

RÁRIKA GONÇALVES NAVES NAKAMURA

**APLICAÇÃO DE ROTINAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE
MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA FACULDADE DE ENGENHARIA
MECÂNICA

2023

RÁRIKA GONÇALVES NAVES NAKAMURA

**APLICAÇÃO DE ROTINAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE
MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES**

Projeto de fim de curso apresentado
ao curso de Graduação em Engenharia
Mecânica na Universidade Federal de
Uberlândia, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheira mecânica.

Área de concentração: Manutenção Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Luciano José Arantes

UBERLÂNDIA - MG

2023

RÁRIKA GONÇALVES NAVES NAKAMURA

**APLICAÇÃO DE ROTINAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE
MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES**

Projeto de fim de curso apresentado
ao curso de Graduação em Engenharia
Mecânica na Universidade Federal de
Uberlândia, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheira mecânica.

Área de concentração: Manutenção Industrial.

Prof. Dr. Luciano José Arantes
Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Leonardo Rosa Ribeiro da Silva
Universidade Federal de Uberlândia

Ma. Ana Paula Moreira de Freitas
Universidade Federal de Uberlândia

Profª. Ma. Rafaela Gomide Corrêa
Universidade Federal de Uberlândia

Dr. Gustavo Henrique Nazareno Fernandes
Pontífica Universidade Católica de Minas Gerais – PUC-MG

UBERLÂNDIA - MG

2023

NAKAMURA, R. G. N. **APLICAÇÃO DE ROTINAS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES**. 2023. 30 p. PFC – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

Resumo

Esse trabalho apresenta um estudo teórico e aplicação prática de planejamento e controle de manutenção para uma planta produtora de fertilizantes revestidos. Foram feitos os cadastros, codificações, mapeamentos e padronizações de todos os equipamentos no sistema de gestão utilizado pela empresa. Após esse procedimento consolidado, com o auxílio dos profissionais de manutenção e operadores de processo da empresa foram criados os planos de manutenção e as rotinas de planejamento e programação das ordens de serviço. Como resultado, tem-se a identificação imediata dos equipamentos, a redução de custos relacionados à manutenção e padronização das rotinas e serviços de manutenção.

Palavras-chave: Planejamento. Controle. Manutenção. PCM. SAP. Mapeamento.

NAKAMURA, R. G. N. **APLICACION OF MAINTENANCE PLANNING AND CONTROL ON A FERTILIZING INDUSTRY**. 2023. 30 p. PFC – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

Abstract

This paper presents a theoretical study and practical application of maintenance planning and control for a coated fertilizer production plant. The records, coding, mapping and standardization of all equipment were carried out in the management system used by the company. After this consolidated procedure, with the assistance of the company's maintenance professionals and process operators, maintenance plans and routines for planning and scheduling work orders were created. As a result, there is the immediate identification of equipment, costs savings related to maintenance and standardization of maintenance routines and work orders.

Keywords: Planning. Control. Maintenance. PCM. SAP. Mapping.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação da organização da manutenção corretiva (KARDEC; NASCIF, 1998).....	4
Figura 2 - Organização e substituição da manutenção clássica (TAVARES, 1996)....	5
Figura 3 - Diagrama de decisão do tipo de manutenção clássica (MIRSHAWA, 1991)	7
Figura 4 - Modelo de uma ordem de trabalho (KARDEC; NASCIF, 1998)	10
Figura 5 - Representação da estrutura de um local de instalação	15
Figura 6 - Árvore de locais de instalação	16
Figura 7 - Árvore de locais de instalação com equipamentos	17
Figura 8 - Gráfico de tipos de notas de manutenção por ano.....	19
Figura 9 - Gráfico de tipos de ordens de serviço por ano.....	22
Figura 10 - Gráfico de divisão de centros de trabalho em ordens de serviço por ano	23
Figura 11 - Parametrização de uma ordem de manutenção (IW32) no SAP PM	24
Figura 12 - Parametrização de uma ordem de manutenção (IW32) no SAP PM	25
Figura 13 - Reserva de materiais em ordem de serviço (IW32) no SAP PM.....	25
Figura 14 - Modelo de programação semanal utilizada na Indústria de Fertilizantes SA	26
Figura 15 - Modelo de programação semanal após preenchimento utilizada na Indústria de fertilizantes SA.....	27
Figura 16 - Fluxograma do processo de manutenção (Documento interno - Empresa de fertilizantes SA, 2022)	28
Figura 17 - Modelo de acompanhamento de indicadores de manutenção.....	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. HISTÓRICO E CONCEITOS DA MANUTENÇÃO	1
2.1. A terotecnologia	2
2.2. Tipos de manutenção.....	3
2.2.1. <i>Manutenção Corretiva</i>	3
2.2.2. <i>Manutenção preventiva</i>	5
2.2.3. <i>Manutenção preditiva</i>	6
2.3. <i>A escolha da manutenção ideal</i>	6
3. PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO	7
3.1. Codificação e Tagueamento	7
3.2. Componentes.....	8
3.3. Ordem de trabalho	8
3.4. Planos de manutenção	11
3.5. Indicadores de desempenho.....	11
3.5.1. <i>MTBF (TMEF)</i>	12
3.5.2. <i>MTTR (TMPR)</i>	12
3.5.3. <i>MTTF (TMPF)</i>	13
3.5.4. <i>Disponibilidade Física (DF)</i>	13
4. SAP	14
5. IMPLANTAÇÃO	15
5.1. Locais de instalação.....	15
5.2. Equipamentos	16
5.3. Notas de serviço	17
5.4. Ordens de serviço	19
5.5. Centros de trabalho.....	22
5.6. Planos de manutenção	23

5.7.	Planejamento e controle de manutenção	24
5.8.	Programação de manutenção	26
5.9.	Fluxograma do processo de manutenção	27
5.10.	Indicadores de manutenção	29
5.10.1.	<i>Quantidade de notas planejadas pendentes</i>	29
5.10.2.	<i>Quantidade de ordens por idade</i>	29
5.10.3.	<i>ICPHH (Indicador de adesão às horas planejadas)</i>	29
5.10.4.	<i>Quantidade de ordens vencidas</i>	30
5.10.5.	<i>ICPOM (Indicador de cumprimento à programação das ordens de manutenção)</i>	30
5.10.6.	<i>Quantidade de notas urgentes pendentes</i>	30
5.10.7.	<i>IQAGM (porcentagem de apontamento da unidade)</i>	30
5.10.8.	<i>Porcentagem de reproprogramações</i>	30
5.10.9.	<i>IQEAM (Indicador de qualidade de execução de atividade de manutenção)</i>	30
5.10.10.	<i>Quantidade de planos vencidos</i>	31
5.10.11.	<i>ICPMP (Indicador de cumprimento dos planos de manutenção programados)</i>	31
5.10.12.	<i>Porcentagem de horas em emergenciais</i>	31
6.	CONCLUSÃO	31
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1. INTRODUÇÃO

A manutenção surgiu, inicialmente, como uma técnica reativa, que visava a lubrificação, limpeza e reparo após a quebra. Porém para acompanhar o desenvolvimento e o aumento das necessidades de consumo da população, o modelo de manutenção tradicional precisou passar por mudanças. Essas mudanças, segundo Alan Kardec e Julio Nascif se deveram principalmente ao aumento na quantidade e variedade dos itens e equipamentos a serem mantidos em funcionamento, ao surgimento de projetos mais complexos e de novas técnicas de manutenção, assim como devido às novas responsabilidades da manutenção, que passou a se preocupar não somente com a substituição de peças quebradas, mas também com os impactos que falhas causam à segurança e ao meio ambiente, e em como aumentar a confiabilidade e disponibilidade impactam na qualidade do produto, além de visar também a redução dos custos de produção.

A manutenção é de extrema importância para o desempenho de um setor, de modo que, para que se tenha um sistema organizado de manutenção, devem-se aliar os procedimentos técnicos com as modernas metodologias gestoras, tendo assim um sistema mais confiável e eficaz de manutenção.

2. HISTÓRICO E CONCEITOS DA MANUTENÇÃO

A manutenção está presente na sociedade desde o início da humanidade. O simples fato de substituir ou afiar a ponta de uma lança utilizada para a caça, pode ser considerado um tipo de manutenção. Porém, essa prática teve mais enfoque a partir do surgimento das primeiras indústrias. Segundo Alan Kardec e Julio Nascif, desde os anos 30, a evolução da manutenção pode ser dividida em 3 gerações. Hoje, outros autores e estudiosos acreditam existir 4, e até 5 gerações. Nesse trabalho abrangeremos apenas as 3 primeiras, propostas por esses autores.

A primeira geração abrange o período antes da segunda guerra mundial, e é marcada principalmente por intervenções corretivas nos equipamentos.

Com a pressão da guerra e a demanda por produtos diversos, houve grande aumento na mecanização e complexidade das instalações industriais, e esse período desde a segunda guerra até os anos 60, é o que Alan Kardec e Julio Nascif definem como a segunda geração. Essa fase da manutenção é marcada pela necessidade de

maior produtividade, e conseqüentemente maior disponibilidade e confiabilidade. Isso resultou no conceito de manutenção preventiva, em que intervenções são feitas a intervalos regulares, a fim de evitar falhas.

A terceira geração é marcada pela manutenção preditiva e acontece após a década de 70. A maior automação industrial dessa época levou também a um aumento no número e na complexidade das falhas, que afetaram a qualidade dos produtos. Também nessa época a segurança e o meio ambiente estavam em foco, e cada vez mais as falhas afetavam esses setores. Outra tendência mundial dessa época é o Just in time, modelo de produção com estoques reduzidos e que dependem do mínimo de pausas na produção possível para atender à demanda. Mais que nunca, há a necessidade de monitorar o melhor momento para a intervenção, visando reduzir o impacto das paradas, sejam elas corretivas ou preventivas, na produção. Daí surgiu a manutenção preditiva.

A seguir serão apresentados alguns conceitos importantes da manutenção.

Para Alan Kardec e Julio Nascif, na manutenção, a falha é a perda de uma função requerida, que por sua vez é a atividade que um componente, equipamento ou sistema desempenha, sob ponto de vista operacional.

Confiabilidade e disponibilidade são palavras que fazem parte do cotidiano da manutenção e é importante que sejam bem caracterizadas:

- Confiabilidade: é a probabilidade que um item possa desempenhar sua função requerida, por um intervalo de tempo estabelecido, sob condições definidas de uso. KARDEC; NASCIF.

- Disponibilidade: é o tempo em que o equipamento, sistema ou instalação está disponível para operar ou em condições de produzir. KARDEC; NASCIF.

A Manutenibilidade é outro conceito importante e é definida como, “a característica de um equipamento ou conjunto de equipamentos que permite, em maior ou menor grau de facilidade, a execução dos serviços de manutenção.” KARDEC; NASCIF.

2.1. A terotecnologia

Segundo Carrijo, o termo terotecnologia surgiu na Inglaterra, mas apesar de sua origem da palavra grega *terein*, que significa tomar conta, não é sinônimo do termo manutenção, e pode ser considerado como uma evolução de conceito, uma vez que

visa a eliminação ou diminuição dos trabalhos de manutenção, por meio de estudos nas áreas de engenharia, finanças, administração, entre outras, analisando o ciclo de vida do conjunto de componentes construtivos.

2.2. Tipos de manutenção

2.2.1. Manutenção Corretiva

Para Julio Nascif Xavier, a manutenção corretiva é a atuação para correção de falha ou desempenho menor que o esperado. De acordo com Raposo, uma vantagem desse tipo de manutenção é a não exigência de acompanhamentos e inspeções nas máquinas. Como desvantagens, tem-se a necessidade de se trabalhar com estoques, a possibilidade de as máquinas falharem durante os horários de produção e necessidade de manter máquinas reserva.

A manutenção corretiva não planejada é a correção da falha de maneira aleatória, ou seja, a correção da falha ou desempenho menor que o esperado após a ocorrência do fato. Esse tipo de manutenção implica em altos custos, pois, causa perdas de produção e, em consequência, os danos aos equipamentos é maior.

A manutenção corretiva planejada, por outro lado, é a correção esperada de uma determinada falha. Sabe-se que a falha irá ocorrer e, por motivos diversos (custos, dificuldade de monitoramento, aleatoriedade da falha e manutenibilidade), planeja-se a substituição do componente quando ele vier a falhar. Por ser esperada e, geralmente, de simples resolução, esse tipo de manutenção é menos onerosa que a corretiva não programada, e muitas vezes que a preditiva também.

Apesar de rudimentar, para Kardec e Nascif, a organização corretiva necessita de:

- Pessoal previamente treinado para atuar com rapidez e proficiência em todos os casos de defeitos previsíveis e com quadro de horários bem definidos;
- Existência de todos os meios materiais necessários para a ação corretiva, como aparelhos de medição e teste adaptados aos equipamentos existentes e disponíveis, rapidamente, no próprio local;
- Existência de ferramentas necessárias para todos os tipos de intervenções necessárias que se convencionou realizar no local;

- Existência de manuais detalhados de manutenção corretivas referentes aos equipamentos e às cadeias produtivas, e sua fácil acessibilidade;
- Existência de desenhos detalhados dos equipamentos e dos circuitos, que correspondam às instalações, atualizados;
- Almoxarifado racionalmente organizado, em contato íntimo com a manutenção e contendo, em todos os instantes, bom número de itens acima do ponto crítico de encomenda;
- Contratos bem estruturados, estabelecidos com entidades nacionais ou internacionais, no caso de equipamentos de alta tecnologia cuja manutenção local seja impossível;
- Reciclagem e atualização periódicas dos chefes e dos técnicos de manutenção;
- Registros dos defeitos e dos tempos de reparo, classificados por equipamentos e por cadeias produtivas (normalmente associadas a cadeias de manutenção);
- Registro de perdas de produção (efetuando de acordo com a operação-produção) resultantes das paradas devidas a defeitos e a parada para manutenção.

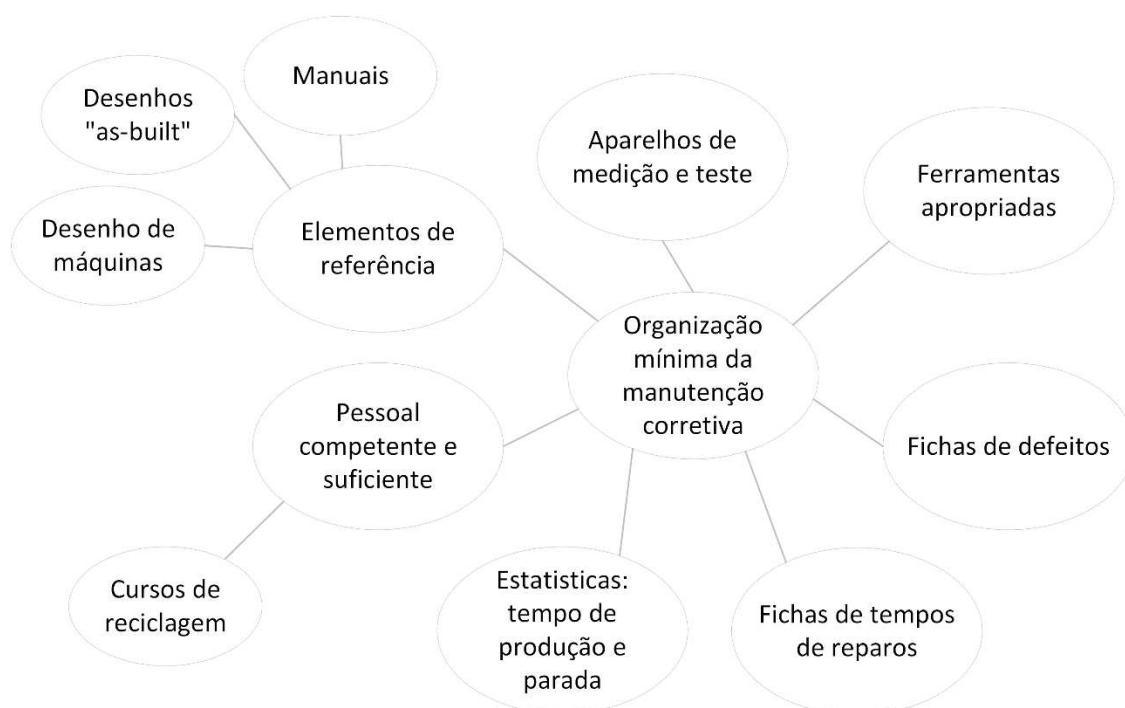


Figura 1 - Representação da organização da manutenção corretiva (KARDEC; NASCIF, 1998)

2.2.2. Manutenção preventiva

Segundo Branco Filho e Acuri Filho, a manutenção preventiva engloba as atividades executadas para prevenir, detectar e/ou corrigir defeitos, dentro de periodicidades estipuladas a partir de uma quantidade pré-determinada de unidades de uso. Tais atividades podem ser classificadas em três grandes grupos de tarefas, com as seguintes finalidades principais:

- Inspeções (trabalhos de 1ª linha): São verificações, ajustes e regulagens com periodicidade baixa (geralmente diárias ou semanais), incluindo eventuais reparos rápidos. Isso permite a preservação de especificações e a detecção de irregularidades de maneira mais rápida, o que permite a programação dos reparos pertinentes.
- Testes ou ensaios (Trabalhos de 2ª linha): São medições de parâmetros ou grandezas pré-definidas, realizadas segundo uma periodicidade média (mensal, trimestral), para avaliação do estado geral do ativo. Permite a detecção de valores diferentes do esperado, o que pode indicar problemas mais severos.
- Revisões gerais (Trabalhos de 3ª linha): São desmontagens de equipamentos e sistemas para inspeção dos componentes e reparo ou substituição daqueles fora de especificação, realizados dentro de uma periodicidade longa (semestral, anual).

Utilizando como base a obras de Tavares e a NBR 5462, é possível visualizar a diferença entre as manutenções corretiva e preventivas, conforme mostrado na figura abaixo:



Figura 2 - Organização e substituição da manutenção clássica (TAVARES, 1996)

2.2.3. Manutenção preditiva

Para Nunes, a manutenção preditiva é o tipo de manutenção em que os parâmetros de controle do equipamento são submetidos a um monitoramento contínuo durante o funcionamento normal. Também pode ser definida, segundo Xavier, como a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática, que pode envolver inspeções periódicas, medições, leituras, sondagem, rondas etc.

Independente da abordagem, segundo Tavares, a vantagem da manutenção preditiva é que se aproveita ao máximo a vida útil dos componentes do ativo, permitindo a programação da reforma e substituição apenas das peças comprometidas. Porém, as desvantagens desse tipo de manutenção, são a necessidade de acompanhamentos e inspeções periódicas, por meio de instrumentos específicos de monitoramento, o que acarreta aumento de custos e necessidade de profissionais especializados para esse serviço.

2.3. A escolha da manutenção ideal

Segundo Riss, a escolha da metodologia de manutenção ideal para cada equipamento deve estar ancorada numa análise de custo-benefício, sempre levando em conta os seguintes fatores:

- Tipo e importância do equipamento na cadeia produtiva
- Existência de equipamento(s) reserva(s) ou redundante(s)
- Idade e expectativa de vida útil
- Características do processo de diligenciamento de sobressalentes
- Consequências e eventuais falhas sobre a segurança do pessoal, da instalação, do processo e do meio ambiente
- Valor de perda de produção por indisponibilidade operacional, calculada em função dos requisitos de qualidade, prazos de entrega e outras exigências contratuais relativas ao produto – ou serviço – final.

O esquema a seguir, proposto por Mirshawa, representa de maneira simplificada o processo de decisão.

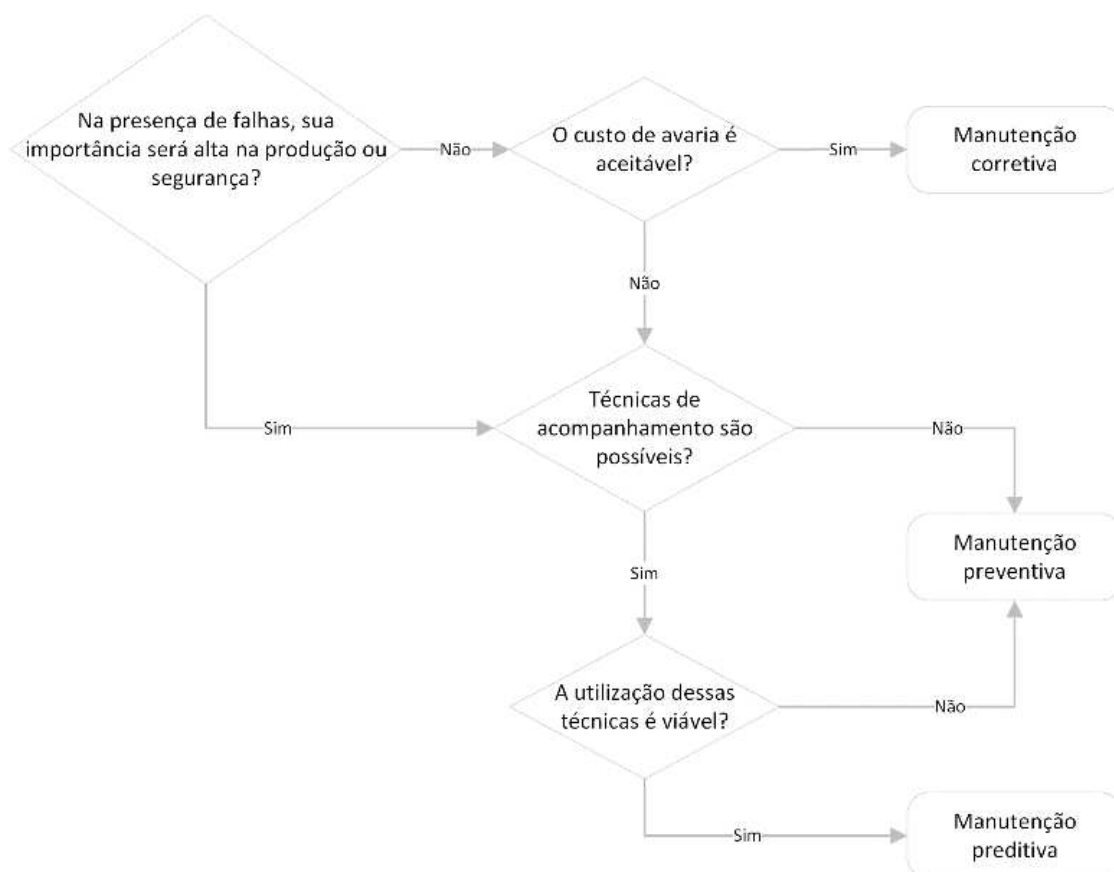


Figura 3 - Diagrama de decisão do tipo de manutenção clássica (MIRSHAWA, 1991)

3. PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO

3.1. Codificação e Tagueamento

A codificação dos equipamentos é de grande importância para garantir a organização e controle das manutenções. A palavra *Tag*, do inglês, significa etiqueta de identificação e cada vez mais torna-se necessário a utilização desse recurso devido à necessidade dos controles setorizados para que se possa planejar e programar a manutenção de uma forma mais rápida e racional, além de se conseguir extrair informações estratificadas por *Tag*.

Segundo Silva, cada equipamento deve possuir um “endereço” exclusivo, não podendo haver duplicatas. Para uma identificação mais rápida do equipamento, o tagueamento deve seguir uma lógica, seja a ordem da linha de produção, agrupar equipamentos semelhantes, ou outra que o manutentor julgar adequado. Além disso, é importante que os equipamentos em área estejam identificados, a fim de evitar enganos e divergência de informações.

Com a codificação dos equipamentos, é possível manter registro dos históricos de manutenção e, a partir da análise destes, prever futuras intervenções, verificar custos com cada equipamento e dessa maneira conseguir tomar decisões estratégicas com embasamento.

A identificação dos equipamentos é também prevista em norma, e esse inventário de máquinas e equipamentos deve estar sempre atualizado, conforme descrito no item 12.153 da NR-12:

“O empregador deve manter inventário atualizado das máquinas e equipamentos com identificação por tipo, capacidade, sistemas de segurança e localização com representação esquemática, elaborado por profissional qualificado ou legalmente habilitado.”

3.2. Componentes

“Equipamentos não falham; as falhas ocorrem nos componentes. [...] um programa de manutenção efetivo deve levar em consideração os desgastes presentes nos componentes críticos, ao invés de se concentrar no equipamento como um todo”. Esse trecho do livro de Kardec e Nascif evidenciam a importância dos componentes para a manutenção.

A lista técnica é uma lista que contém os componentes críticos e os de reposição de um equipamento, e é de suma importância em uma indústria. Quando ocorre uma falha não planejada em um componente e não há registro de modelo e fabricante, ou essa peça em sobressalente no estoque, o trabalho da manutenção é muito maior e mais demorado. Com a lista técnica cadastrada, o tempo para intervenção da manutenção reduz drasticamente, já que as informações estão todas listadas de maneira organizada por equipamento.

É importante sempre manter um estoque mínimo de componentes críticos para corretivas planejadas e emergenciais, e para manutenções preventivas nos equipamentos. Com o planejamento das atividades, a manutenção consegue controlar os custos e atuar de maneira mais assertiva nas falhas.

3.3. Ordem de trabalho

Todas as intervenções realizadas pela equipe de manutenção devem sempre ser solicitadas através da emissão de requisições de trabalho. Ao verificar uma não

conformidade ou atividade a ser executada pela manutenção, o requisitante – que muitas vezes é o próprio operador – abre uma solicitação de manutenção, contendo o equipamento em que será feita a intervenção e uma descrição do que está sendo solicitado à manutenção. Essa solicitação é tratada posteriormente em uma ordem de trabalho, mas, segundo Kardec e Nascif, antes de ser inserida no sistema, a manutenção deve avaliar os seguintes pontos:

- A solicitação é procedente?
- Qual a sua prioridade?
- O serviço de enquadra na manutenção do dia a dia ou requer parada?
- O serviço é atividade de manutenção?

É de extrema importância que o planejador filtre os serviços solicitados e programe apenas os que se justifiquem.

Ainda segundo nascif e Kardec, após essa análise crítica, a solicitação se transforma em ordem de serviço, e recebe um número único de referência e a prioridade que foi definida para o serviço. O planejador então, insere informações importantes para a execução da atividade, como:

- Equipamento a reparar
- Intervenção a efetuar
- Operação elementar a efetuar
- Composição da equipe de trabalho
- Data de início e fim
- Tempo previsto para a execução
- Peças de reposição e requisições ao almoxarifado
- Ferramentas a usar no reparo
- Indicações de materiais de proteção (EPI's – Equipamento de proteção individual)

A visão geral desses pontos é de grande importância para garantir a produtividade e evitar que seja desperdiçado tempo de serviço procurando por um material que será necessário para o serviço, ou uma ferramenta que não se encontra na bolsa padrão daquele executante, por exemplo. A falta de detalhamento na ordem de serviço leva a atrasos na execução do serviço, e em alguns casos ao surgimento de um cenário

que não foi previamente avaliado, e que pode, inclusive, afetar a conclusão da tarefa ou a segurança do executante.

Durante a programação das atividades é que se decide quais serão as ordens de serviço que serão atendidas nos próximos dias, levando em conta a prioridade, data da solicitação de manutenção, recursos disponíveis e liberação da produção.

Ao fim da atividade, o executante então preenche a ordem de trabalho com:

- Tempo gasto na atividade
- Peças ou materiais adicionais que foram gastos
- Relato sintético de anomalias verificadas e não previstas.

A figura abaixo representa um modelo de ordem de trabalho utilizada no Brasil, contendo informações pertinentes para alimentar o sistema de manutenção utilizado em uma empresa:

ORDEM DE TRABALHO

Nº O.T.: _____

Equipamento: _____

Código: _____ Fabricante: _____

Localização: _____ Modelo: _____

N.º de Série: _____ N.º de identificação: _____

Data de início: ____/____/____ Data de Término: ____/____/____

Tempo de execução previsto: _____

Tipo de serviço:

() Corretivo () Preventivo () Diagnostico () Outro

Prioridade do serviço:

() Grau 0 () Grau 1 () Grau 2 () Grau 3

Descrição do serviço:

Figura 4 - Modelo de uma ordem de trabalho (KARDEC; NASCIF, 1998)

Ordens de serviço podem ser bloqueadas nos seguintes casos:

- Falta de material

- Falta de informação
- Falta de ferramentas
- Necessidade de serviço externo
- Falta de liberação

Fica na responsabilidade do planejador avaliar e resolver a causa do bloqueio para que a atividade possa ser programada. Também é responsabilidade do planejador:

- Controle do backlog, que, segundo Tavares, é o tempo que a equipe de manutenção deverá trabalhar para executar os serviços pendentes, supondo que não cheguem novos pedidos ou Ordens de Serviço durante a execução dessas pendências. É a carteira de serviços para manutenção, de acordo com sua carga horaria, que pode ser subdividida por especialidade.
- Acompanhar o cumprimento da programação, ou seja, se os serviços programados estão sendo executados, e se não, chegar ao porquê.
- Acompanhar os desvios em relação ao tempo de execução previsto e, em casos de desvios muito grandes, analisar se é necessário ajustar o tempo previsto no sistema para que as próximas atividades possam ser programadas de maneira mais assertiva.

Após a execução do serviço, é importante registrar o que foi feito e quais recursos foram utilizados, para gerar o custo real da atividade e manter o histórico da intervenção para futuras referências.

3.4. Planos de manutenção

São relações detalhadas das intervenções da manutenção e dos intervalos em que devem ser efetuados. Os planos mais comuns, segundo Cabral, são de inspeção rotineira, de manutenção preventiva, de manutenção preditiva, de inspeção para atendimento de normas, de lubrificação e calibração. Estes serviços são baseados em recomendações do fabricante, experiência pessoal dos especialistas, histórico dos equipamentos, sazonalidade do negócio, oportunidades de programação da produção e nivelamento dos recursos.

3.5. Indicadores de desempenho

Indicadores de desempenho na manutenção, segundo Rosa e Branco Filho, são dados estatísticos a respeito da performance, qualidade e desempenho, a fim de

medir a capacitação técnica e desempenho de máquinas e de pessoas, além das consequências financeiras, administrativas e reflexos sobre os processos produtivos.

Uma das funções do PCM segundo Viana, é monitorar e avaliar as necessidades da planta para determinar quais índices serão medidos, pois um índice utilizado numa empresa pode não servir a outra.

Segundo Tavares, os chamados “Índices Classe Mundial” são aqueles utilizados segundo a mesma expressão em todos os países. Dos seis “Índices Classe Mundial”, quatro se referem à análise da gestão de equipamentos e dois que se referem à gestão de custos. São eles:

3.5.1. MTBF (TMEF)

Do inglês *Mean Time Between Failures*, ou em português Tempo Médio Entre Falhas (TMEF). Segundo Cabral, este índice mostra, para determinado equipamento, o tempo médio de bom funcionamento, ou seja, o tempo que decorre, em média, entre duas falhas consecutivas, ou ainda o tempo médio entre manutenções corretivas.

Este índice é dado por:

$$TMEF = \frac{HD}{NC}$$

Onde:

- HD é a soma das horas disponíveis do equipamento para a operação;
- NC é o número de intervenções corretivas neste equipamento no período.

De acordo com Viana, através deste índice pode-se observar o comportamento da maquinaria, diante das ações mantenedoras. Caso este valor cresça ao longo do tempo, será um bom sinal para a manutenção, pois o total de horas disponíveis para a operação aumenta, o número de intervenções corretivas diminui ou ambos os fatores.

3.5.2. MTTR (TMPR)

Do inglês *Mean Time To Repair*, ou em português Tempo Médio Para Reparo (TMPR). Segundo Cabral, Este índice mostra o tempo médio necessário para reparar uma avaria, ou ainda, a média dos tempos de intervenção corretiva. Agregação então

os tempos necessários para diagnosticar a falha, reunir os recursos necessários, efetuar o reparo, testar e entregar o equipamento.

Este índice é dado por:

$$TMPR = \frac{HIM}{NC}$$

Onde:

- HIM é a soma de horas de indisponibilidade para a operação devido à Manutenção;
- NC é o número de intervenções corretivas neste equipamento no período.

De acordo com Viana, através deste índice pode-se ver que quanto menor ele for ao longo do tempo, melhor o andamento da manutenção, pois os reparos corretivos impactem menos na produção.

3.5.3. MTTF (TMPF)

Do inglês *Mean Time To Failure*, ou em português Tempo Médio Para a Falha. Segundo Branco Filho, é a média dos tempos entre a entrada em funcionamento até a falha de itens não reparáveis. A diferença entra TMEF e TMPF é que no primeiro o sistema é reparado e no segundo a peça ou equipamento é substituído ou descartado.

Este índice é dado por:

$$TMPF = \frac{HD}{NF}$$

Onde:

- HD é a soma das horas disponíveis do equipamento para a operação;
- NF é o número de falhas detectadas em componentes não reparáveis.

3.5.4. Disponibilidade Física (DF)

De acordo com Branco Filho, a disponibilidade física é a capacidade de um item para desenvolver sua função em um determinado momento, ou durante um determinado período, nas condições e rendimento definidos.

De acordo com Kardec e Nascif, a disponibilidade é a relação entre o tempo em que o equipamento ou instalação ficou disponível para produzir em relação ao tempo total. Segundo Viana, o cálculo da disponibilidade varia de um setor produtivo

para outro e até de uma empresa para outra. Ela representa o percentual de dedicação para operação de um equipamento, ou de uma planta, em relação às horas totais do período.

Este índice é dado por:

$$DF = \frac{HT}{HG} \times 100\%$$

Onde:

- HT é o total de horas trabalhadas;
- HG é o total de horas no período. Engloba os tempos de funcionamento, de reparação e de espera no período.

A disponibilidade também pode ser calculada por:

$$Disponibilidade = \frac{TMEF}{(TMEF + TMPR)}$$

Este índice é bastante importante para a manutenção, pois se tem como objetivo disponibilizar o maior número de horas possível para operação.

4. SAP

De acordo com Kardec e Nascif, no Brasil, os sistemas de planejamento e controle de manutenção eram todos manuais até 1970. Foi só a partir dessa data que teve início a utilização de computadores, que eram utilizadas apenas para aplicações corporativas em empresas grande porte, devido ao elevado custo de implantação dos sistemas de gestão.

Ainda segundo esses autores, a tendência moderna é que toda empresa esteja interligada e os dados de uma área sejam facilmente acessados por qualquer das outras áreas.

O sistema SAP é um software empresarial que possui vários módulos, de modo que se adequam a empresas de diferentes portes e ramos. Nele são reunidas todas as informações das áreas de uma empresa: financeiro, qualidade, contabilidade, produção, suprimentos, comercial, manutenção, tudo isso em tempo real e de maneira confiável e segura.

O ERP (Enterprise resource planning) é um sistema software que auxilia todas as áreas de um negócio, suportando automação e processos em finanças, recursos humanos, produção, manutenção, qualidade entre outros. O sistema ERP possui uma base de dados unificada, que centraliza as informações para que seja consistente independente de qual área acessa a base de dados. Permite também a automação de tarefas repetitivas, assim como geração de documentos padrão para os diversos setores

O Módulo PM (Plant Maintenance) é um módulo do SAP que permite o gerenciamento na área de manutenção que tem por objetivo estruturar e correlacionar todas as informações contidas na manutenção.

5. IMPLANTAÇÃO

5.1. Locais de instalação

Os locais de instalação são a representação física das áreas da empresa, que tem como objetivo setorizar e organizar os equipamentos, de modo a facilitar o gerenciamento de custos e operações. Ele é expresso a partir de um código único que mapeia toda a unidade. A Indústria de fertilizantes SA, adotada a organização da estrutura conforme representação abaixo:



Figura 5 - Representação da estrutura de um local de instalação

No SAP, para visualizar os locais de instalação cadastrados é necessário utilizar o comando IH01, conforme a figura abaixo.

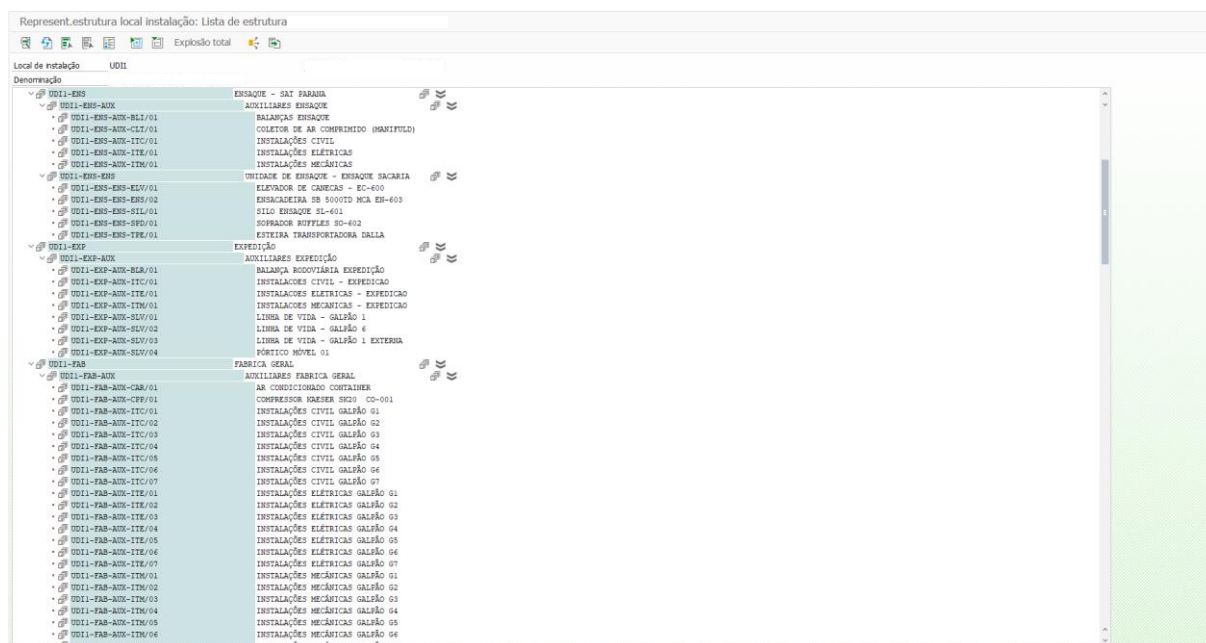


Figura 6 - Árvore de locais de instalação

Durante o período de estudo e implantação das práticas de PCM (Planejamento e Controle de Manutenção), foi feito o levantamento de todos os setores e equipamentos da unidade fabril, e 100% desses locais de instalação foram cadastrados no SAP. Importante observar que sempre que um novo setor é adicionado ou desativado, as modificações devem ser feitas no sistema SAP para manter um histórico confiável.

5.2. Equipamentos

Quando um equipamento é adquirido por uma empresa e se torna parte de um sistema produtivo, ele automaticamente faz parte, também, de um sistema de manutenção. O centro de custo do setor responsável é atrelado ao equipamento, e os custos de manutenção dos mesmos são repassados para esse centro de custo.

Nesse momento de aquisição é necessário criar uma identificação para o equipamento, a fim de evitar quaisquer erros na abertura de notas de manutenção ou lançamento de custos.

Podem ser considerados equipamentos quaisquer máquinas que compõem o processo produtivo e são passíveis de manutenção, como por exemplo motores, válvulas, impressora e ares-condicionados. Os equipamentos são alocados nos locais de instalação, como pode ser visto na figura abaixo. O número associado a cada equipamento é sequencial e gerado pelo próprio SAP.

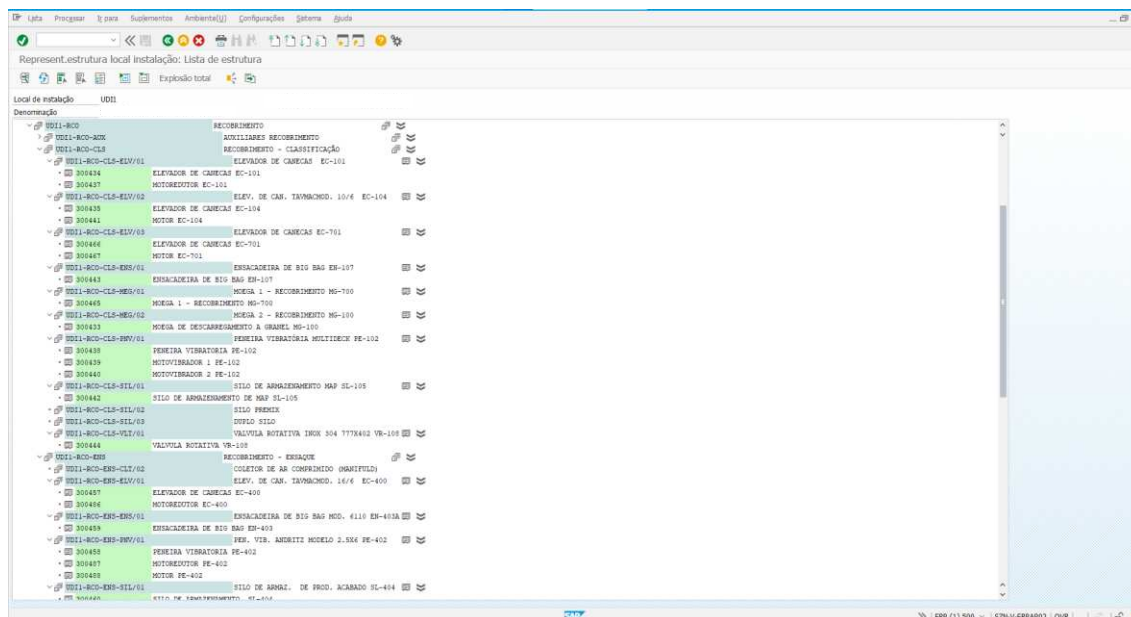


Figura 7 - Árvore de locais de instalação com equipamentos

Ao criar o equipamento no SAP é possível adicionar detalhes de fabricante, peso, número de série e outros diversos campos que ajudam a identificar o item. Caso um equipamento seja substituído, mesmo que por outro idêntico em modelo, o antigo código deve ser desativado e um novo código gerado, para que o histórico de manutenções e intervenções, trocas e reparos seja individualizado.

Estima-se nos relatórios internos da empresa que, durante o período de estudo desse projeto, foram cadastrados cerca de 80% dos equipamentos da unidade, respeitando a ordem de priorização definida pelos supervisores de área. Os demais 20%, no momento de conclusão desse trabalho estavam na fase de levantamento de dados técnicos para posteriormente serem enviados ao SAP.

5.3. Notas de serviço

As notas de serviço são o primeiro registro da necessidade de manutenção. Com base na nota, cria-se a ordem de manutenção, que será melhor detalhada posteriormente. As notas são abertas pelos solicitantes, que pode ser qualquer pessoa dentro da empresa que identifique uma não conformidade ou possível melhoria.

De acordo com um documento interno da Empresa de Fertilizantes SA, existem 6 tipos de notas parametrizadas no SAP, apresentadas abaixo:

- N1 – Manutenção corretiva funcional: as notas tipo N1 são abertas quando ocorre falha funcional em algum equipamento, ou quando há risco grave e iminente à integridade da vida humana, do meio ambiente ou dos ativos;
- N2 – Manutenção corretiva planejada: as notas tipo N2 são abertas quando ainda não houve falha funcional, pode ser realizada de forma planejada através do provisionamento prévio dos recursos (técnicos e financeiros);
- N3 – Manutenção autônoma: as notas tipo N3 são abertas para atender uma recomendação de reparo de anomalia detectada por um plano periódico de inspeção sensível;
- N4 – Manutenção preventiva: as notas tipo N4 são abertas para atender uma recomendação de reparo de anomalia detectada por um plano de inspeção preditivo ou plano periódico de calibração, ou ainda por um plano periódico de manutenção preventiva, que engloba lubrificação, pequenos ajustes e trocas de peças por tempo fixo, horímetro ou batelada;
- N5 – Modificações e suporte: as notas tipo N5 são destinadas a registrar melhorias e modificações em equipamentos ou instalações que ainda não apresentam falhas ou deterioração, ou para registrar a necessidade de apoio a atividades que não envolvam reparo ou restauração de ativos, como por exemplo treinamentos, levantamentos e apoio a setup;
- N6 – Análise de falha: as notas tipo N6 são abertas para formalizar o evento de análise de causa raiz e alocação das horas do executante que participou da análise.

Antes da implementação das rotinas de manutenção, em 2020, existiam apenas as notas N1 e N2, sendo que a maior parte das notas de manutenção eram abertas como N1, pois essa classificação não era clara para os solicitantes. Durante o ano de 2021 percebeu-se a necessidade de uma maior distinção entre os tipos de solicitação a fim de possibilitar análises críticas acerca dos tipos de serviço mais requisitados para manutenção. Por isso, no início de 2022, foram implementados os 5 tipos de notas de manutenção vistos acima. Foi aplicado um treinamento inicial, com reciclagem semestral para todos os requisitantes, orientando acerca do tipo de nota correto para cada serviço necessário. Passado o período de adaptação, sempre que uma nota é aberta com o tipo errado, ela é recusada e cabe ao solicitante a reabertura com o tipo de nota correto. Ainda há espaço para melhora, já que até meados de 2023

a equipe de manutenção não abria notas para reparos preventivos, utilizando as ordens de inspeção para apontamento de correções identificadas nas inspeções. Prevê-se que no próximo ano haja mais notas abertas com o tipo N4, que são as preventivas decorrentes de inspeções nos equipamentos.

A evolução do cenário de notas de manutenção pode ser vista no gráfico abaixo:



Figura 8 - Gráfico de tipos de notas de manutenção por ano

5.4. Ordens de serviço

As notas de manutenção se transformam em ordem de serviço quando o planejador responsável insere informações sobre o problema ocorrido. Essas informações consistem em: detalhamento do problema, alocação de pessoas e horas, reserva ou compra de materiais do almoxarifado. Existem 14 tipos de ordem de serviço segundo o documento interno dessa empresa estudada, são elas:

- OM01 – Manutenção corretiva funcional: é um serviço não planejado e não programado que decorre de uma falha funcional, quando a atividade operacional está inviabilizada ou há risco iminente à vida humana ou ao meio ambiente. É decorrente de notas de manutenção do tipo N1;
- OM02 – Manutenção preventiva sistemática: é um serviço planejado e programado, sem a ocorrência da falha funcional e com ou sem falha potencial, realizada com uma frequência pré-estabelecida que pode ser no tempo, no ciclo, por batelada ou outras medições. Essa atividade envolve tarefas

sistêmicas, como ajustes ou troca de peças. É decorrente de planos de manutenção previamente parametrizados no SAP;

- OM03 – Manutenção preditiva sensitiva: é um serviço planejado e programado realizado com uma frequência pré-estabelecida, para identificar falhas potenciais, realizada através de inspeções utilizando uma lista de verificações (checklist) e os sentidos humanos. É decorrente de planos de manutenção previamente parametrizados no SAP;
- OM04 – Manutenção preditiva instrumentada ou monitorada: é um serviço planejado e programado, realizado com uma frequência pré-estabelecida, para identificar falhas potenciais, realizada com o uso de instrumentos de medição. São atividades realizadas por empresas especializadas (terceirizadas) e internamente por equipes capacitadas. Deve ser gerado um relatório com uma conclusão final (com ou sem recomendações de reparos). É decorrente de planos de manutenção previamente parametrizados no SAP;
- OM05 – Manutenção preventiva por condição: é um serviço planejado decorrente de anomalias identificadas durante inspeções ou preventivas periódicas, com o objetivo de antecipar a falha funcional e permitir a medição da evolução da falha potencial. É decorrente de notas de manutenção dos tipos N3 e N4, dependendo da natureza da origem da ocorrência;
- OM06 – Calibração: é um serviço realizado para garantir as condições especificadas de um equipamento de medição, dentro dos padrões estabelecidos. A Calibração garante a veracidade da medição por um certo período, portanto, deve ser realizada periodicamente com frequência pré-estabelecida. É decorrente de planos de manutenção previamente parametrizados no SAP;
- OM07 – Projetos de engenharia: tipo de ordem utilizado pelo setor de projetos para alocação de custos de mão de obra e materiais que são realizados por meio de uma solicitação de investimento. Não é utilizada pela manutenção;
- OM08 – Melhorias e modificações: é um serviço de pequenas modificações com o propósito de melhorar de forma gradual e continua os equipamentos para além das suas especificações originais. É decorrente de notas de manutenção do tipo N2;

- OM09 – Serviços de suporte: é um serviço de apoio realizado pela equipe de Manutenção, caracterizado como rotina frequente de ocorrência, exemplos: apoio a Produção no Setup; mobilização da equipe para eventos administrativos; treinamentos e outros. É decorrente de notas de manutenção do tipo N5;
- OM10 – Apoio ao projeto: é um serviço realizado pela equipe de Manutenção em apoio ao setor de Projetos. São estudos de projetos e levantamentos técnicos diversos, para todas as áreas; exemplos: Operação; Projeto; P&D – Processo e outras áreas. É decorrente de notas de manutenção do tipo N2;
- OM11 – Melhorias de segurança: é um serviço realizado pela equipe de Manutenção para suporte ao setor de Segurança do Trabalho, abrangendo as áreas operacionais; infraestrutura e administrativas. É decorrente de notas de manutenção do tipo N2;
- OM12 – Melhorias meio ambiente: é um serviço realizado pela equipe de Manutenção para suporte ao setor de Meio Ambiente, abrangendo as áreas operacionais; infraestrutura e administrativas. É decorrente de notas de manutenção do tipo N2;
- OM13 – Suporte a paradas: é um serviço de apoio realizado pela equipe de manutenção relacionado a levantamentos, reuniões ou outras atividades relacionadas a paradas programadas, sem intervenções nos equipamentos e instalações. É decorrente de notas de manutenção do tipo N2.
- OM14 – Manutenção corretiva planejada: é um serviço imprevisto identificado aleatoriamente sem uma frequência pré-estabelecida após a ocorrência de uma falha potencial. Deve ser programada e executada antes da falha funcional. É decorrente de notas de manutenção do tipo N2.

Assim como os solicitantes de notas de serviço, os planejadores de manutenção também passaram por treinamentos acerca do tipo de ordem de serviço adequada para cada atividade. Esse treinamento, tornou os dados de manutenção mais confiáveis, e a evolução pode ser vista abaixo.

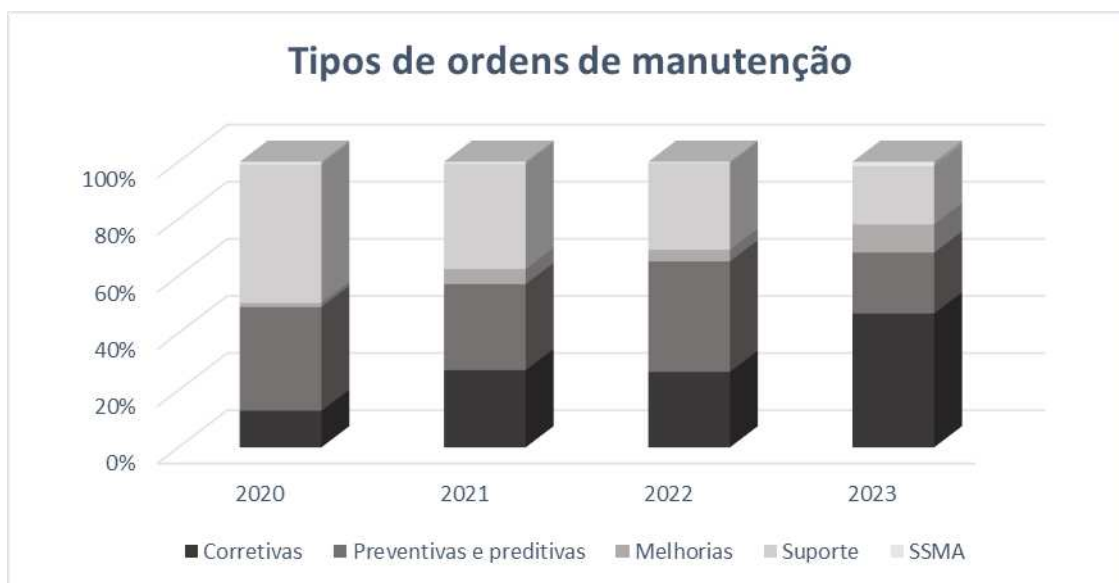


Figura 9 - Gráfico de tipos de ordens de serviço por ano

As preventivas e preditivas foram agrupadas nesse gráfico, pois até início de 2023 não havia distinção entre elas

A redução na porcentagem de preventivas do ano de 2022 para 2023, se deve principalmente ao saneamento dos planos de manutenção cadastrados no SAP, e o aumento das corretivas nesse mesmo período, ocorreu ao classificar corretamente as notas de manutenção a partir do treinamento recebido. Além disso, nos anos de 2020 e 2021 os executantes de manutenção muitas vezes executavam serviços sem abertura de notas ou ordem de manutenção, pois nessa época não havia planejamento de atividades semanais, e os serviços eram muitas vezes executados sob demanda direta da produção, sem passar pelo SAP.

5.5. Centros de trabalho

O centro de trabalho é o setor responsável pela execução das atividades de manutenção. Com ele é possível observar onde se concentram as demandas de serviços, e a partir disso definir como será a composição da equipe de manutenção. Existem 3 grandes centros de trabalho na unidade, são eles:

- **MAN-MEC** – Manutenção mecânica: envolve todos os elementos de construção mecânica universal, incluindo: peças, conjuntos de peças, equipamentos, tubulações e estruturas em aço carbono, derivados e ligas. Também são incluídos os materiais “sólidos” alternativos ao aço carbono: plásticos e derivados, PRFV e outros. Derivados desse centro, estão inseridos

os Centros de Trabalho: da oficina mecânica, caldeiraria, usinagem, laminação e outras oficinas de tratamento (transformação) mecânico.

- MAN-ELE – Manutenção elétrica: envolve todos os elementos de construção elétrica, eletrotécnica, eletrônica e instrumentação elétrica-eletrônica. Derivados desse centro estão inseridos os Centros de Trabalho: da oficina elétrica, eletrônica e instrumentação
- MAN-CIV – Manutenção civil: envolve todos os elementos de construção civil, pintura, conservação predial, mobiliária e fabril. Derivados desse centro estão inseridos os Centros de Trabalho: da oficina civil, pintura, carpintaria e jardinagem.

É possível perceber no gráfico abaixo que as demandas de trabalho se mantiveram praticamente estáveis ao longo dos anos estudados.

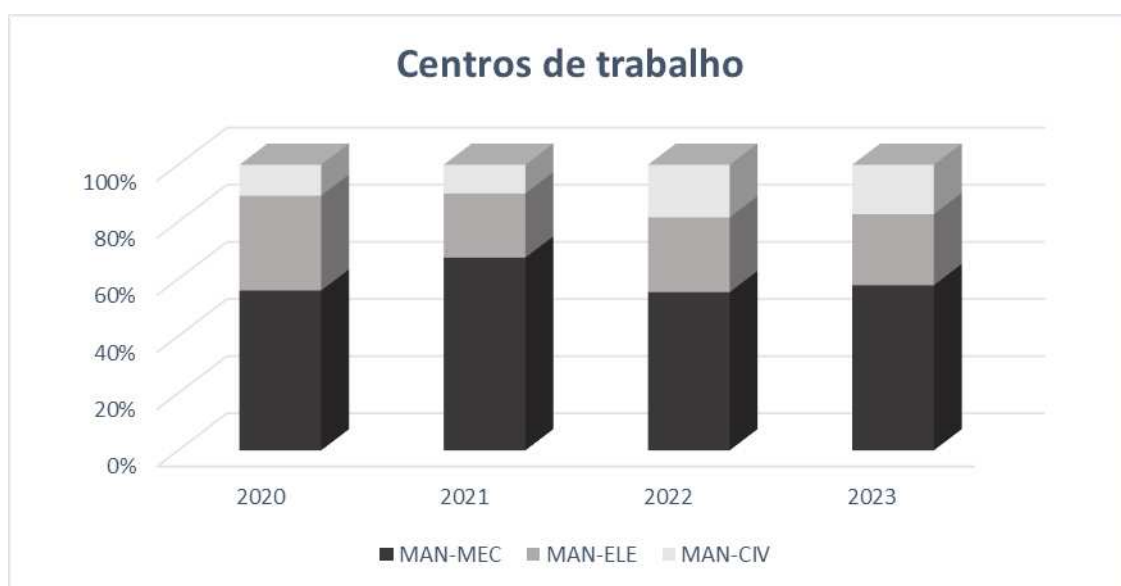


Figura 10 - Gráfico de divisão de centros de trabalho em ordens de serviço por ano

5.6. Planos de manutenção

As atividades periódicas (calibrações, preventivas e inspeções) são cadastradas no SAP como planos de manutenção, com o objetivo agilizar o processo de planejamento das ordens de serviço. Por se tratar de um procedimento que se repete em intervalos de tempo definidos, essas ordens de serviço possuem o mesmo escopo de execução, materiais necessários, homens hora planejados, e por isso são inseridas em um plano periódico que gera as ordens de serviço automaticamente, com todas as informações preenchidas. Dessa maneira, as ordens de plano pulam as etapas de

triagem e planejamento, passando direto para a fase de preparação e programação da atividade, o que otimiza o trabalho do planejador de manutenção.

5.7. Planejamento e controle de manutenção

Na fase de planejamento, o planejador de manutenção preenche, na transação IW32 no SAP, a oficina responsável pela atividade, assim como quantas pessoas serão necessárias e quanto tempo será gasto por cada uma até a conclusão da tarefa. As operações são as etapas do serviço, e uma ordem de serviço pode ter várias operações. Nessa mesma transação é preenchido se o serviço pode ser executado com o equipamento em serviço ou se é necessário parada e bloqueio do equipamento para execução segura da atividade, como mostrado na imagem abaixo:

Operações

Oficina responsável

Duração da atividade de manutenção

Quantidade de executantes

Indicação da condição do equipamento, sendo 0, para equipamento fora de serviço e 1 para equipamento fora de serviço

Oper	SOp	Ce...	CenTrab	Ch...	C...	Txt.breve operação	Te...	1ª hora...	1ª data inl...	Trabalho real	Dur.	Un	N...	Trab.	Un	Res/ReqCmp	CdCal	TpAtiv	ChvMo...	Recebedor	Pto.descarga	F...	Co...	MAF...
0010		0115	MAN-MEC	PM01	1	Avalar causa do vazamento no EC-104		07:00:00	26.11.2021	0	0,5H	1	0,5H	nunca	▼	Calcular tra...						1		
0020		0115	MAN-ELE	PM01	0	Bloqueio do equipamento e teste zero		07:00:00	11.09.2023	0	0,2H	1	0,2H	nunca	▼	Calcular tra...						1		
0030		0115	MAN-MEC	PM01	0	Troca do retentor do EC-104		07:00:00	11.09.2023	0	1,5H	1	1,5H	nunca	▼	Calcular tra...						1		
0040		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		
0050		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		
0060		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		
0070		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		
0080		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		
0090		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		
0100		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		
0110		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		
0120		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		
0130		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		
0140		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		
0150		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		
0160		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		
0170		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		
0180		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		
0190		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		
0200		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		
0210		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		
0220		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		
0230		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		
0240		0115	MAN-MEC	PM01				00:00:00		0	H		H	nunca	▼							1		

Figura 11 - Parametrização de uma ordem de manutenção (IW32) no SAP PM

O planejador também altera o status da ordem para "PLNJ", ou seja, a ordem está em planejamento. A coleta dos dados para preenchimento da ordem pode levar dias, e por isso esse status é importante, a ordem não está pronta para executada, ainda são necessárias informações importantes para execução da atividade.

Ordem OM14 9416452 VAZAMENTO NO EC-104

VAZAMENTO NO EC-104
29.10.2021 14:48:51 BRAZIL Conexão BSP SAP (BSP)
Redutor apresenta vazamento no eixo de entrada

Após avaliação foi constatado que é necessário troca do retentor.

Stat.sist. LIB CAPC DMNV DNAT IMPA NOLQ SCDM **PLN**

Figura 12 - Parametrização de uma ordem de manutenção (IW32) no SAP PM

Caso seja necessário o uso de materiais de consumo na atividade e eles estejam disponíveis em almoxarifado, devem ser reservados na ordem de serviço. No caso de não existir estoque desse material, é necessário a abertura de uma requisição de compra, para que o material seja adquirido e utilizado no serviço. Todas as solicitações de material devem ser alocadas em ordem, para que os custos e rastreabilidade sejam corretamente encontrados pelo local de instalação e equipamento.

Ordem OM14 9416452 VAZAMENTO NO EC-104

VAZAMENTO NO EC-104
29.10.2021 14:48:51 BRAZIL Conexão BSP SAP (BSP)
Durante inspeção mensal foi constatado que o redutor apresenta vazamento no eixo de entrada, necessário troca do retentor.

Stat.sist. LIB CAPC DMNV IMPA NOLQ SCDM **PLN**

Item	Componente	Denominação	Qtd.necess.	Unid.	Oper	Cen.	Reserva/RC	TI	E.	Dep.	Lote	Ctp.suprimento	T...	Recebedor	Pto.descarga	E.. M. B..
0010	4000020708	OLEO 1L LUBRAX ESSENCIAL SF 20W40	1	PEC	0010	0115	munca	✓	L			Reserva para a ordem				
0020	1000000824	RETENTOR 00572 BR (22.3 X34.95 X6.4)	1	PEC	0010	0115	munca	✓	L			Reserva para a ordem				
0030							munca	✓								
0040							munca	✓								
0050							munca	✓								
0060							munca	✓								
0070							munca	✓								
0080							munca	✓								
0090							munca	✓								
0100							munca	✓								
0110							munca	✓								
0120							munca	✓								
0130							munca	✓								
0140							munca	✓								
0150							munca	✓								
0160							munca	✓								
0170							munca	✓								
0180							munca	✓								
0190							munca	✓								
0200							munca	✓								
0210							munca	✓								
0220							munca	✓								
0230							munca	✓								
0240							munca	✓								

Figura 13 - Reserva de materiais em ordem de serviço (IW32) no SAP PM

Toda essa rotina de planejamento foi implantada ao longo do ano de 2023, a partir de orientações da Manutenção corporativa, a fim de padronizar os dados que podem

ser extraídos de relatórios de todas as unidades, unificando as métricas e metas de todas as manutenções da companhia.

5.8. Programação de manutenção

Com a ordem totalmente planejada, contendo todas as informações necessárias para execução do serviço, o planejador altera o status da ordem para “PRGR”, o que indica que a ordem está pronta para ser programada. A programação é montada na semana anterior à execução e tem o objetivo de organizar e otimizar os serviços da manutenção, já que muitas atividades dependem de paradas de planta para serem executadas. O programador deve alinhar as horas necessárias para cada OS com o calendário de produção, que possui as paradas planejadas da planta para limpeza e setup dos equipamentos, que são definidas pela produção. Antes de fechar a programação da próxima semana, é feita uma reunião entre os responsáveis pelos setores de manutenção, produção, segurança e gerência para validação e aprovação da programação. Caso haja alguma atividade que deve ser priorizada, isso é discutido nessa reunião e a versão final é enviada a todos os interessados por email no fim da semana.

PROGRAMAÇÃO SEMANA 36												
ORDEM	OP	segunda-feira, 4 de setembro de 2023	CT	STATUS	Mecânica	Elétrica 1	Elétrica 2	Elétrica 3	Civil 1	Civil 2	Civil 3	
					6,70	4,30	4,30	4,30	8,00	8,00	8,00	
9506392	10	INSPEÇÃO DE RONDA GERAL DIÁRIA	MEC		0,7							
9506392	50		ELE			0,7						
9506392	90		ELE				0,7					
9506392	130		ELE					0,7				
9506394	10	INSPEÇÃO NO COMPRESSOR DIÁRIA	MEC		0,5							
9506394	50		ELE			0,5						
9506394	90		ELE				0,5					
9506394	130		ELE					0,5				
9506399	10	PINTURA	CIV							8		
9506407	10	JARDINAGEM	CIV						7			
9506410	10	BLOQUEIO E DESBLOQUEIO	ELE			0,1						
9506410	50		ELE				0,1					
9506410	90		ELE					0,1				
9492197		MONTAGEM DAS TOMADAS INDUSTRIAIS	ELE				3					
9505187		Troca de torneira JARDINAGEM BALANÇA	CIV						1			
10450245		Eletrodutos mal encaixados na portaria	ELE			1,5						
10450113		AVALIAÇÃO PORTA ALMOXARIFADO (VIDRO)	MEC		2							
10449983		INSTALAR MAIS UMA TOMADA 2P+T 10A PE402 E IDENTIFICAR VOLTAGEM	ELE					3				
9496075		INSPEÇÃO NA TALHA ELÉTRICA TE-308	MEC		0,5							
9496075			ELE			0,5						
9496147		APLICAÇÃO DE REVELA TRINCA NOS GAREOS DA EMP-07	MEC		2							

Figura 14 - Modelo de programação semanal utilizada na Indústria de Fertilizantes SA

À medida que as atividades forem sendo, ou não executadas, o planejador preenche a coluna à direita, essa relação de executadas x não executadas é utilizada posteriormente para gerar indicadores para a manutenção.

PROGRAMAÇÃO SEMANA 36												
ORDEM	OP	segunda-feira, 4 de setembro de 2023	CT	STATUS	Mecânica	Elétrica 1	Elétrica 2	Elétrica 3	Civil 1	Civil 2	Civil 3	
					6,70	4,30	4,30	4,30	8,00	8,00	8,00	
9506392	10	INSPEÇÃO DE RONDA GERAL DIÁRIA	MEC	EXEC.	0,7							
9506392	50		ELE	EXEC.		0,7						
9506392	90		ELE	EXEC.			0,7					
9506392	130		ELE	EXEC.				0,7				
9506394	10	INSPEÇÃO NO COMPRESSOR DIÁRIA	MEC	EXEC.	0,5							
9506394	50		ELE	EXEC.		0,5						
9506394	90		ELE	EXEC.			0,5					
9506394	130		ELE	EXEC.				0,5				
9506399	10	PINTURA	CIV	EXEC.						8		
9506407	10	JARDINAGEM	CIV	EXEC.					7			
9506410	10	BLOQUEIO E DESBLOQUEIO	ELE	EXEC.		0,1						
9506410	50		ELE	ÑEXEC.			0,1					
9506410	90		ELE	ÑEXEC.				0,1				
9492197		MONTAGEM DAS TOMADAS INDUSTRIAIS	ELE	AND.			3					
9505187		Troca de torneira JARDINAGEM BALANÇA	CIV	EXEC.					1			
10450245		Eletrodutos mal encaixados na portaria	ELE	EXEC.		1,5						
10450113		AValiação PORTA ALMOXARIFADO (VIDRO)	MEC	ÑEXEC.	2							
10449983		INSTALAR MAIS UMA TOMADA 2P+T 10A PE402 E IDENTIFICAR VOLTAGEM	ELE	AND.				3				
9496075		INSPEÇÃO NA TALHA ELÉTRICA TE-308	MEC	EXEC.	0,5							
9496075			ELE	EXEC.		0,5						
9496147		APLICACÃO DE REVELA TRINCA NOS GAREOS DA EMP-07	MEC	EXEC.	2							

Figura 15 - Modelo de programação semanal após preenchimento utilizada na Indústria de fertilizantes SA

5.9. Fluxograma do processo de manutenção

O processo de manutenção da Indústria de Fertilizantes SA é bem definido para garantir que todas as ordens sejam programadas e que os custos e horas necessárias para as manutenções possam ser previstos e analisados previamente à execução.

O processo se inicia quando o solicitante abre uma nota de manutenção, que deve conter de forma concisa e coerente o que está sendo solicitado à manutenção. O planejador de manutenção avalia se a nota foi aberta com o tipo correto e se o serviço será executado. Se houver algum impeditivo para execução da solicitação, a nota é recusada e um email é enviado ao solicitante detalhando o motivo da recusa.

Se tudo estiver correto, o planejador de manutenção cria uma ordem de serviço, onde insere todas as informações necessárias para execução da atividade. Caso seja necessário a compra de algum material para o serviço, o planejador abre uma requisição de compra, para que o setor de Suprimentos entre em contato com fornecedores e efetue a compra dos itens solicitados. Com todos os materiais disponíveis, o serviço está liberado para execução. Caso seja necessário parada de planta para execução da atividade, fica na responsabilidade do setor de Planejamento e Controle de Produção (PCP) e do setor de Produção, o agendamento da data de parada para execução. Com data programada, o solicitante executa a ordem de

manutenção, respeitando as normas de segurança da empresa. Ao fim da atividade, a ordem é encerrada, conforme pode ser observado no fluxograma abaixo:

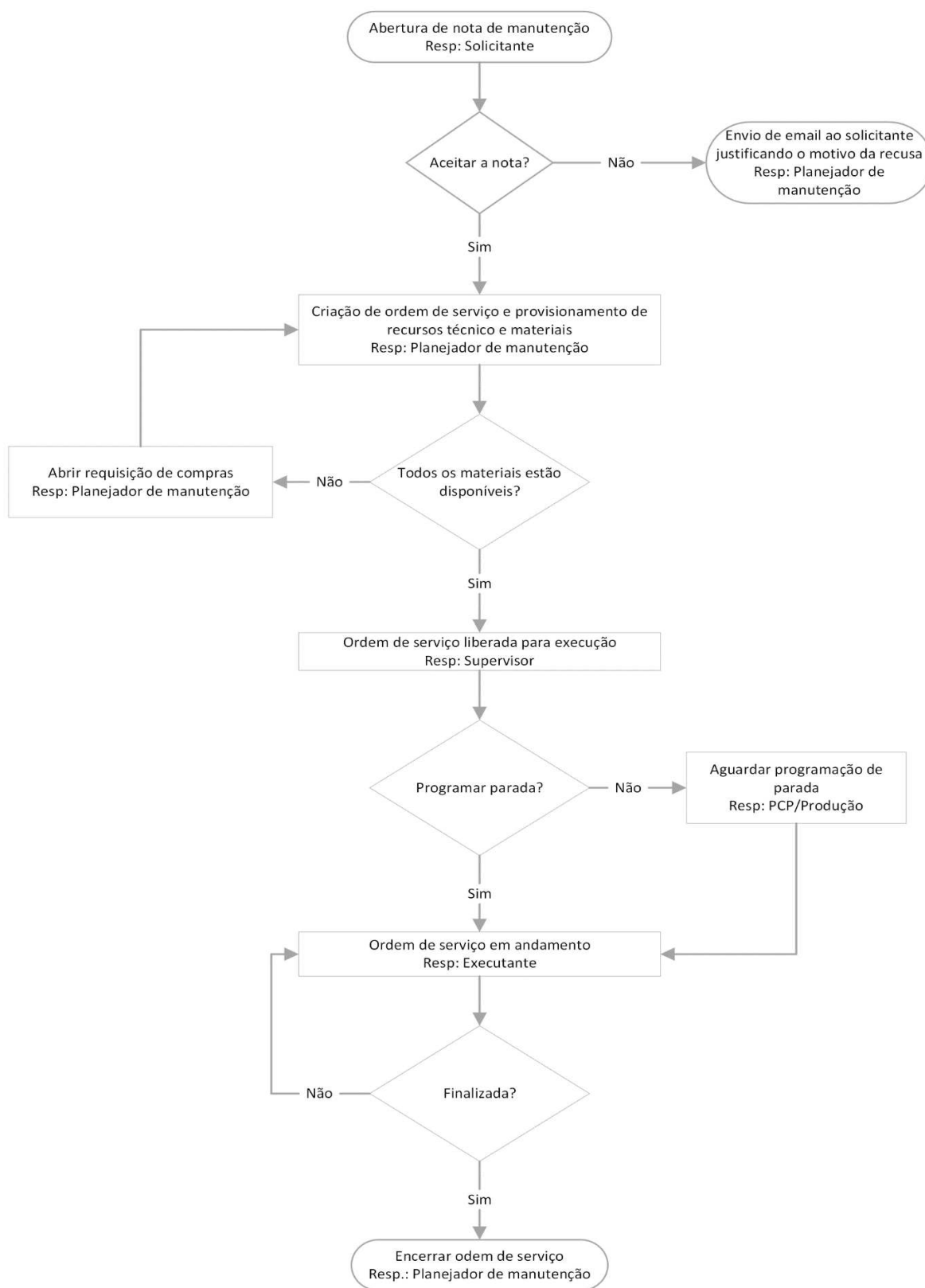


Figura 16 - Fluxograma do processo de manutenção (Documento interno - Empresa de fertilizantes SA, 2022)

5.10. Indicadores de manutenção

Os indicadores são a melhor maneira de analisar e aprimorar as rotinas, pois permite comparar e ver a assertividade de cada novo método utilizado para melhorar o fluxo da manutenção. Foram propostos e são analisados semanalmente 21 indicadores pela Manutenção Corporativa, sendo apenas alguns deles relacionados às rotinas de planejamento e programação. As oportunidades e ideias para melhoria de cada indicador são abordadas em uma reunião rápida, onde são apresentados os indicadores e ações de melhoria para a próxima semana. Nesse trabalho deixarei de lado as alavancas de Budget, Manutenção Autônoma e Análise Crítica.

Alavanca	Ita	KPI	Meta	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Budget	1	Cumprimento do orçamento	< 105%	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	2	"Tudo em Ordem"	< 5%	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	3	Custos com Corretivas Imprevistas	< 40%	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Manutenção Autônoma	5	% notas urgentes / imediatas	< 10%	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	7	% notas canceladas	< 10%	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	8	% reprogramações	< 10%	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Planejamento	10	# Notas Planejadas Pendentes	Zero	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	12	# Ordens por idade	Zero	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	14	ICPHH (Índice Adesão Horas Planejadas)	+/- 25%	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Programação	16	# Ordens vencidas	Zero	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	17	ICPOM (Adesão à programação)	> 80%	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	18	% Reprogramações	< 10%	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Execução	21	IQEAM (Índice Horas Imprevistas)	< 30%	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	22	% Notas Urgentes Pendentes	Zero	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	23	IQAGM (% Apointamento da Unidade)	> 80%	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
RCM	31	# Planos vencidos	Zero	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	32	ICPMP (Índice Cumprimento dos Planos)	100%	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	33	% Horas em emergências	< 20%	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Análise Crítica	35	Relatório Análise Crítica Programação	Atualizado	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	36	Relatório Análise Crítica Confiabilidade	Atualizado	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	37	Relatório Análise Crítica Custos	Atualizado	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Figura 17 - Modelo de acompanhamento de indicadores de manutenção

5.10.1. Quantidade de notas planejadas pendentes

Esse indicador avalia a quantidade de notas pendentes no sistema. Entende-se por notas pendentes, notas que foram abertas há mais de 14 dias, sem ordem de serviço criada, ou seja, sem tratamento. A meta para esse indicador é zero.

5.10.2. Quantidade de ordens por idade

Esse indicador avalia a quantidade de ordens pendentes no sistema. Entende-se por ordens pendentes, as ordens que estão abertas há mais de 45 dias sem tratativas, ou seja, sem requisição de compra criada ou dado início à execução. A meta para esse indicador é zero.

5.10.3. ICPHH (Indicador de adesão às horas planejadas)

O ICPHH mede a assertividade no planejamento de horas de cada atividade. É a relação entre o tempo que foi planejado para a atividade e o que realmente foi gasto para executá-la. Tem como objetivo melhorar a assertividade no planejamento de horas. A meta para esse indicador é de +/- 25%

5.10.4. Quantidade de ordens vencidas

Esse indicador avalia a quantidade de ordens vencidas no sistema, ou seja, ordens cuja data programada de fim encontra-se no passado. A meta para esse indicador é de zero.

5.10.5. ICPOM (Indicador de cumprimento à programação das ordens de manutenção)

Esse indicador revela o cumprimento da programação de manutenção, ou seja, a porcentagem da programação que foi efetivamente cumprida na semana. A programação pode ser afetada por vários fatores, como surgimento de ordens emergenciais de maior prioridade, intempéries, falta de colaborador, alteração no calendário de produção, entre outros. A meta para esse indicador é de maior que 80%.

5.10.6. Quantidade de notas urgentes pendentes

Esse indicador avalia a quantidade de notas de manutenção com prioridade muito elevado que ainda não possuem ordem de serviço. A meta para esse indicador é de zero.

5.10.7. IQAGM (porcentagem de apontamento da unidade)

Esse indicador avalia a porcentagem de apontamento de horas da unidade, ou seja, da quantidade de horas totais disponíveis para trabalho, quantas horas foram de fato apontadas no sistema como trabalhadas. A meta para esse indicador é de maior que 80%.

5.10.8. Porcentagem de reprogramações

Esse indicador avalia a porcentagem de serviços que foram reprogramados na semana anterior, ou seja, a porcentagem de serviços que estavam na programação e não foram executados. A meta para esse indicador é de menor que 10%.

5.10.9. IQEAM (Indicador de qualidade de execução de atividade de manutenção)

Esse indicador verifica a relação entre o HH (Homem-hora) de atividades corretivas e o HH de atividades não corretivas. Tem como objetivo demonstrar a eficácia da manutenção, quantas horas os executantes estão gastando em corretivas comparado a outras atividades de manutenção. A meta para esse indicador é de menor que 30%.

5.10.10. Quantidade de planos vencidos

Esse indicador avalia a quantidade de ordens de planos automáticos do SAP vencidas no sistema, ou seja, ordens de plano cuja data programada de fim encontra-se no passado. A meta para esse indicador é de zero.

5.10.11. ICPMP (Indicador de cumprimento dos planos de manutenção programados)

Esse indicador avalia a taxa de execução das ordens de planos automáticos que foram programados para a semana. Os planos de manutenção costumam ter prioridade em relação a outros serviços (com exceção a casos emergenciais) e por isso devem ser executados sempre que planejados. A execução dos planos de manutenção e inspeção pode evitar posteriores falhas não planejadas e que irão impactar todo o restante da programação e gerar custos não planejados muitas vezes maiores que o custo de parada do equipamento para avaliação de sua condição. A meta para esse indicador é de 100%.

5.10.12. Porcentagem de horas em emergenciais

Esse indicador compara as horas que foram trabalhadas em corretivas emergenciais (OM01) em relação ao total de horas trabalhadas. A meta para esse indicador é de menor que 20%.

6. CONCLUSÃO

A aplicação dessas rotinas de manutenção, alinhadas com os indicadores propostos e monitorados pela Manutenção Corporativa tornaram a manutenção dessa indústria mais organizada e previsível, introduzindo a sistemática de programação semanal e reduzindo as ocorrências de execução de atividades fora da programação e sem abertura prévia de nota pelo solicitante, garantindo maior confiabilidade, qualidade e redução e previsibilidade dos custos financeiros de manutenção.

Para estruturar os equipamentos e locais de instalação no SAP foi utilizado um padrão de identificação e de rastreabilidade, a fim de garantir o controle do processo. Os equipamentos foram também mapeados, facilitando a gestão e rapidez na localização do equipamento em uma eventual emergência.

Com a melhora no planejamento das atividades, a programação ficou mais assertiva, de modo que os executantes passam a semana focados nas atividades programadas e as atividades executadas fora da programação se resumem a serviços

emergenciais. Após algum tempo, o backlog de atividades ficou cada vez menor, e em certo momento não havia ordens suficientes para programar na semana, uma vez que as ordens paradas no sistema dependiam de fatores externos, como chegada de materiais e paradas de planta.

Definiu-se então, a estratégia de melhorar e aumentar a quantidade de planos de manutenção preditiva e preventiva, por meio dos manuais dos equipamentos e histórico de falhas disponível. Esse plano foi iniciado no segundo semestre de 2023, e as ações seguirão sendo executadas ao longo do ano de 2024. Foi realizado aprimoramento de dois dos planos de manutenção já existentes e o início da criação de novos planos, como o plano de lubrificação e os planos de inspeção de estruturas, que ainda não existiam nessa indústria, mas que serão cruciais para manter a taxa de corretivas baixa, uma vez que os desvios e falhas muitas vezes podem ser antecipados por essas inspeções e intervenções periódicas. Esses planos serão registrados no SAP após a validação de diversas áreas interessadas, e tem por objetivo padronizar e roteirizar os serviços de manutenção, criando um histórico consistente que possibilitará no futuro análises de confiabilidade relacionados aos equipamentos da planta. Simultaneamente à criação dos planos de manutenção estão sendo criadas também as Instruções de Trabalho para guiar o executante na realização das inspeções e manutenções programadas.

Visto isso, verifica-se que o trabalho atingiu os objetivos pretendidos, mostrando que, com informação e organização adequadas, é possível melhorar o gerenciamento de uma planta, tornando-a mais eficiente e, conseqüentemente, reduzindo os custos operacionais.

Para o futuro, está previsto a criação de um plano de hibernação, para os equipamentos que foram desativados ou que ainda estão em estoque e não foram ativados, para garantir que, quando se fizer necessário, esteja em pleno funcionamento para atender a demanda da planta. Outra previsão para o futuro é a identificação dos equipamentos e locais de instalação em área por QR Code, para facilitar a abertura de notas de manutenção e a abertura de manuais e catálogos importantes para a manutenção em área. Para facilitar a compra de materiais para manutenções, será feito também o cadastro de componentes de cada equipamento no SAP, evitando assim, compras incorretas de itens de manutenção.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMAN, A **situação da manutenção no Brasil**. Documento nacional, 2013. Disponível em <www.abraman.org.br>. Acesso em 01 ago. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO. **Documento nacional: A situação da manutenção no Brasil**. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: confiabilidade e manutenibilidade**, Rio de Janeiro, 1994.

CABRAL, J. S. **Organização e Gestão da manutenção**. Lisboa: Editora Lidel, 1998.

Empresa de Fertilizantes SA. **Padrão Gerencial – Processo de Manutenção**, São Paulo, 2022.

FILHO, G. B. **Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2004.

KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção: Função estratégica**; Rio de Janeiro: QualityMark, 2012.

LIMA, G. B. A.; GOMES, N. D.; MENDONÇA, R. R. S. **Manutenção produtiva total: proposta de um instrumento de avaliação objetivando verificar o grau de adequação dos pilares da TPM**. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba: Anais, 2002.

MIRSHAWKA, V. **Aplicação de pesquisa operacional**. Nobel, 1991.

MORETTI, I. C.; CRUS, P. G.; GUIMARÃES, T. C. **Planejamento e Controle de Manutenção (PCM): Um estudo de caso em uma empresa de confecção de bonés**. IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Paraná, 2019.

NUNES, E. L. **Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC): Análise da implantação em uma sistemática de manutenção preventiva consolidada**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.

PAZ, N. M.; LEIGH, H. **Maintenance scheduling: issues, results and research needs**. International Journal of Operations and Production Management, Bradford, v.14, p. 47-69, 1994.

SAP. Disponível em <<https://www.sap.com/brazil/about.html>>. Acesso em 10 ago 2023.

TAVARES, L. A. **Excelência na manutenção**: estratégias, otimização e gerenciamento. Salvador: Casa da qualidade, 1996.

TAVARES, L. A. **Administração Moderna da Manutenção**. Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações, 1999.

VIANA, H. R. G. PCM, **Planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro, QualityMark, 2002.

XAVIER, J. N. **Manutenção: Tipos e tendências**. 2013.