

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
Departamento de Engenharia Química

G
E
Q



**Trabalho de Conclusão de
Curso**

**Implementação de planejamento e controle da
manutenção, por meio da metodologia PDCA, em
indústria alimentícia**

Danilo Pontes Serra Seca Vasconcelos

Orientador(a): Sérgio Lucena

DEQ – Departamento de Engenharia
Química
Cidade Universitária- Recife – PE
CEP. 50640-901
Telefax: 0-xx-81- 21268717

Recife/PE

2022

DANILO PONTES SERRA SECA VASCONCELOS

**IMPLEMENTAÇÃO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO,
POR MEIO DA METODOLOGIA PDCA, EM INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do grau Bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Lucena

Recife
2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Vasconcelos, Danilo Pontes Serra Seca.

Implementação de planejamento e controle da manutenção, por meio da
metodologia PDCA, em indústria alimentícia / Danilo Pontes Serra Seca
Vasconcelos. - Recife, 2022.

66 : il., tab.

Orientador(a): Sergio Lucena

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Química -
Bacharelado, 2022.

Inclui referências, apêndices.

1. PCM. 2. Indicador de Performance. 3. Manutenção. 4. Melhoria Contínua.
5. PDCA. I. Lucena, Sergio. (Orientação). II. Título.

660 CDD (22.ed.)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
COORDENACÃO DO CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA

MAPA DE NOTAS

NOME DO EXAMINADO: DANILo PONTES SERRA SECA VASCONCELOS

CURSO: ENGENHARIA QUÍMICA

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TEMA: “Implementação de planejamento e controle da manutenção, por meio da metodologia PDCA, em indústria alimentícia”

DATA: 20/05/2022

HORÁRIO: 17:00h

LINK PARA SALA VIRTUAL NO GOOGLE MEET: <https://meet.google.com/wid-kvgb-bfc>

Redação	Apresentação Oral	Domínio	Média e Resultado	Observações
10	10	10	10	Efetuar correções no texto do manuscrito conforme sugestão da banca

Orientador (a): SERGIO LUCENA

1º Examinador (a): IRIS EUCARIS DE VASCONCELOS

2º Examinador (a): JUAN FELIPE GONZALEZ ALBA

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Ivete Paes Pontes, por todo sacrifício feito para que este objetivo fosse atingido e por ser meu exemplo de superação, persistência e de vida. Aos meus familiares e amigos, especialmente Giovany Negromonte, Camila Veras e Dennys Santana, pelos conselhos, apoio, paciência e toda ajuda fornecida durante o período de formação, sempre me incentivando a persistir e acompanhando minha evolução pessoal e profissional.

Aos professores e funcionários do departamento de Engenharia Química da UFPE, por todos os ensinamentos, orientações, disposição em ajudar durante todo o período de formação e, especialmente ao meu orientador, Sérgio Lucena, por todo suporte fornecido durante a concepção desta obra, e ao professor José Geraldo de Andrade Pacheco Filho, pela orientação durante o período de iniciação científica, que tanto contribuiu para minha formação acadêmica e profissional.

Às indústrias de bens de consumo das quais tive o privilégio de conhecer e fazer parte e para seus profissionais, dos quais destaco Jefferson Silva, Saulo Guimarães, Rodrigo Castilhos, Antônio Elias e João Lopes, por tanto me ensinarem e por terem sido grandes responsáveis pela minha evolução profissional e pessoal.

À Universidade Federal de Pernambuco, por ser e representar uma grande instituição de ensino e pesquisa.

RESUMO

Com a crescente competitividade no ramo industrial e com as altas taxas de inflação enfrentadas pelo Brasil nos últimos anos, a disseminação de metodologias associadas ao desenvolvimento e melhorias aumentou significativamente. Neste cenário, a utilização do sistema PDCA (planejar, fazer, verificar e agir), DMAIC (definir, medir, analisar, melhorar e controlar) dentre outros, se tornam uma opção atrativa, principalmente por se tratar de melhoria contínua. Ainda neste contexto, um dos setores mais significativos para a competitividade de uma empresa do ramo manufatureiro é o da manutenção, responsável pela disponibilidade dos equipamentos, instalações e melhorias, também sendo responsável por um dos custos mais expressivos dentro do orçamento anual. Visando a otimização desse investimento, continuamente, são realizados diferentes trabalhos contínuos e projetos nessa área, objetivando sanar as principais deficiências e gerar mais eficiência nos processos de manutenção. Nesta obra, foi utilizada a metodologia PDCA para sistematizar um programa de melhoria contínua no setor. O objetivo principal deste trabalho é investigar a principal lacuna nesse departamento na indústria estudada e, por meio da aplicação de diferentes ferramentas analíticas e conhecimentos, resolvê-la. Foram realizadas uma série de levantamentos de informações a respeito da unidade investigada e detectou-se que a principal deficiência era referente ao gerenciamento de atividades da manutenção, também conhecido como planejamento e controle da manutenção. Assim, foi utilizada a metodologia PDCA, que partiu da reunião de todas as necessidades dos clientes internos e exigências da companhia e da realização de uma análise com propósito de priorização levando ao desenvolvimento um sistema computadorizado de manutenção, para viabilizar o PCM (planejamento e controle da manutenção), por meio da linguagem de programação *Visual Basic*, com o prazo estipulado de 10 semanas para o primeiro giro. Após o término do tempo estipulado, foi obtido um índice de execução das atividades planejadas de 80%, detectado diversas oportunidades e foi entregue e validado o *software*. Ele se demonstrou sólido e capaz de atender todas as exigências internas da empresa, a um baixo custo e atendendo também as principais solicitações do cliente interno, obtendo os indicadores de performance de atividades planejadas (78%) e não planejadas (22%) pela primeira vez dentro da filial. Assim, concluiu-se que a utilização da metodologia PDCA permitiu a correção parcial do problema identificado como mais significativo dentro do setor técnico, por meio da implementação do PCM.

Palavras-chave: PCM, Indicador de Performance, Manutenção, Melhoria Contínua, PDCA.

ABSTRACT

With the increasing competitiveness in the industrial sector and with the high rates of inflation faced in Brazil in the last years, the proliferation of methodologies associated with the development and process improvements have grown significantly. In this scenario, the use of the systems PDCA (plan, do, check, act), DMAIC (define, measure, analyze, improve, control), and others, have turned into an attractive option, especially for its relation to continuous improvements programs. Continuing in this context, one of the most significantly sectors for the competitiveness of a manufacturing enterprise is the maintenance area, responsible for the availability of the equipment's, building facilities and improvements, being also responsible for one of the most expressive costs inside the annual budget. Aiming for the optimization of this investment, continually, are executed different continuous work and projects in this area, for solving the major deficiencies and to generate more efficiency in the maintenance processes. In this work, the PDCA methodology was used to systematize a continuous improvement program in the maintenance. The main goal of this project is to investigate the major gap in this department at the studied industry and, by using different analytic tools and knowledges, to solve it. Different data was collected related to the unity investigated and was observed that the main deficiency was related to the maintenance activities management, knew as planning and scheduling management (PSM). As it so, the PDCA methodology was used, starting by the data collection of the voice of the costumer and company global demands, and, as result of this analysis, a computerized maintenance management system was developed, to enable the PSM, using Visual Basic computer language, with the deadline of 10 weeks, for the first cycle. After this period, was reached an activities completion rate of 80%, detecting a lot of opportunities and the system was delivered and validated. It proved capable in attending all the internal demands of the company, with a low cost and meeting a major part of the internal costumers needs, also reaching a key performance indicator of planned work (78%) and unplanned work (22%) for the first time into the subsidiary of the company in analysis. Thus, this work has concluded that the use of PDCA methodology allowed the partial correction of the most significantly problem in the technical sector, by the implementation of PSM.

Keywords: PCM, Performance Indicator, Maintenance, Continuous Improvement, PDCA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Extrusão	18
Figura 2: Organograma típico.....	23
Figura 3: Evolução dos custos com os tipos de manutenção.....	25
Figura 4: Distribuição de custos e otimização de custos	26
Figura 5: Ciclo PDCA	29
Figura 6: Gráfico de Gantt.....	32
Figura 7: Gráfico de Pareto	33
Figura 8: Esquema do Processo Produtivo.....	38
Figura 9: Tombador de caminhões	38
Figura 10: Moinho de martelos	39
Figura 11: Matriz SWOT do corpo manutentor.....	41
Figura 12: Resultados dentre as fraquezas	42
Figura 13: Resultados entre as oportunidades	42
Figura 14: Resultados das classificações.....	43
Figura 15: Gráfico de Pareto para identificação de tema de PDCA	43
Figura 16: Planejamento cronológico de implementação em 10 semanas	46
Figura 17: Interface de solicitação de ordem.....	47
Figura 18: Menu de acompanhamento de solicitações.....	48
Figura 19: Detalhamento da Ordem de Serviço	48
Figura 20: Sistema de gerenciamento de ordens	49
Figura 21: Portal do técnico.....	50
Figura 22: Andamento do PDCA, após prazo estipulado inicialmente	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela utilizada no estudo prévio	34
Tabela 2: Dados coletados no estudo prévio preenchida.....	40
Tabela 3: Resumo das exigências a serem atendidas no primeiro ciclo	45
Tabela 4: Análise dos Resultados da Semana de Validação	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRAMAN	Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos
BI	Inteligência de Negócio
CMMS	Sistema computadorizado de gestão da manutenção
CS	Carteira de Serviços
DMAIC	Metodologia: definir, medir, analisar, melhorar e controlar
ERP	Sistema de planejamento de recursos empresariais
HH	Hora homem
KPI	Indicador chave de performance
NBR	Normas Brasileira
OKR	Objetivos e Resultados Chave
OM	Ordem de Manutenção
PDCA	Metodologia: planejar, fazer, verificar e agir
PCM	Planejamento e controle da manutenção
SIPOC	Ferramenta: fornecedores, entradas, processos, saída, clientes
SS	Solicitação de serviço
SWOT	Ferramenta: fortalezas, fraquezas, oportunidades e ameaças
TAG	Código de identificação de um ativo/equipamento
TPM	Manutenção produtiva total
VOC	Voz do cliente
WCM	Manufatura de classe mundial

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1.	INDÚSTRIA DE NUTRIÇÃO ANIMAL	15
2.2.	OPERAÇÕES UNITÁRIAS.....	15
2.2.1.	Agitação e Mistura.....	16
2.2.2.	Transporte	16
2.2.3.	Moagem.....	17
2.2.4.	Peneiramento.....	17
2.2.5.	Extrusão	18
2.2.6.	Secagem.....	19
2.2.7.	Recobrimento	19
2.2.8.	Resfriamento	19
2.2.9.	Armazenamento	20
2.3.	MANUTENÇÃO	20
2.4.	CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE MANUTENÇÃO	21
2.5.	PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO	21
2.6.	ESTABELECIMENTO DE FLUXO DE TRABALHO	22
2.7.	DIVISÃO E HIERARQUIA.....	23
2.8.	CUSTOS DA MANUTENÇÃO	24
2.9.	INDICADORES DE PERFORMANCE	26
2.10.	METODOLOGIA PDCA.....	28
2.11.	LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO, VISUAL BASIC E FORMULÁRIOS	30
2.12.	SISTEMAS DE MELHORIA CONTÍNUA	31
2.13.	FERRAMENTAS DE MELHORIA CONTÍNUA	31
2.13.1.	Gráfico de Gantt.....	31
2.13.2.	Matriz de Esforço Impacto.....	32

2.13.3.	Fluxograma e Mapeamento de Processo	32
2.13.4.	Gráfico de Pareto	33
3.	METODOLOGIA	34
3.1.	ESTUDO PRELIMINAR DO PROCESSO PRODUTIVO	34
3.2.	ENTENDIMENTO DA SITUAÇÃO ATUAL E OPORTUNIDADES DE MELHORIA	34
3.2.1.	Entendimento da empresa e fluxos atuais	34
3.2.2.	Identificação de tema para PDCA.....	34
3.3.	CICLO PDCA.....	35
3.3.1.	Etapa de Planejamento.....	35
3.3.2.	Etapa “Do”	36
3.3.3.	Etapa “Check”	36
3.3.4.	Etapa “Act”	37
3.4.	DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE DE PROGRAMAÇÃO	37
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1.	ESTUDO PRELIMINAR DO PROCESSO PRODUTIVO	38
4.2.	ENTENDIMENTO DA SITUAÇÃO ATUAL E OPORTUNIDADES DE MELHORIA	40
4.2.1.	Entendimento do campo de aplicação.....	40
4.2.2.	Identificação de tema para PDCA.....	41
4.2.	CICLO PDCA.....	44
4.2.1.	Etapa “Plan” – Planejamento	44
4.2.2.	Etapa “Do” – Fazer.....	46
4.2.3.	Etapa “Check” – Verificação	50
4.2.4.	Etapa Act - Agir.....	53
5.	CONCLUSÕES	54
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
	APÊNDICE A – PLANO DE AÇÃO INICIAL.....	58

APÊNDICE B – FLUXOGRAMA DE TRABALHO PLANEJADO	59
APÊNDICE C – FLUXO DE TRABALHO NÃO PLANEJADO.....	60
APÊNDICE D – CLASSIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES E PRAZOS.....	61
APÊNDICE E – GERENCIAMENTO DE ORDENS E SOLICITAÇÕES	62
APÊNDICE F – PORTAL DO MANUTENTOR.....	63
APÊNDICE G – AÇÕES PARA PRÓXIMO GIRO DO CICLO PDCA	64

1. INTRODUÇÃO

Dentro da rotina fabril pode-se considerar que a manutenção consiste em um dos pilares fundamentais para o atendimento do consumidor, pois, sua principal atribuição, segundo a NBR 5462/1994, é manter ou recolocar um ativo produtivo em estado no qual possa desempenhar uma função requerida. A partir disto, é de se esperar que a manutenção envolva um alto custo, visto que equipamentos e máquinas representam uma parte significativa do valor de uma planta industrial (BRANCO FILHO, 2008), o que é evidenciado também, pelo custo de manutenção em relação ao faturamento bruto, cuja média, no Brasil, atingiu 4%, no ano de 2017 (PINTO e XAVIER, 2019).

Porém, o escopo de atividades desse setor é bastante variado, incluindo não somente atividades de manutenção, mas também atividades de melhoria, controle de custos, almoxarifado, dentre outros (XENOS, 2014). Ainda dentro dessas classificações, o termo “manutenção” não se restringe apenas a equipamentos, mas também a atividades não diretamente ligadas ao processo produtivo, como é o caso de atividades relacionadas a estrutura física da planta – predial -, engenharia, porte de conhecimento técnico para suportar projetos que envolvem diferentes áreas, bem como outra gama de atividade. Além disso, é considerada uma grande prestadora de serviços e, portanto, há uma necessidade de organização das atividades, bem como o planejamento e programação daquilo que é prioritário e cabível de ser feito. Sob esta ótica, Pinto e Xavier (2019), reiteram o ponto de que, para que haja harmonização entre os processos da manutenção, há uma demanda por um sistema de controle, que deve permitir a identificação de quais e quando os serviços serão feitos, o tempo gasto, recursos necessários, custo e qual o ativo que deverá sofrer intervenção. Além disso, uma consolidação de atividades feita de maneira sistemática e sólida, permite o nivelamento de recursos, priorização adequada e registro para posterior análise e consolidação. Disso, surge o PCM, sigla para “planejamento e controle da manutenção”, que consiste em uma sistemática gerencial das atividades desse importante segmento da estrutura industrial, atrelada diretamente aos resultados da empresa.

A implementação do PCM, por sua vez, recorrentemente é suportada por diversos sistemas computadorizados, os chamados CMMS – computerized maintenance management system – que permitem a facilitação do gerenciamento de atividades, estando amplamente disponíveis no mercado (PINTO e XAVIER, 2019). Porém, muitos destes falham ao serem aplicados, seja por razões disciplinares ou por não conseguirem se adaptar à realidade da planta contratante, além de, alguns, apresentarem altos custos de inserção (BRUMBACH e CLADE,

2013). Sendo assim, evidencia-se a necessidade de entendimento da situação atual para a escolha do software ou desenvolvimento de um novo, para que o processo seja bem-sucedido. Além disso, as adequações devem ser possíveis, permitindo melhorias, e o sistema deve ser continuamente monitorado ou controlado (PINTO e XAVIER, 2019). Deste modo, ao realizar uma tentativa de inserção do recurso em uma realidade fabril, visando o atingimento de resultados factíveis e a diminuição de retrabalhos é uma boa prática adotar uma sistemática de implementação.

A metodologia PDCA consiste, em, resumidamente, quatro etapas: planejar, fazer, checar e agir, formando um ciclo que se mantém – diferindo de um projeto comum, o qual teria início e fim. Normalmente, é utilizada em projetos de melhorias de Lean, porém, pode ser empregada como uma maneira de sistematizar uma melhoria a ser realizada, permitindo um resultado mais eficiente (MONTGOMERY, 2020). Já o processo de escolha de um tema para originar um trabalho sistemático e cíclico pode ser feita com base no estudo a respeito dos processos existentes e suas respectivas lacunas, verificando aquelas que são mais significativas aos resultados da empresa, ou seja, as que podem comprometer os resultados financeiros de uma organização (CAMPOS, 2014).

Dado o contexto, pode-se inferir que a implementação bem-sucedida do PCM pode trazer grandes ganhos a uma empresa, além do processo construtivo das ferramentas necessárias, trazer grande conhecimento técnico e operacional para os envolvidos, bem como prover dados suficientes para que o time possa, continuamente, melhorar e traçar metas mais factíveis.

Assim, os objetivos gerais e específicos são:

1) Objetivos gerais:

- a) Realizar uma análise de oportunidades dentro do setor em questão, desenvolvendo as ferramentas que forem necessárias para resolver o principal problema destacado;
- b) Atingir a implementação completa, com o fluxo de trabalho definido sendo utilizado pelo time técnico e compreendido por todas as áreas da indústria;
- c) Moldar o sistema utilizando as melhores práticas da literatura.

2) Objetivos específicos:

- a) Atender as demandas internas consideradas prioritárias;
- b) Criar ferramenta necessária para a solicitação de serviço por parte do público em geral, devido à lacuna detectada;

- c) Desenvolver sistema para processamento de atividades;
- d) Suscitar indicadores de performance, com monitoramento constante.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. INDÚSTRIA DE NUTRIÇÃO ANIMAL

Cachorros e gatos estão entre os animais de estimação mais populares ao redor do mundo. Há uma tendência mundial de aumento quanto ao número de animais por casa, o que, por sua vez, leva a um aumento da demanda por rações animais e por variedades. Em geral, há três tipos de mercados, isto é, opções de ração, distintos dentro desse ramo. São elas: ração seca, úmida e petiscos (MENDES et al, 2018) (ELIZEIRE, 2013).

O aumento de pets também origina uma maior necessidade de rigorosos padrões de qualidade, visto o nível de significância que os animais estão alcançando dentro da sociedade moderna. Sendo assim, as indústrias especializadas neste tipo de produção devem possuir um severo sistema de qualidade, especialmente porque a ração é, provavelmente, o único alimento que o animal irá receber. Empresas sólidas possuem sistemas robustos de gerenciamento micotoxinas, visto que estes indivíduos possuem uma maior sensibilidade a este tipo de substância. A maior parte dos incidentes causados pela indústria pet estão relacionados com a presença de *Salmonella* – gênero de bactérias (BOERMANS e LEUNG, 2007).

O processo produtivo de rações secas parte de cereais, farinhas animais e vegetais, com sua preparação envolvendo etapas de moagem, peneiramento e misturação, seguida pela fabricação da ração propriamente dita, por meio da extrusão, sendo finalizada com a secagem, resfriamento e recobrimento (ROKEY, PLATTNER e SOUZA, 2010).

2.2. OPERAÇÕES UNITÁRIAS

Toda indústria manufatureira transforma uma ou um determinado conjunto de matérias primas, por meio de transformações físico-químicas, agregando valor ao produto ao decorrer da linha, em um material de interesse comercial. Sob esta ótica, concorda Cremasco (2014) que esse é o processo básico de transformação, adicionando que é possível pensar em um escopo advindo de sequências artesanais como também um encaminhamento de etapas altamente sofisticadas, sendo visualmente representadas por meio de fluxogramas.

Da matéria prima até a formação do produto, há, pelo menos, uma transformação, que liga dois estados. A esta, é dada o nome de operação unitária. Segundo Cremasco (2014), esse tipo de operação é individual e possui propósito de transporte, separação ou transformação, sendo estas técnicas baseadas na engenharia e, principalmente, nos fenômenos de transporte e termodinâmica. São exemplos: evaporação, filtração, moagem, secagem, dentre outros. Gomide (1993) complementa dando a extrema importância para o entendimento destas operações para

que seja possível tirar o máximo proveito de uma unidade fabril. Agregado a isto, para Campos (2014), para que seja possível gerenciar uma estação de manufatura, o gestor deve conhecer e entender os processos e isto transcende ao entendimento superficial. Ao entender, intrinsecamente, os princípios que regem uma determinada sequência de etapas numa linha de produção, é possível realizar uma otimização dos setores que estão associados à manufatura, como é o caso da manutenção, qualidade, segurança do trabalho, logística, dentre outros.

2.2.1. Agitação e Mistura

Gomide (1993) sinaliza para as dificuldades em realizar a agitação de sólidos particulados, devido a exigência energética para que haja uma distribuição uniforme de uma mistura de partículas, diferentemente de gases e líquidos, cuja mistura é, na maioria dos casos, espontânea. A mistura íntima de sólidos geralmente é feita apenas quando os sólidos possuem granulometrias próximas, para que seja eficaz, sendo promovida pela ação de pás agitadoras que possuem diferentes formatos, à depender da natureza dos materiais envolvidos e atmosfera circundante.

Quando o material é seco e de fácil escoamento e é atingido altos percentuais de homogeneização. Porém, caso o material possua alta umidade, o equipamento de mistura deve ser adaptado e, algumas vezes, é mais viável economicamente realizar a mistura à úmido e seguir para uma secagem. Quanto ao regime de operação, os equipamentos podem ser contínuos ou em bateladas e há uma gama de diferentes tipos de agitadores, cada um possuindo sua aplicabilidade (GOMIDE, 1993) (CREMASCO, 2014). Diferentemente de fluídos, os sólidos particulados não atingem uma homogeneização perfeita, de modo que o parâmetro de controle é a desordem global média (GOMIDE, 1993).

2.2.2. Transporte

O transporte de sólidos pode ser realizado de diferentes maneiras. O tipo de equipamento a ser selecionado depende conforme a aplicação e característica do material, sendo, normalmente, buscado as maneiras mais econômicas para transporte. Em geral, é feito por equipamentos de construção simples, cuja manutenção é simplificada devido a menor quantidade de elementos de máquina (GOMIDE, 1993).

Os equipamentos utilizados para este tipo de operação podem ser classificados em duas grandes categorias: transporte vertical e horizontal. No caso do vertical, normalmente este é feito por meio de elevadores de caneca, cuja construção e modo de descarga depende do tipo

de material. Já no caso dos horizontais, pode-se empregar roscas transportadoras, transportadores vibratórios, transportador de corrente, correias, dentre outros (GOMIDE, 1993).

Do ponto de vista da engenharia de produção, não é considerada uma operação economicamente favorável, visto que não agrega valor ao produto, a não ser que seja combinada com outra operação unitária, como é o caso da secagem (OHNO, 2019).

2.2.3. Moagem

Para que determinadas transformações, especialmente as químicas, sejam possíveis, costumeiramente, é necessária alguma etapa preliminar que vise a adequação do tamanho do material. Esta é chamada de moagem ou britagem, a depender da granulometria da entrada e está associada a diferentes propriedades da matéria: porosidade, massa específica, área específica, morfologia, dentre outras. Do ponto de vista de eficiência energética, a etapa de redução de tamanho de partículas é considerada extremamente ineficiente. Estima-se que apenas cerca de 0,1 a 2% da energia investida neste processo seja realmente utilizada com o propósito adequado (GOMIDE, 1993).

Um material pode ser fraturado por meio de diferentes interações mecânicas: atrito, corte, compressão e impacto. No caso de sólidos cristalinos, essa ruptura ocorre nos chamados pontos de clivagem. Já para os demais tipos de sólido, não há tantas informações conclusivas disponíveis na literatura, de modo que, a maioria das teorias são condizentes apenas com o imediatamente observável de que ao ser realizado um esforço mecânico significativo sob um sólido, ele rompe, parcialmente, suas ligações internas, permitindo o desprendimento de sua massa, gerando uma subdivisão (GOMIDE, 1993) (OLIVEIRA e CONCEIÇÃO, 2007).

Os equipamentos empregados neste tipo de operação são variados e possuem diferentes aplicabilidades que variam conforme a natureza do material, carga e regime de operação, dentre outros. São exemplos: moinho de martelos, bolas, facas, dentre outros. Este primeiro consiste na utilização de um conjunto de martelos que rotacionam, colidindo com o material que é alimentado, normalmente pela parte superior, levando a fragmentação (OLIVEIRA e CONCEIÇÃO, 2007).

2.2.4. Peneiramento

Após uma etapa de redução de tamanho de sólidos particulados, normalmente, segue-se para uma etapa de peneiramento. O propósito desta etapa é uniformizar o tamanho das

partículas antes que elas possam seguir para no processo produtivo. Assim, é separado os sólidos que não possuem os diâmetros adequados, sendo eliminados ou retrabalhados (CREMASCO, 2014).

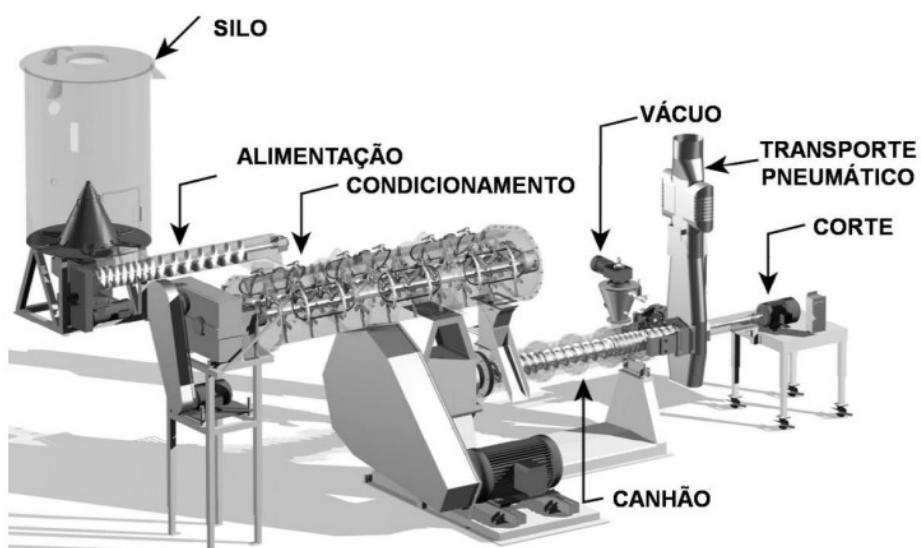
Para realizar esta operação unitária, utilizam-se equipamentos de ação vibratória, estática, rotativa, dentre outros. São exemplos: peneiras cilíndricas rotativas e peneiras vibratórias. Uma maneira eficiente de conduzir esta operação é associá-la, se for possível, com uma outra operação unitária, como é o caso do transporte, otimizado por meio de transportadores vibratórios que possuem em sua constituição chapas com crivos que permitem a eliminação das partículas não desejadas (GOMIDE, 1993).

2.2.5. Extrusão

A extrusão é um processo de fabricação que reúne diferentes operações unitárias, utilizada para produção de alimentos, materiais plásticos, dentre outros, de seção constante e operação contínua. Normalmente, é precedida por uma etapa de pré condicionamento da massa plástica que deve adentrar no recinto da extrusora (SÁ, 2015).

O equipamento utilizado consiste em uma rosca central (há modelos de roscas gêmeas), circundada por uma tubulação. A Figura 1, abaixo, apresenta um esquema de extrusão, onde a extrusora é representada pelo “canhão”.

Figura 1: Extrusão



Fonte: Sá, 2015

No final do equipamento, há uma matriz, que consiste em três partes: placa anterior, placa de conformação e castelo. Este último está conectado a um motor e possui facas parafusadas na sua estrutura de modo que, após o produto ser forçado pela extrusora a passar

pela matriz, ele é cortado e transportado, normalmente, de maneira pneumática (SÁ, 2015).

2.2.6. Secagem

Esta operação unitária visa a eliminação de líquido(s) em um material sólido até atingir um teor aceitável. Essa redução é normalmente exigida por várias razões, como é o caso da facilitação do manuseio do material, conservação e armazenamento, reduzir custos com transporte, atingir determinada qualidade final de produto, dentre outros. É uma transformação complexa, pois envolve interação gás-líquido, controlada por fenômenos de transporte de calor e de massa em estado transiente, ocorrendo também, simultaneamente, processos cinéticos associados a transformações físicas. Seu custo costuma ser alto, com dados estatísticos mostrando que entre 10 e 15% do gasto energético industrial, em países desenvolvidos, é proveniente de operações de secagem (AZEVEDO e ALVES, 2017).

Há diferentes tipos de equipamentos para a secagem de sólidos, sendo os mais comuns os horizontais e os verticais. Normalmente, operam com o aquecimento do ar, com uso de combustíveis (metano, por exemplo), recirculação e eliminação quando o percentual de umidade relativa atinge determinados valores (AZEVEDO e ALVES, 2017).

2.2.7. Recobrimento

Esta operação é bastante particular e é empregada quando o produto necessita de um banho antes do seu empacotamento. Consiste em dispersar ou jatear uma corrente líquida ou gasosa sob um material que possua afinidade, visando sua melhoria. No caso de alimentos, o recobrimento está associado à um incremento das propriedades organolépticas, tornando-a mais atrativa para o consumidor. É alocada em etapas em que o produto esteja quente, pois, nestes casos, há um aumento considerável da eficiência. Os equipamentos envolvidos nesta operação são, em geral, tambores ou reservatórios agitados (ROKEY, PLATTNER e SOUZA, 2010).

2.2.8. Resfriamento

Trata-se de uma operação simples, a depender do tipo de material que é utilizado. Consiste em abaixar a temperatura de um produto, por diferentes mecanismos e agentes que, normalmente, envolvem fenômenos de transferência de massa e calor. Os equipamentos são bastante diversos e são exemplos: resfriador de comportas, resfriador de ventilação forçada, resfriador por compressor/válvula expansiva, dentre outros (ROKEY, PLATTNER e SOUZA, 2010).

2.2.9. Armazenamento

Dentro de uma indústria, os materiais podem ser armazenados de diferentes maneiras. Para grandes quantidades, normalmente, são empregados silos, depósitos, tanques, dentre outros. Para quantidades relativamente pequenas, podem ser empregadas sacarias de diferentes capacidades (GOMIDE, 1993).

Silos são equipamentos mecânicos estáticos que permitem o armazenamento de materiais, por meio de descarregamento no topo e saída na região inferior. Possuem diferentes conformações e podem ser empregados para uma grande gama de materiais, permitindo que eles fiquem confinados e em um ambiente controlado. São feitos de materiais, sendo os mais comuns de aço carbono, galvanizado, concreto ou inox (GOMIDE, 1993).

2.3. MANUTENÇÃO

O dicionário Aurélio se refere a manutenção como o conjunto de ações destinadas a manter ou restaurar a condição de um item, para realizar uma determinada função. Entretanto, esse paradigma já foi desvencilhado, a partir do momento que as empresas começaram a visualizar que o conhecimento técnico dos integrantes pode ser utilizado não somente para reestabelecer condições de base, mas também para realizar melhorias nos maquinários e em demais processos. Concordante com esta visão, Xenos (2014) adiciona que também faz parte do escopo de atividades da manutenção, a busca incessante por garantir que um equipamento tenha tamanha confiabilidade, que possa sofrer menos intervenções em um determinado intervalo de tempo, visando a redução de custos associados à esta operação.

Por outro lado, Pinto e Xavier (2019), acreditam que a visão atual da manutenção deve exigir um abrangimento no escopo, definindo que o conceito deve ser associado a garantia de disponibilidade da função dos equipamentos, atendendo a necessidade do setor de manufatura, porém, permitindo também, alta confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente, qualidade e custo adequado. Apesar desta observação fazer parte do primeiro escopo discutido, há uma especificação do que é necessário na visão moderna do setor, sendo, portanto, mais precisa. Além disso, adiciona os autores, que o atingimento destas metas está relacionado com a diminuição da demanda de serviços, feita normalmente por um alto nível na qualidade da manutenção e operação, remoção de problemas crônicos, resolução de problemas tecnológicos, priorização adequada das necessidades do equipamento, redução de manutenções preventivas, alta disciplina do corpo técnico e serviços terceirizados confiáveis. Sendo assim, evidencia-se que, o conceito antigo de manutenção, muitas vezes empregada como sinônimo de reparo, é

muito mais específico e complexo do que o saber popular.

2.4. CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE MANUTENÇÃO

A NBR 5462, de 1994, define que as atividades podem ser classificadas em dois grandes tipos: programada e não programada – autoexplicativas -, podendo ser destrinchada em três tipos: corretiva, preventiva e preditiva (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994).

Ainda segundo a norma, manutenção corretiva é definida como o tipo de atividade realizada após a ocorrência de uma pane e é destinada a recolocar um item em condições adequadas. Já a preventiva, é definida como o tipo de intervenção sofrida em intervalos determinados previamente, ou estabelecidas sob critérios técnicos – tempo de utilização do equipamento, durabilidade do componente, exigências de segurança e/ou de qualidade, dentre outros. Por fim, a manutenção preditiva consiste na utilização de técnicas sistemáticas para reduzir a necessidade de manutenções preventivas sem que haja aumento no nível de corretivas (PINTO e XAVIER, 2019).

Porém, conceitos mais modernos de manutenção recategorizam os tipos em seis, com o realçamento do surgimento de uma sétima classificação, sendo eles: manutenção corretiva programada, manutenção corretiva não programada, preventiva, preditiva, detectiva e prescritiva. A principal diferença da nova atribuição é que, em termos de custos, a melhor opção é a utilização de manutenções preditivas em conjunto com manutenções corretivas programadas, quebrando com o velho paradigma de que a manutenção preventiva é a melhor – o que não é, pois, há um risco de introduzir variáveis de falha prematura e de trocar componentes em bom estado, sendo, portanto, cara. No mais, há também a inserção da detectiva, que tem certa semelhança com a preditiva, com a diferença de que são utilizados os sentidos e, com o avanço da inteligência artificial, *Big Data* etc., surge a manutenção prescritiva, na qual o equipamento aprende sobre os padrões de falha e recomenda a solução ideal (PINTO e XAVIER, 2019).

2.5. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO

Por ser considerada uma área executante dentro da rotina fabril, há uma ampla gama de atividades executadas pelo corpo técnico, contemplando, desde atividades que visem, diretamente, manter ou reestabelecer a funcionalidade do equipamento, como também

atividades relacionadas a estrutura predial da instalação, fornecimento de recursos associados a utilidades – resfriamento, ar comprimido, sistema de prevenção de incêndio, vapor, dentre outros -, há a necessidade de um controle refinado no que deve ser empregado ao longo dos processos, visando garantir a utilização de força de trabalho no que é realmente viável. Este crivo, normalmente, é feito pelo planejamento e controle da manutenção – PCM (BRANCO FILHO, 2008).

O escopo do PCM comprehende as atividades de planejamento, programação e controle da manutenção. Segundo a literatura especializada no tema, a etapa de planejamento comprehende à centralização de solicitações para que possa ser avaliado o que deve ser realmente processado ou dispensado – o que será feito se torna uma ordem de manutenção - e para que sejam obtidos os recursos necessários – tempo, material, mão de obra terceira, dentre outros, formando então, a carteira de serviços. Já a programação, é correspondente a, basicamente, agendar a execução do serviço, dando responsável, data de execução, instruções, observações, dentre outros. Após a finalização das atividades, com o encerramento da ordem de manutenção, os dados deste término são coletados e processados, para que seja possível a análise do desempenho do setor, buscando a melhoria no nível de serviço entregue pela área. Assim, são coletados dados como: tempo execução, nível de atendimento à programação, categorização da atividade, dentre outros. Além disso, pode-se comparar o nível programação da área, quando processado também, ordens de serviço póstumas, para atividades emergenciais ou realizados sem programação, seja por qual motivo (VIANA, 2002) (BRANCO FILHO, 2008) (PINTO e XAVIER, 2019).

2.6. ESTABELECIMENTO DE FLUXO DE TRABALHO

Para viabilizar a implementação do PCM, precisa-se estabelecer um fluxo de trabalho claro e todos os envolvidos precisam estar cientes da sua estruturação. Para realizar a elaboração de maneira apropriada, pode-se estabelecer um SIPOC – acrônimo derivado do inglês, cuja tradução significa: fornecedores, entradas, processamento, saídas e clientes, que auxilia na visualização do que é essencial para o processo (MONTGOMERY, 2020).

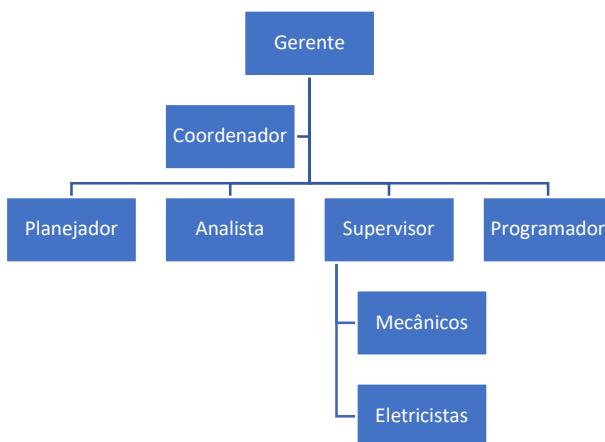
A elaboração de um fluxograma e o treinamento dos possíveis requisitantes, bem como dos executantes, para que eles possam saber o que devem inserir como entrada e o que esperar como saída, tendo como base o que agrupa valor para o cliente, é uma prática sólida no processo de desenvolvimento do PCM (INAGAKI, 2016). Primeiramente, é preciso segregar o fluxo para atividades não programadas e atividades programadas. Normalmente, o fluxo de trabalho

para trabalhos programados, consiste na criação de uma solicitação de serviço, que é analisada pelo time da manutenção e, caso seja coerente, é transformada em uma ordem de serviço. Esta, por sua vez, tem suas ações destinadas, na etapa de planejamento, com posterior programação, assim que todos os recursos tiverem disponíveis. Após a execução das atividades, a ordem é concluída. É fundamental que o requisitante possa ter visibilidade do status de sua solicitação, para que haja sentido em seguir o fluxo (INAGAKI, 2016) (PINTO e XAVIER, 2019). Por outro lado, para atividades não programadas, o serviço é executado e depois é registrado no sistema de gerenciamento da manutenção, para que também seja analisada posteriormente.

2.7. DIVISÃO E HIERARQUIA

Dentro do corpo da manutenção, pode-se dividir a estrutura organizacional em duas: gerencial e técnica. A primeira parte está diretamente relacionada ao ato de gerir, propriamente dito, coordenando as atividades, representando o time perante reuniões multifuncionais, controlando os recursos necessários para que o time técnico possa atuar, lidando com fornecedores, dentre outras funções. Nas estruturas mais comuns, fazem parte deste: coordenador, supervisor, gerente, analista, planejador, programador, engenheiro de manutenção, dentre outros. Já o segmento técnico compõe o time executante, isto é, técnicos, engenheiros de campo, dentre outros (XENOS, 2014) (VIANA, 2002). A Figura 2, abaixo, representa um esquema típico.

Figura 2: Organograma típico



Fonte: Autor, 2022

No que tange ao PCM, os profissionais mais habituados a lidar com este procedimento são os programadores, planejadores e analistas, muitas vezes, havendo um profissional que acumule estas funções, a depender do tamanho da planta. Cabe ao planejador, obviamente, com auxílio dos demais integrantes do time, a elaboração de planos preventivos, rotas de inspeção,

definição de instruções de atividades, dentre outros. Já o programador deve ser responsável por agendar e acompanhar os recursos necessários para execução das atividades, devendo saber estimar o contingente necessário para a realização das atividades. O analista, por sua vez, deve receber os dados coletados por meio do gerenciamento das ordens de manutenção, elaborar indicadores e realizar o acompanhamento de oportunidades trazidas por essas informações, para que o time possa traçar as ações necessárias para a melhoria contínua. Estes três profissionais, devem possuir embasamento técnico suficiente para inferir e entender aquilo que está sendo reportado, para que possa haver o acompanhamento refinado das ações (XENOS, 2014) (VIANA, 2002) (BRANCO FILHO, 2008).

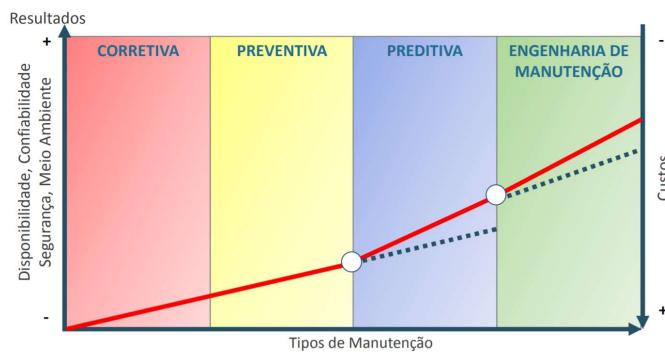
2.8. CUSTOS DA MANUTENÇÃO

O paradigma antigo, no que se refere aos custos, era que não havia meios de controlá-lo e que, por si só, havia um custo muito alto, sendo, algumas vezes, considerada um mal necessário. Porém, este pensamento foi provado incorreto, pois, à medida que houve uma mudança na mentalidade de que o investimento no corpo técnico reverbera em outras áreas da operação fabril, percebeu-se que há maneiras de otimizar os custos envolvidos e trazer grandes benefícios. Uma das formas mais utilizadas para evidenciar isto é o segregamento dos custos em dois itens: diretos e indiretos. Destes, fazem parte as principais parcelas que compõe os custos de manutenção: mão de obra própria, serviços de terceiros, material e perda produtiva (BRANCO FILHO, 2008) (XENOS, 2014).

O custo por interrupção de produção, causado por uma falha repentina, é um dos principais itens para determinar a decisão correta a ser tomada. Isto porque pode-se mensurar, diretamente, os valores de realizar uma intervenção ou não, baseada no tempo. Assim, pode-se decidir qual é o melhor tipo de intervenção a ser feita e qual tipo de manutenção aplicar em cada ativo para garantir sempre a maior lucratividade da empresa (BRANCO FILHO, 2020). Sob esta ótica, pode-se ter em mente que manutenções preventivas são, normalmente, as mais dispendiosas, pois há uma chance significativa de troca de equipamentos em boas condições e o aumento de probabilidade de falha prematura. Já a corretiva não planejada, que ocorre de maneira descontrolada, pode ser extremamente cara, caso o valor agregado por unidade de tempo seja muito alto ou se houver a chance de extensão dos danos devido a uma falha de um determinado componente. A preditiva, apesar de ter um alto custo com a compra de ferramentas para análise – que pode ser terceirizado -, permite o acompanhamento de sinais que indiquem probabilidade de falha antes que ela ocorra. Assim, a literatura aponta que, atualmente, na

maioria dos casos, a utilização de preditivas com corretivas planejadas se destaca como uma das melhores opções (PINTO e XAVIER, 2019) (BRANCO FILHO, 2020). Porém, a estratégia precisa ser pautada com base nas particularidades de cada equipamento, o que leva o perfil de distribuição da manutenção a conter, diferentes tipos – incluindo a própria corretiva não planejada, estigmatizada como negativa, porém, caso os danos sejam controlados – no que tange a custos, danos de segurança e qualidade e tempo de reparo - e a atribuição de valor seja pequena, pode ser adotada como estratégia. Além disso, há a engenharia de manutenção, responsável por otimizar a execução das atividades e dos equipamentos, visando à redução de manutenções em geral, via aumento da confiabilidade dos equipamentos (PINTO e XAVIER, 2019). Na Figura 3, abaixo, mostra-se uma representação simplória da evolução dos custos em manutenção.

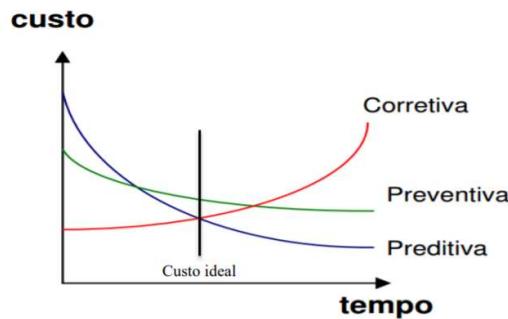
Figura 3: Evolução dos custos com os tipos de manutenção



Fonte: Pinto e Xavier, 2019

Um outro ponto que mudou com a evolução da área é o fim da mentalidade de quanto mais manutenção, melhor. O que se evidenciou matematicamente é que há um ponto ótimo, no qual o custo é otimizado e as interrupções são diminuídas, como pode ser evidenciado na Figura 4, abaixo (PINTO e XAVIER, 2019):

Figura 4: Distribuição de custos e otimização de custos



Fonte: Pinto e Xavier, 2019

2.9. INDICADORES DE PERFORMANCE

William Edward Deming, pai do controle estatístico de processo, evidenciou que aquilo que não é medido, não pode ser gerenciado ou controlado e, portanto, não pode ser melhorado com ações sólidas (MONTGOMERY, 2020). Desta perspectiva, mostra-se a necessidade de haver indicadores, KPIs – do inglês, *Key Performance Indicators*, cuja tradução significa indicadores chaves de performance –, que revelem o status atual de um processo para que possam ser traçadas ações objetivas visando a melhoria dos resultados, o que não é diferente no campo da manutenção. Há também os OKRs – do inglês, *Objectives and Key Results*, cuja tradução significa objetivos e resultados chave -, usados para verificar o atingimento de metas por meio de resultados chaves (CAMPOS, 2014). Há diversos indicadores que se destacam dentro das funções desse setor, para diferentes aplicações: performance e falhas, custos, eficiência de PCM, almoxarifado etc. Obviamente, todos os processos estão correlacionados, de modo que uma melhoria na eficiência da gestão de atividades gera uma melhoria nos indicadores associados a performance e disponibilidade dos maquinários produtivos. Porém, restringindo ao escopo considerado nesta obra apenas ao processo de PCM, os principais indicadores, são:

- Percentual de trabalho planejado: como é amplamente relatado na literatura, um trabalho planejado é mais eficiente do que um não planejado, por permitir uma preparação e otimização prévia, bem como a garantia da disponibilidade dos recursos necessários para execução dos serviços. Assim, este indicador está centrado em saber o nível de planejamento de atividades, sendo quanto maior, melhor. Para cada indústria, há particularidades internas, que devem ser atendidas pelo CMMS. No caso em questão, para um trabalho ser considerado planejado, ele deve ser programado 3 dias antes da execução dos serviços. O valor pode ser obtido por meio da Equação 1, abaixo:

$$\%Trabalho\ Planejado = \frac{\sum HH_{OMs\ planejadas}}{\sum HH_{OMs\ totais}} \cdot 100\% \quad (1)$$

onde $HH_{OMs\ planejadas}$ representa a quantidade de horas de uma ordem manutenção planejada, em um determinado período, e $HH_{OMs\ totais}$ representa a quantidade de horas dispendidas em qualquer ordem de manutenção, no período considerado.

- b) Atendimento ao plano preventivo: considerando que há um plano preventivo inserido na indústria, este indicador revela o nível de atendimento das atividades nas datas geradas pelo plano, quando baseado, unicamente, em intervalos de tempo fixo. Mede o nível de disciplina dos serviços periódicos, permitindo revelar se o nível de disponibilidade é suficiente para permitir um atingimento do atendimento, assim como se o plano se enquadra na realidade fabril. Pode ser calculado por meio da Equação 2, abaixo:

$$\% Atendimento\ Prev. = \frac{\sum N^{\circ}\ OMs\ prev.\ executadas\ no\ prazo}{\sum N^{\circ}\ OMs\ preventivas\ totais} \cdot 100\% \quad (2)$$

Nesta Equação, o somatório abrange apenas o intervalo de tempo considerado, normalmente mensal, semestral e anual.

O atendimento possui suas restrições internas, assim como o trabalho planejado. No caso em questão, para ser considerado “atendido”, se a atividade tem uma periodicidade de 0 a 4 semanas, deve ser executada e finalizada na mesma semana em que é programada, considerando a semana de segunda à domingo. De 5 a 25 semanas, é considerado atendido se é finalizada dentro de 7 dias para mais ou menos. Já de 26 a 51 semanas, considera-se 14 dias, para mais ou menos. Já para atividades anuais ou maiores, considera-se dentro de mais ou menos 28 dias. Pode-se ainda ser mais exigente e criar um indicador semelhante para atividades consideradas obrigatórias/regulatórias, que possuem relação direta com segurança ou qualidade, como é o caso de calibrações.

- c) Percentual de classificação das atividades: centrado na distribuição entre os tipos de atividades – preventiva, corretiva programada, corretiva não programada, dentre outros -, permite a visualização de como o trabalho está sendo distribuído e fornece oportunidades de melhoria, tendo forte correlação com a disponibilidade dos equipamentos. É calculado dividindo-se o número de ordens de manutenção de cada categoria, pelo número de ordens totais, num determinado intervalo de tempo. A Equação 3, representa isto:

$$\% \text{Categoria} = \frac{\sum N^{\circ} \text{ de Ordens da Categoria}}{\sum N^{\circ} \text{ de Ordens da Totais}} \cdot 100\% \quad (3)$$

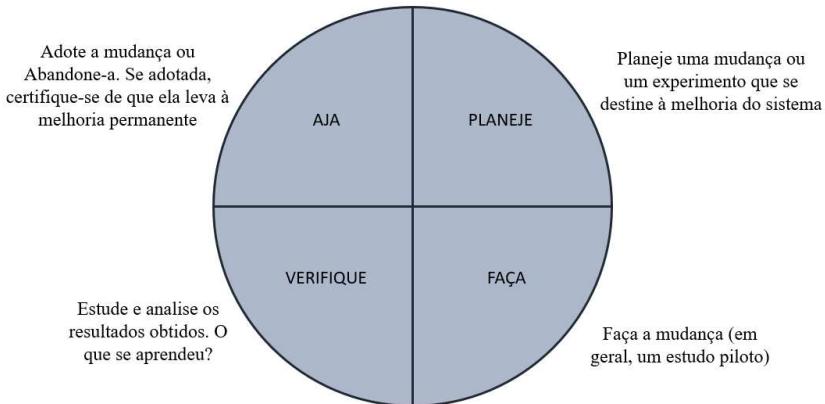
- d) Backlog: É uma representação do nível de serviços pendentes, sendo o tempo necessário para finalizar todos os serviços que estão pendentes na carteira de serviços (CS). Com ele, pode inferir sobre a quantidade de atividades na carteira de serviços e se a mão de obra, por exemplo, está adequada. Permite também a visualização do nível de planejamento e nivelamento de atividades. É calculado pela Equação 4, abaixo:

$$\text{Backlog} = \sum \text{HH de Ordens de Manutenção na CS} \quad (4)$$

2.10. METODOLOGIA PDCA

Segundo Montgomery (2020), a metodologia PDCA, também chamada de ciclo de Shewhart, – acrônimo para as palavras, que traduzidas, significam, respectivamente, planejar, fazer, checar e agir - é uma sistemática destinada a resolução de problemas, largamente empregado na melhoria da qualidade e do processo, sendo constantemente associado as implementações do Lean e/ou Seis Sigma. Em algumas literaturas, a etapa de checagem é também encontrada como estudar ou verificar. A utilização deste método era amplamente incentivada por Deming, pois, é considerada uma maneira simples e que leva a uma mudança de paradigma de melhorar um processo pontualmente para uma versão de melhoria contínua. Além disso, está em acordo com a filosofia de gerenciamento de qualidade de Juran, baseada nos três pilares – planejamento, controle e melhoria -, que, por sua vez, pode ser estendida a diversos âmbitos empresariais e sociais. A Figura 5, abaixo, descreve, brevemente, o funcionamento do ciclo, explicado em detalhes na sequência:

Figura 5: Ciclo PDCA



Fonte: Adapatado de Montgomery, 2020

Antes que o ciclo PDCA seja inicializado, é realizado uma análise do negócio para identificar quais são as oportunidades de melhoria que devem ser focadas, processo que é suportado por algumas ferramentas como o SIPOC – identificação de fornecedores, entradas, processo, saída e clientes -, VOC – voz do cliente, matriz SWOT – identificação de fraquezas, fortalezas, oportunidades e ameaças, dentre outras. Esta definição de prioridades em oportunidades também é suportada, normalmente, pela gerência de um setor ou da própria unidade, sendo constantemente utilizado para tratar problemas crônicos e complexos ou atividades (processos) de rotinas, que precisam ser continuamente melhoradas, pois agregam valor, sendo normalmente associados com performance de produtividade, sustentabilidade, qualidade, dentre outros (WERKEMA, 2013).

A etapa de planejar consiste no planejamento do que é necessário para atingir do PDCA. Nela, é realizado o estudo das oportunidades, identificação de causas raízes e levantamento possíveis melhorias para tornar o processo mais robusto, necessidades para atendimento do cliente, seja ele interno ou externo, entendimento do processo atual e condições básicas, justificação da necessidade do trabalho, definição de metas, elaboração de plano de ação e/ou implementação. Também é definida a sistemática para acompanhamento dos resultados provenientes do ciclo, que serão avaliadas na etapa de checagem, dando as diretrizes necessárias para a etapa de agir (WERKEMA, 2013). Nesta etapa, são, normalmente, empregadas ferramentas amplamente conhecidas na literatura de produção enxuta, como o gráfico de Pareto, diagrama Ishikawa, análise dos 5 porquês, matriz causa e efeito, folha A3, gráfico de Gantt dentre outros.

Já a etapa de fazer, como se sugere, é realizado a implementação e acompanhamento das soluções propostas na etapa de planejamento, geradora do plano de ação, seguindo a

sistemática definida, priorizando sempre o que foi identificado como etapas mais significativas e o caminho crítico – a etapa mais demorada e que mais agregará valor. (MONTGOMERY, 2020) (CLETO e QUINTEIRO, 2011). Após a execução das ações propostas, é realizado a checagem e medição da eficiência proveniente das intervenções analisadas. Para isto, normalmente, são utilizados indicadores de desempenho, definidos na etapa de planejamento. Com a análise crítica realizada, o plano de ação é revisado, dando origem a um novo plano de ação, visando a incrementos ainda maiores e/ou correção daquilo que não funcionou nas etapas anteriores. Entretanto, as ações são mais centralizadas, visto que há um acompanhamento mais fidedigno gerado pelo “giro” anterior. Este novo plano dá término ao primeiro ciclo e início ao segundo e assim recursivamente, formando um processo sistemático e cíclico de melhoria contínua (CAMPOS, 2014).

Campos (2014) é mais suscinto ao descrever o PDCA, porém, sem perder efetividade. Para ele, a etapa de planejamento consiste em estabelecer metas e método/caminho a ser percorrido. Já a etapa de execução consiste em executar, exatamente como descrito na etapa “plan” – cuja tradução significa plano e cujo verbo significa planejar - e coletar dados referentes ao que foi feito. Já na fase de verificação, apenas é feito uma checagem destes dados coletados e a de ação é, basicamente, a correção dos desvios para que o problema não volte, para que a melhoria seja sustentada ou para que novas melhorias sejam feitas, se forem cabíveis e justificáveis.

2.11. LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO, VISUAL BASIC E FORMULÁRIOS

Uma linguagem de programação é uma sistemática de escrita compilável e interpretável por computador, que permite a elaboração de sequências lógicas diversas que formam um algoritmo, visando desempenhar uma função requerida pelo desenvolvedor (MEDINA e FERTING, 2006). São exemplos de linguagens: C, C#, C++, Java, Javascript, Python, Visual Basic, dentre outras.

No que tange, especificamente, a *Visual Basic*, esta é uma linguagem desenvolvida pela empresa americana *Microsoft*, sendo um aperfeiçoamento da linguagem *BASIC*, e foi uma das linguagens mais usadas na década passada. Atualmente, está presente em diversas aplicações costumeiramente utilizadas em grandes empresas, como é o caso do pacote *Office*, também da *Microsoft* (JELEN, 2018).

Formulários online são utilizados como maneira de coleta de dados para entrevistas,

solicitações e demais funcionalidades semelhantes. Por estarem integrados a um banco de dados, permitem a obtenção de um grande conjunto de informações, em pouco tempo. Dentre os principais disponíveis e gratuitos, destacam-se o *Google Forms* e o *Microsoft Forms*.

2.12. SISTEMAS DE MELHORIA CONTÍNUA

Visando o desenvolvimento industrial ordenado e rápido, na época pós segunda guerra mundial, o Japão se tornou pioneiro na organização e desenvolvimento de sistemas de melhoria contínua. Estes, por sua vez, são organizados, normalmente, em pilares, separados em diferentes áreas, que abrangem todo o escopo industrial, com o propósito de integrá-las em um sistema que funciona constantemente na busca por excelência e conjuntamente. Assim, grandes empresas recorrem à sua implementação, visando alavancar resultados, por meio de times multifuncionais. Os dois maiores exemplos são o TPM (manutenção produtiva total) e WCM (manufatura de classe mundial), ambos de origem japonesa (YAMAGUCHI, 2005) (MOTWANI, KUMAR e KATHAWALA, 1994).

Nos últimos anos, percebe-se um fenômeno de aparecimento de novos programas de melhoria contínua, adaptados para a realidade da companhia, ao tipo do negócio e com regras próprias, muitas vezes, estabelecidas em nível global, por motivos de comparação – processo chamado de *benchmarking* – visando obter as melhores práticas e alcançar os melhores níveis globais (BHUIYAN e BAGEL, 2005).

2.13. FERRAMENTAS DE MELHORIA CONTÍNUA

De maneira a sistematizar o processo de análise e resolução de problemas, foram desenvolvidas diferentes ferramentas, cuja aplicabilidade depende da percepção e visualização dos envolvidos no tratamento da situação. Diversas delas possuem origem em situações relacionadas a análise de desvios de qualidade, falha e processo e são constantemente empregadas em projetos de *Lean Six Sigma*, DMAIC, PDCA, dentre outras iniciativas (MONTGOMERY, 2020).

2.13.1. Gráfico de Gantt

Este tipo de gráfico é uma representação de cronograma, que permite a visualização do progresso de um projeto e/ou conjunto de ações sistemáticas com prazos, término e fim. As ações e/ou etapas são representados em uma coluna, enquanto representa-se o início e término de cada seção em uma barra horizontal, permitindo a visualização de etapas que ocorrem

simultaneamente ou em sequência. Além disso, o emprego de diferentes cores, associada a uma legenda, permite a visualização de novas informações, como ações atrasadas, concluídas, em risco, dentre outras (MAYLOR, 2001). A Figura 6, abaixo, representa um gráfico deste tipo:

Figura 6: Gráfico de Gantt

Etapas	Dias							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Etapa 1								
Etapa 2								
Etapa 3								
Etapa 4								
Etapa 5								
Etapa 6								

Fonte: Autor, 2022

2.13.2. Matriz de Esforço Impacto

Esta ferramenta possui o propósito de facilitar a priorização de atividades e tomada de decisão sob qual das ações devem ser realizadas ou dispensadas. O esforço é a respeito da dificuldade para realização de uma atividade e pode ser considerada sob ótica temporal, número de horas investidas, envolvimento de diferentes áreas, complicações legais, dentre outras adversidades. Já o impacto é referente ao quão significativa a atividade é para o negócio, podendo ser vislumbrada sob visões monetárias, redução de acidentes, variação de qualidade, dentre outros (HORS et al, 2012).

A metodologia prega que, após a exposição das atividades a serem analisadas, deve-se realizar uma categorização utilizando um time funcional ou envolvidos nas ações, dando uma classificação do impacto de 1 a 5, sendo o extremo superior utilizado para ações de alto impacto e, no que se refere ao esforço, a classificação se inverte, sendo dado o menor número para a ação de maior esforço. Após isto, realiza-se o produto do impacto pelo esforço, fornecendo um número. As ações com maior produto devem ser priorizadas e as de menores avaliadas e/ou descartadas (HORS et al, 2012).

2.13.3. Fluxograma e Mapeamento de Processo

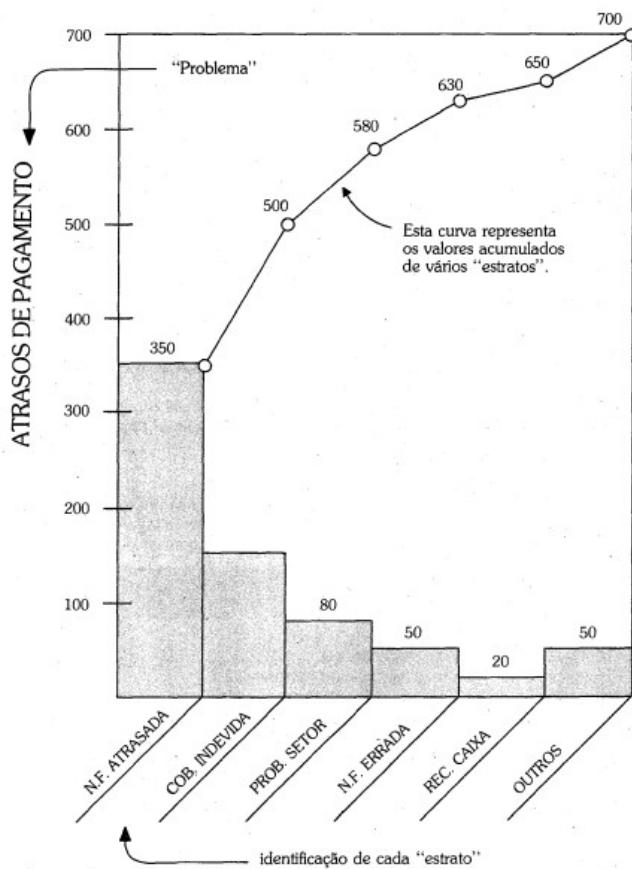
Fluxograma é uma maneira de representar um fluxo de um processo, empregado para diferentes âmbitos, de tal modo que permita a visualização das sequências existentes e das relações entre as etapas. Já o mapeamento de processo está associado ao detalhamento de cada etapa, além do próprio fluxo e dependências, identificando, sob a visão desejada e propósito do mapeamento, as atividades que compõem cada bloco do fluxo (ALBERTIN e

GUERTZENSTEIN, 2020)

2.13.4. Gráfico de Pareto

Segundo Campos (2014), o princípio de Pareto, também conhecido como regra do 80/20 diz que, em um processo, muitos itens são triviais e poucos são vitais, de modo que, atuando sobre apenas sobre estes últimos, um grande impacto é causado, induzindo a sua análise e priorização para um resultado mais efetivo. O gráfico em si é uma representação que permite a visualização deste conceito. Nele, são representadas, em colunas, os estratos causadores do problema, em ordem decrescente de frequência e, em um gráfico de linha, sobreposto ou colocado acima, o acumulado da soma dos valores representados pelas colunas. Vale salientar que, apesar de poucos itens serem responsáveis pela maioria dos resultados, o princípio não se refere a dificuldade associada a resolução e/ou melhorias desses poucos itens. A Figura 7, abaixo, representa um exemplo no qual a curva é colocada acima das colunas.

Figura 7: Gráfico de Pareto



Fonte: Campos, 2014

3. METODOLOGIA

3.1. ESTUDO PRELIMINAR DO PROCESSO PRODUTIVO

Antes de iniciar o projeto de melhoria dentro da companhia estudada, foi realizado um estudo a respeito do processo produtivo vigente, para visualizar informações importantes e vislumbrar quais atividades agregam valor, objetivando inclinar a iniciativa para a realidade da indústria. Este estudo foi feito por meio do levantamento de informações no local onde as coisas acontecem, chamada por Ohno (2019) de *gemba*, e por meio de consultas à literatura.

3.2. ENTENDIMENTO DA SITUAÇÃO ATUAL E OPORTUNIDADES DE MELHORIA

3.2.1. Entendimento da empresa e fluxos atuais

Para este trabalho, foi realizado um estudo da planta fabril, visando o entendimento das condições de aplicação e particularidades do processo e gestão do setor considerado. Este foi feito utilizando por meio da coleta de dados da empresa, por meio da Tabela 1, contendo informações referente ao número de linhas industriais, porte da empresa, número de ativos, quantitativo de funcionários, softwares disponíveis, dentre outros. No que se refere, especificamente, aos fluxos de manutenção existentes, foram avaliadas as rotinas utilizadas e tentativas frustradas de implementação. Os aprendizados foram armazenados e considerados na etapa “*plan*” – planejamento.

Tabela 1: Tabela utilizada no estudo prévio

Tabela de dados para levantamento de informações

Número de linhas produtivas

Número de funcionários ativos

Número de ativos

Classificação do porte da
empresa

Softwares disponíveis

Fonte: Autor, 2022

3.2.2. Identificação de tema para PDCA

Para observar as principais atividades de melhorias identificadas pelo time, foram realizadas duas principais atividades, uma de maneira privativa e outra de maneira grupal,

visando a comparação entre as oportunidades identificadas pelo time sob influência de grupo e de maneira privativa. A análise em grupo, foi realizada em sala de reunião, por meio da criação de uma matriz SWOT para levantar pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças. Com os dados coletados desta ação conjunta, foi realizado uma análise individual, por meio de entrevista, via formulário online, com alguns dos integrantes do time manutentor (gerencial e técnico).

Com os dados coletados da entrevista anterior, foi traçado um gráfico de Pareto identificando qual ou quais itens deveriam ser tratados com um projeto de melhoria dentro da área. Com isto, foi levantado o que era importante para o cliente interno, formado pelas áreas para as quais a manutenção presta serviços – segurança, qualidade, manufatura, engenharia industrial, dentre outras.

Além disso, foram analisados e contempladas exigências internas de padrões de manutenção e do sistema de melhoria contínua regente, bem como indicadores cujo reporte global é necessário, exigindo a inserção destes pontos no planejamento das melhorias.

3.3.CICLO PDCA

3.3.1. Etapa de Planejamento

Nesta etapa, munido das informações coletadas nas etapas anteriores, foi estabelecido o tema a ser trabalhado, objetivos do ciclo, definição do caminho e ações que precisam ser executadas para atingir as metas e a definição do método/abordagem a ser empregada.

Com os dados das pesquisas realizadas, analisou-se a voz do cliente, vislumbrando o que agrupa valor, dentro do setor em contexto, para eles. Realizou-se uma estratificação do que é objeto de interesse para os principais clientes e quais são seus principais objetivos dentro da companhia, dirigindo o propósito do projeto de melhoria para atendimento das metas internas, visto que se as áreas solicitantes atingem suas metas anuais, a manutenção, identificada como uma prestadora de serviços dentro de uma empresa, cumpre seu papel de área suporte. A priorização foi feita utilizando gráficos de Pareto com as respostas das pesquisas realizadas e com a utilização da lógica da matriz de esforço impacto para priorização das ações dirigidas para os principais problemas apontados por elas.

No que se refere ao software desenvolvido para gestão da manutenção, utilizou-se como base as informações coletadas para definir a linguagem de programação, direcionada por baixos custos, fácil aplicabilidade e replicação.

Analisou-se as exigências internas, por padrões da companhia, e, com base neles, foi definido a rotina de acompanhamento e indicadores de performance, KPIs, a ser implementado. Estes, foram destrinchados, dentro do plano de ação, para atendimento das requisições.

Tendo elencado tudo que é importante, foi criado um plano de ação/implementação, descrevendo a ação, o prazo e responsável. Além disso, para cada ação, foi estabelecido uma maneira de detecção que a atividade executada está funcionando/em curso, sendo, portanto, um indicador qualitativo – para ações não relacionadas a dados explícitos –, e indicadores quantitativos – desde que seja aplicável. Para o acompanhamento temporal do plano de ação, foi utilizado um gráfico de Gantt.

3.3.2. Etapa “Do”

Nesta etapa, foram executadas as ações levantadas na fase de planejamento, com ordem de priorização baseada na lógica da matriz esforço impacto e as atividades foram executadas conforme o cronograma desenvolvido na etapa anterior. As ações foram acompanhadas digitalmente por meio de um plano de ação e o gráfico de Gantt foi atualizado em tempo real, gerando, também, indicadores a respeito do atendimento ao cronograma do primeiro ciclo da metodologia. Os resultados do projeto foram encaminhados para a próxima etapa, visando uma reciclagem daquilo que é funcional. Ademais, durante o processo de implementação, foram realizados acompanhamentos quinzenais sobre o andamento da iniciativa.

Durante a execução, foram levantadas novas ações, à medida que situações diferentes do esperado foram sendo observadas.

3.3.3. Etapa “Check”

Após o término do prazo estipulado inicialmente (10 semanas), foi realizada a verificação final do andamento do primeiro giro, por meio da análise do plano de ação e dos indicadores definidos anteriormente. Foi calculado um indicador de desempenho da própria evolução do PDCA, sendo calculado por:

$$\%Desenvolvimento\ do\ PDCA = \frac{Nº\ de\ Ações\ Concluídas}{Nº\ de\ Ações\ do\ Plano} \cdot 100\% \quad (6)$$

Para cada ação que não foi completada ou que não obteve um resultado satisfatório, foi realizado uma análise crítica da ação, verificando se ela ainda possuiria serventia.

Além disso, realizou-se a análise dos resultados obtidos perante as metas estabelecidas anteriormente.

3.3.4. Etapa “Act”

A etapa de verificação permitiu a validação das ações que foram eficazes e a análise das atividades que não foram executadas e que ainda devem ser empregadas, pois, a análise crítica se mostrou favorável. Assim, nesta etapa de agir, foram elencadas uma série de novas atividades corretivas dos desvios para um segundo plano de ação. Além disso, as novas ações que foram observadas durante a execução do primeiro ciclo também foram inseridas.

O primeiro ciclo, objeto de estudo desta obra, foi encerrado na elaboração desta etapa. Porém, o processo continua em curso na indústria contemplada, visto que o PDCA é um processo iterativo, por meio da rotina de acompanhamento estabelecida nas fases anteriores.

3.4. DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE DE PROGRAMAÇÃO

O software foi desenvolvido, na etapa “*do*”, visando atender as exigências elencadas no estudo preliminar e planejamento do processo de melhoria contínua. Foi utilizado a linguagem de programação *Visual Basic*, em sua versão inclusa no pacote *Office*, da *Microsoft*, cuja denominação é *Visual Basic for Applications*.

Inicialmente, foi desenvolvida a versão do solicitante, para que o indivíduo possa solicitar serviços a manutenção e acompanhar o desenvolvimento destas. Tendo a organização dos dados feitas, formou-se a base de dados principal, que alimenta o sistema de gerenciamento da manutenção – PCM. Em seguida, desenvolveu-se um *Microsoft Forms* - formulário online -, para permitir a solicitação de serviços via celular ou web, integrando a base de dados da versão do solicitante ao banco de dados gerado pelas solicitações online.

A elaboração do painel de controle das solicitações e plano preventivo foi feito com base na literatura e nos princípios elencados. Utilizou-se algoritmos semelhantes ao utilizado na versão do solicitante.

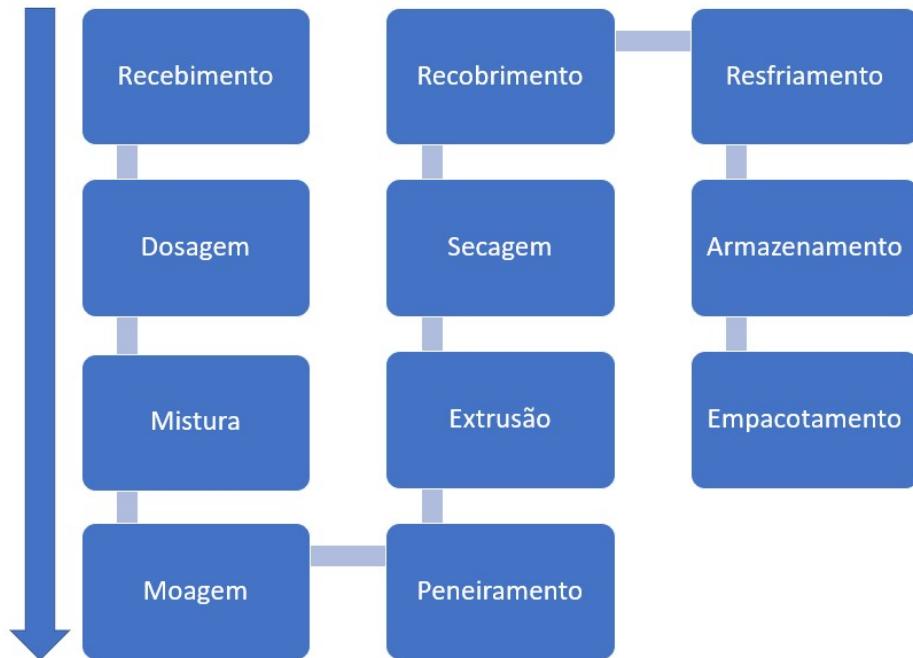
Finalmente, agregou-se a versão do solicitante e os códigos desenvolvidos para o painel de controle de planejamento e criou-se o portal do manutentor, para que os integrantes do time técnico possam visualizar sua programação, registrar ordens emergenciais e finalizar ordens.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ESTUDO PRELIMINAR DO PROCESSO PRODUTIVO

A indústria cujo projeto de melhoria foi desenvolvido atua com a fabricação de rações secas. O fluxograma abaixo, exposto na Figura 8, resume todo o processo produtivo.

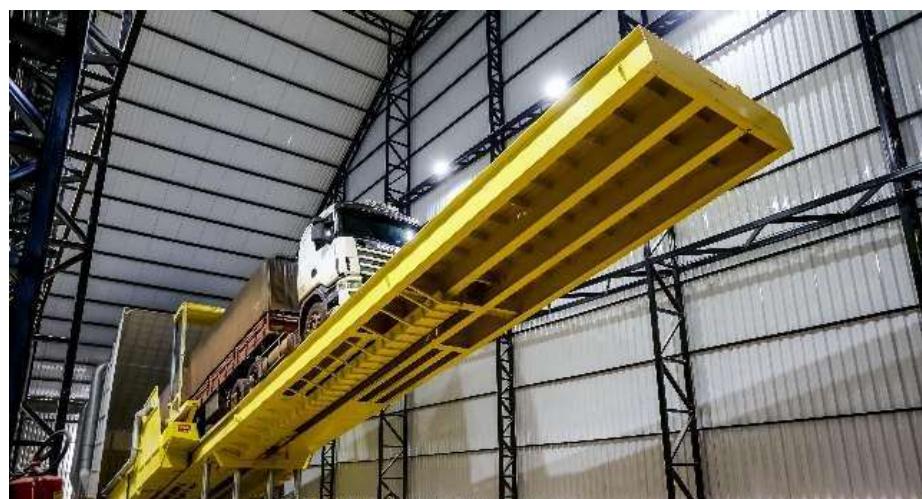
Figura 8: Esquema do Processo Produtivo



Fonte: Autor, 2022

O recebimento é realizado no tombador, semelhante à Figura 9, abaixo:

Figura 9: Tombador de caminhões



Fonte: MF Rural, 2021

Após a descarga, as matérias primas são transportadas para silos, por meio de transportadores de corrente, roscas transportadoras, elevadores de caneca, dentre outros. Passa

ainda por equipamentos com propósitos de remover impurezas, como é o caso de peneiras e equipamentos magnéticos. Depois armazenagem, elas ficam aguardando o consumo.

Quando a dosagem é feita, os ingredientes são pesados, combinados e misturados. Após esta etapa, o material é encaminhado para moagem, em um moinho de martelos, semelhante à Figura 10, abaixo:

Figura 10: Moinho de martelos



Fonte: WILLIAMS, 2019

Na parte inferior no moinho, há um conjunto de peneiras que restringem a passagem do material, caso ele não alcance a granulometria ideal. Após a moagem, segue-se para um peneiramento fino, seguido pelo transporte e espera pela extrusão.

Na etapa de extrusão, a ração é feita, propriamente dita. Com isso, ela já toma formato e fica characteristicamente semelhante ao produto. Os parâmetros de operação variam conforme a carga empregada na extrusora e tipo de ração a ser fabricada. Como cachorros e gatos possuem necessidades nutricionais distintas, assim deve ser a composição da ração. Isto é facilmente notado nos rótulos de embalagens de ração, onde é possível perceber que felinos necessitam de mais proteína do que caninos. Após esta etapa, segue-se para secagem, até atingir um percentual de umidade solicitado pelos padrões de qualidade. A principal importância da secagem é dificultar a proliferação de microrganismos e garantir a palatabilidade da ração.

Segue-se, então, para o recobrimento e resfriamento. Na primeira, a ração recebe um banho de palatabilizante – substância inserida para aumentar o cheiro e sabor da ração, tornando-a mais atrativa para o animal -, e a segunda garante que o produto vai ser empacotado

na temperatura adequada e diminui a formação de agregados sólidos. Após isto, o produto é armazenado em silos e aguarda o empacotamento. Como no pacote, há diferentes tipos de ração, elas são misturadas nos percentuais indicados pelas receitas e assim são encaminhadas pelas máquinas empacotadoras que pesam o solicitado pelo programa e formam o pacote que passa por uma pontos críticos de controle, como é o caso dos detectores de metal e, após aprovação, o produto é disposto em pallets e encaminhado para distribuição.

4.2. ENTENDIMENTO DA SITUAÇÃO ATUAL E OPORTUNIDADES DE MELHORIA

4.2.1. Entendimento do campo de aplicação

As informações gerais da empresa são resumidas na Tabela 2, abaixo.

Tabela 2: Dados coletados no estudo prévio preenchida

Tabela de dados para levantamento de informações	
Número de linhas produtivas	1
Número de funcionários ativos	96
Número de ativos	413
Classificação do porte da empresa	Médio Porte
Softwares disponíveis	Pacote Office, SAP ERP, PowerBI, etc.

Fonte: Autor, 2022

Com base nos dados apresentados acima, é possível observar que a empresa possui alto nível de criticidade nos equipamentos, devido a unicidade da linha, do modo que todo fluxo de valor é passado unicamente por ela. Sendo assim, há uma grande necessidade de confiabilidade nos equipamentos, de modo a evitar lucros cessantes. Do porte humanitário, evidencia-se que se trata de uma empresa de médio porte, na qual os funcionários possuem maior proximidade de comunicação, levando a uma horizontalização da hierarquia. Além disso, os softwares disponíveis são os usuais e necessários para as diversas tarefas rotineiras, não sendo citado nenhum responsável pela gestão da manutenção.

No que tange ao estado do PCM atual, percebeu-se que há um plano mestre de manutenção, compreendendo tanto o setor elétrico, mecânico, instrumental e predial. O fluxo atual não é feito conforme as boas práticas relatadas pela literatura, fato que é fortemente

evidenciado pela ausência do mapeamento dos processos de solicitações de serviço e programação, bem como ausência de sistema, seja ele manual ou informatizado, para gerir a carteira de atividades. As necessidades são informadas e solicitadas de maneira verbal informal, por meio de reuniões, planos de ações diversos – referentes a outros processos e áreas – ou relato de condições inseguras. O registro é efetuado de maneira simplória, por meio do uso de planilhas, que contemplam a grande parte das informações normalmente coletadas, garantindo o atendimento das exigências internas e regulamentarias, porém, apresentando diversas oportunidades. Houve uma tentativa de implementação de um CMMS mais robusto no passado, que foi frustrada devido à problemas do próprio software, devido a dificuldades de conexão e limitações do programa.

4.2.2. Identificação de tema para PDCA

A matriz SWOT foi elaborada em conjunto com o time técnico e é apresentada abaixo, na Figura 11:

Figura 11: Matriz SWOT do corpo manutentor

FORTALEZAS	FRAQUEZAS
Conhecimento técnico	Baixo envolvimento em projetos
Engajamento	Gerenciamento de compras
Cultura de Segurança e Qualidade	Automação
Comunicação com a liderança	Escala de trabalho
Respeito e Relações	Previsibilidade de atividades

OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
Apadrinhamento de áreas	Equipamentos em obsolescência
Gestão de ordens e solicitações	Redução de custo
Orçamento anual	Redução do tempo disponível de linha parada
Gestão de mudanças em melhorias/projetos	Ausência de backups para algumas funções
Pilar de manutenção progressiva	Equipamentos críticos sem backup

Fonte: Autor, 2022

Nesta ferramenta, é possível perceber que os integrantes deste grupo apresentam capacidades técnicas satisfatórias, porém, com oportunidades, fraquezas e ameaças centradas em gestão de custo, seja relacionado a fluxos de compras ou redução de custo sem avaliação necessária, e gestão de trabalho, no que tange a previsibilidade de atividades, gestão de ordens, escala, solicitações e lacunas relacionadas a comunicação e envolvimento perante projetos.

Com a matriz SWOT, foi realizada uma entrevista com o time técnico, colocando as fraquezas e oportunidades como itens para entrevista. O formulário obteve 18 respostas e foi feito com 6 perguntas. Nas duas primeiras, foi solicitado que, dentre os itens elencados como oportunidades e fraquezas, separadamente, fosse apenas àquele que o entrevistado achasse mais significativo. Os itens elencados na matriz SWOT foram separados em quatro temas:

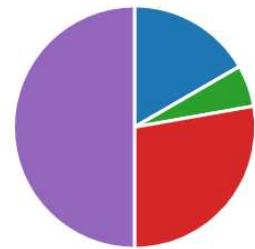
planejamento e controle, automação, gestão monetária e gestão de mudanças, projetos e melhorias, pedindo que fosse dado uma nota em relação à cada tópico. O resultado das duas primeiras perguntas é apresentado nas Figuras 12 e 13. Já o resultado das classificações é apresentado na Figura 14, abaixo.

Figura 12: Resultados entre as fraquezas

Dentre as fraquezas elencadas na matriz SWOT, qual você identifica como mais importante?

[Mais Detalhes](#) 

- | | |
|---|---|
|  Baixo envolvimento em projet... | 3 |
|  Gerenciamento de compras | 0 |
|  Automação | 1 |
|  Escala de trabalho | 5 |
|  Previsibilidade de atividades | 9 |



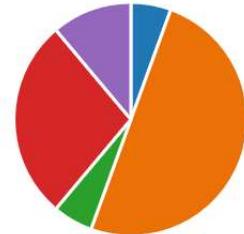
Fonte: Autor, 2022

Figura 13: Resultados entre as oportunidades

Dentre as oportunidades elencadas na matriz SWOT, qual você identifica como mais importante?

[Mais Detalhes](#)

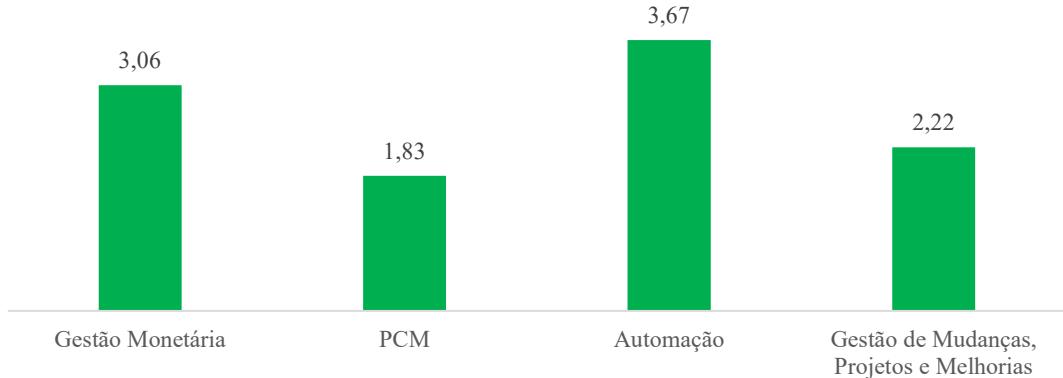
- | | |
|--|---|
|  Apadrinhamento de áreas | 1 |
|  Gestão de ordens e solicitações | 9 |
|  Orçamento anual (dinheiro dis... | 1 |
|  Gestão de mudanças em melh... | 5 |
|  Pilar de manutenção progressi... | 2 |



Fonte: Autor, 2022

Figura 14: Resultados das classificações

Notas dadas aos tópicos elencados

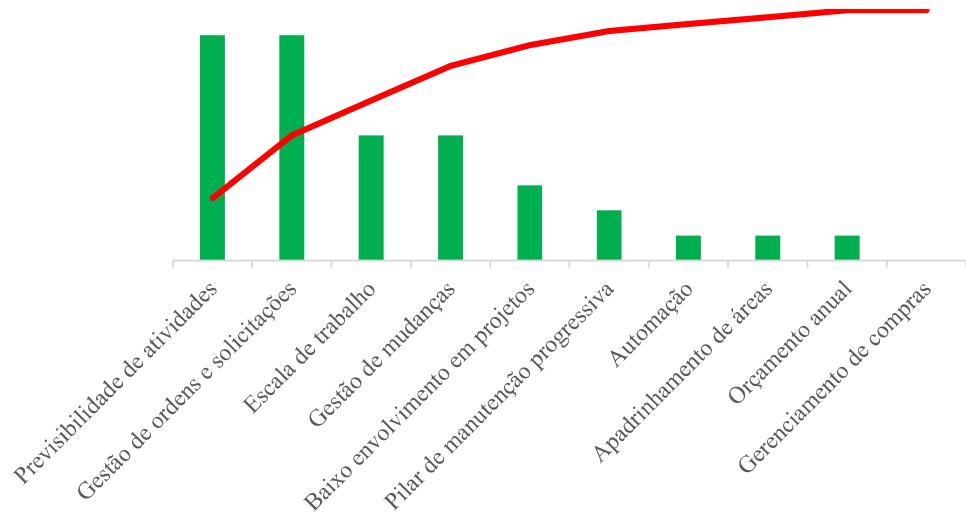


Fonte: Autor, 2022

Ao juntar os resultados das Figuras 12 e 13, pode ser traçado um Gráfico de Pareto. O resultado é apresentado na Figura 15, abaixo:

Figura 15: Gráfico de Pareto para identificação de tema de PDCA

Gráfico de Pareto para PDCA



Fonte: Autor, 2022

Assim, pela Figura 15, pode-se inferir que deve haver um trabalho para aumentar a previsibilidade de atividades e gestão de atividades. Este resultado concorda com as notas dadas na Figura 14. Além disso, o resultado obtido concorda com as observações que foram realizadas a respeito do funcionamento atual do setor.

Observando a voz do cliente, foi reportado que o sistema de manutenção deveria conter previsão da execução das atividades, atualização sobre andamento da atividade, responsável por execução. Além disso, o sistema deveria ser simples, de processamento rápido, acessível,

de manutenção rápida e ele deve ser barato. As principais necessidades possuem origem na experiência com o sistema anterior, no qual a lentidão era o principal destaque e que houve um alto investimento monetário.

Com base na literatura, o sistema deve permitir que o técnico de manutenção feche ordens das atividades realizadas, visualize as ações planejadas, consiga solicitar um serviço e reportar ações emergenciais realizadas.

Já no que tange as exigências internas, o sistema deve permitir o cálculo do percentual de atendimento do plano preventivo, atividades planejadas e o backlog – número de horas pendentes para execução de todos os serviços na carteira de ordens. Todas estas devem estar de acordo com as recomendações globais. O prazo fornecido foi de até 10 semanas para visualização dos primeiros resultados associados ao sistema.

Com posse de todas essas informações, pode-se iniciar o ciclo PDCA, iniciando pela fase de planejamento.

4.2. CICLO PDCA

4.2.1. Etapa “Plan” – Planejamento

Com base no levantamento de informações realizado, é traçar um plano de ação. Para cada necessidade encontrada é necessário traçar ações que visem o atendimento dos critérios. Isto, por si só, determina as metas.

A equipe do PDCA é o time gerencial de manutenção, que, no caso em questão, consiste em analista, coordenador e gerente.

Diante do que foi exposto, percebe-se a necessidade da criação e implementação de um sistema que permita o gerenciamento de atividades, permitindo o planejamento e controle da manutenção, mas também permitindo que funcionários e terceiros possam solicitar e acompanhar o andamento de serviços e que os técnicos de manutenção possam verificar o planejamento de atividades para as quais foram alocados, bem como reportar as atividades que não estavam planejadas, de caráter emergencial. Para isto, a solução traçada foi a criação de um sistema informatizado de gerenciamento e controle da manutenção, utilizando uma linguagem de programação que possa ser interpretada nos computadores disponíveis em áreas produtivas e nos notebooks utilizados pelo corpo administrativo. Dentre as possibilidades, a mais fácil é a já inclusa no *Microsoft Office Excel*, a *Visual Basic for Applications*, o que por si só, configurará em custo zero para a empresa. Assim, muitas das metas do PDCA estão dependentes da criação

deste sistema, de modo que ele deverá ser priorizado e entendido como uma das principais entregas. Um ponto relevante, que trará agilidade aos processos, é a possibilidade de solicitação de serviços pelo celular.

Existem diversos itens a serem atendidos, resumidas na Tabela 3, abaixo, seja de origem do cliente, do time da manutenção ou por exigências da companhia.

Tabela 3: Resumo das exigências a serem atendidas no primeiro ciclo

Exigências a serem atendidas	Origem
Solicitação de Serviço	
Acompanhamento da	
Solicitação	
Prazos/Previsão de Conclusão	
Acessibilidade em qualquer	Cliente
lugar	
Fluxo rápido e não burocrático	
Acessibilidade para terceiros	
Sistema de baixo custo	
KPI de % Planejado	
KPI de Backlog	
KPI de % Atendimento do	Normas Internas
Plano Preventivo	
KPI de % Distribuição de	
Atividades	

Fonte: Autor, 2022

Para decidir o que priorizar foi utilizada a lógica da matriz de esforço impacto para os itens adotados no plano de ação, classificando cada atividade em relação ao impacto (quanto maior, mais relevante é o item) e ao esforço (quanto maior o valor atribuído, menor o esforço) e realizando o produto entre as duas classificações dada. O plano de ação é apresentado no Apêndice A, contendo a necessidade ou ação, responsável, indicador da conclusão da atividade. O resultado da classificação também é apresentado no plano de ação.

Para controlar as atividades, do ponto de vista interno ao time da manutenção, além do

plano de ação propriamente dito, foi elaborado um gráfico de Gantt, permitindo ter previsibilidade do cronograma e período de fechamento do primeiro giro do ciclo PDCA. Ademais, com esta ferramenta, é possível ver o que pode ser feito em paralelo, em sequência e demais funções. A Figura 16, abaixo, apresenta o gráfico de Gantt utilizado para desenvolvimento e controle interno de implementação.

Figura 16: Planejamento cronológico de implementação em 10 semanas



Fonte: Autor, 2022

4.2.2. Etapa “Do” – Fazer

A primeira etapa ser feita, conforme o Gráfico de Gantt de desenvolvimento (Figura 16), é estabelecer o fluxo de trabalho para serviços não planejados ou emergenciais. Conforme definição, um serviço é considerado não planejado caso não tenha sido programado três dias antes do início da execução das atividades. Este, pode ser por caráter emergencial (uma quebra, por exemplo), por falta da ação em si ou também por erro de planejamento. O Apêndice B e C apresentam os fluxogramas desenvolvidos para fluxo de trabalho planejado e não planejado, respectivamente.

Em seguida, determinou-se a classificação das atividades para estabelecer prazos. Após uma solicitação de serviço ser criada, o analista tem dois dias úteis para realizar a análise da atividade e sua aprovação, caso ela seja devida. No momento de aprovação, é estabelecida uma criticidade do serviço, com base em conceitos típicos da literatura especializada no assunto. A maior criticidade (A) é dada a serviços que possam causar risco de qualidade, segurança, alto custo para reparo, alto tempo de reparo. Analogamente, os serviços cujos impactos relacionados aos temas citados sejam baixo, recebem uma menor prioridade (C). Para itens que tenham riscos controláveis, não causem riscos significativos a segurança e qualidade, é dada a classificação intermediária (B). O Apêndice D apresenta um resumo da classificação das atividades, de forma

visual.

A solicitação de serviço levou em conta os principais itens que precisam estar inseridos e que possuam dados suficientes para gerar os indicadores desejados. Assim, definiu-se que o modelo de solicitação deveria conter uma identificação para o usuário (solicitante), a data da solicitação (sendo gerada automaticamente), o turno, o tipo de serviço a ser solicitado – categorizado em elétrico, mecânico, refrigeração ou predial -, a localização, detalhamento da solicitação de serviço ou anomalia detectada e, caso tenha, a TAG (código de identificação de um ativo) do equipamento. Estes itens foram inseridos na interface do software e, ao preencher tudo, e clicar em “enviar solicitação”, o código desenvolvido abre o banco de dados, registra o que foi preenchido, salva e fecha. Esta primeira interface é apresentada na Figura 17, cuja logomarca foi removida, abaixo:

Figura 17: Interface de solicitação de ordem

A interface de usuário é intitulada "GESTÃO DA MANUTENÇÃO". No topo, há uma barra azul com o nome da aplicação. À esquerda, um menu vertical com opções "Menu", "Solicitar" (destacada em azul) e "Acompanhar". O formulário principal, intitulado "Solicitação de Serviço da Manutenção", contém campos para "Matrícula" (campo vazio), "Data" (campo com valor "07/05/2022 19:52"), "Turno" (campo vazio), "Qual o tipo de serviço a ser solicitado?" (campo com placeholder), "Localização:" (campo vazio), "Ativo:" (campo vazio). À direita, uma grande caixa branca intitulada "Detalhamento da Solicitação" está vazia. Abaixo do formulário, há dois botões: "Enviar Solicitação" com ícone de envio e "Cancelar Solicitação" com ícone de cancelamento.

Fonte: Autor, 2022

Em seguida, ainda nesta mesma interface, foi criada a opção de acompanhamento. Nela, o solicitante pode inserir sua identificação e buscar as solicitações que foram criadas por ele. Em termos de processamento lógico, o código abre o banco de dados, verifica todas as solicitações cuja matrícula é igual ao valor da variável de matrícula e retorna uma imagem, que possui a descrição e dados necessários para visualização das ordens. O menu é mostrado na Figura 18, abaixo:

Figura 18: Menu de acompanhamento de solicitações

Fonte: Autor, 2022

Visando atender a um dos itens exigidos pelo cliente interno, ao clicar numa solicitação e apertar no ícone da lupa, é possível visualizar um detalhamento da ordem, com os comentários inseridos pelo analista/planejador. O código verifica qual a linha está ativa e representa os dados num formulário. A Figura 19 apresenta estes dados.

Figura 19: Detalhamento da Ordem de Serviço

Fonte: Autor, 2022

Este sistema permitiu a criação de solicitações para as pessoas que estão com acesso ao computador. Porém, uma outra demanda, foi a da possibilidade de isto ser feito via celular. Para conseguir isto, foi utilizado um *Microsoft Forms*, cuja base de dados é integrada ao banco de dados das solicitações feitas pelo computador e o formulário é idêntico ao anterior.

No passo seguinte, foi desenvolvido um sistema que permitisse o planejamento, programação e controle das solicitações, que possuísse integração com o banco de dados original, permitindo a alteração de dados deste. Assim, foi feito o sistema que é apresentado na

Figura 20, abaixo, cujo detalhamento é explicado na sequência e que dados foram omitidos por questões de confidencialidade.

Figura 20: Sistema de gerenciamento de ordens



The screenshot shows a web-based maintenance management system. At the top, there's a blue header bar with icons for refresh, file, calendar, checkmark, and print. The main title is "MAINTENANCE MANAGEMENT". Below the header is a table titled "ACOMPANHAMENTO DE SOLICITAÇÕES DE SERVIÇO E ORDENS". The table has several columns: DATA, TICK, LOCALIZAÇÃO, ATIV, DETALHAMENTO, STATUS, IM, PREVIS., CLASSIFICAÇÃO, WD, COMENTÁRIO PC, DATA PROGRAMADA, and RESPONSÁVEL. There are two rows of data in the table. The first row corresponds to ticket OM-446, located in Salão de Jogos, with activity PD-0001. The second row corresponds to ticket OM-447, located in ADM, with activity N/A. The "DETALHAMENTO" column contains a large, detailed table for each ticket, which is partially visible in the screenshot.

DATA	TICK	LOCALIZAÇÃO	ATIV	DETALHAMENTO	STATUS	IM	PREVIS.	CLASSIFICAÇÃO	WD	COMENTÁRIO PC	DATA PROGRAMADA	RESPONSÁVEL
20/05/22 09:47	OM-446	Salão de Jogos	PD-0001	PROGRAMADA 03% A30 NA FILA	PROGRAMADA	03% A30	28/05/2022	PM01 - Corretiva	1		27/05/2022 10:00	
20/05/22 11:12	OM-447	ADM	N/A		NA FILA			PM04 - Recondicionamento	6	Aguardando priorização		
20/05/22 13:38	OM-448	Mistura Térreo	MI-1301	PROGRAMADA 30/05/2022 PROGRAMADA 30/05/2022 ANÁLISE	PROGRAMADA		30/05/2022	PM01 - Corretiva	1		28/05/2022 10:00	
20/05/22 13:41	OM-449	Entrada da Fábrica	N/A		PROGRAMADA		30/05/2022	PM07 - Melhorias	1		27/05/2022 08:00	
23/05/22 12:47	SS-451	ADM			ANÁLISE							
23/05/22 12:49	SS-452	Vestíario Vermelho		ANÁLISE PROGRAMADA	ANÁLISE							
23/05/22 12:50	OM-453	Vestíario Vermelho	N/A		PROGRAMADA		24/05/2022	PM01 - Corretiva	2		24/05/2022 08:00	

Fonte: Autor, 2022

Neste sistema, é possível atualizar as solicitações e ordens ainda em aberto no banco de dados, aprovar e detalhar ordem, programar atividade, dar finalização as ordens que foram concluídas e ainda não foram dadas baixa e salvar os dados novos no banco de dados. Em termos de processamento lógico, ao apertar o botão de atualizar, o sistema verifica se há novas solicitações e se verifica o plano de manutenção preventiva da semana atual e da semana seguinte – caso as ordens ainda não tenham sido criadas -, e cria uma imagem no sistema de processamento. Ao tentar aprovar, detalhar, programar ou finalizar ordens, todas as mudanças são feitas nesta imagem, visando evitar possíveis erros e danos ao banco de dados original. Ao apertar salvar, o sistema verifica se há novas solicitações e reescreve, no banco central, as ordens cujas alterações foram feitas. Se houver alguma ordem gerada pelo plano preventivo, é aberto o arquivo do plano mestre de manutenção e atualizado o cronograma. Deste modo, é possível realizar alterações simultaneamente com novas solicitações de serviço, sem ter choque ou danos no banco de dados. Diversos sistemas informatizados funcionam desta maneira, por meio de consultas ao servidor, seguida pela alteração na imagem, sendo frequentemente vistas em aplicações web, de onde foi retirada a inspiração. O Apêndice E apresenta o processamento de solicitações, programação e finalização.

Finalmente, a última etapa prevista pelo cronograma do primeiro ciclo foi a elaboração de um portal do técnico de manutenção, onde ele poderia verificar as ordens que foram programadas para ele, informando data, instruções, dados da solicitação, dentre outras informações, assim como sendo possível dar baixa nelas após a conclusão. Além disso, ainda dentro do portal, foi criado uma opção para que o técnico pudesse dar baixa nas ordens que ele

já concluiu. Entretanto, não foi possível criar um tipo particular para ordens emergenciais, incluindo as boas práticas de ser obrigatório inserir causa raiz, tipo de falha, dentre outras informações típicas deste tipo de ordem. A Figura 21, abaixo, apresenta este portal.

Figura 21: Portal do técnico

Fonte: Autor, 2022

O Apêndice F apresenta as funcionalidades que o sistema do operador de manutenção possui.

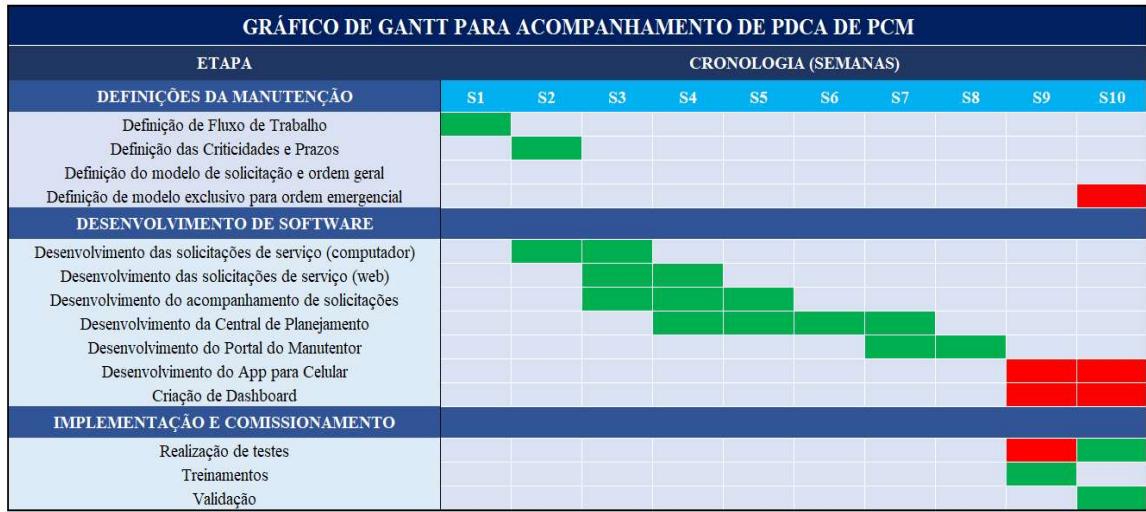
Após esse conjunto de implementações, foi realizado o treinamento das partes – operação, manutenção, administrativo e terceiros – e o sistema foi testado. Durante os testes, foram notadas algumas oportunidades de melhoria que foram compiladas e serão discutidas na seção de verificação. Assim, quando o segundo ciclo iniciar, esses incrementos serão considerados e avaliados sob a margem de uma nova matriz de priorização.

4.2.3. Etapa “Check” – Verificação

Durante a fase de checagem, foi verificado o que havia sido concluído e o que ficou pendente. Considerando o plano de ação apresentado anteriormente e exposto no Apêndice A, das 20 ações levantadas, foram concluídas 16. O percentual de conclusão é calculado utilizando a Equação 6 e o Gráfico de Gantt para o término do prazo estipulado é apresentado na Figura 22:

$$\% \text{ de Conclusão} = \frac{\text{Nº de Atv Conc.}}{\text{Nº de Atv Planejadas}} \cdot 100\% = \frac{16}{20} \cdot 100\% = 80\%$$

Figura 22: Andamento do PDCA, após prazo estipulado inicialmente



Fonte: Autor, 2022

Analizando o que foi levantado como necessidade de atendimento, é possível notar que, das obrigatorias, apresentadas na Tabela 3, todas foram concluídas. As atividades seguiram o que foi planejado e priorizado pelo produto da lógica da matriz de esforço impacto. Das atividades que não foram concluídas, de menor prioridade, percebe-se que estão relacionadas ao desenvolvimento do *app* da manutenção, para celular, e da criação do dashboard para acompanhamento visual dos indicadores.

Os indicadores de desempenho que foram propostos a serem medidos, como meta inicial, foram calculados, porém, o horizonte de tempo considerado foi de apenas uma semana. Os resultados são apresentados na Tabela 4, abaixo. Foram calculados conforme descrito na seção de fundamentação teórica.

Tabela 4: Análise dos Resultados da Semana de Validação

KPIs – Indicadores de Desempenho	Valor obtido durante validação (1 semana)
Backlog	28 h
% Atendimento do Plano Preventivo	100 %
% Ordens Planejadas	78 %
% Corretiva Emergencial	12 %
% Melhoria	12 %
% Preventiva	36 %
% Corretiva Planejada	26 %
% Corretiva Não Planejada (não emergencial)	10%
% Outras	4 %

Fonte: Autor, 2022

Da análise crítica a respeito dos indicadores e da performance do software, nota-se que foi possível obtê-los, atingindo uma das metas estipuladas no projeto. Entretanto, nota-se que ainda há muito trabalho a ser feito em relação a disciplina de apontamento e planejamento do time, devido ao percentual significativo de corretivas, de caráter não emergencial, que foram feitas sem passar pelo fluxo definido. Um ponto positivo a se notar é o alto percentual de atividades de melhoria obtido. A principal justificativa é que, ao se tratar de uma fábrica de uma linha, durante operação, há margem para realização de melhorias enquanto o processo performa bem. Observa-se, portanto, a importância de ter um sistema de gerenciamento, pois, toda essa análise só foi possível devido a coleta destas informações e unificação do banco de dados.

Durante a execução das atividades planejadas, foram percebidas algumas oportunidades de melhoria. Em resumo, elas se referem a alguns incrementos, como a opção de gerar novas ordens de manutenção, na interface de planejamento, a conexão com outras planilhas e sistemas já existentes, como é o caso do sistema de solicitação de compra, verificação de status de uma requisição, relatórios de turno, dentre outras. Ademais, a criação de um registro das alterações e mudanças que estão sendo feitas em cada ordem e em cada clique realizado no programa de planejamento, solicitação e portal do técnico, para gerar evidências que possam ser questionadas em auditorias. Como era de se esperar, essas oportunidades seguem para o novo

plano de ação, junto com as ações corretivas para ações já implementadas e as que ficaram pendentes.

4.2.4. Etapa Act - Agir

Nesta etapa, após a verificação feita no processo anterior, as pendências restantes do plano de ação do primeiro ciclo. Percebeu-se que a maior parte das pendências foram decorrentes ao tempo dado ao cronograma de desenvolvimento e implementação, somada ao período da formação da maturidade do time em questão, visando uma maior assertividade nos apontamentos. No que tange ao desenvolvimento do software, observou-se que houve uma grande concentração de atividades no analista, principalmente por deter o domínio técnico das linguagens de programação e implementação do programa. É notável que, para isto, deve haver uma ação – ou um conjunto – para que, em sua ausência, o programa possa ser continuado. Sendo assim, o plano de ação do novo ciclo deve conter capacitação do time gerencial, a criação de manuais explicativos sobre o funcionamento do programa e sobre a lógica de programação utilizada.

As oportunidades de melhoria que foram detectadas também foram incluídas no novo plano de ação, para o segundo giro do PDCA. Estas estão relacionadas implementações de novos recursos para tornar o software mais funcional, observadas durante a fase de verificação.

Uma outra ação que deve ser explorada é a análise de viabilidade econômica de acionar uma empresa especializada em desenvolvimento de software para transformar o sistema em algo profissional, do ponto de vista de replicação para outras filiais da empresa, visto que da maneira como foi construído, o programa, apesar de simples, permitiu atingir uma série de exigências globais da companhia. Esta, caso se mostre economicamente rentável, deve ser feita após uma validação mais longa do sistema em curso.

As ações coletadas nesta etapa estão dispostas no Apêndice G. Vale salientar que, no segundo giro do ciclo PDCA, na nova fase de planejamento, podem ser inseridas e avaliadas novas atividades, com base em outras exigências e demandas, que deverão se juntar com as observações detectadas na fase atual. Além disso, é na fase de planejamento que é feita a priorização, definição de responsável e indicador.

5. CONCLUSÕES

Diante de tudo que foi exposto ao longo desta obra, percebe-se a importância do PCM para a gestão de uma indústria e o impacto que reverbera dentro do time técnico quando esta gestão não é feita da melhor maneira, como mostrou a pesquisa, na qual a má gestão de ordens e solicitações foi considerada como a principal lacuna e ponto de melhoria da indústria estudada, no setor de manutenção.

No que tange as ferramentas de melhoria contínua para determinação de um projeto de melhoria, seu uso foi eficaz. A matriz SWOT permitiu a obtenção de pontos gerais elencados pela área, seguida pelo gráfico de Pareto para determinação do tema do PDCA. Este último, por sua vez, organizou, de maneira eficaz, o desenvolvimento e implementação do sistema desenvolvido, de modo que houve um atendimento de 80% das atividades propostas no primeiro ciclo. Com a utilização do método gerencial, desenvolveu-se um plano de ação visando atender as principais exigências, priorizadas conforme a lógica de uma matriz esforço impacto. O gráfico de Gantt se demonstrou apropriado para gerenciar e apresentar o cronograma de implementação de forma visual e efetiva. Já no que se refere à utilização da linguagem *Visual Basic* para desenvolvimento do software, também houve sucesso. O emprego dela permitiu que o sistema fosse desenvolvido a baixo custo, fácil manutenção, alta velocidade de melhoria e com alta compatibilidade com os pacotes já disponíveis na indústria em questão. Por sua vez, a etapa de verificação permitiu observar o grau de atendimento do plano inicial e detectar oportunidades de melhoria. Por último, a etapa de agir permitiu a compilação de novas melhorias, ações para sustentação e novas atividades visando corrigir o que não foi implementado e o porquê da negativa, gerando um segundo giro do ciclo PDCA. Como resultado geral, com o cálculo dos indicadores exigidos pelos regulamentos internos, foi possível verificar a importância de tê-los e como eles são utilizados para nortear o gerenciamento do setor. Observou-se ainda que, há um trabalho a ser feito no comportamento do corpo técnico e que é importante a propagação dos conhecimentos empregados e utilizados na criação e utilização do programa.

Assim, conclui-se que a obra teve seus objetivos atingidos, por atender as necessidades do cliente interno e das obrigações corporativas, a um baixo custo, com alta eficiência e que a utilização do PDCA para implementação de PCM em indústria alimentícia, de forma geral, conduziu o projeto para um ótimo resultado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERTIN, Marcos; GUERTZENSTEIN, Viviane. **Planejamento Avançado da Qualidade: Sistemas de gestão, técnicas e ferramentas.** Alta Books Editora, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e Mantenabilidade.** Rio de Janeiro, 1994.
- AZEVEDO, Edmundo Gomes de; ALVES, Ana Maria. **Engenharia de Processos de Separação.** 3. ed. Lisboa, Portugal: IST Press, 2017.
- BOERMANS, Herman J.; LEUNG, Maxwell CK. **Mycotoxins and the pet food industry: toxicological evidence and risk assessment.** International Journal of Food Microbiology, v. 119, n. 1-2, p. 95-102, 2007.
- BRANCO FILHO, Gil. **A Organização, o planejamento e o controle da manutenção.** Ciência Moderna, 2008.
- BRANCO FILHO, Gilberto. **Custos em Manutenção.** 1ª Edição. Ciência Moderna, 2020.
- BRUMBACH, Michael E.; CLADE, Jeffrey A. **Industrial maintenance.** Cengage Learning, 2013.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC-Controle da Qualidade Total no estilo japonês.** Falconi Editora, 2014.
- CLETO, Marcelo Gechele; QUINTEIRO, Leandro. Gestão de projetos através do DMAIC: um estudo de caso na indústria automotiva. **Revista Produção Online**, v. 11, n. 1, p. 210-239, 2011.
- CREMASCO, Marco Aurélio. **Operações unitárias em sistemas particulados e fluidomecânicos e outros trabalhos.** Editora Blucher, 2014.
- ELIZEIRE, Mariane Brascher. **Expansão do mercado pet e a importância do marketing na medicina veterinária.** 2013.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa. In: **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa.** 2009. p. 2120-2120.
- GOMIDE, Reinaldo. **Operações unitárias-1º volume: operações com sistemas sólidos granulares.** Fca, São Paulo, 1993.

HORS, Cora et al. **Aplicação das ferramentas de gestão empresarial Lean Seis Sigma e PMBOK no desenvolvimento de um programa de gestão da pesquisa científica.** Einstein (São Paulo), v. 10, p. 480-490, 2012.

JELEN, Bill. Excel 2016: VBA e Macros. Alta Books Editora, 2018.

INAGAKI, Lucas do Prado. Estudo comparativo sobre a implantação do planejamento e controle da manutenção (PCM) na indústria. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MAYLOR, Harvey. **Beyond the Gantt chart: Project management moving on.** European management journal, v. 19, n. 1, p. 92-100, 2001.

MEDINA, Marco; FERTING, Cristina. **Algoritmos e programação: teoria e prática.** Novatec Editora, 2006.

MENDES, Francielly Fontes et al. **Comportamento das famílias brasileiras ante ao crescimento de pets como substituto do filho.** PAULUS: COMFILOTEC, v. 8, n. 4, 2018.

MFRural. mfrural.com.br. **Tombador,** 2021. Disponível em : <<https://www.mfrural.com.br/detalhe/172615/tombador>>. Acesso em 25 abr. 2022.

MONTGOMERY, Douglas C. **Introduction to statistical quality control.** John Wiley & Sons, 2020.

MOTWANI, Jaideep; KUMAR, Ashok; KATHAWALA, Yunus. **WCM practices of North American manufacturing organizations.** Industrial Management & Data Systems, 1994.

OHNO, Taiichi; BODEK, Norman. **Toyota production system: beyond large-scale production.** Productivity press, 2019.

OLIVEIRA, Fernando Virgilio de; CONCEIÇÃO, Wagner André dos Santos. **ESTUDO DE DESEMPENHO DE MOINHOS A MARTELO EM INDÚSTRIA DE RAÇÃO ANIMAL.** Trabalhos de Conclusão de Curso do DEP, v. 3, n. 1, 2007.

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Aquino Nascif. **Manutenção: função estratégica.** Qualitymark, 2019.

ROKEY, Galen J.; PLATTNER, Brian; SOUZA, Edivaldo M. de. **Feed extrusion process description.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, p. 510-518, 2010.

SÁ, Fabiano Cesar. **Energia mecânica, energia térmica e moagem na extrusão de alimentos para cães e gatos.** 2015.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM-Planejamento e Controle da manutenção.** Qualitymark Editora Ltda, 2002.

WERKEMA, Cristina. Métodos PDCA e DMAIC e Suas Ferramentas Analíticas. Elsevier Brasil, 2013.

WILLIAMS, John. worldfertilizer.com. **Hammer mill updates,** 2019. Disponível em <<https://www.worldfertilizer.com/product-news/17062019/hammer-mill-updates/>>. Acesso em 25 abr. 2022.

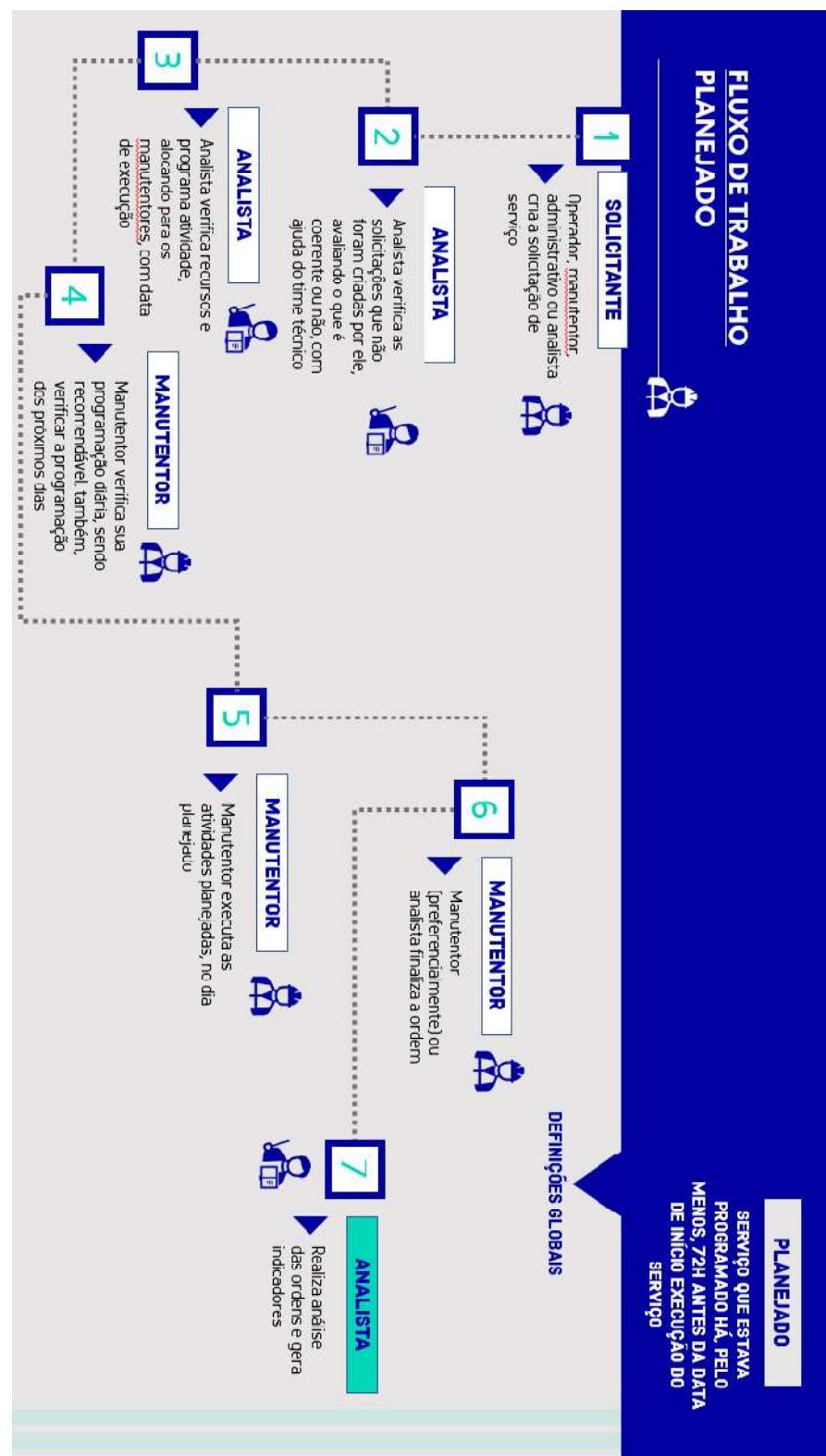
XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a manutenção produtiva: Melhores práticas para eliminar falhas nos equipamentos e maximizar a produtividade.** Falconi Editora, 2014.

YAMAGUCHI, Carlos Toshio. **TPM–Manutenção produtiva total.** São Paulo Del Rei: ICAP, 2005.

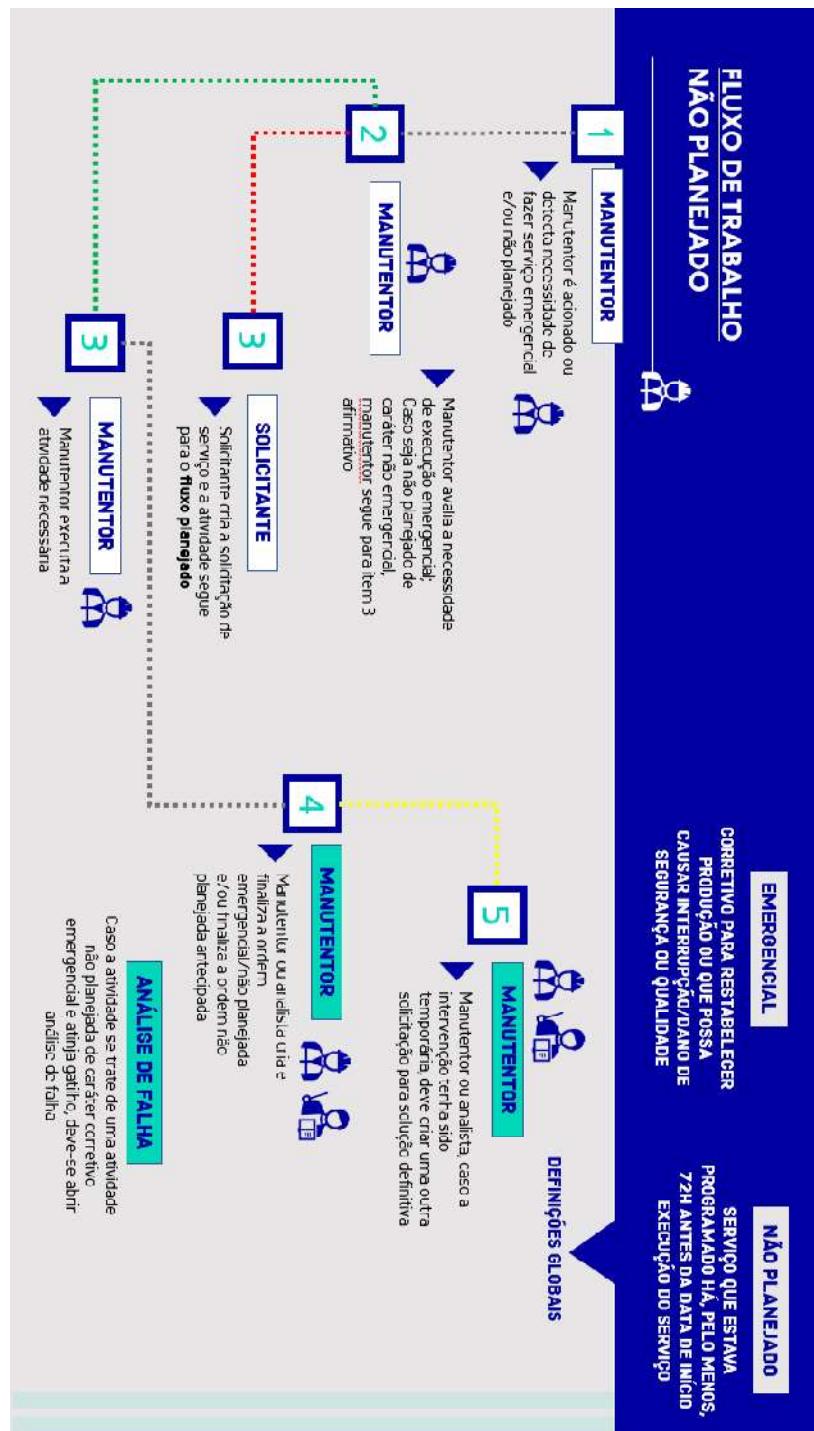
APÊNDICE A – PLANO DE AÇÃO INICIAL

Necessidade ou Ação	Quem?	Indicador	Esforço	Impacto	Matriç
Definir fluxo de trabalho para manutenção	Analista/Coordenador/Gerente	Fluxograma	5	5	25
Definição do modelo de solicitação de serviço	Analista/Coordenador/Gerente	Solicitação de Serviço	5	5	25
Definição do modelo de ordem de serviço	Analista/Coordenador/Gerente	Ordem de Serviço	5	5	25
Criar um banco de dados	Analista	Access/Excel/SQL	5	5	25
Permitir a conversão de solicitação em ordem	Analista	Software	5	5	25
Criar priorização de atividades e prazos para cada etapa	Analista/Coordenador/Gerente	Prazos para cada tipo	4	5	20
No sistema de planejamento, permitir que o analista/planejador faça a programação das ordens	Analista	Software	4	5	20
Coletar dados suficientes para permitir o cálculo de indicadores	Analista	Coleta automática de dados	5	4	20
Permitir acompanhamento de atividades por parte do solicitante	Analista	Software	4	4	16
Criar interface para solicitação de serviços pelo computador	Analista	Software	3	5	15
Criar software que permita que o planejador/analista insira comentários e atualização do andamento	Analista	Software	3	5	15
Criar portal do manutenor, permitindo que o técnico veja suas atividades planejadas	Analista	Software	3	5	15
No portal, permitir que o manutenor consiga finalizar ordens	Analista	Software	3	5	15
No portal, permitir que o manutenor realize o apontamento de atividades emergenciais (feita sem planejamento)	Analista	Software	3	5	15
Criar um meio para que as pessoas possam solicitar o serviço pelo celular ou online	Analista	Forms/Appl de Celular	3	4	12
No sistema de planejamento, permitir que o analista/planejador faça baixa nas ordens	Analista	Software	4	3	12
Definição do modelo de ordem de serviço emergencial	Analista/Coordenador/Gerente	Ordem Emergencial	5	2	10
Permitir dar baixas de ordens pelo celular	Analista	App de Celular	3	3	9
Criar dashboard de indicadores para acompanhamento automático	Analista	Dashboard no PowerBI	3	3	9
Criar forma de acompanhamento de solicitações online	Analista	App de Celular	2	3	6

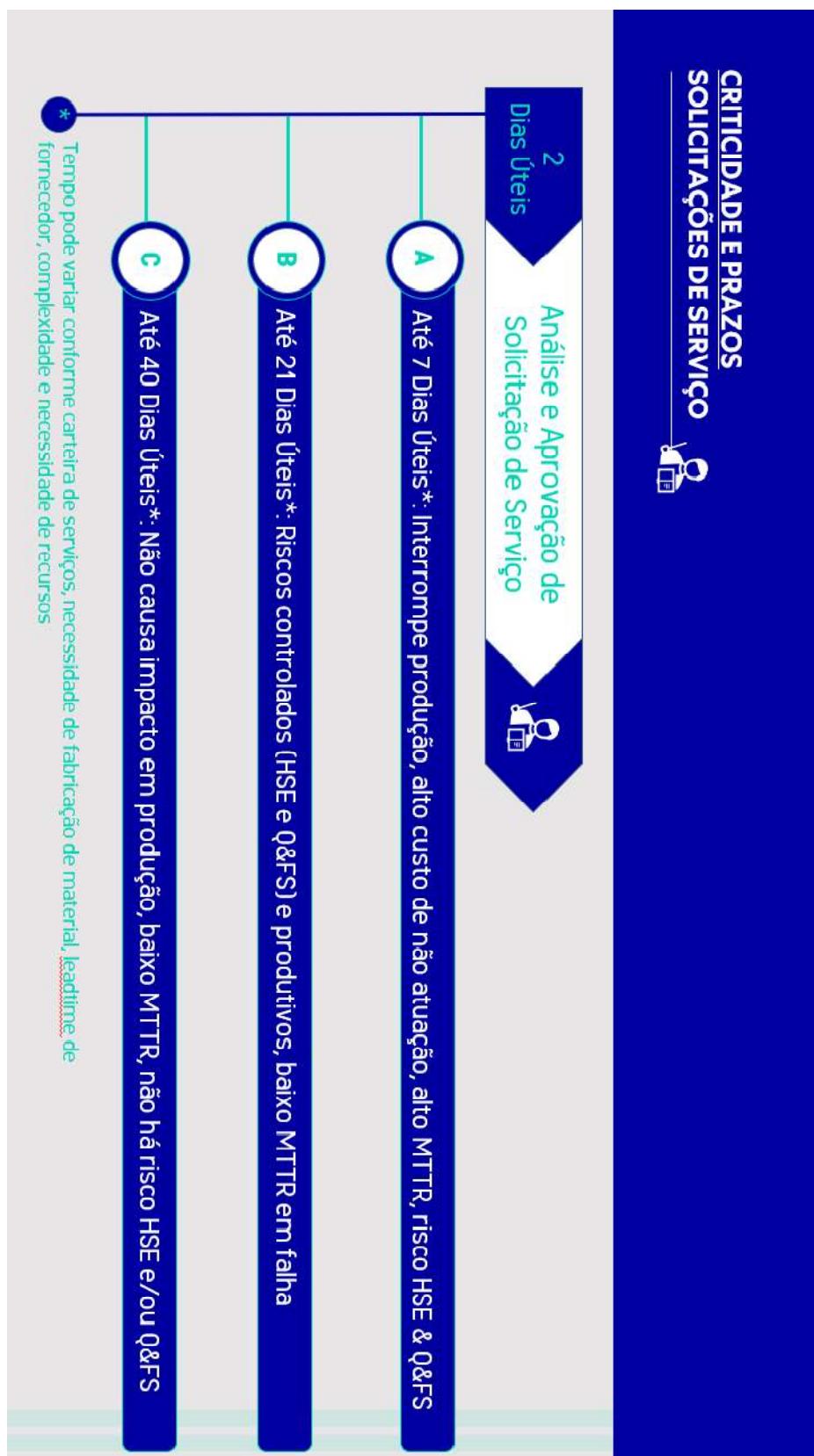
APÊNDICE B – FLUXOGRAMA DE TRABALHO PLANEJADO



APÊNDICE C – FLUXO DE TRABALHO NÃO PLANEJADO



APÊNDICE D – CLASSIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES E PRAZOS



APÊNDICE E – GERENCIAMENTO DE ORDENS E SOLICITAÇÕES

MANTENIMENTO

Detalhamento de Ordem e Menu de Ação

Detalhamento de Ordem

OM/SS OM-385 Ativo ST-1602

Localização Empacotamento

Classificação PM07 - Melhorias

WOH 8 Status NA FILA

Previsão 30/05/2022

Converter em Ordem?

Informações da Solicitação

Na hora de desmontar o disco da estrechadeira para limpeza (elevador de pallets e as duas estrechadeiras), há um risco do varão escapar.

Comentário PCM

Depende de horário de parada no checklist. Serviço que dura o dia inteiro

Confirmar

Programação de Ordem

OM/SS OM-385 Ativo ST-1602

Localização Empacotamento

Data Programada

Classificação PM07 - Melhorias

WOH 8 Reprogramação?

Previsão 30/05/2022

Status NA FILA

Conclusão de Ordem

OM/SS OM-385 Ativo ST-1602

Localização Empacotamento

Data Programada

Classificação PM07 - Melhorias

WOH 8 Tipo

Executante

Informações da Solicitação

Na hora de desmontar o disco da estrechadeira para limpeza (elevador de pallets e as duas estrechadeiras), há um risco do varão escapar.

Instrução de Trabalho

Vá

Vá

Vá

Vá

Concluir

Serviço Executado

Vá

Vá

Vá

Vá

Programar

APÊNDICE F – PORTAL DO MANUTENTOR

Registro de Ordem Emergencial

Nome	<input type="text"/>
Buscar	<input type="button" value=""/>
Ordens de Serviço	<input type="button" value="X"/>
Registrar Ordem Emergencial	<input type="button" value=""/>

Ordem Emergencial

Localização	<input type="text"/>
Ativo	<input type="checkbox"/>
Executante	<input type="text"/>
Turno	<input type="text"/>
Tipo	<input type="text"/>
Data	<input type="text"/>

Descrição da Situação

Conclusão de Ordem

Ticket	OM-381	Ativo	<input type="checkbox"/>
Localização	<input type="text"/>	Tempo	<input type="text"/>
Data Programada	07/05/2022 16:00:00	Classificação	PM01 - Corretiva
W0H	2	Executante	<input type="text"/>

Informações da Solicitação

Instruções de Trabalho

Serviço Executado

Concluir

Serviço Executado

Conclusão de Ordem

APÊNDICE G – AÇÕES PARA PRÓXIMO GIRO DO CICLO PDCA

AÇÃO
Criar log de eventos para rastreamento
Implementar possibilidade de criar uma SS/OM no painel de gerenciamento
Conectar sistema de planejamento com o de compras e relatório de turno
Criar APP, usando PowerApps, para visualizar e dar baixas em ordens pelo celular
Criar dashboard para gerenciamento de indicadores
Realizar documentação do funcionamento e operação do app
Criar comentários no código
Criar manual de processamento lógico/procedimento de manutenção/troubleshooting
Realizar estudo de viabilidade financeira em acionar empresa terceira para formalização
Treinar backups/reservas, em caso de férias ou desligamento do analista
Realizar pesquisa de análise e oportunidades de melhoria, por parte dos usuários
Conectar com as planilhas de segurança
Criar usuário e senha para os manutentores
Emitir relatórios de cada dia
Gerar PDF com lista de atividades programadas
Definição do modelo de ordem de serviço emergencial