos resultados dos benefícios identificados;
- capítulo sete: refere-se as conclusões, além de identificar oportunidades de aprofundamento e novos estudos sobre o tema e sua aplicação.

CAPÍTULO II REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Introdução da manutenção e sua definição

Em uma empresa, a única área responsável em manter a disponibilidade dos ativos é a manutenção. Esta era uma afirmação que desde a década de trinta, vem mudando. Kardec e Nasciff (2012), afirma que antes da Segunda Guerra Mundial, os equipamentos eram simples e em alguns casos, superdimensionados. Naquela época, a questão produtiva não era prioritária. Conseqüentemente, não era necessária uma manutenção sistematizada.

Almeida (2017) afirma que pode entender como manutenção o conjunto de cuidados e procedimentos técnicos necessários ao bom funcionamento e também ao reparo de máquinas e equipamentos. Já para Cabral (2006), a manutenção é o conjunto de ações destinadas a assegurar o bom funcionamento das máquinas e das instalações, garantindo que elas sejam intervencionadas nas oportunidades e com alcance certos, por forma a evitar que avariem ou baixem de rendimentos.

A palavra, derivada do latim *manus tenere*, que significa “manter o que se tem”, também é definida de diferentes maneiras por muitos órgãos e normalizadores, porém sempre enfatizando a preocupação com o bom funcionamento das máquina e equipamentos, principalmente no sistema produtivo, confirma Almeida (2017).

A pesquisa adotada com base em Mobley et al, (2008) definiu manutenção como:

Manutenção pode ser definida como o conjunto das ações destinadas a assegurar as funções do equipamento e instalações, garantindo que estes são intervencionados nas oportunidades e com o alcance certos, de forma a evitar que avariem ou baixem de rendimento e, no caso de tal acontecer, que sejam repostas em condições de operacionalidade com a maior brevidade, tudo a um custo global otimizado.

No decorrer dos anos, a área da manutenção tornou-se cada vez mais importante e não apenas sendo vista como aquela que conserta o equipamento. Ainda com base em Kardec e Nasciff (2012), os custos de manutenção também começaram a se elevar muito em comparação com outros custos operacionais. Esse fato, fez aumentar os sistemas de planejamento e controle de manutenção que, atualmente são parte integrante da manutenção moderna.

De acordo com Xenos (2014), as atividades de manutenção devem ter um escopo muito mais abrangente do que simplesmente manter as condições originais dos equipamentos. Muitas vezes, somente manter essas condições é insuficiente e a introdução de melhorias que visam aumentar a produtividade também deve fazer parte do trabalho do departamento de manutenção.

Os objetivos da manutenção Industrial têm que ser ligados aos objetivos globais da empresa. Já que a manutenção afeta a rentabilidade do processo produtivo, por via tanto da sua influência no volume, na qualidade da produção e no seu custo. Por outro lado, acresce os custos de operação, afirma Cabral (2006).

Segundo o CEN (2001) na Norma Europeia 13306 “manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que possa cumprir a função requerida”, entendendo-se por “bem qualquer elemento, componente, aparelho, subsistema, unidade funcional, equipamento ou sistema que possa ser considerado individualmente”. Ainda segundo a mesma norma, a gestão da manutenção diz respeito a todas as atividades de gestão que determinam os objetivos, a estratégia e as responsabilidades respeitantes à manutenção e que os implementam por diversos meios tais como o planeamento, o controle e supervisão da manutenção e a melhoria de métodos na organização, incluindo os aspectos económicos.

2.2 Tipos de Manutenção

A literatura aponta diferentes formas de classificar a manutenção. Desta forma, com base na análise realizada, torna-se claro que entre os autores, não há um consenso quanto às diferenças dos tipos de manutenção existentes e aplicadas na atualidade. Assim, será considerado neste capítulo os tipos que reúne de forma estruturada baseada na teoria.

2.2.1 Manutenção Preventiva

Segundo Almeida (2017), acompanhado a era da Industrialização, fez-se necessário evitar os diversos problemas causados pelas falhas e paradas inesperadas de máquinas. O estudo da frequência das falhas atendidas nos registros de ocorrências de manutenção corretiva, as informações sobre a vida útil das peças fornecidas pelo fabricante e um diagnóstico

das máquinas permitiram o desenvolvimento de um método baseado na construção de um cronograma que permite paradas programadas para realização de troca de peças, reparos e até operações de lubrificação de maneira planeada, eliminando problemas causados por quebras inesperadas.

Manutenção preventiva é a manutenção planeada e controlada, realizada em datas predeterminadas, de modo a manter a máquina ou os equipamentos em corretas condições de funcionamento e conservação, evitando paradas imprevistas.

Algumas vantagens são descritas pelo autor. Por exemplo:

- equilibrar a utilização de recursos humanos;
- eliminar tempos de espera para compras de peças;
- fiabilidade de prazos no sistema de produção;
- satisfação do cliente;
- menor impacto ambiental.

2.2.2 Manutenção Preditiva

Almeida (2017) afirma que com a manutenção preditiva é possível indicar as reais condições de funcionamento a máquina de acordo com dados obtidos a partir dos fenômenos apresentados por ela quando alguma peça começa a se desgastar ou alguma regulagem é necessária. Este tipo de manutenção baseia-se em inspeções periódicas, em que fenômenos como temperatura, vibração, ruídos excessivos, entre outros são observados por meio de instrumentos específicos. Esta análise permite a observação das reais condições do equipamento e o acompanhamento da evolução de um defeito, possibilitando o planeamento em curto prazo para uma intervenção de manutenção e troca de peças e a eliminação do defeito, além de indicar o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e dos equipamentos e as condições para que esse tempo de vida útil seja bem aproveitado.

Ainda de acordo com o mesmo autor e Kardec e Nasciff (2012), ao implantar a manutenção preditiva, a empresa alcançará alguns dos objetivos a seguir:

- determinar antecipadamente a necessidade de serviços de manutenção de um equipamento, possibilitando seu máximo aproveitamento;
- analisar fenômenos com instrumentos específicos, eliminando desmontagem desnecessária para inspeção;
- aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos, acompanhando a evolução do defeito;
- evitar emergências e transtornos causados por paradas imprevistas causadas por defeitos que já haviam sido identificados, mas ficaram sem acompanhamento;
- impedir que o defeito agrave os danos e se estenda a outros componentes da máquina;
- reduzir custos e garantir a qualidade dos produtos ou serviços da empresa.

2.2.2.1 Processo de execução da manutenção preditiva

Segundo Amaral (2016) e Kardec e Nasciff (2012), para implantação da manutenção preditiva, são necessários instrumentos e equipamentos específicos. Os mesmos farão análise e avaliação de fenômenos como:

- vibração excessiva e evolução da vibração;
- temperatura acima do normal;
- ruído excessivo.

No conhecimento e análise dos fenômenos, torna-se possível indicar, com antecedência, eventuais defeitos ou falhas nas máquinas e equipamentos. A manutenção preditiva, após a análise dos fenômenos, adota dois procedimentos para atacar os problemas detectados: estabelece um diagnóstico e efetua uma análise de tendências.

2.2.3 Manutenção Corretiva

Segundo Almeida (2017), manutenção corretiva é um conjunto de procedimentos que são executados com a finalidade de atender imediatamente a produção, a máquina ou o equipamento que parou. O fato é que nem sempre o “mais rápido possível” ocorre em

tempo de se evitar os prejuízos causados por uma parada de máquina imprevista, que podem ser funcionários ociosos, atrasos de produção, mecânico trabalhando sob pressão, gerando riscos de acidentes.

2.3 TPM – Manutenção Produtiva Total

Ribeiro (2016) afirma que TPM - *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total), significa a falha zero e quebra zero das máquinas, ao lado do defeito zero nos produtos e perda zero no processo. De acordo com o mesmo autor e Almeida (2017), o TPM é o resultado do esforço de empresas japonesas em aprimorar a manutenção preventiva que nasceu nos Estados Unidos. Este trabalho iniciou-se por volta de 1950. Dez anos depois o Japão evoluiu para o sistema de manutenção da produção. Por volta de 1971, o TPM foi formatado no estilo japonês através da cristalização de técnicas de manutenção preventiva, manutenção do sistema de produção, prevenção da Manutenção e engenharia de confiabilidade.

Consoante ao autor citado acima, Cabral (2006) diz que O TPM é um conceito moderno de manutenção introduzido no Japão em inícios da década de 70, decorrente da implantação de técnicas de qualidade do grupo Toyota. Hoje, o TPM é marca registrada do *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) - Instituto Japonês de Manutenção de Planta e encontra-se implantada em vários países e em plena fase de cruzeiro com resultados notáveis.

Amaral (2016) concorda com os outros autores e afirma que o TPM visa, fundamentalmente, reduzir os custos de produção, sendo um método, ainda hoje, muito estudado e discutido na Europa.

Ribeiro (2016) adiciona que Após a criação do prêmio PM pelo JIPM - *Japanese Institute of Plant Maintenance* – Instituto Japonês de Manutenção de Planta, órgão responsável pela veiculação e implementação das atividades no Japão, o TPM ganhou grande importância nas empresas como uma técnica para busca de melhor eficácia no relacionamento homem-máquina. O primeiro prêmio foi concedido justamente em 1971 à uma empresa integrante do grupo Toyota (Nippon Denso Co. Ltd.).

Amaral (2016) ainda concorda com Haroldo (2016) e Cabral (2006) e diz que o TPM é uma nova atitude de responsáveis e operadores, tendente a maximizar a eficiência global, através da eliminação de todas as perdas.

Almeida (2017) completa que o TPM abrange programas de manutenção preventiva e preditiva, além de incluir um programa de treinamento para os operadores, que passam a auxiliar no monitoramento da máquina com exercício das atividades (prática da manutenção preditiva) e executam operações de manutenção que não exigem muito domínio.

A estrutura do TPM mais utilizada é com pilares conforme Figura 2.1, abaixo.

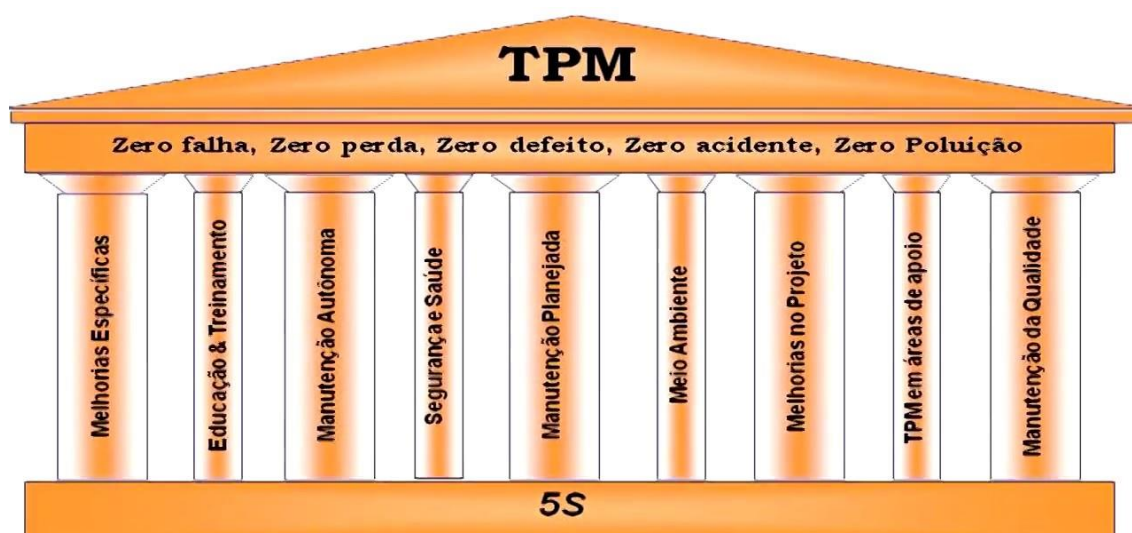


Figura 2.1 – Os pilares do TPM

Fonte: Ribeiro (2016)

O Pilar da Manutenção Autônoma será mais detalhado por ser o foco desta pesquisa.

2.3.1 Objetivo do TPM

Segundo Almeida (2017), o objetivo global do TPM é a melhoria da estrutura da empresa em termos materiais (máquinas, equipamentos, ferramentas, matérias-prima, produtos) e em termos humanos (aprimoramento das capacitações pessoais envolvendo conhecimentos, habilidade e atitudes). A meta a ser alcançada é o rendimento operacional global.

As melhorias devem ser conseguidas por meio dos seguintes passos:

- motivar e capacitar os operadores para conduzir as operações de manutenção constantes no programa, de forma voluntária;
- incentivar estudos e sugestões para modificação dos equipamentos existentes a fim de melhorar seu rendimento;
- aplicar a metodologia do 5S. Seiri (utilização) que implica em eliminar o supérfluo. Seiton (arrumação) que implica em identificar e colocar tudo em ordem. Seiso (limpeza) que implica em manter a arrumação, limpeza e ordem em tudo. Seiketsu (padronização) que implica em manter a arrumação, limpeza e ordem em tudo. Shitsuke (disciplina) que implica na autodisciplina para fazer tudo espontaneamente.

2.4 Manutenção Autônoma

Este pilar visa resgatar alguns fatores positivos que existiam no passado, logo após a revolução Industrial. Naquela época, os equipamentos eram robustos, e dificuldade de acesso à tecnologia, incentivava baixo nível de produtividade, de forma que, sistemas inoperantes significava atraso de receitas.

A Manutenção Autônoma consiste em desenvolver nos operadores o sentimento de propriedade e zelo pelos equipamentos e a habilidade de inspecionar e detectar problemas em sua fase incipiente, e até realizar pequenos ajustes e regulagens, afirma Ribeiro (2016).

Segundo Cabral (2006), a manutenção autônoma é sem dúvida o pilar mais importante do TPM porque ele permite aplicar os cuidados básicos de manutenção da máquina através do operador.

Importante ressaltar, portanto, que seus principais objetivos segundo Ribeiro (2016) são:

- treinar operadores para detectar falhas;
- capacitar operadores para entenderem os objetivos, funções e estrutura dos equipamentos e que possam operá-los corretamente, bem como eliminar falhas;

- treinar operadores para manterem seus equipamentos nas melhores condições (uso do equipamento em suas capacidades limites);
- disciplinar operadores à seguir os procedimentos operacionais.

Amaral (2016) acredita que o homem é responsável por uma grande parte das falhas que ocorrem nos equipamentos, embora, muitas vezes, de um modo indireto. Daí a grande importância do comportamento humano e a atenção que se deve dar à necessidade de mudar atitudes e rotinas tradicionais. Na verdade, existem muitas falhas, resultantes de sujidades, desgastes, vibrações, folgas, fugas, oxidações, etc.

2.4.1 Características do operador

Amaral (2016) diz que um operador, para ter o domínio do equipamento, tem de demonstrar possuir quatro características fundamentais:

- visão apurada para distinguir anormalidades;
- capacidade de resposta, em tempo útil e de modo adequado, à correção das anormalidades;
- capacidade de distinção entre funcionamento normal e funcionamento em degradação (falha), utilizando critérios adequados;
- capacidade de cumprimento de procedimentos e regras estabelecidos.

Além das características fundamentais, Almeida (2017), acrescenta quais são as principais atividades do operador de campo:

- operação correta de máquinas e equipamentos;
- aplicação do 5S;
- registro diário das ocorrências e ações;
- inspeção autônoma;
- monitoramento com base nos sentidos humanos;
- lubrificação dos equipamentos;
- elaboração de padrões (procedimentos);
- execução de operações de manutenção que dispensam conhecimentos específicos (verificação do nível de óleo, vibrações anormais, excesso de aquecimento, limpeza de filtro de ar, entre outros.);

Benefícios da implementação do roteiro eletrônico de inspeção

- execução de operações de manutenção preventiva simples;
- participação em treinamentos e em grupos de trabalho.

2.5 Etapas de implantação da Manutenção Autônoma

A manutenção autônoma é dividida em sete etapas de acordo com Ribeiro (2016), Cabral (2006) e Amaral (2016). A ideia principal da implementação da manutenção autônoma é desenvolver os operadores de campo, suas competências e praticá-las.

Conforme figura 2.2 e tabela 2.1, as etapas de implementação são mostradas a seguir:

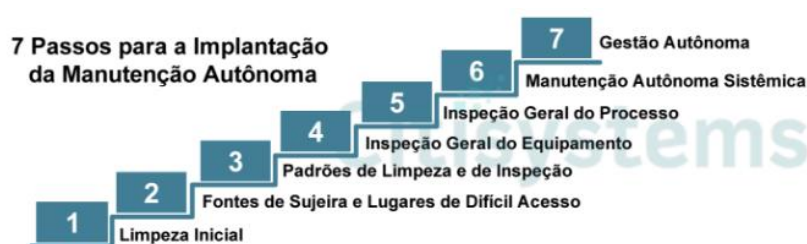


Figura 2.2 - Passos para implantação da manutenção autônoma

Fonte: Ribeiro (2016)

Etapas	Objetivos
1) Limpeza Inicial	<ul style="list-style-type: none"> - prevenir deterioração acelerada; - aumentar a qualidade do trabalho de verificação; - estabelecer as condições básicas do equipamento;
2) Fontes de sujeira e lugares de difícil acesso	<ul style="list-style-type: none"> - aumentar a fiabilidade do equipamento; - aumentar a preservação através da limpeza, verificação e lubrificação;
3) padrões de limpeza e de inspeção	<ul style="list-style-type: none"> - defender as condições básicas; - realizar verificação precisa por meio de controles visuais
4) inspeção geral do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> - melhorar a fiabilidade pela realização de inspeção geral - permitir que qualquer pessoa realize a inspeção;
5) inspeção geral do processo	<ul style="list-style-type: none"> - melhorar a estabilidade total e a segurança dos processos; - ajuste fino da precisão da inspeção do processo;
6) manutenção autônoma sistemática	<ul style="list-style-type: none"> - apontar relação entre o equipamento e a qualidade; - revisar e melhorar a planta e o plano de manutenção - padronizar a manutenção com todos os recursos de apoio.
7) gestão autônoma	<ul style="list-style-type: none"> - analisar constantemente as informações para melhorar; - padronizar as melhorias e aumentar a vida útil.

Tabela 2.1 - Objetivos de cada etapa para implantação da manutenção autônoma

Fonte: Adaptada de Ribeiro (2016)

2.6 Relação entre Produção e Manutenção

Ribeiro (2016) afirma que os frequentes atritos entre as equipes de produção e manutenção são históricos e não respeitam limites geográficos. Em todo lugar do mundo os problemas são sempre os mesmos: a produção criticando a manutenção porque não oferece o equipamento em boas condições operacionais e estão sempre “atrapalhando” as metas de produção; a manutenção “acusando” a produção por não saber operar os equipamentos adequadamente, não cumprir os procedimentos, não se preocupar com o estado físico dos equipamentos, só acionar a equipe de manutenção quando o equipamento quebra ou está em condições críticas de operação e não dando o tempo suficiente para se fazer uma intervenção adequada e no momento apropriado. O resultado destas atitudes é a dificuldade de se fazer uma boa manutenção e de construir um lugar de trabalho livre de falhas e problemas.

2.7 Inspeção de equipamentos

Amaral (2016) afirma que na etapa quatro da manutenção autônoma denominada como inspeção geral é a detecção e reparação de pequenas falhas nos equipamentos, com base no treino e na formação dos operadores.

2.8 Inspeção do operador

Com base em Amaral (2016), a competitividade entre empresas obriga as organizações a investir em meios que auxiliem no seu processo de gestão. Os custos da qualidade, embora relevantes, são, normalmente, recuperados através de melhorias na gestão das empresas, traduzidas no aumento de resultados operacionais, na redução de custos de produção e no aumento da produtividade.

2.9 Folha de verificação

Amaral (2016) afirma que a folha de verificação tem como objetivo o registro organizado de dados, de modo a permitir que sejam posteriormente tratados e avaliados. Estas folhas de verificação contribuem para redução de erros e tem a forma de tabela que facilitam o registro, a leitura de dados e sua análise. A recolha de dados e o seu registro, embora

pareçam tarefa simples, requerem alguns cuidados. Na prática, podem intervir várias pessoas nestas tarefas, o que pode aumentar o risco de erros nos dados registrados.

2.10 Roteiro de inspeção

Segundo Kardec e Nasciff (2012), o roteiro de inspeção do operador é uma das etapas da manutenção autônoma onde os operadores de campo possuem o autogerenciamento e controle, liberdade de ação, elaboração e cumprimento de padrões, além da conscientização da filosofia do TPM.

O roteiro de inspeção do operador existe para que os mesmos obedeçam às condições de uso das máquinas e operem os equipamentos dentro das condições e limites estabelecidos, ainda segundo o mesmo autor.

Segundo Soeiro et al. (2017) os planos de inspeção definem os roteiros de inspeção, por meio das linhas de processo, orientados por equipamentos, por similaridade, por tempo de operação, por criticidade do equipamento na linha de processo. Nos planos de inspeção são definidas inspeções visuais, auditivas, limpeza, monitoramento de temperatura, elevação de corrente elétrica, ocorrência de vazamentos e ruídos atípicos.

As inspeções visuais são de extrema utilidade, pois apresentam características importantes, como ser de simples execução, não requerer instrumentação, ter respostas rápidas, anteceder a todas as demais intervenções de manutenção, ter potencial de prevenir o agravamento da ocorrência, ser de fácil treinamento, sendo a experiência do profissional de inspeção ou mesmo do operador um diferencial significativo. (Soeiro et al. 2017).

A periodicidade e a frequência da inspeção visual capacitam a sensibilidade do inspetor ou operador na observação de alterações, por mínimas que possam ser, pois, durante a inspeção, é possível observar padrões de ruídos, vibrações fora do esperado, identificar temperaturas fora de padrão, ocorrência de vazamentos e o estado geral de conservação do equipamento e instalação. (Soeiro et al. 2017).

Em complemento a importância dos planos e roteiros de inspeção dos operadores, Kardec e Nasciff (2012) comparam com as funções da área médica do Brasil, citando: “o operador

é para o equipamento, um enfermeiro que presta os primeiros socorros, e é capaz de tomar providências para evitar problemas maiores ao paciente. O homem de manutenção seria o médico, capaz de fazer intervenções para restaurar a saúde do paciente. “

2.11 Conclusões

Analisando os fatos descritos acima, de fato, o papel do roteiro do operado é de elevada importância para a aumento da competitividade e expressivos resultados para indústria. Importante ressaltar, segundo Kardec e Nasciff (2012), que para um salto efetivo de competitividade é necessário um estado permanente de mudança, de quebra constante de paradigmas. Ainda complementa que a adoção de novos processos leva à obtenção de melhores resultados com menor dispêndio de energia, tornando a organização mais competitiva. A figura 2.3 ilustra de maneira cartesiana esta afirmativa. É possível ainda identificar de forma clara o salto dos resultados frente a instalação de um novo sistema. A perda de energia neste processo é visível, mas, em compensação os resultados saltam os olhos.

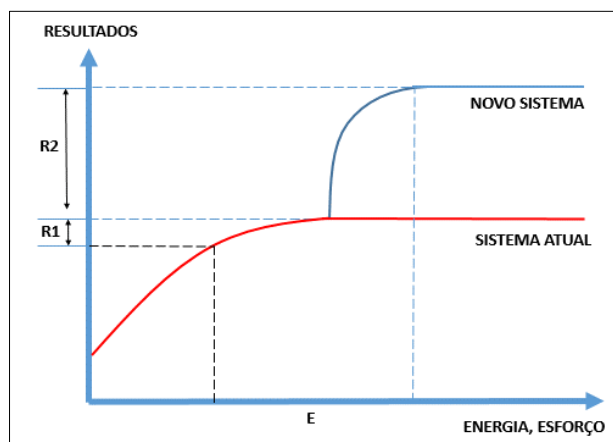


Figura 2.3 – Mudança de Processo

Fonte: Adaptado de Kardec e Nasciff (2012)

Contudo, vale salientar que o objeto de estudo desta pesquisa está pautado na importância de implementação da nova forma de executar as rotas de inspeção dos operadores de campo e os benefícios gerados no processo. A parceria operação e manutenção, além da engenharia, é fundamental para o processo produtivo da empresa, afirma Kardec e Nasciff (2012).

Falconi (2014), acrescenta que numa era de economia global não é mais possível garantir a sobrevivência da empresa apenas exigindo que as pessoas façam o melhor que puderem ou cobrando apenas resultados. Hoje são necessários métodos que possam ser utilizados por todos em direção aos objetivos de sobrevivência da empresa. Utilizando o conceito descrito anteriormente, esta pesquisa possui um foco na mudança da forma de fazer o roteiro de inspeção do operador, inserindo tecnologia que facilita o controle operacional por diferentes níveis de hierarquia.

CAPÍTULO III INDÚSTRIA QUÍMICA

3.1. Conceito

Segundo Abiquim - Associação Brasileira da Indústria Química (2012), é divergente o conceito da classificação da indústria química e de seus segmentos. Neste parâmetro, tornava-se difícil a comparação e análise dos dados estatísticos referentes ao setor. Algumas vezes, indústrias independentes, como a do refino do petróleo, por exemplo, eram confundidas com a indústria química. Em outras, segmentos tipicamente químicos, como os de resinas termoplásticas e de borracha sintética, não eram incluídos nas análises setoriais.

Para eliminar essas divergências, a ONU - Organização das Nações Unidas, há alguns anos, aprovou nova classificação internacional para a indústria química, incluindo-a na revisão da ISIC, que significa Classificação Internacional da Indústria Padrão - *International Standard Industry Classification*. de acordo com a Abiquim (2012) e PWC (2013)

O IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, com o apoio da Abiquim, definiu para o Brasil com base nos critérios aprovados pela ONU, uma nova CNAE- Classificação Nacional de Atividades Econômicas e promoveu o enquadramento de todos os produtos químicos nessa classificação, de acordo com relatório divulgado da Abiquim (2012).

3.2. Indústria Química no Brasil

PWC (2013) conceitua a indústria química e petroquímica é um dos mais importantes setores da economia brasileira e está entre as dez maiores do mundo, conforme imagem 3.1 abaixo. A indústria petroquímica é a parte da química, mas se caracteriza por utilizar a nafta ou o gás natural como matéria prima básica. No Brasil, existem 961 fábricas de produtos químicos, segundo Abiquim (2018) onde os três grandes polos petroquímicos ficam localizados em Camaçari na Bahia, em Triunfo no rio grande do Sul e no interior de São Paulo, como pode ser observado na imagem 3.1. A indústria objeto deste estudo está localizada na Bahia.



Figura 3.1 - Distribuição das plantas no Brasil

Fonte: Abiquim (2018)

Em consoante ao mesmo relatório divulgado e da imagem 3.2, o Brasil estava em sexto lugar no ranking mundial das indústrias químicas, com um faturamento líquido de US\$ 157 bilhões em 2013.

País	Faturamento
US\$ bilhões	
China	1,286
Estados Unidos	759
Japão	382
Alemanha	261
Coreia	172
Brasil	157
Índia	152
França	151
Itália	115
Rússia	114
Reino Unido	103
Taiwan	90
Holanda	83
Espanha	82
Suíça	73

Fontes: ACC, Cefic e Abiquim

Figura 3.2 - Posição Indústria Química do Brasil em 2013

Fonte: PWC (2013)

A Associação Brasileira da Indústria Química (2018) divulgou o relatório que mantém o posicionamento do Brasil em sexto lugar conforme imagem 3.3 abaixo em 2017.



Figura 3.3 - Posição Indústria Química do Brasil em 2017

Fonte: Abiquim (2018)

Ainda é possível verificar no relatório divulgado da Abiquim (2018) que o Brasil, nos últimos nove anos mantém o percentual de participação sobre o PIB – Produto Interno Bruto total brasileiro, conforme histórico divulgado na imagem 3.4 abaixo.

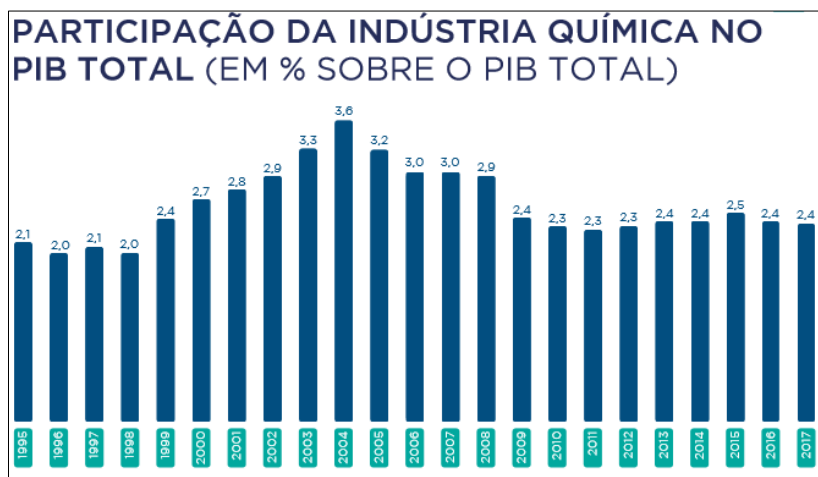


Figura 3.4 – Participação da indústria química no PIB total

Fonte: Abiquim (2018)

As maiores principais empresas do setor no território brasileiro são: Braskem, BASF, Airliquide, Carbocloro, Bayer, Clariant, Oxitento, Unigel, Petrom, entre outras.

3.3. Indústria termoplástica no Brasil

A Braskem é a maior produtora de resinas termoplásticas nas Américas e a maior produtora de Polipropileno – PE no Brasil e a Polipropileno – PP nos Estados Unidos.

Os segmentos da indústria de resinas termoplásticas, petroquímica, química, mecânica, têxtil e alimentar possuem uma necessidade em comum que é a utilização de polímeros e resinas termoplásticas em algumas fases de sua produção. Na maioria das vezes, empresas de terceira geração utiliza o polímero na sua forma mais pura, como matéria-prima. Observe figura 3.5 de uma resina produzida na unidade industrial objeto da pesquisa.



Figura 3.5 – Resina termoplástica produzida na Braskem

Fonte: Autor (2019)

No Brasil, a indústria de resinas termoplásticas ocupa o quarto lugar do faturamento, conforme pode ser visto abaixo na figura 3.6.

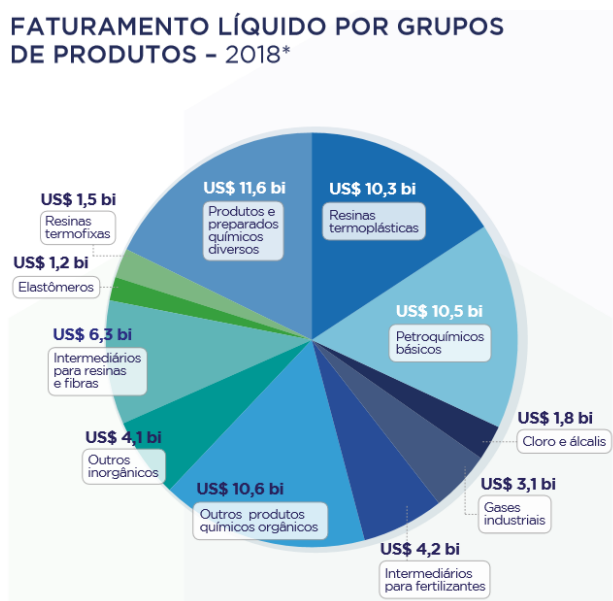


Figura 3.6 - Faturamento líquido por grupos

Fonte: Abiquim (2018)

3.4. A Braskem

Desde a formação da Braskem, em dezasseis de Agosto de 2002, a empresa consolidou o setor petroquímico no Brasil e expandiu sua atuação Industrial para os Estados Unidos, México e Alemanha. Isso é resultado de um conjunto de competências e características marcantes desde o início da nossa história, como o foco em inovação, a busca pela condução dos negócios em linha as melhores práticas de sustentabilidade e o desejo de evoluir e se desenvolver de cada um dos 7.700 Integrantes, das mais diversas culturas, origens e formações.

A Braskem está inserida no setor químico e petroquímico, que tem participação relevante em inúmeras cadeias produtivas e é essencial para o desenvolvimento econômico. A química e o plástico, produtos de nossa atuação, melhoram a vida das pessoas diariamente em setores como moradia, alimentação e mobilidade.

A Braskem foi pioneira ao integrar a primeira e a segunda geração da cadeia petroquímica no Brasil. Essa integração traz vantagens competitivas e ganho de escala de produção. A primeira geração é responsável pelo ciclo de negócios ligado à produção de matérias-primas básicas como eteno e propeno, fundamentais para a segunda geração, que produz

resinas termoplásticas como o polietileno, polipropileno e PVC, como pode ser observado na figura 3.7.



Figura 3.7 – Cadeia de produção

Fonte: Site Braskem (2019)

Das quarenta unidades Industriais da Braskem, vinte e nove estão instaladas no Brasil, cinco nos Estados Unidos, duas na Alemanha e quatro no México. Delas, saem mais de 16 milhões de toneladas de produtos por ano. Além da atuação nesses países, possui escritórios comerciais na Argentina, no Chile, na Colômbia, na Venezuela, na Holanda e em Singapura, segundo divulgação do site externo da Braskem.

Na figura 3.8 abaixo é possível ilustrar de forma clara o último resultado divulgado:



Figura 3.8 - Braskem em números

Fonte: Site Braskem (2019)

CAPÍTULO IVII METODOLOGIA CIENTÍFICA

4.1. Introdução

Neste capítulo, será apresentado a metodologia aplicada nesta pesquisa com base nos objetivos definidos.

O método científico trata-se de um conjunto de procedimentos e técnicas, com passos definidos e necessários ao cumprimento de forma que permita ser replicado e possível a obtenção do resultado, conforme abordado por Gil (1999), tornando-se também, uma forma de legitimar o conhecimento adquirido, Richardson (1999). Quanto a sua definição no nível aplicado, ela examina, descreve e avalia métodos e técnicas auxiliando na coleta e tratamento dos dados, o melhor entendimento e soluções para os questionamentos propostos, Prodanov e Freitas (2013).

Este estudo foi desenvolvido em uma empresa petroquímica, na segunda geração, resinas termoplásticas, na empresa PE, em Camaçari, especificamente em uma unidade industrial. O estudo decorreu no período temporal entre janeiro de 2018 e dezembro de 2018.

Identificado as lacunas, quanto os benefícios na implementação do roteiro eletrônico de inspeção nas unidades de segunda geração da Braskem, o estudo foi caracterizado como sendo um estudo de caso, suportado pela revisão bibliográfica relativa ao tema em outras aplicações e pelas observações em campo.

4.2. Metodologia

De acordo com Gerhardt e Silveira (2009) a pesquisa científica resulta de uma análise com objetivo de resolver um determinado problema por meio de procedimentos científicos, podendo estas serem classificadas quanto a sua abordagem quantitativa caracterizada através de raciocínio dedutivo, lógico e mensurável, e pela abordagem qualitativa caracterizada através da compreensão e explicação dos fatos que não podem ser quantificados.

De acordo com estes mesmos autores, este tipo de pesquisa requer delimitações precisas quanto à técnica, método, modelos, coleta e interpretação dos dados, sem que haja a perda quanto a credibilidade científica dada a pesquisa, estando em linha com o objeto de estudo quanto as práticas adotadas pela área do estudo.

Segundo Marconi e Lakatos (2003), ainda sobre a pesquisa, refere-se ao processo sistemático, controlado e crítico, o qual permite descobrir novos fatos e aplicações e pode estar estruturada, conforme Oliveira (2015) por:

- definição do problema: identificação do problema por meio de uma investigação ou lacuna existente que traga contribuições no âmbito científico, particular ou pessoal;
- revisão bibliográfica: identificação de lacunas em pesquisas anteriores e ampliação do entendimento a uma determinada disciplina ou conceito;
- identificação do método da pesquisa: destacando-se os métodos científicos adotados na pesquisa;
- identificação da coleta e tratamento dos dados, definição da população e análise dos dados: identificação dos métodos aplicados a coleta, tratamento e análise dos dados utilizados, e delimitação do trabalho (amostra).

Baseado nas definições e pesquisas quanto a metodologia, o objetivo de identificar os benefícios da implantação do roteiro eletrônico de inspeção em uma unidade industrial, foi escolhida a pesquisa descritiva que, segundo Vergara (2000) e Rúdio (1980), apresenta-se com o objetivo de identificar quais são as situações, eventos, atitudes ou opiniões que serão revelados em uma população, relatando a distribuição de algum fenômeno ou comparação entre essas contribuições, podendo verificar a percepção dos fatos se está ou não de acordo com a realidade do ambiente inserido da pesquisa através da identificação, relato e comparação entre os aspectos avaliados.

4.3. Identificação do problema

O problema do estudo do caso foi delimitado a implementação e utilização do roteiro eletrônico de inspeção. Os ganhos da alteração da forma de utilização dos roteiros de inspeção do operador no chão de fábrica.

Dados retirados do sistema são suficientes para expressar os ganhos relacionados a utilização do roteiro eletrônico do operador.

4.4. Tipologia da pesquisa

Gil (1999) retrata refere-se a tipologia como sendo o meio pelo qual o estudo será conduzido, ressaltando a importância do procedimento adotado para a coleta dos dados. Tais modalidades podem ser caracterizadas como, pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa participante, pesquisa experimental, pesquisa-ação, pesquisa com Survey, estudo de caso entre outras.

O tipo de pesquisa quanto a abordagem do estudo será a pesquisa quantitativa onde os dados coletados da realidade estão em formato de numérico, com significados marcados pela expressão objetiva da análise dos próprios dados. Associado a análise dos números, a identificação e observação no campo com o objetivo de estar atento as mudanças de comportamento.

Por tais características e pela adoção da observação direta, o estudo de caso foi definido como instrumento da pesquisa e levou-se em consideração para sua escolha as restrições da pesquisa, como por exemplo tempo, localidade e conceitos aplicados durante o período observado. Segundo Gil (1999), tais limitações podem ser compensadas por um estudo profundo e exaustivo dos fatos de investigação e conforme observado no estudo feito por Queiroz (2015), pode-se observar que dos 50 artigos priorizados, 40 deles tinham como instrumento de pesquisa o estudo de caso. Yin (2001) complementa sobre as vantagens da observação quando realizada *in loco* que resulta em um maior conhecimento dos fatos e soluções mais efetivas relacionadas ao assunto. Uma outra vantagem observada trata-se de utilizar dos resultados obtidos como ponto de partida para futuros estudos, conforme abordado por Yin (2001); Pádua (2012); Roesch (1999).

4.5. Definição da coleta, análise e tratamento dos dados

Conforme comentado acima quanto a importância do procedimento da coleta dos dados, este pode ser caracterizado, segundo Yin (2001) e Gil (1999) por pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, mapeamento da condição atual, definição e acompanhamento do planejamento, observações no campo e avaliação dos resultados.

A pesquisa em questão será delimitada por uma área específica de uma unidade industrial onde o processo foi implementado. Será possível realizar a observação dos ganhos e melhorias através dos indicadores definidos no processo de execução do roteiro eletrônico de inspeção. Dados serão retirados do sistema oficial de gerenciamento de rotas, analisados e validados pela equipe envolvida.

A partir dos aspectos e características definidas da pesquisa, as avaliações práticas serão feitas por meio da comparação do antes e depois da implementação do roteiro eletrônico de inspeção e seus ganhos, por sua vez, serão reportados as áreas envolvidas, proporcionando uma maior consciência entre os participantes quanto aos benefícios do roteiro eletrônico de inspeção na prática, conforme mencionado por Lemos (2010).

Na pesquisa descritiva realiza-se o estudo, a análise, o registro e a interpretação dos fatos do mundo físico sem a interferência do pesquisador. São exemplos de pesquisa descritiva as pesquisas mercadológicas e de opinião (Barros e Lehfeld, 2007).

4.6. Conclusões

A dissertação encontra-se estruturada através do estudo de caso e dar-se-á pela pesquisa descritiva. Quanto aos métodos de coleta dos dados estes foram feitos por meio da revisão bibliográfica, documental, observação direta em campo e por avaliação prática do antes e depois das experimentações.

CAPÍTULO V ESTUDO DE CASO

5.1. Introdução

Neste capítulo será apresentado o estudo de caso realizado na unidade industrial denominada PE2, localizada em Camaçari, Bahia, Brasil, e sua validação alinhada com a liderança da unidade e da área corporativa de gestão estratégica de manutenção e fiabilidade. Realizada aprovação do responsável da área quanto aos objetivos, delimitações e aplicação realizadas nesta pesquisa.

O capítulo cinco encontra-se dividido em: validação do escopo, atuação, contextualização do problema, definição da condição atual, definição da condição meta, desenvolvimento e resultados.

5.2. Validação do estudo e escopo

A liderança é um dos fatores importantes para garantir o sucesso da implementação de qualquer processo dentro da indústria, principalmente no que tange mudança de hábitos, disciplina e cultura. Segundo Costa (2013), o líder tem o papel de disseminar e promover, de forma transversal e em todos os níveis, a estratégia da empresa.

Braskem (2018) complementa que o comprometimento do líder e compreensão de seu papel nos processos de gestão de equipes e mudanças organizacionais são pré-requisitos para a excelência empresarial.

Para entender os processos de gestão de equipes da Braskem no contexto da hierarquia organizacional e do sistema de gestão. O sistema de gestão da Braskem foi desenvolvido para incorporar os requisitos aplicáveis de mudanças organizacionais entre outros fatores associados as equipes e chão de fábrica como: disciplina, acompanhamento de atividades, garantia da segurança e aumento de competitividade.

Os estudos preconizam então que o líder tem o papel fundamental no processo de mudança e foi em alinhamento da gestão da unidade escolhida que os indicadores forem definidos e acompanhados pelo período da pesquisa.

5.3. Caracterização da empresa e sistema de produção

A Braskem está presente em vários segmentos de mercado. Mais especificamente na planta da pesquisa, o produto gerado é matéria prima para 3ª geração que a comunidade e população consome. Na figura 5.1 abaixo é possível destacar alguns destes:



Figura 5.1 - Principais produtos de polietileno

Fonte: Site Braskem (2019)

Durante longos quatorze anos, a Braskem possuía um Sistema de Produção denominado Braskem+. Em 2017, com a internacionalização, evoluiu para o sistema global de produção, denominado Intelius. O objetivo do sistema é definir a estratégia de implementação do sistema global de produção voltado para garantir a competitividade do negócio e orientar as equipes quanto à implantação das suas práticas. O mesmo possui uma abrangência para todas as unidades da Braskem, em todos os países: Brasil, Alemanha, Estados Unidos e México.

Além do objetivo macro, também estão explícitos os seguintes objetivos:

- servir aos clientes com confiabilidade e qualidade assegurada dos produtos;
- minimizar as perdas de produção por instabilidade de processo, falhas de equipamentos e operacionais;
- maximizar a utilização dos ativos e o resultado econômico por melhorias contínuas e inovação;

- consolidar uma cultura de disciplina operacional e promover ambiente seguro, limpo e organizado;
- desenvolver as pessoas, gerar e disseminar o conhecimento na área industrial.

5.3.1. O Braskem Mais

A garantia de integridade e extensão de vida útil dos equipamentos/postergação de substituição, redução de custos de mão de obra, materiais e serviços, minimização de paradas e extensão das campanhas das plantas Industriais, redução de perdas de produtos e/ou degradações decorrentes de qualidade, aumento da disponibilidade e otimização do desempenho dos ativos e aumento da confiabilidade dos equipamentos e processos, são alguns dos benefícios destacados no Sistema Braskem de Produção.

Apesar de a confiabilidade/fiabilidade industrial ser um processo integrado entre operação, processo e manutenção com o suporte das áreas de apoio, para facilitar o entendimento e atendimento da estratégia Braskem para fiabilidade, associou-se as práticas, os critérios e indicadores a dois elementos com objetivos específicos:

CPE – Confiabilidade/Fiabilidade e Performance de Equipamentos, que tem como objetivo atingir a confiabilidade e disponibilidade requeridas pelas plantas Industriais, com custo ótimo de manutenção, evitando perdas por falhas de equipamentos;

CPP – Confiabilidade/Fiabilidade e Performance da Produção, que tem como objetivo produzir com qualidade, segurança, estabilidade, máxima produtividade e desempenho, evitando descontinuidades por falhas e distúrbios no processo.

Para estabelecer um processo de implementação gradual, adotou-se a lógica de evolução da maturidade de uma organização por estágios (modelo CMMI - Capability Maturity Model Integration) representado em cinco estágios de evolução, com patamares distintos e acumulativos de práticas e resultados, conforme figura 5.2 abaixo:

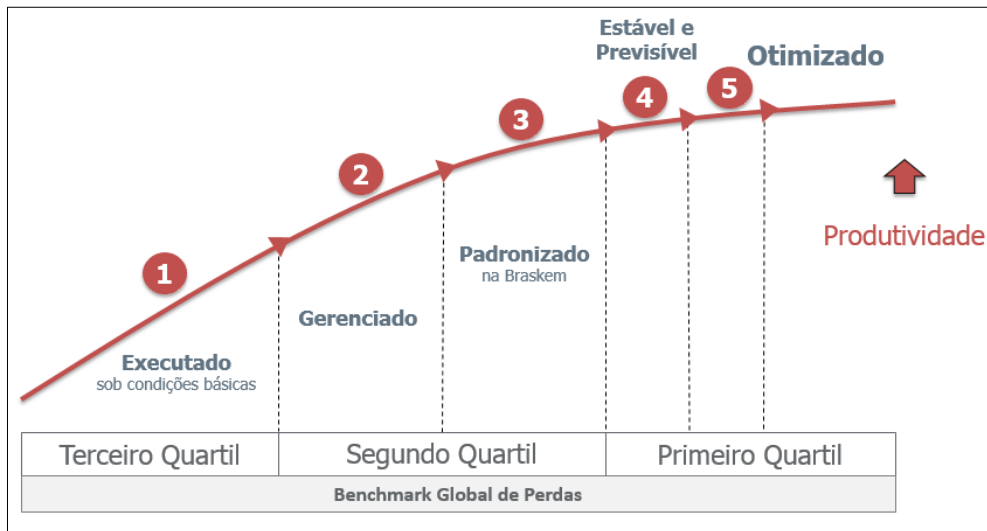


Figura 5.2 - Estágios do Braskem +

Fonte: Braskem (2017)

Os estágios representam conceitualmente o que se espera atingir como propósito no processo:

- estágio 1 Executado: processo atendendo todas as condições básicas exigidas.
- estágio 2 Gerenciado: pleno gerenciamento para obtenção dos melhores padrões internos. Estímulo à criatividade e experimentação.
- estágio 3 Padronizado: consolidação de melhores práticas (interna e externa) e padronização em toda Braskem, onde aplicável.
- estágio 4 Estável e Previsível: estabilidade e previsibilidade de processos e ativos.
- estágio 5 Otimizado: otimização de recursos e maximização de resultados.

Conforme descrito acima, um dos elementos do sistema é o CPE, este será detalhado a seguir para a ligação do objeto de pesquisa.

CPE, que pode ser descrito como fiabilidade e performance de equipamentos é descrito a seguir, na figura 5.3 um processo típico que habilita as áreas de manutenção e confiabilidade ao correto entendimento dos equipamentos e sistemas antes da falha e à implantação de estratégias e políticas proativas e otimizadas de Confiabilidade Industrial.

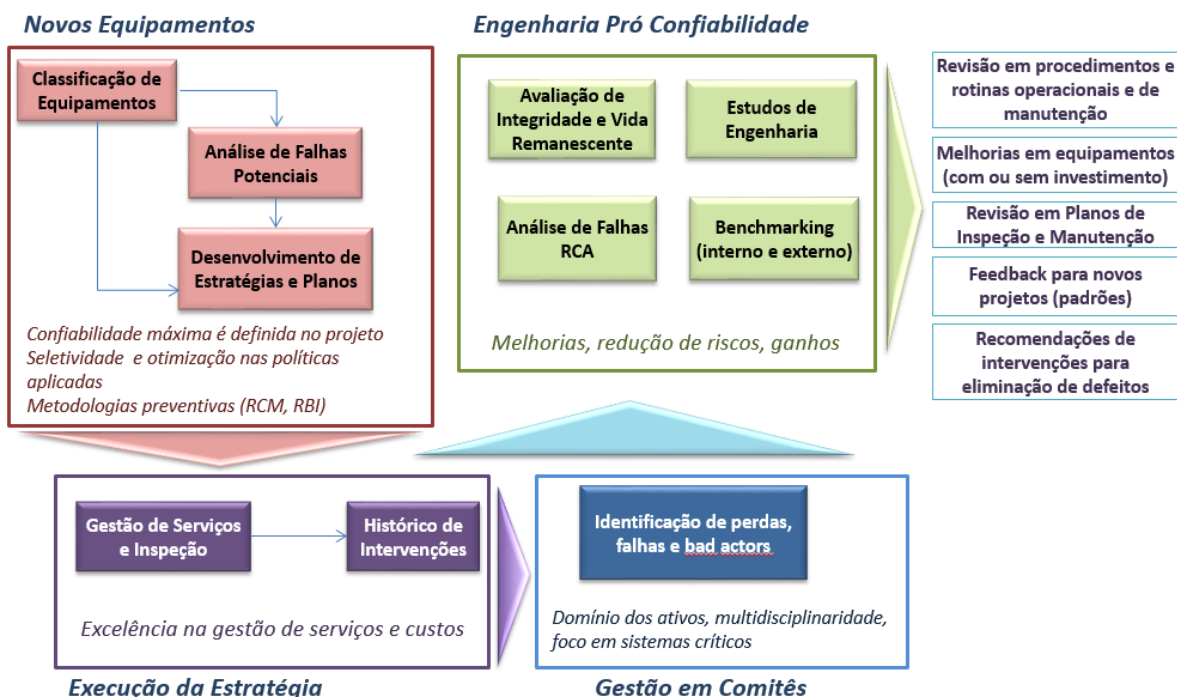


Figura 5.3 – Detalhes do sistema de produção

Fonte: Diretriz empresarial (2017)

O desenvolvimento da estratégia de manutenção é um item muito importante e que pode ser descrito conforme procedimento da Braskem. Já a estratégias de fiabilidade, exemplo de manutenção preventiva e preditiva, devem ser desenvolvidas para equipamentos com o foco na detecção, mitigação e/ou eliminação dos modos de falha esperados, de modo a assegurar que o equipamento desempenha suas funções pretendidas para a vida funcional esperada, no seu contexto operacional.

As tarefas preventivas existentes, as recomendações de manutenção do fabricante do equipamento original e as restrições legais forneceram as bases para as estratégias selecionadas, que serão melhoradas em função do melhor entendimento do equipamento obtido através da análise.

É importante determinar se é possível:

- prevenir a deterioração e falha do equipamento;
- detectar e monitorar quanto à presença da falha incipiente antes que esta progrida para perda do desempenho funcional;
- descobrir falhas ocultas em sistemas reserva (off-line / stand-by) antes que uma demanda operacional aconteça.
- o foco para a definição das estratégias são os modos de falhas e seus efeitos:

No entanto, em modos de falha específicos, evita-se o uso de estratégias de manutenção que não tratam os modos de falha que o equipamento experimenta.

Definidas as tarefas de manutenção, a melhor abordagem de implantação deve ser selecionada: se a estratégia pede algum tipo recorrente de monitoramento, uma decisão deve ser tomada se pode ser automatizada ou não, se poderia ser desempenhada como parte de uma rotina de operador, ou se deveria ser parte de uma Manutenção Preventiva.

Uma das diretrizes para melhoria da gestão de ativos é mover-se em direção a atividades de monitoramento de condições, fazendo serviços apenas quando os ativos precisarem. Inspeções, avaliação de condições e sistemas de monitoramento devem direcionar decisões de manutenção, renovações e modificações.

A gestão operacional, deve considerar as opções básicas de monitoramento pelo operador ou inspeção visual feita de forma objetiva. Abaixo, na figura 5.4, é possível identificar os níveis de acompanhamento do processo e de que forma os resultados são apresentados.



Figura 5.4 - Importância do Monitoramento de Processo.

Fonte: DE-6010-00007 Braskem (2018)

As variáveis de controle são compostas e fazem parte de inúmeros processos e podem ser extraídas de diferentes lugares. Um deles, do ponto de vista da operação o mais importante, é a coleta de dados do operador. O importante do acompanhamento é a análise crítica do desempenho com as equipes, sendo assim, estes relatórios devem refletir estas informações traduzindo em aumento de desempenho das unidades com foco em aumento de produtividade, redução de perdas e redução de custos.

5.3.2. O Intelius

Após 10 de anos de implantação do Sistema de Produção da Braskem, o mesmo sofreu uma importante revisão, principalmente com uma visão mais direcionada para agregar conceitos de outros países e levar em consideração a multiculturalidade que a companhia está inserida.

O objetivo deste sistema é estabelecer a eficiência Industrial, seu conteúdo, processos, governança e escopo, de maneira a ser aplicável de forma global e alinhada aos princípios e Política de saúde, segurança, meio ambiente e qualidade da Braskem.

Da mesma forma que o objeto da pesquisa foi explorado no Braskem maios, dentro do sistema de produção da Brakem atual, o Intelius, alguns conceitos são fortemente

analisados e disseminados. Dentre eles, está o roteiro de campo do operador e muito associado a confiabilidade humana.

Fiabilidade humana significa uma série de conceitos e atitudes que irão enriquecer os fatores que influenciam a performance humana. Para Braskem, é orientada por três pilares: tecnologia, sistemas de gestão e comportamento e cultura. O conjunto de práticas visam maximizar o desempenho humano e cooperação em suas operações, como propósito de eliminar qualquer tipo de perda e desvio. Atuação em um ambiente complexo, no qual pessoas, tecnologia, processos e cultura interagem de forma contínua e interconectada. É preciso ampliar o olhar neste contexto e um novo modo de pensar que é necessário desenvolver. Criar uma cultura com hábitos, capaz de reduzir e probabilidade de falhas e perdas nas operações e nos processos. Algo necessário que passa a fazer parte da nossa forma de pensar e agir, refletindo nas atitudes e práticas aplicadas nas nossas instalações e nossos sistemas e processos, garantindo assim a excelência operacional. Pequenos gestos diários passam a ser manifesto de uma cultura, como estar atento a todo pequeno desvio, todo pequeno sinal, o que podemos melhorar a cada dia, em cada unidade ou processo de trabalho. Lembrar, aprender e conscientizar a todos neste compromisso.

Aumentar a fiabilidade humana, vai além das questões de segurança. Envolve processos, sistemas de gestão e produtividade. Cultura e liderança, projetos, tecnologia e pessoas. Sistema complexos falham de formas complexa. É preciso estar sempre atento e comprometido com o todo. E nesta direção, a Braskem identificou uma grande oportunidade para ter operações ainda mais confiáveis. E assim, aumentar a sua capacidade de gerar resultados.

Para o Intelius, a afirmação nas documentações empresariais diz que o objetivo deste item é garantir que os equipamentos e as operações passem por uma inspeção visual, avaliando o desempenho dos processos e equipamentos, que os dados de campo sejam coletados no local e os equipamentos passem por um sistema de rodízio, de acordo com um cronograma, quando aplicável.

São requisitos básicos que:

- cada unidade industrial deve ter rotas estruturadas para o operador de campo. A rota deve especificar o percurso e o cronograma;
- cada unidade industrial deve ter um processo sobre como adquirir dados pelas rotas do operador e como atualizar e armazenar as informações coletadas;
- cada unidade industrial deve ter um processo para detectar e gerenciar anormalidades para os equipamentos mais importantes;
- execução de operações com senso de propriedade e responsabilidade, para obter segurança e eficiência do processo;
- identificação de desvios, bem como resposta em tempo hábil e com precisão, para evitar distúrbios no processo;
- disponibilização das informações necessárias a qualquer momento.

É possível notar que é relevada a importância do item de estudo, mas que não é citado nas bibliografias pesquisadas nem nos documentos internos que é necessário que a rotina de campo do operador seja realizada através de um meio eletrônico. Este sim, é o grande diferencial e ganho do projeto.

Ainda levando em consideração o mesmo documento do Sistema da Produção da Braskem, ainda é mencionado no item de monitoramento de processo que é importante para manter as operações dentro de faixas de controle predefinidas pela unidade industrial. Variáveis críticas são de grande importância para a segurança e desempenho industrial. Operar fora da faixa de controle de uma variável crítica, pode resultar em perdas e consequências significativas. A identificação de variáveis críticas visa definir o número mínimo de parâmetros necessários para garantir a segurança, qualidade e desempenho do processo. Os dados de desempenho são registrados e avaliados continuamente, visando a identificação de problemas de processo e propor ações para a manutenção das operações sob do controle. Ainda complementa como requisitos básicos que tais como:

- cada unidade industrial deve ter um processo para identificar e monitorar as variáveis críticas;

Benefícios da implementação do roteiro eletrônico de inspeção

- cada unidade industrial deve definir faixas de controle para todas as variáveis críticas e ações a serem tomadas sempre que uma variável estiver fora da faixa;
- cada unidade industrial deve ter um processo de aquisição de dados para variáveis críticas (coletados em rotas de operadores de campo ou por um sistema de controle de processo);

Desta forma, está evidente que o processo de coleta de dados em campo, para os parâmetros que não possuem monitoramento online, é necessário e preciso para garantir a continuidade operacional.

Em 2017, surgiu a ideia de implantar uma solução que garantisse a rastreabilidade e a disciplina operacional. Foram criadas oficinas de trabalho internas multidisciplinares para que pudesse decidir o que deveria ser padronizado e requisitos de processo.

O primeiro passo para contextualização do problema é deixar claro que os líderes estavam engajados e o processo foi inserido como meta nos planos de ação dos operadores em questão. Neste sentido, o objetivo do crescimento de competitividade da empresa, aumento de disponibilidade de equipamentos, e inserção da inovação nos processos atuais estavam desdobrados, como é possível ver na tabela 5.1. É possível identificar na figura 5.5 uma visão geral do âmbito de inovação para Braskem e como a mesma trata esse assunto atualmente.

PA 2019	2. Sistema de Produção
Resultados	2. 1) Apoiar a conclusão implementação e gestão da mudança na operação. Atuar como focal do assunto e reportas desvios e melhorias . (Peso: 5%) Métrica: Implementação do roteiro eletrônico de inspeção em todas as áreas da PE2.
Filosofia	Sistema de produção como base para sustentação e melhoria dos resultados operacionais.
Prazos 06.2019	Peso 5%

Tabela 5.1 – PA do operador

Fonte: Braskem (2018)

Benefícios da implementação do roteiro eletrônico de inspeção



Figura 5.5 – Inovação da Braskem

Fonte: Site Braskem (2019)

O presente estudo está inserido nos projetos de inovação e tecnologia e é neste âmbito que foi possível identificar que até o ano de 2017, os operadores de campo faziam leituras em papel, enquanto outras grandes empresas já haviam migrado para as leituras de forma eletrônica.

No que tange o conceito de preditiva, para Braskem, o conceito desta manutenção é o acompanhamento da condição ou desempenho, utilizada quando se dispõe de um parâmetro que permite o monitoramento da deterioração ou do desempenho, ou seja, sempre que se utilizar alguma técnica preditiva (medição de vibração, ultrassom, emissão acústica, termografia, etc.), também pode ser referenciada como monitoramento base condição CBM. É possível ilustrar os tipos de manutenção da estratégia da empresa com base na imagem abaixo, mas especificamente no que está sendo tratado como manutenção preditiva.

Benefícios da implementação do roteiro eletrônico de inspeção

Estratégias de Manutenção			
Tipos de Ordens x Conceitos			
Estratégia	Tipo Ordem	Descrição	
Preditiva	ZPRD	Manutenção PREDITIVA Base Condição	acompanhamento da condição de um parâmetro que pelo desempenho (ex.: medição diferenciada como Monitorada quando, em função, vibração, termovisão) permite intervir corretivamente no equipamento.
	ZPRC	CORRETIVA Programada Decorrente de Monitoramento	
Preventiva	ZCAP	Calibração PREVENTIVA	Usada para plano de calibração, criada automaticamente baseada no tempo.
	ZPRE	Manutenção PREVENTIVA Base Tempo	Usada quando o plano de manutenção que determinado equipamento terá intervenções baseadas no tempo, isto é, periódicas; criada automaticamente pelo sistema.
Corretiva Planejada	ZCOP	Manutenção CORRETIVA Planejada	Usada quando a estratégia de manutenção estabelecida pela Engenharia define que determinado equipamento só deve sofrer intervenção quando apresentar um problema, isto é, quando falhar (manutenção corretiva planejada). Tipicamente a intervenção é programada.
	ZCOR+ZCAL (3,4,5)	Manutenção CORRETIVA	ZCOR - usada quando ocorre um problema num equipamento que não tem plano de manutenção ou tem baseado no tempo e o problema ocorre entre duas intervenções planejadas (manutenção corretiva ou não planejada); a intervenção pode ser programada ou ser executada em emergência. ZCAL - usada quando um instrumento apresenta um problema de calibração, por exemplo, indicação falsa ou não indicação, e precisa ser calibrado (manutenção corretiva).
Corretiva	ZCOR+ZCAL (1,2)	Manutenção CORRETIVA Emergencial	

Solomon Olefin Study 2015
 Necessário mudança nos conceitos de Estratégias de manutenção
 Empresa de Segundo Quartil

- 19% - Preditiva
- 30% - Preventiva
- 43% - Corretiva não emergencial
- 7% - Corretiva emergencial

Figura 5.6 – Estratégias de manutenção

Fonte: Diretriz empresarial Braskem (2017)

A Braskem realiza a cada quatro anos estudos de *benchmarking* que consiste no processo de busca das melhores práticas da indústria e que conduzem ao desempenho superior. Conforme último estudo realizado, uma empresa de segundo quartil, 50% da atividade da estratégia de manutenção é realizada proativamente. A Braskem, especificamente a unidade industrial escolhida para a presente pesquisa, durante os seis primeiros meses de implementação do roteiro eletrônico de inspeção estava posicionada no quarto quartil, e distante das metas preconizadas pela empresa, conforme imagem. Para o tema desta pesquisa, a PE2 possuía até junho de 2018, o valor equivalente a 2% no que se refere a utilização da estratégia de preditiva.

Benefícios da implementação do roteiro eletrônico de inspeção

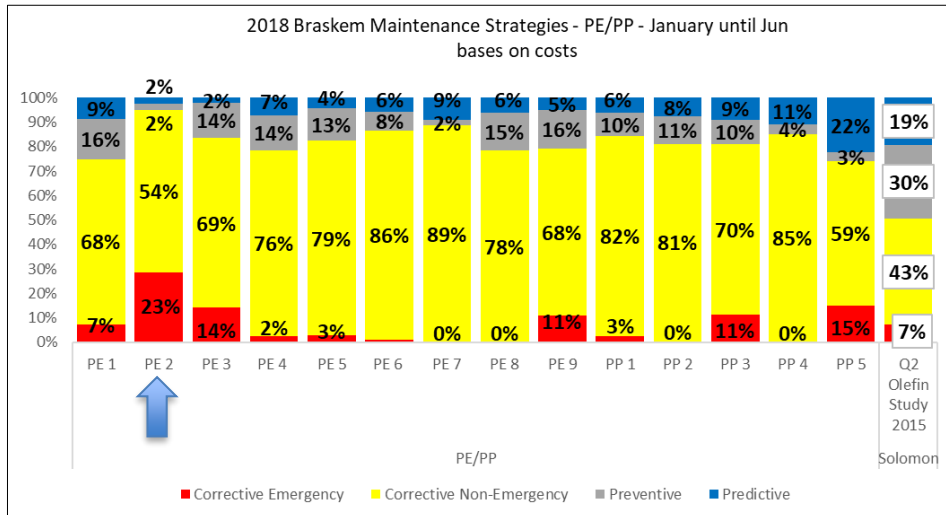


Gráfico 5.1 - Estratégias de manutenção Jan a Jun 2018

Fonte: Autor (2019)

No que diz respeito a confiabilidade conduzida pelo operador, que denomina-se CCO, o sistema Braskem de produção é muito claro nas definições na diretriz empresarial conforme figura 5.7 abaixo. Atingir a fiabilidade e disponibilidade requeridas pelas plantas Industriais com custo ótimo de manutenção, evitando perdas por falhas dos equipamentos, além de produzir com qualidade, segurança, estabilidade, máxima produtividade e desempenho, evitando descon continuidades por falhas e distúrbios de processo é a definição do operador como dono do seu negócio. O fato é que o mesmo necessita de subsídios para aumentar seu desempenho e a inovação é um dos fatores de sucesso.



Figura 5.7 - Sistema Braskem de Produção

Fonte: Autor (2018)

Dentro do protocolo do sistema de produção, é possível identificar na figura 5.8 abaixo que o capítulo três define práticas validadas para fiabilidade e performance Industrial conduzidas pela operação.

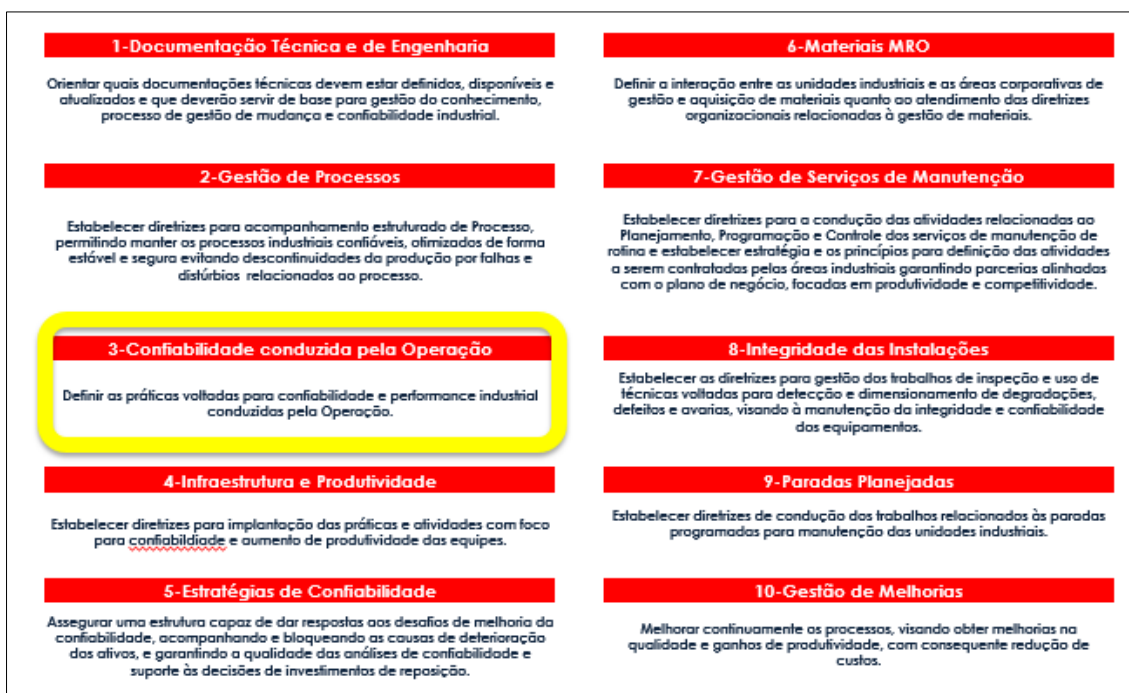


Figura 5.8 - Protocolo do Sistema Braskem de Produção

Fonte: Diretriz empresarial Braskem (2013)

De acordo com Liker e Meier (2013), antes de iniciar a solução de um problema, primeiro é preciso conhecê-lo e como este problema encontra-se inserido no contexto, por meio da observação dos fatos no chão de fábrica. Durante o período da pesquisa deste trabalho, foi identificado o comportamento dos operadores na sua rotina de campo, retirado dados operacionais para verificar o posicionamento da unidade industrial em questão.

5.4. Contextualização

Beiler (2017) e Lemos (2010) apresentam o gerenciamento do chão de fábrica como uma das alternativas metodológicas para o desdobramento estratégico, clarificando os problemas, conectando as pessoas a um único propósito. Segundo Beiler (2017), o primeiro passo é a definição do “Norte Verdadeiro”, ou seja, o propósito que conectará a todos a um objetivo comum. Uma vez definido este propósito é preciso identificar o problema e contextualizá-lo possibilitando melhor entendimento entre os envolvidos,

possibilitando futuras conexões e garantindo que os trabalhos sejam conduzidos a um mesmo objetivo.

Ao longo de dez anos de implantação do sistema de produção, foi observado que alguns incidentes com potencial de perda eram frequentes, além de riscos ao meio ambiente, segurança e processo, segundo relatório da Braskem (2016). Os indicadores de custos de manutenção e cumprimento da programação não estavam como desejavam, não havia padronização de procedimentos entre as unidades de segunda geração, não existia gestão de melhores práticas, e principalmente, faltava disciplina operacional.

5.5. Desenvolvimento

Contudo, uma vez contextualizado os desafios da área, conforme abordado por Beiler (2017), se faz necessário clarificar o problema, que segundo Liker e Meier (2013), pode ocorrer através da observação dos acontecimentos no chão de fábrica, que possibilita identificar como o problema ocorre, como as pessoas e processo reagem a ele, possibilitando a construção da condição atual mais próximo à realidade dos fatos.

Uma vez estabelecido e delimitado os temas a serem observados na pesquisa com seus respectivos desafios, faz-se necessário mapear os indicadores e rotinas que irão compor as observações com o objetivo de relacioná-los a implementação do roteiro eletrônico e seus possíveis benefícios.

A fiabilidade conduzida pelo operador é a base para o desenvolvimento de um programa de monitoramento dos equipamentos e cuidados básicos desenvolvidos pela operação e manutenção:

- identificação e tratamento precoce de problemas, prevenindo deterioração e falhas dos equipamentos;
- estratégia de implantação e disseminação para todos os grupos de operadores;
- estrutura de GA (grupos de área) para condução de atividades nos equipamentos escolhidos.

Para as condições básicas, é esperado eliminar a maior causa das falhas dos equipamentos, que é o desgaste acelerado. Atuar com rigor na limpeza, lubrificação, aperto e ajustes, associado as atividades base para prevenção, como identificar, registrar e tratar desvios.

O operador de campo executa sua rota baseado em um caminho lógico, pensado pelos engenheiros e mais experientes para que seja produtivo e rápido, conforme figura 5.9 abaixo, utilizada como exemplo.

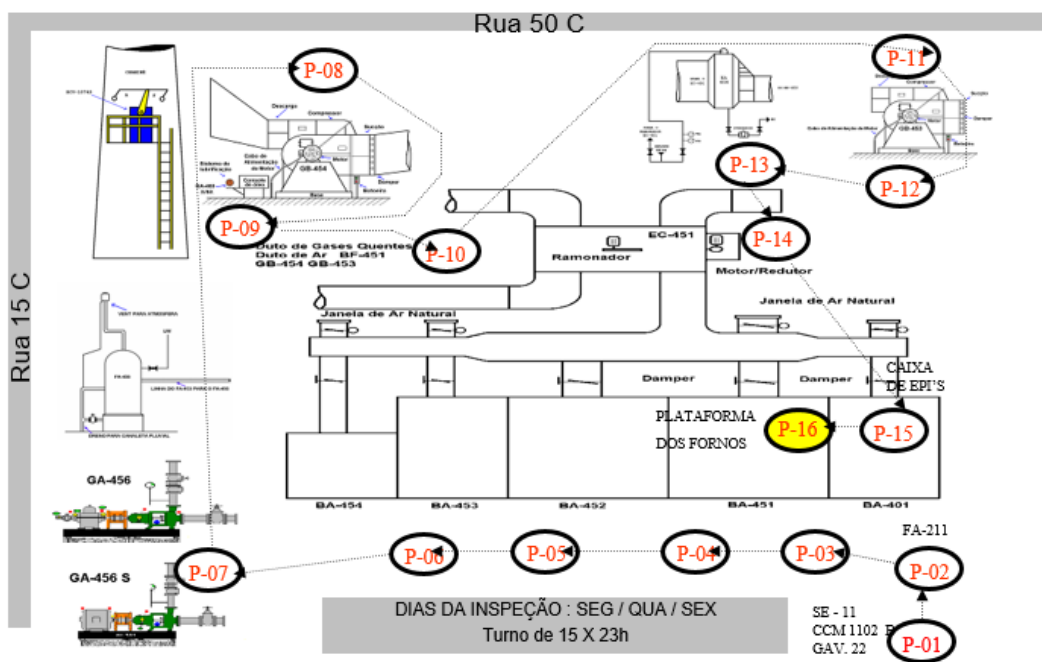


Figura 5.9 - Exemplo de rota de inspeção do operador

Fonte: Instrução de trabalho Braskem (2014)

Nos equipamentos em que o mesmo realiza leitura, existem os controles visuais que são essenciais para facilitar a inspeção do operador durante a rotina de inspeção. Na imagem 5.10 abaixo é possível ver um modelo de como o operador verifica os equipamentos na área e de que forma ele controla os parâmetros:

Benefícios da implementação do roteiro eletrônico de inspeção

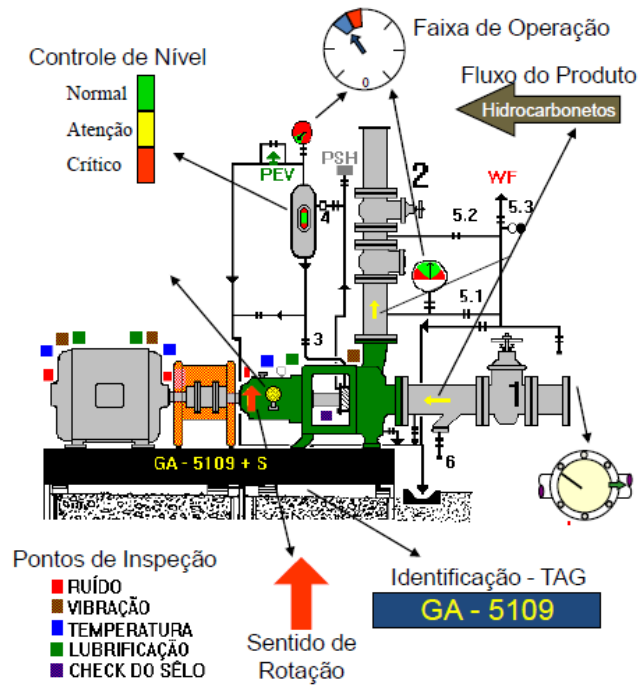


Figura 5.10 - Pontos de Inspeção de um equipamento

Fonte: Instrução de trabalho Braskem (2014)

Tipos de controles realizados pelo operador durante sua rotina de campo através do roteiro, qualquer que seja o modo dele, papel ou eletrônico:

- faixa de operação;
- sentido de fluxo;
- nível de lubrificantes;
- nível de líquidos de selagem;
- identificação de TAG;
- identificação de função;
- pontos de inspeção;
- sentido de rotação;
- visor de fluxo do produto;

- válvula aberta / fechada;
- aspecto ambiental;
- equipamento operando / parado;
- sentido de giro para motor.

Até o ano de 2017, essas leituras, quando realizadas de forma correta, eram registradas em folhas de papel e guardadas nas gavetas. Os parâmetros lidos não eram avaliados até que uma falha acontecesse, é possível confirmar através da tabela 5.2 a situação de 2017, período que foi definido a implementação da melhoria.

Situação 2012 - 2017
Roteiros de Inspeção ineficientes através de papel;
Não acompanhamento histórico das variáveis medidas;
Impossibilidade de acompanhar a evolução das falhas;
Impossibilidade de tratamento estatístico dos dados;
A não apropriação da operação ao roteiro de inspeção;
Não cadastramento efetivo das notas de manutenção autônoma (Z4);
Elevação do GAP Industrial por disponibilidade.

Tabela 5.2 - Situação 2012 à 2017

Fonte: Autor (2018)

Durante o período da contextualização foi possível observar que os operadores de campo, em alguns casos, não faziam leituras precisas, copiavam as últimas do papel e guardavam os registros. Os mesmos registros que deveriam ser analisados e ter melhorias implementadas, também não eram realizados.

CAPÍTULO VI APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentadas as análises realizadas, os resultados obtidos após observações e aprofundamento dos indicadores associados ao processo de acompanhamento do roteiro eletrônico de inspeção do operador. As apresentações, as discussões serão subdivididas em quatro dimensões, conforme pesquisa, ou seja, alcance dos objetivos através da observação e benefícios intangíveis, tempo de execução da rota do operador em campo, ações tomadas pelo trabalhador em tempo real da ocorrência do desvio e ganho financeiro reportado. Todo material utilizado foi aprovado e validado pela gerência de manutenção e estratégia de fiabilidade através do anexo X.

Durante a execução do roteiro de inspeção, é possível listar algumas falhas ínfimas e/ou tipos de inconveniências detectadas pela operação. São elas:

- falhas ínfimas (folgas, vibrações, ruídos, sujeira, aderência, corrosão superficial);
- locais inseguros (buracos no piso, plataformas, corrimão, pontas, cabos elétricos, guarda corpo);
- vazamento (líquidos, gases, vapores, graxas, lubrificantes, pó, selantes, insumos,);
- dificuldade de acesso (para aperto, lubrificação, manobras, leituras, manutenção, inspeção);
- condições básicas (falta de parafuso, lubrificantes, peças auxiliares, instrumentos);
- materiais desnecessários (peças, tubos, madeiras, arames, papel, cabos, chapas, andaimes).

6.1 Resultado do processo

O que acontecia antes da implantação do roteiro eletrônico era que esses itens de inspeção eram realizados através de papel e eventualmente reportados para o sistema de gerenciamento de manutenção, *SAP - Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung*, no idioma alemão, que quer dizer, em português Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados. Essas folhas de verificação eram

preenchidas de qualquer forma e armazenadas dentro das gavetas dos operadores, sem qualquer possibilidade de rastreamento e acompanhamento de evolução das variáveis lidas. O fato era que esses registros só eram buscados e consultados no momento de ocorrência de falha para verificar como estava o parâmetro lido, caso estivesse sendo realizado de forma rotineira e correta.

A área de produção e manutenção, através da mudança da forma de execução da rota, eletrônica, onde os dados são coletados através de um aparelho eletrônico, conforme figura 6.1 e anexo I, práticas mencionadas na pesquisa, conseguiu alcançar melhores resultados nos indicadores priorizados, comprovando os benefícios da implementação do roteiro eletrônico de inspeção por meio das avaliações do antes e depois, conforme proposto nos objetivos específicos.



Figura 6.1 - Aparelho eletrônico utilizado

Fonte: Site Braskem (2017)

Com a implantação do roteiro eletrônico do operador, a forma de medição mudou e tornou-se mais eficaz. O detalhe do projeto pode ser visualizado conforme figuras 6.7, 6.8 e 6.9 abaixo e no anexo II onde esquematiza a forma em que foi apresentado aos operadores.

Benefícios da implementação do roteiro eletrônico de inspeção

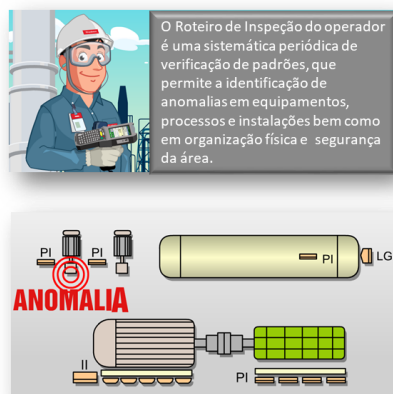


Figura 6.2 - Sistemática do roteiro eletrônico do operador

Fonte: Implantação do processo Braskem (2017)

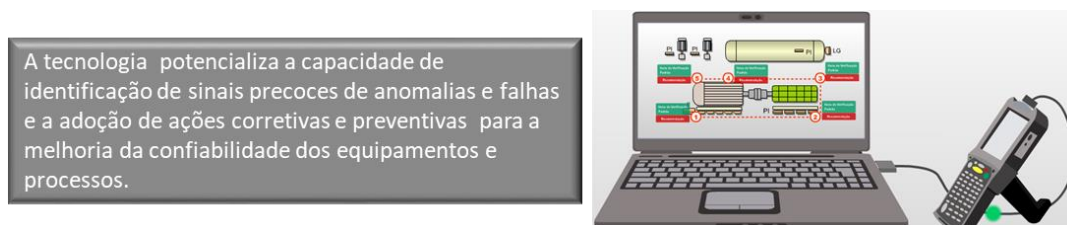


Figura 6.3 - A ferramenta do roteiro eletrônico do operador

Fonte: Implantação do processo Braskem (2017)



Figura 6.4 - Processo do roteiro eletrônico do operador

Fonte: Implantação do processo Braskem (2017)

Outros resultados do processo podem ser mencionados como maior disciplina e apropriação das práticas de fiabilidade e performance dos equipamentos, operadores reconhecendo a área com um nível maior de segurança pelo monitoramento contínuo e acompanhado, maior percepção da condição de integridade da planta, inclusive nos detalhes, além de uma maior integração entre a operação e a engenharia de manutenção.

Os processos executados pelos operadores de campo podem ser visualizados de forma ilustrativa nos anexos III e IX, onde é possível selecionar o roteiro a ser realizado, anexo IV, V e VI que demonstra o processo de coleta da leitura, medição de campo e registro de alerta quando a variável está fora do range de normalidade.

O acompanhamento da execução é visualizado no anexo VII, e o macro fluxo do processo no anexo VIII.

6.2 Resultado pessoal

Dentro dos resultados do roteiro eletrônico de inspeção, é possível lista os principais abaixo que antes não eram percebidos pela engenharia e liderança:

- diminuir a exposição ao risco da operação/manutenção;
- alertar os operadores para os sinais de anormalidade durante as inspeções;
- assegurar detecção das anormalidades (desvios) e tratar o mais rápido possível;
- reportar corretamente desvios observados durante rota ou operações de campo;
- dispor de padrões de fácil manuseio e entendimento para prevenir deteriorações;
- manter as condições básicas atingidas (limpeza, lubrificação e aperto).

A maior dificuldade é a ansiedade da operação diante dos desvios que demoram a ser sanados. Mas, para solucionar, foi criado um controle de retorno para operação de forma que eles sejam informados do andamento dos serviços.

6.3 Resultado operacional

No Roteiro eletrônico é possível verificar como benefícios a melhoria significativa das rotas em campo, que, anteriormente ao período do estudo, eram realizadas via papel, impossível de serem monitoradas, não existia faixas de alertas automático, não era possível abrir um desvio no SAP de forma rápida e do campo, o tempo de rota em campo era 60% maior, conforme registros abaixo, no gráfico 6.1.

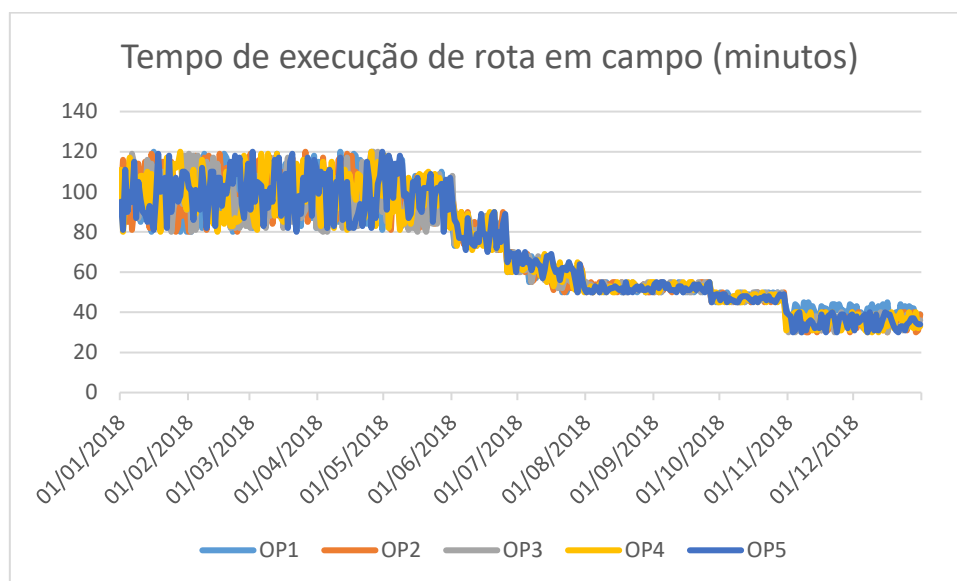


Gráfico 6.1 - Resultado do tempo de execução do operador em campo

Fonte: Autor (2019)

Outros benefícios que podem ser descritos são:

- antecipação as falhas de equipamentos, com possibilidade de contra medidas em campo;
- análise de tendência multidisciplinar;
- facilidade de integração entre operação, manutenção e processos;
- prevenção de perdas de produção;
- maior eficácia para redução de custos de manutenção;

O que antes da implantação do roteiro eletrônico não era possível, os dados analisados durante o período podem mostrar melhorias conforme gráfico 6.2 onde as medições realizadas durante a rota, emitiram alertas, ou seja, o parâmetro de normalidade estava fora e possíveis ações de correção do desvio foi mostrada para o operador de campo. Desta forma, o mesmo possuía capacidade de agir corretamente, fazer a correção da variável e se antecipar a falha. Ainda é possível identificar a pro atividade do operador em agir frente a um alerta gerado, passando a aferir o indicador antes impossível de medir, pois era realizado leituras no papel para 79%.

Benefícios da implementação do roteiro eletrônico de inspeção

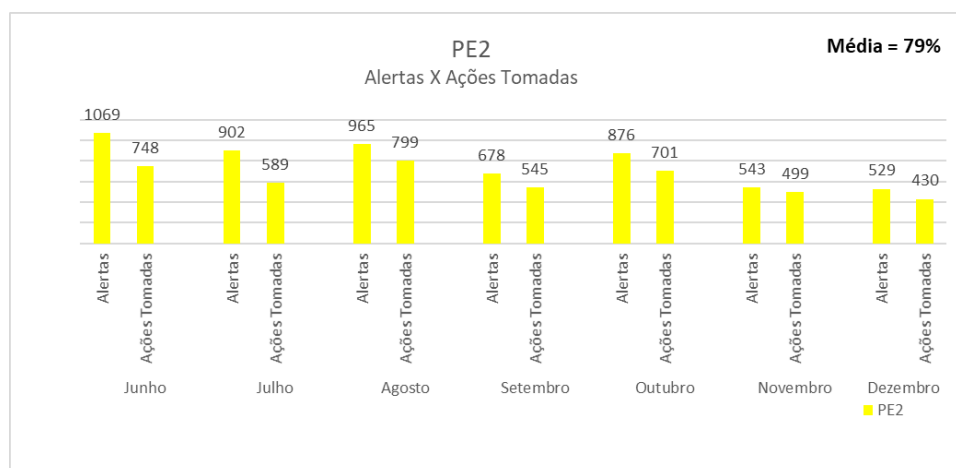


Gráfico 6.2 – Resultado Alertas X Ações Tomadas

Fonte: Autor (2019)

6.3 Resultado financeiro

Por fim, é possível demonstrar através de três casos, figuras 6.1, 6.2 e 6.3 avaliados o benefício financeiro proveniente da implantação do roteiro eletrônico e atuação do operador de campo que possuía nas mãos, a correta ação a ser tomada. Nas descrições abaixo, é possível verificar um ganho financeiro tangível de aproximadamente R\$ 3.700.000,00.

Caso	Detecção prematura da falha
Unidade Industrial	PE2
Período	2018
Fato	Detecção de Vibração alta na Bomba BA04-B-391-C de WT para Jaqueta dos Reatores BA04-R-331-A/B
Ação	Realizado ajuste da vazão e distribuição da água de refrigeração dos reatores BA04-R-331-A/B e permutadores P-331 para redução da vibração
O que evitou	A ação evitou a falha repentina da bomba e a parada com deg (produto químico) de 01 dos reatores e consequente redução de carga na unidade PE2
Custo Evitado	<p>Cálculo financeiro: Perda de Produção evitada aproxima+3:8da: 14ton/hora Produto: JV060U R\$ 909,00/ton (MCU) Tempo de parada: 24horas</p> <p>Perda Evitada: $14 \times 24 \times 909 = R\\$ 305.424,00$ Custo de manutenção evitado: Material e mão de obra aproximado. R\$ 1.500,00</p> <p>TOTAL: R\$ 307.000,00</p>

Tabela 6.1 – Resultado Financeiro 1

Fonte: Autor (2019)

Benefícios da implementação do roteiro eletrônico de inspeção

Caso	Detecção prematura da falha
Unidade Industrial	PE2
Período	2018
Fato	Detecção da pressão de óleo da unidade BA04-U-601-A baixa, próximo do limite de Trip da BA04-SC-01-A
Ação	Ajustado a vazão de óleo pelo operador. Realizado a Intervenção antes de ter o Trip de parada da BA04-SC-601-A
O que evitou	A ação adequada evitou a parada e desgaste da Centrífuga BA04-SC-601-A e a redução de carga da unidade na PE2
Custo Evitado	Cálculo financeiro: Perda de Produção evitada aproximada 14ton/hora Produto: JV060U R\$ 909,00/ton (MCU) Tempo de parada: 2horas Perda Evitada: 14*2*909 = R\$ 25.452,00 TOTAL: R\$ 25.452,00

Tabela 6. 2 - Resultado Financeiro 2

Fonte: Autor (2019)

Caso	Detecção prematura da falha
Unidade Industrial	PE2
Período	2018
Fato	Detecção de alta temperatura do carretel do P-331-F
Ação	Ajustado a vazão da válvula de bloqueio que estava restringindo a passagem e aumentando a temperatura do carretel.
O que evitou	Foi realizada a medição de temperatura do carretel entre válvula de bloqueio KTM e VNS do P-331-F e ratificou a hipótese de restrição de fluxo pela válvula KTM e que a indicação de temperatura de lama na entrada do P-331F estava correta. Se não tivéssemos ratificado a temperatura de entrada da lama para P-331-F poderíamos ter obstruído também o P-331-D e indisponibilizando o reator por 114h, gerando uma perda de 1368 t e custo estimado de R\$60.000 com hidrojato/caldeiraria/mecânica.
Custo Evitado	Cálculo financeiro: Perda de Produção evitada aproximada 12ton/hora Produto: UTEC6540 R\$ 2487,00/ton (MCU) Tempo de parada: 114horas Perda Evitada: 12*114*2487 = R\$ 3.402.216,00 Custo de manutenção evitado: Material e mão de obra aproximado. R\$ 60.000,00 TOTAL: R\$ 3.462.216,00

Tabela 6. 3 - Resultado Financeiro 3

Fonte: Autor (2019)

Benefícios da implementação do roteiro eletrônico de inspeção

Durante todo o período das observações, e recolhimento de dados, as definições e priorizações dos problemas, bem como o seu acompanhamento, foram feitos através da extração de dados do sistema de manutenção e fiabilidade da Braskem e alinhada com a liderança durante a definição e limitação do escopo da pesquisa. Ainda sobre a evolução dos envolvidos, observou-se o amadurecimento em relação a disciplinar de execução da rotina, exemplificado quando a equipe antecipou a comunicação dos ganhos associados ao processo eletrônico de inspeção.

Após o período inicial de implementação do projeto, outra análise interna foi realizada utilizando os índices do estudo de *benchmarking*, e, é possível observar o aumento para 13% do indicador de utilização da estratégia de preditiva, conforme gráfico 6.3.

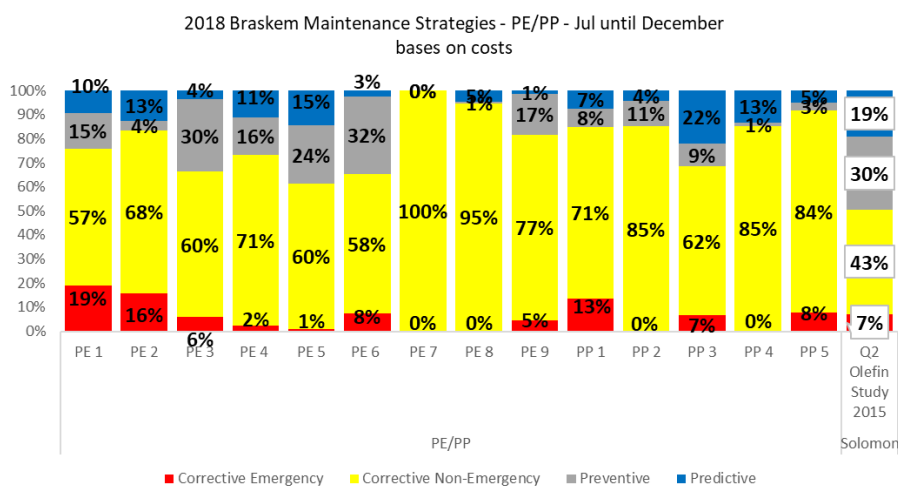


Gráfico 6.3 - Estratégias de manutenção Jul à Dez 2018

Fonte: Autor (2019)

CAPÍTULO VII

7.1 Conclusões

O estudo pretendeu identificar o comportamento dos operadores de campo, reconhecer os benefícios da implementação do roteiro eletrônico de inspeção através de demonstração de indicadores e cálculos de ganhos financeiros priorizados no limite de pesquisa de uma unidade industrial da segunda geração de polietileno da Braskem. Tais motivações foram impulsionadas pela existente lacuna sobre o tema, mencionadas por outros autores, pela necessidade da empresa em obter cada vez mais um avanço tecnológico frente a atualidade e competitivo ao mercado.

Obteve-se entre a revisão teórica, apresentada na revisão bibliográfica, o estudo de caso, a contribuição de novas observações frente as lacunas descritas anteriormente, tais relações suportadas e fundamentadas conforme apresentadas no estudo e no cumprimento dos objetivos específicos.

Os resultados obtidos durante a pesquisa, comprovam a evolução dos indicadores e durante o desenvolvimento apresentou-se novas possibilidades tanto de continuidade quanto no aprofundamento do tema.

A grande importância da solução é monitorar os pontos de inspeção em campo. Os operadores que ficam alocados nas salas de controle possuem todas as informações à sua frente. O operador de campo precisa verificar pontos através de uma rota além de que, para manutenção, é fundamental a coleta de dados com a finalidade de análise de fiabilidade.

7.2 Limitações do estudo

Conforme descrito, o estudo centrou-se em uma unidade industrial de PE, e conseqüentemente limitado a sua estrutura operacional, bem como em seus indicadores priorizados para a pesquisa.

Ao desenvolver a pesquisa foi possível identificar dificuldades quanto a realização de algumas observações no regime de turno, potencializado seja pelo período temporal da

pesquisa ou pela limitação dos indicadores financeiros, que não são automatizados, diferentes do de cumprimento de rota e de ações tomadas.

Entretanto, as limitações apresentadas neste estudo não interferiram no resultado frente aos objetivos definidos e proporcionam novas lacunas que poderão ser instrumentos de pesquisas futuras.

7.3 Pesquisas Futuras

Estimulada pelas limitações e lacunas existentes, ambas detalhadas na pesquisa, sugere-se novos estudos com objetivo de avaliar a sustentabilidade das melhorias observadas, além de complementar as iniciativas, que devido a limitação temporal, não forma possíveis de concluí-las.

Sugere-se também ampliar as análises para as demais unidades Industriais, não apenas de segunda geração, mas, principalmente primeira geração, onde os ganhos podem ser muito mais expressivos, por se tratar de uma quantidade de equipamentos maiores principalmente.

Bibliografia

Abiquim (2018). *Associação Brasileira da Indústria Química*. [Em linha]. Disponível em <https://www.abiquim.org.br/includes/pdf/indQuimica/AIndustriaQuimica-Conceitos.pdf>>. [Consultado em 08/05/2019]

Abiquim (2018). *O desempenho da indústria química brasileira em 2018*. [Em linha]. Disponível em https://www.abiquim.org.br/uploads/guias_estudos/Livreto_Desempenho_da_Industria_Quimica_Brasileira_R4_-_Abiquim_DIGITAL_1.pdf>. [Consultado em 08/05/2019]

Almeida, Paulo, S. (2017). *Gestão da Manutenção Aplicada às Áreas Industrial*. 1 ed. Brasil, Érica.

Amaral, Fernando D. (2016). *Gestão da Manutenção na Indústria*. 1 ed. Lisboa, Lidel.

Barros, Aidil. e Lehfeld, Neide, A (2007). *Fundamentos de metodologia científica*. 3 ed. Pearson Prentice Hall, São Paulo, Brasil.

Beiler, B. C. (2017). *Hoshin Kanri como meio para contribuir na gestão da mudança (transformação) da cultura organizacional*. Trabalho de Conclusão em Especialista em Engenharia de Produção. Departamento de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Carlos.

Braskem (2017). Braskem Mais – Diretriz Empresarial. [Em linha]. Disponível em <https://braskemsa.sharepoint.com/sites/braskemmais/SitePages.aspx>>. [Consultado em 09/01/2019].

Braskem (2019). Intelius: Sistema Braskem de Produção. [Em linha]. Disponível em <https://braskemsa.sharepoint.com/sites/APPINTELIUS/Pages/Pillar/Industrial%20Effectiveness/Summary/Efetividade-Industrial.aspx>>. [Consultado em 09/01/2019].

Braskem (2018). Braskem. [Em linha]. Disponível em <https://www.braskem.com/>>. [Consultado em 20/08/2018].

Cabral, José S. (2006). *Organização e gestão da manutenção – dos conceitos à prática*. 2.ed. Porto – Lisboa - Coimbra, Lidel. PP15 237-249

Costa, J. P. P. (2013). *Lean Manufacturing Aplicada à Otimização de Implantações*. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade da Beira Interior, Covilhã.

Falconi, V. (2014). *TQC – Controle da Qualidade total, no estilo japonês*. 8.ed. Brasil, Falconi.

Gerhardt, T. e Silveira, T (2009). *Métodos de Pesquisa. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e SEAD/UFRGS*. Porto Alegre, Brasil.

Gerhardt, T. E. e Silveira, D. T. (2009). *Métodos de Pesquisa*. 1ª ed. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS, pp. 31 – 43, Rio Grande do Sul.

Gil, A. C. (1999). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5.ed. pp. 33-107. São Paulo: A

Kardec, A. e Nascif, J. (2012). *Manutenção: função estratégica*. 4 ed. Rio de Janeiro, Brasil.

Lemos, C. M. (2010). *Metodologia Lean Six Sigma – Um modelo para implementação*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Liker, J. K. (2005). *O modelo toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo*. Porto Alegre, Bookman.

Liker, J. K. e Meier, D. (2013). *Modelo Toyota – Manual de Aplicação*. 1ª. ed. Porto Alegre, Bookman.

Marconi, M. A. e Lakatos, E.M. (2003). *Fundamentos de Metodologia Científica*. 5 ed. São Paulo: Atlas.

Members CEN (2001) *European Committee for Standardization EN 13306. Maintenance Terminology*, CEN, Brussels

Mobley, K., Higgis, L., Wikoff, D. (2008). *Maintenance Engineering Handbook*. 1 ed. McGraw-Hill, New York.

Oliveira, H. S. (2015). *Implementação das Ferramentas do Lean Office para a Melhoria do Desempenho no Sistema Administrativo de uma Empresa de Fitas para Impressão*. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga.

Pádua, E.M.M. (2012). *Metodologia da Pesquisa: Abordagem Teórico-Prática*. 13 ed. São Paulo, Papirus.

Prodanov, C. C. e Freitas, E. C. (2013). *Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico*. 2 ed. Universidade FEEVALE, Novo Hamburgo, Brasil.

PWC (2013). *Relatório de divulgação das empresas químicas*. [Em linha]. Disponível em <<https://www.pwc.com.br/publicacoes/setores-atividade/quimicopetroquimico/pwc-chemicals-port-13.pdf>>. [Consultado em 08/05/2019]

Queiroz, G. A. (2015). *Recomendações para a implantação da Manufatura Enxuta considerando os propósitos da Produção mais Limpa*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Ribeiro, H. (2006). *Guia de implantação - A metodologia para o sucesso do TPM*. Vol.1 – PDCA, Brasil.

Richardson, R. J. (1999). *Pesquisa social: métodos e técnicas*. 3. ed. São Paulo, Atlas.

Roesch, S. M. A. (1999). *Projetos de estágio e de pesquisa em administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso*. 2.ed. São Paulo, Atlas.

Rúdio, F. V. (1980). *Introdução ao projeto de pesquisa científica*. 4.ed. Petrópolis, Vozes.

Silveira, Cristiano B. *Manutenção Autônoma* [Em linha]. Disponível em <<https://www.citisystems.com.br/manutencao-autonoma>>. [Consultado em 10/02/2019].

Soeiro, Marcus Vinícius A. OLIVIO, Amauri. LUCATO, André V. R. (2017). *Gestão da manutenção*. Editora e Distribuidora Educacional S.A. Londrina.

Vergara, Sylvia C. (2000). *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. 3.ed. Rio de Janeiro, Atlas.

Wettersten, B.W. e Campe & Hoffman (1982). *Learning from error*.

Xenos, Harilaus G (2014). *Gerenciando a manutenção produtiva*. 1. Ed. Belo Horizonte, DG.

Yin, R. K. (2001). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2.ed. Porto Alegre, Bookman.

Anexos

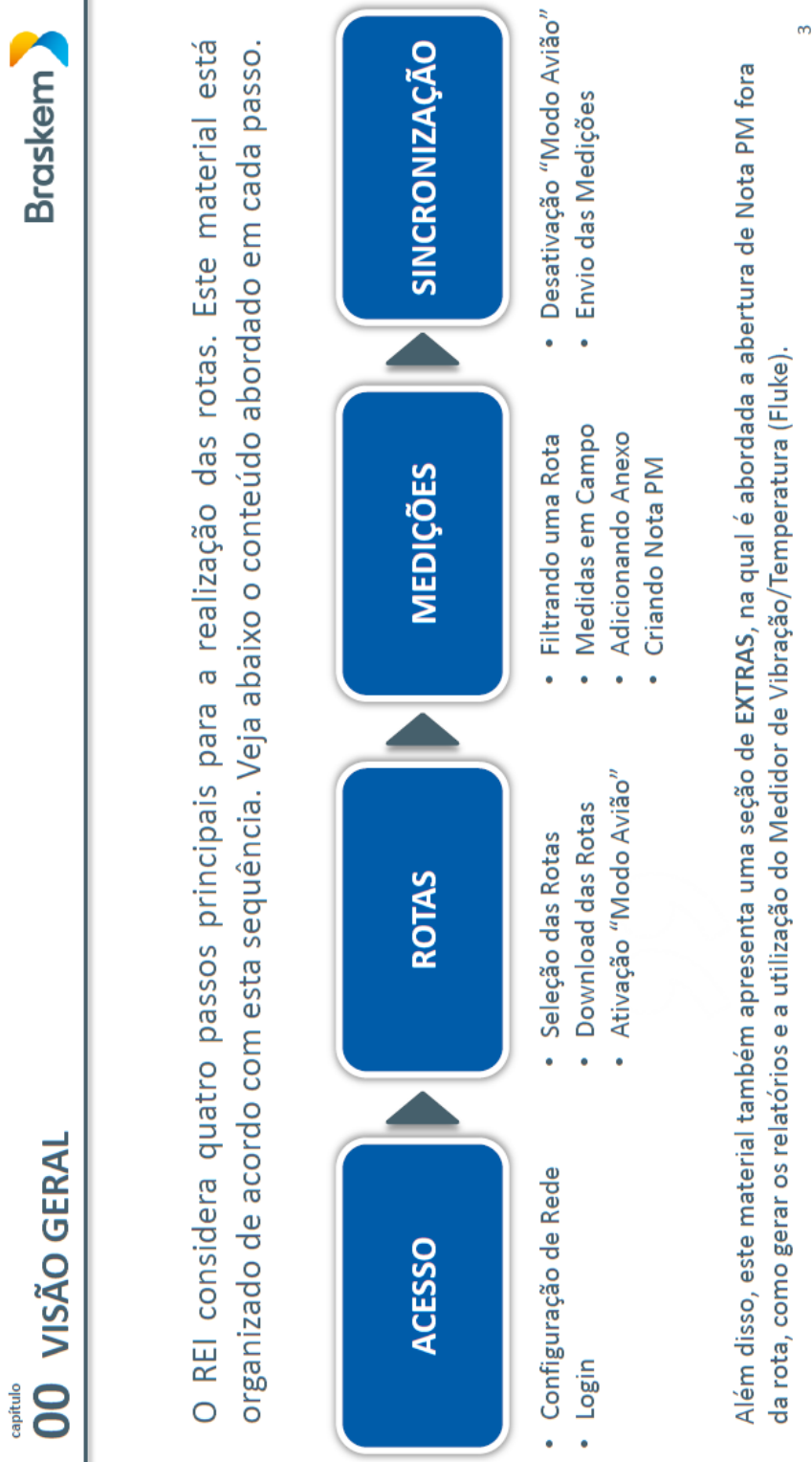
Anexo I – Apresentação do equipamento eletrônico



APRESENTANDO O EQUIPAMENTO



Anexo II - Visão geral do processo

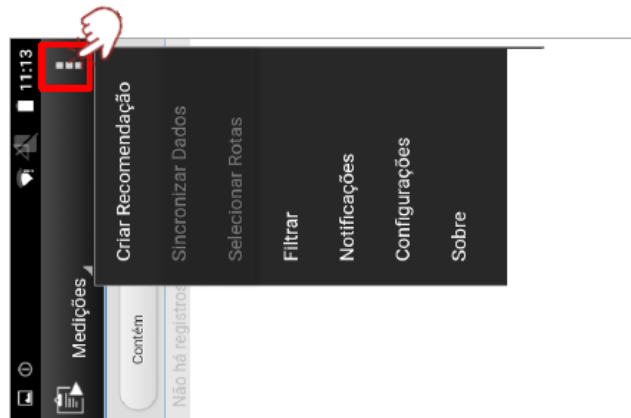


Fonte: Braskem (2018)

Anexo III - Seleção de rotas

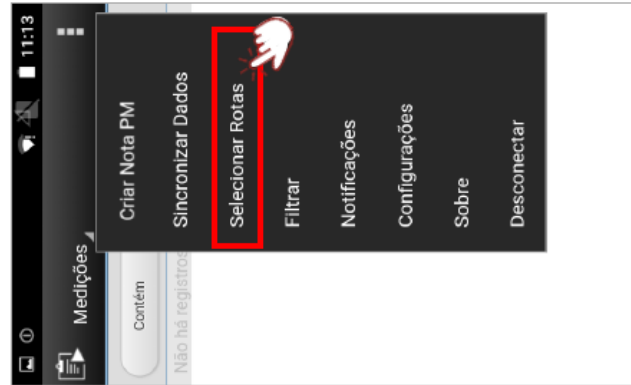


capítulo **02** ROTAS | Seleção das Rotas



O download das rotas será feito automaticamente.

Para selecionar a rota, clique em  e aguarde ser carregada

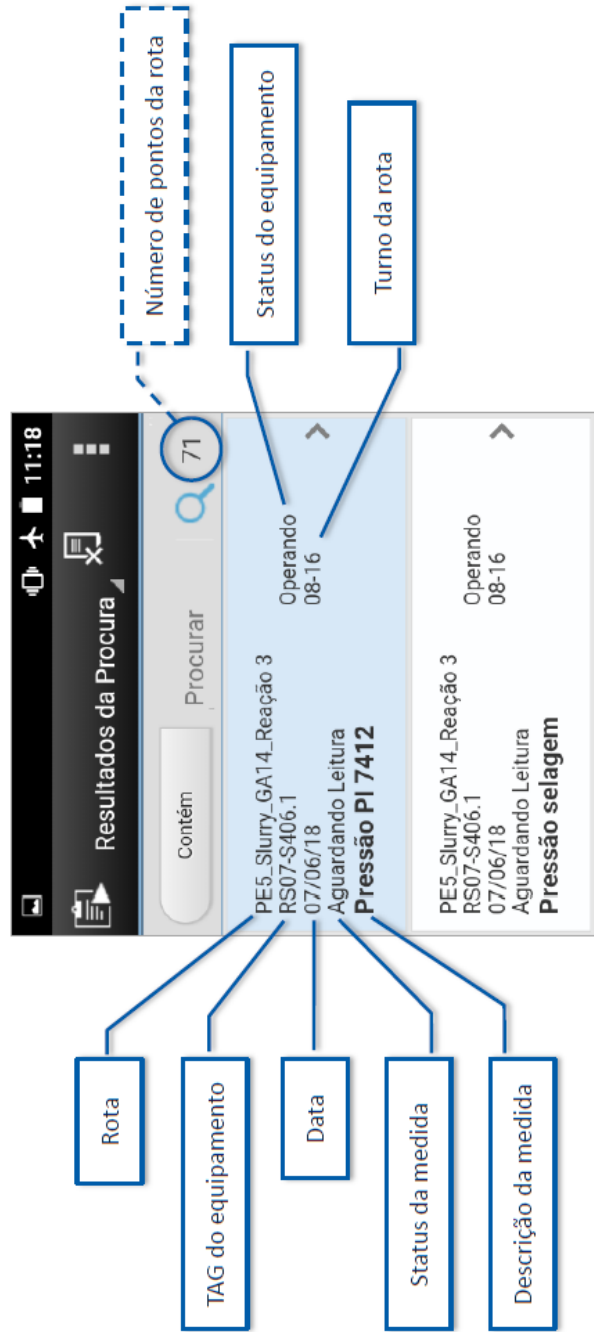


Após ser realizados o download dos pontos, clique em "Selecionar Rotas"



Selecione a(s) rota(s) que deseja para iniciar o processo de leitura


Anexo IV - Informações do ponto de leitura

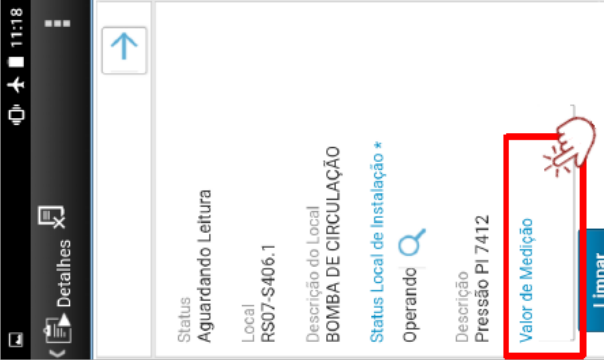


Anexo V - Medições em campo

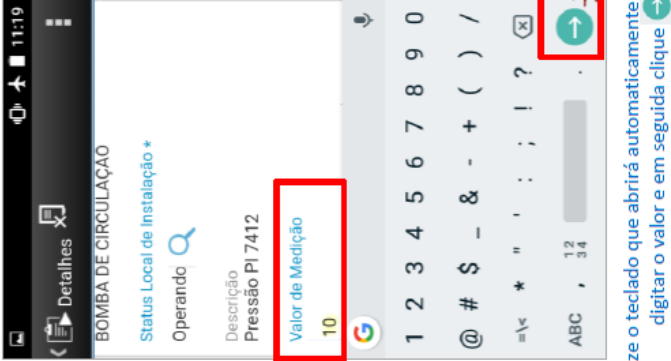
capítulo

03 MEDIÇÕES | Medidas em Campo

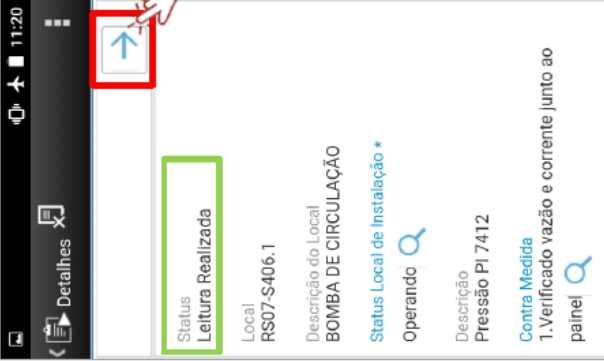




Clique na área indicada para incluir o valor da medição



Utilize o teclado que abrirá automaticamente para digitar o valor e em seguida clique



Note que o status alterou para 'Leitura Realizada'. Caso o valor coletado estiver dentro da faixa operacional, você poderá seguir para o próximo ponto de medição clicando no ícone indicado

Fonte: Braskem (2018)

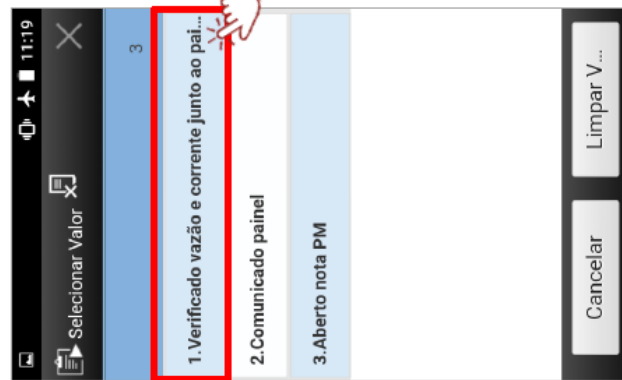
Anexo VI - Registro de medição em alerta



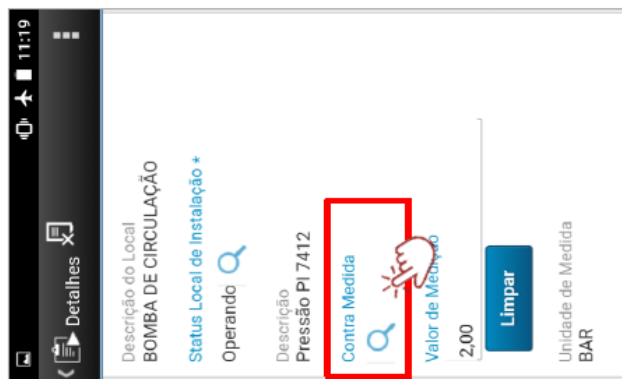
capítulo 03 MEDIÇÕES | Medidas em Campo



A contra medida selecionada aparecerá na tela



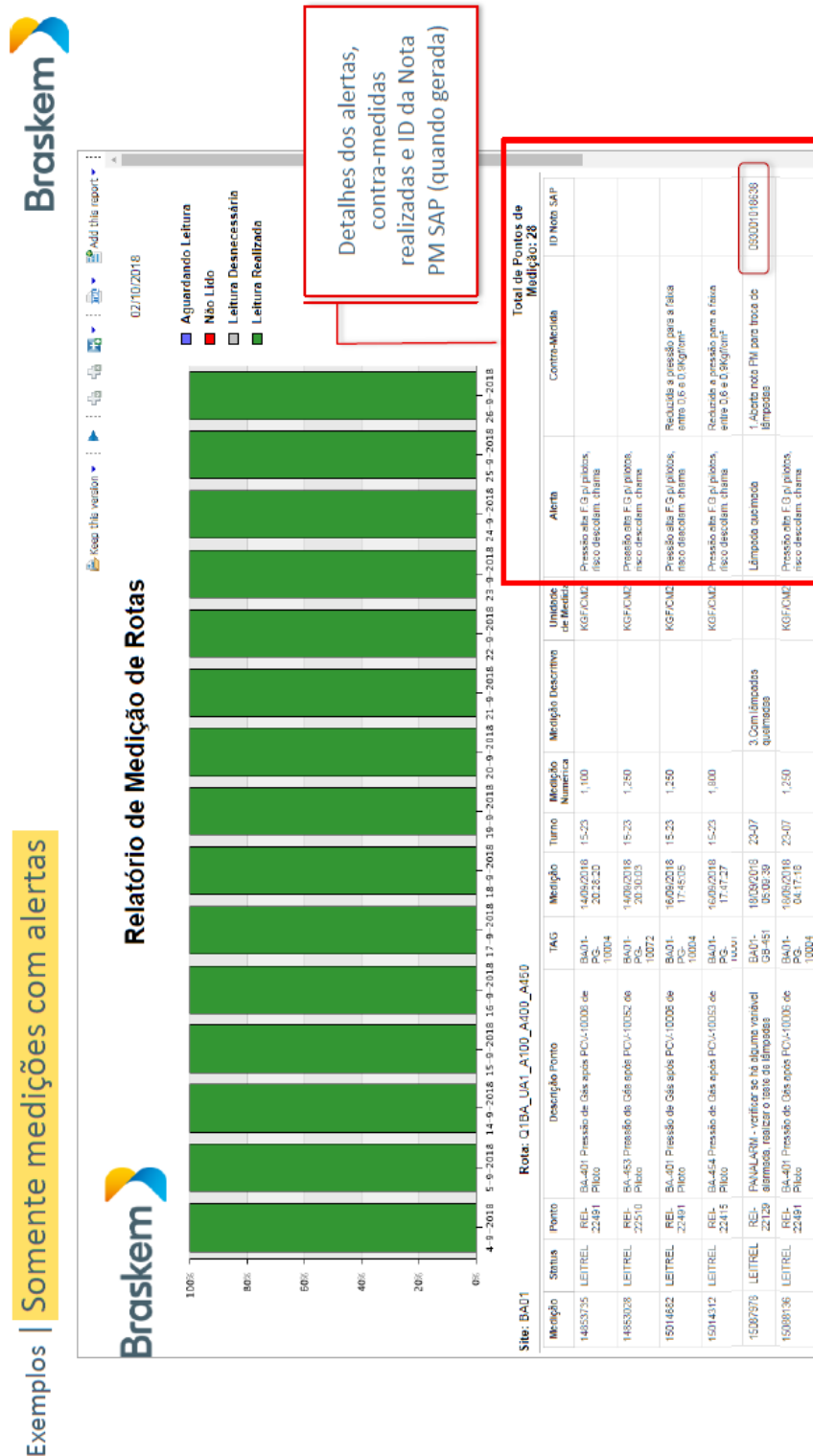
Escolha a contra medida realizada.



Clique em 'Contra Medida' para abrir as opções

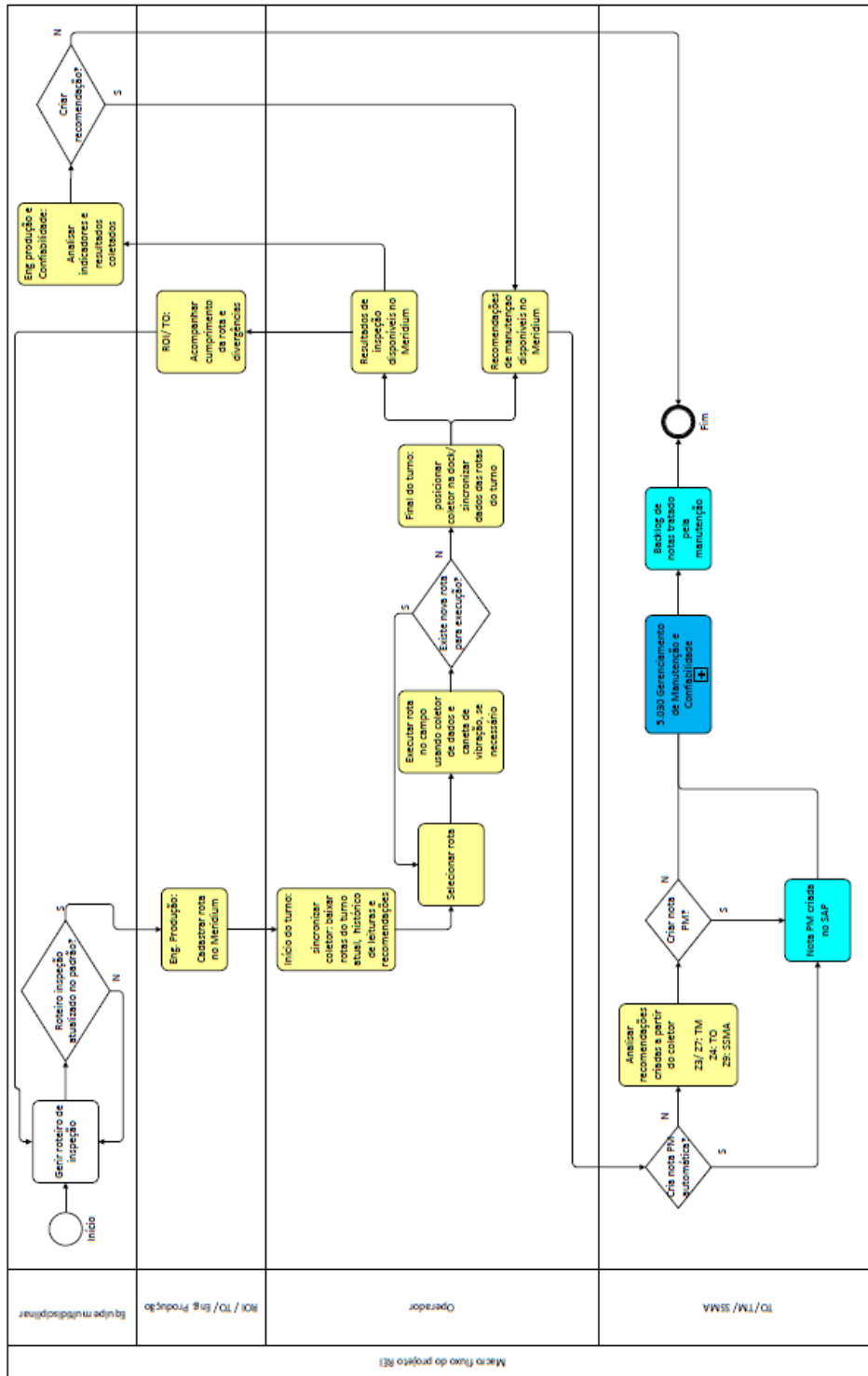
Fonte: Braskem (2018)

Anexo VII - Relatório de medição



Fonte: Braskem (2018)

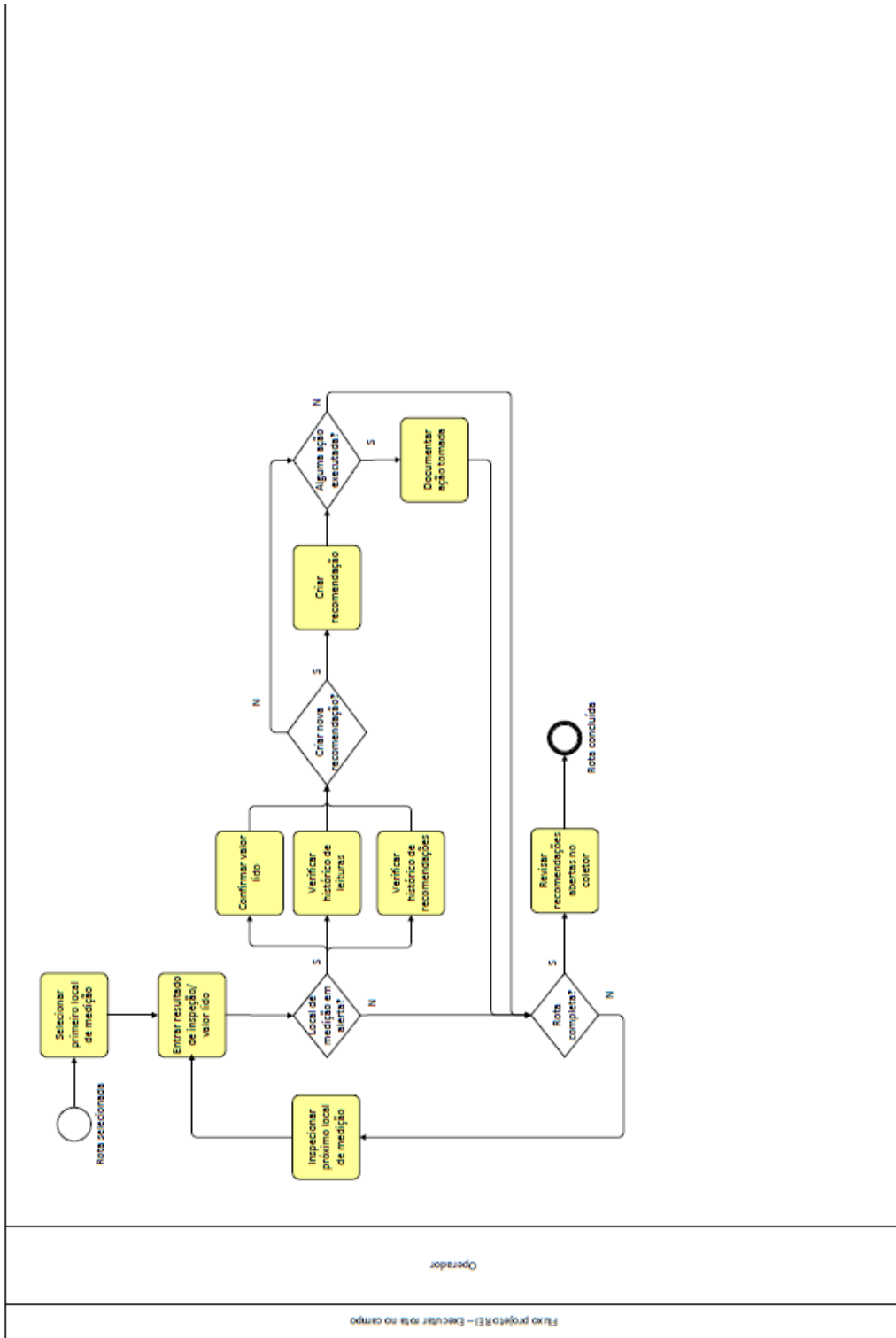
Anexo VIII - Macrofluxo projeto REI



Macrofluxo do projeto REI - Versão 3.0 - 25/04/2018

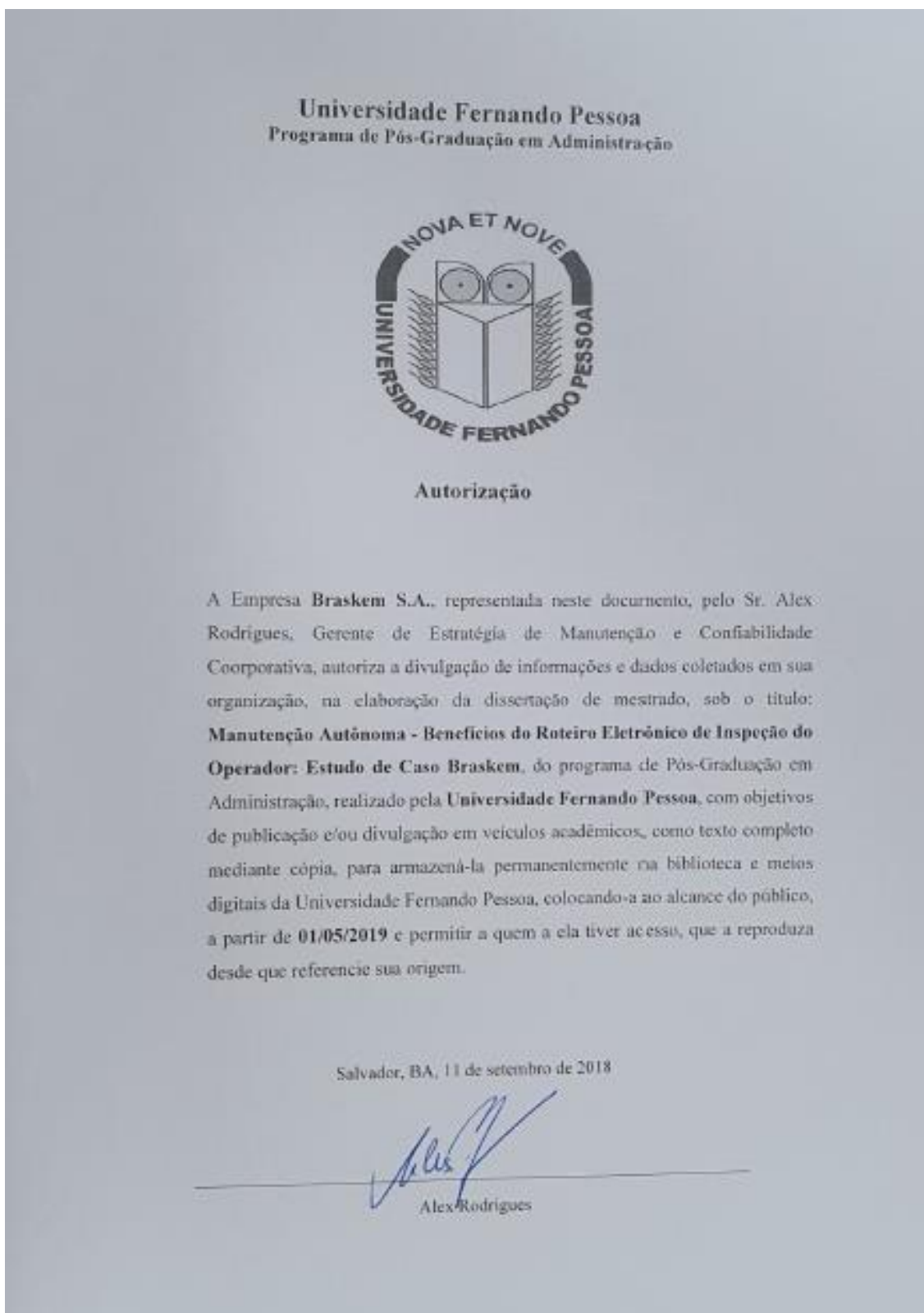
Fonte: Braskem (2018)

Anexo IX – Fluxo da execução da rota em campo



Fonte: Braskem (2018)

Anexo X – Autorização de divulgação dos dados



Fonte: Braskem