

Elton Ferreira dos Santos

**Planejamento estratégico no segmento de
manutenção industrial aplicado em uma fábrica
de rações para aves**

Brasil

2021

Elton Ferreira dos Santos

Planejamento estratégico no segmento de manutenção industrial aplicado em uma fábrica de rações para aves

Artigo apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade de engenharia como pré-requisito para obtenção do título de bacharel em engenharia mecânica.

Área de concentração Engenharia Mecânica .

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

FACULDADE DE ENGENHARIA

ENGENHARIA MECÂNICA

Orientador: Liomar de Oliveira Cachuté

Brasil

2021



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

ANEXO D - AVALIAÇÃO FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aluno: **ELTON FERREIRA DOS SANTOS**

Título do trabalho e subtítulo (se houver): **PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO NO SEGMENTO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL EM UMA FÁBRICA DE RAÇÕES.**

BANCA EXAMINADORA

1. Presidente (orientador):

Prof. Dr. Liomar de Oliveira Cachuté, Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD

2. Membro:

Prof. Dr. Rafael Ferreira Gregolin, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD

3. Membro:

Prof. Dr. Rodrigo Borges Santos, Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD

De acordo com o grau final obtido pelo aluno, nós da banca examinadora, declaramos **Aprovado** o aluno acima identificado, na componente curricular Trabalho de Conclusão de Curso (TCC-II) de Graduação no Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Grande Dourados.

Dourados, 17 de novembro de 2021.

Prof. Dr. Liomar de Oliveira Cachuté

Assinatura do avaliador
Prof. Dr. Rafael Ferreira Gregolin

Prof. Dr. Rodrigo Borges Santos

Resumo

É de amplo conhecimento que a estratégia de planejamento e controle de manutenção tornou-se indispensável na melhoria da qualidade do processo produtivo. Sem a realização de uma manutenção adequada no equipamento a empresa terá custos elevados, diminuição da qualidade do produto e dos níveis de eficiência da produção. Com a finalidade de reduzir esses impactos, foi elaborada uma estratégia melhorada de manutenção onde foram adotados os critérios para a classificação dos equipamentos de acordo com sua criticidade: para avaliação no impacto na produção, qualidade, riscos a saúde e segurança, meio ambiente, custos. Através dessa classificação visou-se ao aumento da vida útil dos equipamentos da fábrica de rações. Foram elaborada planos de manutenção para os principais equipamentos, sendo eles: moinhos de martelo, misturador, condensador, prensa peletizadora, resfriador e elevadores de caneca. Através da elaboração e aplicação dos planos de manutenção a instalação e adequação da equipe de PCM ocorreu diminuição das indisponibilidades da fábrica.

Palavras-chave:manutenção industrial, planejamento estratégico de manutenção, manutenção preventiva.

Abstract

It is widely known that the maintenance planning and control strategy has become essential in improving the quality of the production process. Without proper maintenance on the equipment, the company will have high costs, reduced product quality and production efficiency levels. In order to reduce these impacts, an improved maintenance strategy was developed where the criteria for classifying equipment according to their criticality were adopted: to assess the impact on production, quality, health and safety risks, environment, costs . Through this classification, the aim was to increase the useful life of the feed mill equipment. Maintenance plans were drawn up for the main equipment, namely: hammer mills, mixer, condenser, pellet press, cooler and mug elevators. Through the preparation and application of maintenance plans, the installation and adequacy of the PCM team resulted in a reduction in the factory's unavailability.

Keywords: industrial maintenance, strategic maintenance planning, preventive maintenance.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ENGENHARIA
ENGENHARIA MECÂNICA

Planejamento estratégico no segmento de manutenção industrial aplicado em uma fábrica de rações para aves

Aluno: Elton Ferreira dos Santos
Orientador : Prof. Dr. Liomar de Oliveira Cachuté

Resumo

É de amplo conhecimento que a estratégia de planejamento e controle de manutenção tornou-se indispensável na melhoria da qualidade do processo produtivo. Sem a realização de uma manutenção adequada no equipamento a empresa terá custos elevados, diminuição da qualidade do produto e dos níveis de eficiência da produção. Com a finalidade de reduzir esses impactos, foi elaborada uma estratégia melhorada de manutenção onde foram adotados os critérios para a classificação dos equipamentos de acordo com sua criticidade: para avaliação no impacto na produção, qualidade, riscos a saúde e segurança, meio ambiente, custos. Através dessa classificação visou-se ao aumento da vida útil dos equipamentos da fábrica de rações. Foram elaborados planos de manutenção para os principais equipamentos, sendo eles: moinhos de martelo, misturador, condensador, prensa peletizadora, resfriador e elevadores de caneca. Através da elaboração e aplicação dos planos de manutenção a instalação e adequação da equipe de PCM ocorreu diminuição das indisponibilidades da fábrica.

Palavras-chave:manutenção industrial, planejamento estratégico de manutenção, manutenção preventiva.

1 INTRODUÇÃO

A incessante procura pelo aumento da disponibilidade dos ativos de uma instalação industrial, requer do setor de manutenção sempre buscar novas práticas que auxiliem a alcançar esse objetivo. Com isso a evolução tecnológica teve maior notabilidade e através disso foi percebida a importância do planejamento e controle de manutenção no processo produtivo de uma indústria. É nesse contexto que o planejamento e controle de manutenção ganha mais força, sendo responsável por evitar paradas indesejáveis ou com tempo excessivo.

Em um ambiente empresarial, aumentar a competitividade junto com a evolução tecnológica industrial, proporciona um impulso no setor de manutenção para um maior comprometimento em relação o quanto as falhas dos equipamentos podem afetar tanto a segurança, meio ambiente bem como os resultados da empresa (KARDEC; NASCIF,2009).

A manutenção é uma atividade empresarial, na qual é utilizada para ter constante controle sobre as instalações da empresa, juntamente com a execução de trabalhos de reparos e revisões necessários para assegurar o funcionamento regular e o estado de conservação estável das áreas produtivas, serviços e equipamentos dos estabelecimentos (FILHO, 2008).

A definição de manutenção se dá por um conjunto de ações técnicas, administrativas e de supervisão, a fim de manter ou substituir um item em um estado em que o mesmo possa desempenhar a função esperado do mesmo. Em outras palavras, fazer o que for preciso para garantir que tal equipamento ou máquina irá operar dentro de condições mínimas dentro do requisitado e suas especificações (ABNT,2004).

Entende-se que quanto maior o nível do planejamento, menor serão as possibilidades de ocorrer uma falha operacional. No caso do Planejamento e Controle da Manutenção - PCM, o planejamento é realizado por meio de uma análise do conjunto de ativos da empresa, manuais dos fabricantes entre outras documentações dos mesmos. Após isso é feita uma relação entre todas essas informações com o setor responsável pela manutenção e também a própria empresa como um todo, afim de obter um planejamento completo das execuções das manutenções.

O PCM é de extrema importância para um gerenciamento e gestão da manutenção, tanto nas máquinas como também nos dispositivos relacionados a toda linha produtiva, pois ele contribui alinhando os demais setores proporcionando à indústria a capacidade de alcançar os seus objetivos (SOARES,2019).

Com isso o objetivo é implantar o planejamento e controle de manutenção para um agrupamento de máquinas e equipamentos utilizados no processo de fabricação de ração de uma empresa do ramo alimentício.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Manutenção

No cenário industrial atual, a manutenção está se tornando mais importante, uma vez que as empresas estão usando-a como ferramenta de competitividade para manter seus produtos com maior qualidade e prolongar a vida útil de seus equipamentos, trazendo, portanto, um maior retorno de investimento fabril (SHARMA, et al., 2011).

Com o passar dos anos a manutenção passou por enormes mudanças, segundo Slack et al. (1999) o fator que proporcionou e impulsionou esta evolução foi tamanho aumento em quantidade e diversidade dos itens físicos, sejam eles, instalações, equipamentos e edificações, demanda maior de projetos cada vez mais complexos, novos métodos e responsabilidades dos setores da manutenção.

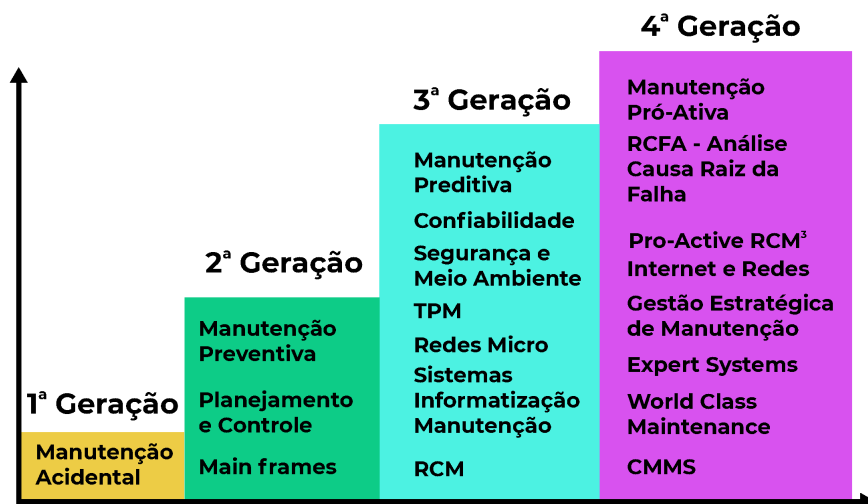
Viana (2002) divide todo esse histórico de evolução da manutenção em três gerações, onde cada uma delas corresponde a um período tecnológico da produção.

Shenoy e Bhadury (2005) apontam que para suprir as expectativas, a manutenção teve como obrigação se desenvolver com a proposta de garantir que os equipamentos serão capazes de manter o seu desempenho e as suas funções necessárias com um gasto mínimo de recursos para isso.

Moubray (1997) numera três fatores predominantes para o surgimento da terceira geração, sendo eles: novas expectativas dos equipamentos, novas pesquisas e por último novas ferramentas e técnicas de manutenção.

Conclui-se que a terceira geração se dá por uma forma de aprimoramento dos métodos utilizados nas gerações passadas juntamente com a somatória de novas tecnologias e ferramentas que foram capazes de permitir um processo de manutenção muito mais eficiente para essa nova geração de equipamentos e métodos de produção das indústrias modernas. É possível visualizar as evoluções temporais da manutenção na figura 1.

Figura 1 – Evolução temporal da manutenção



Fonte: KARDEC; NASCIF, 2013

2.2 Tipos de manutenção

Com a evolução das máquinas, ferramentas e os materiais, a tecnologia vem aprimorada desde o surgimento da mecanização e industrialização. A manutenção não poderia ficar para trás nessa evolução, então o setor buscou aprimorar cada vez seus procedimentos práticos de montagem, desmontagem, substituição de peças, lubrificação entre outras atividades relacionadas, além do progresso na questão administrativa da gestão de manutenção (DIÓGENES, 2019).

Almeida (2017) classifica a manutenção em três tipos, sendo:

- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva;
- Manutenção Corretiva;

2.2.1 *Manutenção Preventiva*

O objetivo da manutenção preventiva é mapear e corrigir possíveis falhas e não conformidades antes que as mesmas ocorram, sendo executada todas as ações de reparo quando o sistema ainda apresenta característica operacional (FILHO, 2008).

Este modelo de manutenção pode se deparar com uma certa resistência oriunda da direção da empresa, tendo em vista que este tipo de manutenção requer um orçamento para realização da compra de peças dos equipamentos que ainda estão operantes. É de responsabilidade do setor averiguar se é realmente necessário, e demonstrar os benefícios com a melhoria da produtividade dos equipamentos e a redução das falhas repentinas no processo (VERRI, 2012). É possível visualizar as vantagens e desvantagens da manutenção preventiva na figura 2.

Figura 2 – Vantagens e desvantagens da Manutenção Preventiva

Vantagens	Desvantagens
Equilíbrio dos recursos humanos;	Requer um planejamento bem montado, com maiores detalhes;
Diminuição do tempo de espera para compra de peças;	Requer uma equipe de treinada para a manutenção do equipamento;
Reduzir o envelhecimento ou degeneração dos equipamentos;	Atenção aos cronogramas inspeção;
Atuar antes das intervenções corretivas que geram alto custo;	Má concepção ou definição dos trabalhos;
Confiabilidade na produção;	Má preparação de trabalho, falha em tempos ou fases de reparo.
Satisfação do cliente;	
Menor número de falhas.	

Fonte: Almeida, 2017.

2.2.2 *Manutenção Preditiva*

Este método de manutenção pode ser definido como uma manutenção preventiva com base na condição atual do equipamento constatada por meio de análises. Permitindo assim um acompanhamento do equipamento através da realização de medições e análises feitas enquanto o mesmo se encontra em funcionamento, possibilitando uma maior disponibilidade, pois o mesmo só sofrerá intervenções se for realmente necessário.

Segundo Moubray (1997) este modelo de manutenção é baseado na previsibilidade de deterioração do equipamento, evitando assim falhas por meio de monitoramento dos principais parâmetros.

As principais técnicas de manutenção preditiva são: análise de vibrações, ultrassom, Termografia, análise de óleo, análise de falhas em rolamentos, alinhamento a laser de eixos, monitoramento de condição de máquinas, endoscopia industrial.

A manutenção preditiva, geralmente, adota vários métodos de investigação para intervir nas máquinas e equipamentos. Antes de tudo, os técnicos devem entender quais são os modos de falha dos seus equipamentos. A partir disso podem definir qual técnica de manutenção preditiva que é melhor para seu equipamento.

2.2.3 *Manutenção Corretiva*

Conforme Almeida (2017) a manutenção corretiva “é um conjunto de procedimentos que são executados com a finalidade de atender imediatamente a produção, a máquina ou o equipamento que parou”.

De acordo com Viana(2002), manutenção corretiva é um conjunto de ações tomadas para solucionar falhas oriundas dos desgastes ou deteriorações de máquinas e equipamentos. Em outras palavras, são consertos das partes que sofreram a falha, onde os mesmos podem ser listados como reparos, alinhamentos, balanceamentos, substituição de peças ou até mesmo a substituição do próprio equipamento.

2.3 Planejamento e controle

Segundo Pinto e Xavier (2001), o “planejamento é a tarefa de traçar as linhas gerais das coisas que devem ser feitas e dos métodos de fazê-las, a fim de atingir os objetivos da empresa.

Seguindo o raciocínio dos autores, um planejamento realizado com eficiência, permitindo antecipar as falhas, providenciando os recursos e ferramentas que serão utilizados, bem como padronizar todas as tarefas, são os alicerces para o melhor gerenciamento do setor.

O controle é o monitoramento e acompanhamento frequente das atividades desenvolvidas, para que as mesmas sejam cumpridas dentro do prazo determinado e conforme o planejamento.

De acordo com Oliveira (2004), “o controle pode ser definido, em termos simples, como a ação necessária para assegurar a realização dos objetivos, desafios, metas, estratégias e projetos estabelecidos”.

É possível concluir que o Planejamento e Controle da Manutenção – PCM é o departamento fundamental dentro da empresa o qual garante a confiabilidade dos equipa-

mentos, elevando a produção e maximizando os lucros. E, também, é a área responsável por zelar pelas condições do patrimônio da organização.

2.4 Tagueamento

A palavra TAG, traduzida para “etiqueta” em português, é normalmente utilizada para a identificação de equipamentos, peças e objetos de uso industrial. Portanto fazer um tagueamento de máquinas e equipamentos nada mais é do que fazer uma etiqueta de identificação.

Por conta da existência de diversos equipamentos aparentemente iguais na unidade fabril, mas que respondem a linhas de produção diferentes, é utilizado o TAG como mostra a figura 3 . Através da utilização do TAG é possível diferenciar, mapear e localizar o equipamento com mais agilidade.

Figura 3 – TAG da prensa peletizadora 02



Fonte: Autor

Assim sendo, o tagueamento é a base da organização da manutenção. Através da sua implantação é possível agilizar o processo de manutenção, bem como o lançamento da mesma no sistema de informação gerencial da empresa

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso foi realizado junto a fábrica Brasil Foods S.A, localizada na cidade de Dourados-MS. A empresa trabalha com abate de aves e fabricação de ração para abastecimento das granjas parceiras da rede. A fábrica é encontrada no complexo agropecuário da rede, sendo responsável pela produção de ração. Ao analisar todo o processo produtivo e suas linhas de produção, foi decidido aplicar o PCM.

Logo no início, foi confirmado que a empresa era adepta da estratégia de correções após a falha dos equipamentos ou componentes das máquinas, onde não se havia um planejamento e controle de manutenção (PCM), então seus índices de parada de produção eram elevados.

De acordo com faixas pré-definidas de risco e na criticidade, cada equipamento passa a ser enquadrado dentro de uma escala que definem um conjunto de ações e recomendações, variando desde um tratamento mais rigoroso e abrangente (Criticidade A), até um tratamento mais simplificado (Criticidade D), aplicável àqueles equipamentos cuja falha funcional tem impacto reduzido ou desprezível para o negócio da empresa.

O primeiro passo a ser tomado foi analisar todos os ativos que estavam presentes na árvore de produção da fábrica. Após este levantamento deu-se início à criação de uma matriz de criticidade a fim de classificar os ativos de acordo com sua importância e riscos. Onde seus fatores a serem pontuados serão listados conforme visualizado na figura 4:

Figura 4 – Fatores de risco e avaliação de criticidade



Fonte: BRF S.A

Esta metodologia considera os impactos mais significantes que a falha funcional de um determinado equipamento pode causar à Empresa nos seguintes aspectos:

- Segurança e Saúde ocupacional;
- Meio Ambiente;
- Produção;
- Qualidade;
- Custo do Reparo;
- Frequência de falhas.

Para cada um destes itens citados acima, atribui-se uma nota seja ela catastrófica (30 pontos), crítica (20 pontos), moderada (15 pontos), baixa (8 pontos) ou muito baixa (1 ponto), após atribuição das notas e contabilização conforme representado na figura 5, será possível visualizar a criticidade do equipamento.

Figura 5 – Matriz de definição do fator de risco


MATRIZ DE DEFINIÇÃO DO FATOR DE RISCO							
FATOR DE RISCO		RISCO		SAÚDE E SEGURANÇA	QUALIDADE	MEIO AMBIENTE	PRODUÇÃO
		≥	≤	PONTUAÇÃO	PONTUAÇÃO	PONTUAÇÃO	PONTUAÇÃO
1	ALTA	Indiferente (caso uma das opções para SST, Qualidade ou Produção)		30	30		30
1	ALTA	701	1400	30	30	30	
2	MÉDIA	501	700	20	20	20	
3	BAIXA	301	500	15	15	15	
4	MUITO BAIXA	1	300	< 15	< 15	< 15	

Fonte: BRF S.A

3.1 Saúde e segurança (S)

Este item é o que determina o nível de seriedade que a consequência poderá causar à saúde e à segurança do operador em casos de avarias tanto no equipamento quanto na estrutura do mesmo, conforme figura 6:

Figura 6 – Risco à saúde e à segurança

	SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO			
	PONTUAÇÃO	QUALIFICAÇÃO	QUANTIFICAÇÃO	
 SAÚDE E SEGURANÇA	30	Catastrófica	Vítimas com danos irreversíveis ou lesões incapacitantes permanentes, ou ocorrência de até duas fatalidades.	Fatalidade ou acidente incapacitante permanente e/ou Impacto na imagem da Empresa pela ocorrência de: <ul style="list-style-type: none"> - Registro não pontual na mídia nacional, ou - Registro internacional.
	20	Crítica	Acidente ou dano reversível que provoca afastamento.	Acidente Com Afastamento e/ou Impacto na imagem da Empresa pela ocorrência de: <ul style="list-style-type: none"> - Evasão para o ponto de apanha, ou - Registro não pontual na mídia estadual, ou - Registro pontual em nível nacional.
	15	Moderada	Acidente ou dano reversível que não provoca afastamento.	Acidente Sem Afastamento e/ou Impacto na imagem da Empresa pela ocorrência de: <ul style="list-style-type: none"> - Evasão de funcionários para local próximo, ou - Registro não pontual na mídia local (município), ou - Registro em nível estadual.
	8	Baixa	Incidente com potencial de causar lesões leves.	Impacto na imagem da Empresa pela ocorrência de: <ul style="list-style-type: none"> - Registro pontual na mídia local (município).
	1	Muito Baixa	Sem danos à Segurança e Saúde Ocupacional	

Fonte: BRF S.A

3.2 Meio ambiente (M)

Este item mede o quanto o equipamento pode agredir o meio ambiente durante a ocorrência de avarias no mesmo ou em sua estrutura, conforme figura 7:

Figura 7 – Risco ao meio ambiente


MEIO AMBIENTE			
PONTUAÇÃO	QUALIFICAÇÃO		QUANTIFICAÇÃO
30	Catastrófica	Vazamentos de amônia que exijam a comunicação ao órgão ambiental e demande evacuação de áreas externas a unidade. - Danos irreversíveis a biodiversidade e/ou comunidade e/ou recursos naturais - Contaminação de recurso hídrico com impacto a saúde humana e/ou restrição de abastecimento do serviço público	Desastre ambiental
20	Crítica	Danos sérios mas reversíveis a biodiversidade e/ou comunidade e/ou recursos naturais - Restrição no uso de recreação/cultural da terra, água e ar - Não cumprir alguma exigência legal ocasionando notificação e/ou multas e/ou inquéritos do órgão regulatório - Vazamentos de amônia que exijam a comunicação ao órgão ambiental e demande evacuação de áreas internas a unidade. - Vazamentos acima de 1000kg do produto armazenado e/ou derramamento/lançamento de efluentes/produto que ultrapassem o perímetro da unidade	Emergência grave
15	Moderada	Vazamentos de 51 a 1000kg do produto armazenado e/ou derramamento/lançamento de efluentes/produto que não ultrapassem o perímetro da unidade	Emergência moderada
8	Baixa	Vazamentos de até 50kg do produto - Emissão de fumaça preta acima do tempo permitido.	Emergência leve
1	Muito Baixa	Sem danos ao meio ambiente	Quase emergência

Fonte: BRF S.A.

3.3 Custo de reparo (C)

Este é o item que será utilizado para analisar qual será o custo de reparo de um equipamento ou estrutura caso aconteça algum tipo de avaria aos mesmos, de acordo com figura 8:

Figura 8 – Custo de reparo

	CUSTO DE REPARO		
	PONTUAÇÃO	QUALIFICAÇÃO	QUANTIFICAÇÃO (MRS - Mil Reais)
	20	Severa Impacto de grande magnitude, afetando o orçamento de manutenção do período de forma irreversível.	Maior que 100
	15	Crítica Impacto de magnitude considerável, afetando o orçamento de manutenção do período de forma reversível.	Entre 50 e 100
	8	Moderada Impacto de magnitude moderada.	Entre 5 e 50
	1	Baixa Impacto de pequena magnitude.	Até 5


Fonte: BRF S.A

3.4 Qualidade (Q)

De acordo com o ponto de vista de Pinto e Xavier (2001), é preciso ter alguns indicadores que meçam a qualidade da manutenção: índice de disponibilidade, perda de produção devida à manutenção, índice de retrabalho, índice de defeitos.

Este item tem por sua função mensurar o nível em que será alterada a qualidade do produto caso haja alguma avaria em algum equipamento ou estrutura do processo de fabricação, de acordo com a figura 9:

Figura 9 – Qualidade

QUALIDADE E SEGURANÇA ALIMENTAR					
 QUALIDADE	PONTUAÇÃO	QUALIFICAÇÃO		QUANTIFICAÇÃO	
	30	Catastrófica	Riscos de saúde pública: contaminação microbiológica, química ou contaminação por metal (Contaminação no produto por listeria, salmonela, e. coli, cliques, grampos, parafuso, lubrificante, produto de higienização, tinta...)		Risco a saúde pública.
	20	Crítica	Não cumprimento de formulação, não atendimento de requisitos de legislação e contaminação física exceto metal (Desvio de tabela nutricional, desvio de peso, desvio de percentual de água em produto, presença plástico, ossos ou cartilagem no produto...)		Exposição da marca a nível nacional ou reclamações por corpo estranho.
	15	Moderada	Não atendimento de requisitos de clientes para padrão de produto (Dimensões, cor, textura, odor...)		Não cumprimento da tabela nutricional, não atendimento de requisitos de clientes ou à legislação
	8	Baixa	Não cumprimento de processo que possa causar insatisfação dos consumidores (Perda de vácuo, tamanho menor de gomo, produto fora do padrão de moldagem, presença de bolhas de ar...)		Insatisfação dos consumidores com perda de qualidade percebida
1	Muito Baixa	sem impactos a qualidade do produto			

Fonte: BRF S.A.

3.5 Impacto na produção/patrimônio (P)

Este item tem o objetivo de mensurar o impacto que a avaria no equipamento ou estrutura irá causar na produção ou patrimônio da empresa, conforme mostrado na figura 10:

Figura 10 – Impacto na produção/patrimônio

PONTUAÇÃO	IMPACTO NA PRODUÇÃO E PATRIMÔNIO				
	QUALIFICAÇÃO	QUANTIFICAÇÃO (Horas Perdidas)			
		PROCESSOS			RAÇÕES
		IN NATURA	INDUSTRIALIZADOS		
30	Severa	Impacto na Produção de grande magnitude, afetando o programa mensal de produção e/ou os resultados financeiros do período de forma irreversível. Danos irreparáveis a equipamentos ou instalações (reparação lenta ou impossível)	Maior que 10 h	Maior que 16 h	Maior que 24 h
20	Crítica	Impacto na Produção de magnitude considerável, afetando o programa mensal de produção e/ou os resultados financeiros do período de forma reversível.	Entre 4 e 10 h	Entre 8 e 16 h	Entre 8 e 24 h
15	Moderada	Impacto na Produção de magnitude moderada. Danos leves a equipamentos e instalações (os danos são controláveis e/ou de baixo custo de reparo).	Entre 1 e 4 h	Entre 1 e 8 h	Entre 1 e 8 h
8	Baixa	Impacto na Produção de pequena magnitude. Sem danos ou danos insignificantes a equipamentos e instalações.	Até 1 h	Até 1 h	Até 1 h
1	Muito Baixa	Sem danos ao Patrimônio e/ou Produção			

Fonte: BRF S.A

3.6 Frequência de falha

E por fim este é o item que analisa qual a frequência o equipamento ou estrutura em questão costumam apresentar falhas, podendo assim serem classificados conforme mostrado na figura 11:

Figura 11 – Frequência de falha

PONTUAÇÃO	FREQUÊNCIA DE FALHAS		
	QUALIFICAÇÃO	QUANTIFICAÇÃO	
		(Periodicidade - Dia / Mês / Ano)	
10	Catastrófica	Falhas Catstróficas, Severas, Críticas ou Moderadas em relação a Segurança Alimentar, Qualidade, Segurança e saúde do trabalho, Meio Ambiente e/ou consequência na produção e patrimônio	
8	Crítica	Falhas Catstróficas, Severas, Críticas ou Moderadas em relação a Segurança Alimentar, Qualidade, Segurança e saúde do trabalho, Meio Ambiente e/ou consequência na produção e patrimônio	
6	Moderada	Falhas Catstróficas, Severas, Críticas ou Moderadas em relação a Segurança Alimentar, Qualidade, Segurança e saúde do trabalho, Meio Ambiente e/ou consequência na produção e patrimônio	
4	Baixa	Falhas Catstróficas, Severas, Críticas ou Moderadas em relação a Segurança Alimentar, Qualidade, Segurança e saúde do trabalho, Meio Ambiente e/ou consequência na produção e patrimônio	
2	Muito Baixa	Falhas Catstróficas, Severas, Críticas ou Moderadas em relação a Segurança Alimentar, Qualidade, Segurança e saúde do trabalho, Meio Ambiente e/ou consequência na produção e patrimônio	
1	Ocasional	Falhas Catstróficas, Severas, Críticas ou Moderadas em relação a Segurança Alimentar, Qualidade, Segurança e saúde do trabalho, Meio Ambiente e/ou consequência na produção e patrimônio	

Fonte: BRF S.A.

Ao relacionarmos os valores de Risco obtidos juntamente com o Fator de Risco conforme mostrado na figura 12, é possível então determinar o código de criticidade do equipamento, segue a mesma exemplificada na figura 12:

Figura 12 – Faixa/Fator de risco

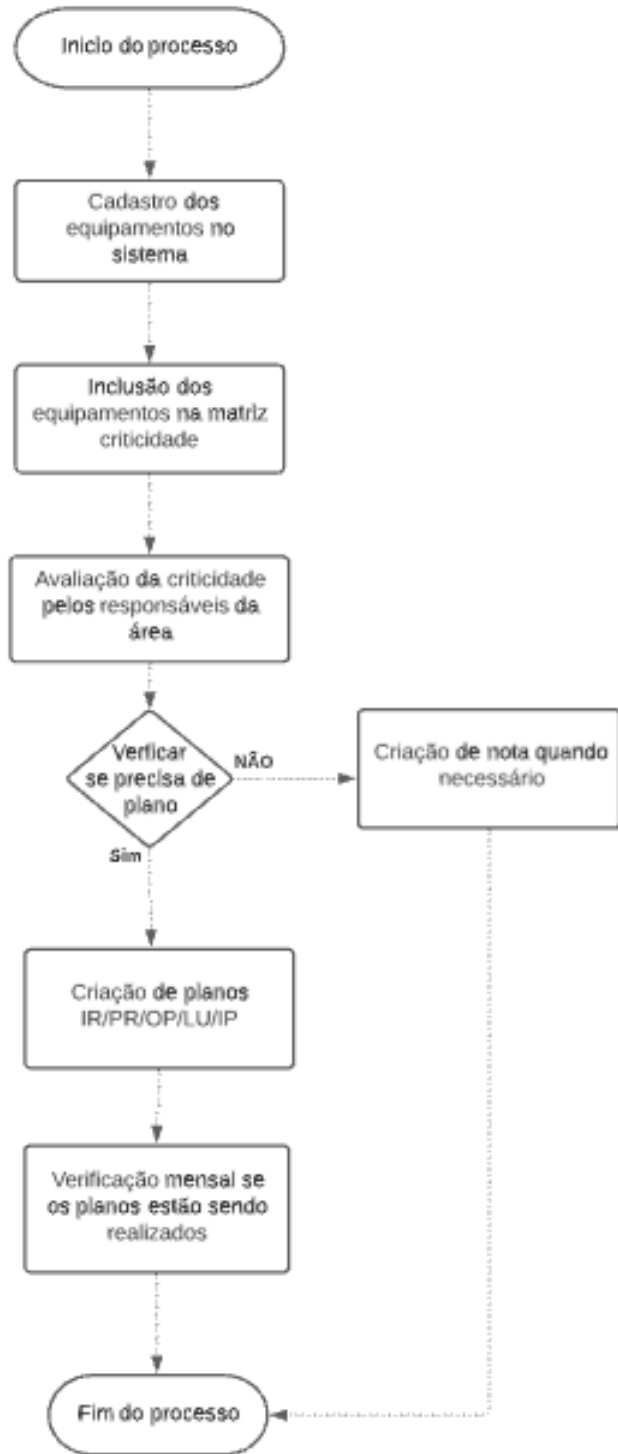
FATOR DE RISCO	ASPECTOS	FAIXA DE RISCO				IMPACTOS EM SSMA, PRODUÇÃO E QUALIDADE	ABORDAGEM DA ESTRATÉGIA DE MANUTENÇÃO
		1-300	301-500	501-700	701-1400		
		Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto		
1	B	B	A	A	Impacto alto	Máxima Confiabilidade	
2	C	C	B		Impacto médio	Máxima Disponibilidade	
3	D	C			Impacto baixo	Obtenção de custo mínimo	
4	D				Impacto muito baixo	Obtenção de custo mínimo	

Fonte: BRF S.A.

Após as definições de criticidade dos ativos da fábrica, os equipamentos foram analisados em relação aos seus históricos de tipos de paradas e falhas, com a finalidade de se obter planos de manutenção ainda mais assertivos. Com um levantamento dos principais componentes de cada equipamento utilizado nessa pesquisa, nos quais foram utilizados na formação dos planos de manutenção dos ativos selecionados. Tal levantamento foi realizado por meio de catálogos, pesquisas internas, manual do fabricante e relatos feitos pela equipe de manutenção e operação.

Na figura 13 é possível verificar o fluxograma de como é realizado a elaboração da matriz criticidade e como são criados os planos de manutenção e como é feita a verificação desses planos.

Figura 13 – Fluxograma do PCM



Fonte: Autor

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O objetivo do PCM é garantir o melhor desempenho dos equipamentos envolvidos, reduzir falhas repentinas, melhorar a qualidade do produto e produção do mesmo, engajar cada vez mais a equipe de produção em relação à manutenções realizadas nos equipamentos. O PCM proporciona uma análise mais específica de cada item que compõe o equipamento, seu tempo de vida útil, realizar vistorias com o intuito de reduzir ou prevenir falhas durante a produção.

Após a realização da classificação dos ativos encontrados dentro da fábrica, de acordo com sua criticidade pontuou-se na matriz, onde nessa classificação pontuou-se os fatores, saúde e segurança, qualidade, meio ambiente, produção e frequência de falhas, como mostra a figura 14.

Figura 14 – Matriz criticidade

EQUIPAMENTO		CRITÉRIOS											MATRIZ DE CRITICIDADE				
LOCAL DE INSTALAÇÃO	TAG	DESCRIÇÃO	EQUIPAMENTO PRINCIPAL	S	M	P	C	Q	F	RISCO	FATOR DE RISCO	SMPQ	CRITICIDADE			OBSERVAÇÕES	
													A	B	C	D	
0280-R03-01-PELET-TRH01	AL028000001	ROSCA ALIMENTADORA - PRENSA 01	MONT	15	8	30	1	15	2	138	1	1	A				
0280-R03-01-PELET-TRH02	AL028000003	ROSCA ALIMENTADORA - PRENSA 02	MONT	15	8	30	1	15	2	138	1	1	A				
0280-U05-01-CALDE-CAL01	CA028000001	CALDEIRA SERMATEC	MONT	30	20	30	8	30	2	236	1	1	A				
0280-R03-01-PELET-CIC01	CIC028000001	CICLONE - PRENSA 01	MONT	15	15	30	1	30	3	273	1	1	A				
0280-R03-01-PELET-CIC02	CIC028000003	CICLONE 01 - PRENSA 02	MONT	15	15	30	1	30	4	364	1	1	A				
0280-R03-01-PELET-CIC03	CIC028000004	CICLONE 02 - PRENSA 02	MONT	15	15	30	1	30	4	364	1	1	A				
0280-R03-01-PELET-EXA01	EXA028000003	EXAUSTOR - PRENSA 01	MONT	15	8	30	1	20	4	296	1	1	A				
0280-R03-01-PELET-EXA02	EXA028000005	EXAUSTOR - PRENSA 02	MONT	15	8	30	1	20	4	296	1	1	A				
0280-U05-01-CALDE-EXA01	EXA028000010	EXAUSTOR - CALDEIRA	MONT	1	8	30	1	15	4	220	1	1	A				
0280-R03-01-MISTU-MIS01	MIS028000001	MISTURADOR DE RAÇÃO	MONT	20	8	30	8	30	4	384	1	1	A				
0280-R03-01-PELET-PEL01	PEL028000001	PRENSA PELETIZADORA 01 - CPMI	MONT	30	8	30	8	30	4	424	1	1	A				
0280-R03-01-PELET-PEL02	PEL028000003	PRENSA PELETIZADORA 02 - CPMI	MONT	30	8	30	8	30	4	424	1	1	A				
0280-R03-01-PELET-RES01	RES028000001	RESFRIADOR - PRENSA 01	MONT	15	8	30	8	30	4	364	1	1	A				
0280-R03-01-PELET-RES02	RES028000003	RESFRIADOR - PRENSA 02	MONT	15	8	30	8	30	4	364	1	1	A				
0280-R03-01-PELET-TRT01	TRT028000001	TRITURADOR - PRENSA 01	MONT	15	8	30	8	20	4	296	1	1	A				
0280-R03-01-PELET-TRT02	TRT028000003	TRITURADOR - PRENSA 02	MONT	15	8	30	8	20	4	296	1	1	A				

Fonte: Autor

Estes equipamentos são classificados entre os mais críticos encontrados dentro do processo de produção, pois qualquer falha que eles apresentem resultará em uma parada total de produção de linha. Após obter a classificação dos equipamentos foram elaborados planos seguindo a figura 15 que mostra as rotinas de manutenção aplicáveis para cada criticidade de equipamento, podendo variar de acordo com a análise realizada com base no fluxo abaixo e característica técnica de cada equipamento.

Figura 15 – Rotina de manutenção aplicáveis

CLASSIFICAÇÃO EQUIPAMENTOS	PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO						TRATAMENTO DE FALHAS			
	PREDITIVA	PREVENTIVA	INSPEÇÃO DE ROTA	MANUTENÇÃO AUTONOMA	CORRETIVA PLANEJADA	LUBRIFICAÇÃO	ACA NÍVEL 1	ACA NÍVEL 2	RAF	CONFIABILIDADE
A	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
B	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C			✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
D					✓	✓	✓	✓	✓	

Fonte: BRF S.A.

Com o objetivo de amenizar essas paradas e indisponibilidade de produção, entre outros benefícios já citados referentes ao PCM, foram elaborado planos de manutenção. Qualquer equipamento ou item que compõe o mesmo, e não tenha uma manutenção adequada, com uma frequência definida após análise de vida útil padrão e indicações do fabricante, tendem a apresentar problemas futuras tanto para o equipamento, quanto para a produção, diminuindo a qualidade do produto e por diante gerar altos custos de reparo.

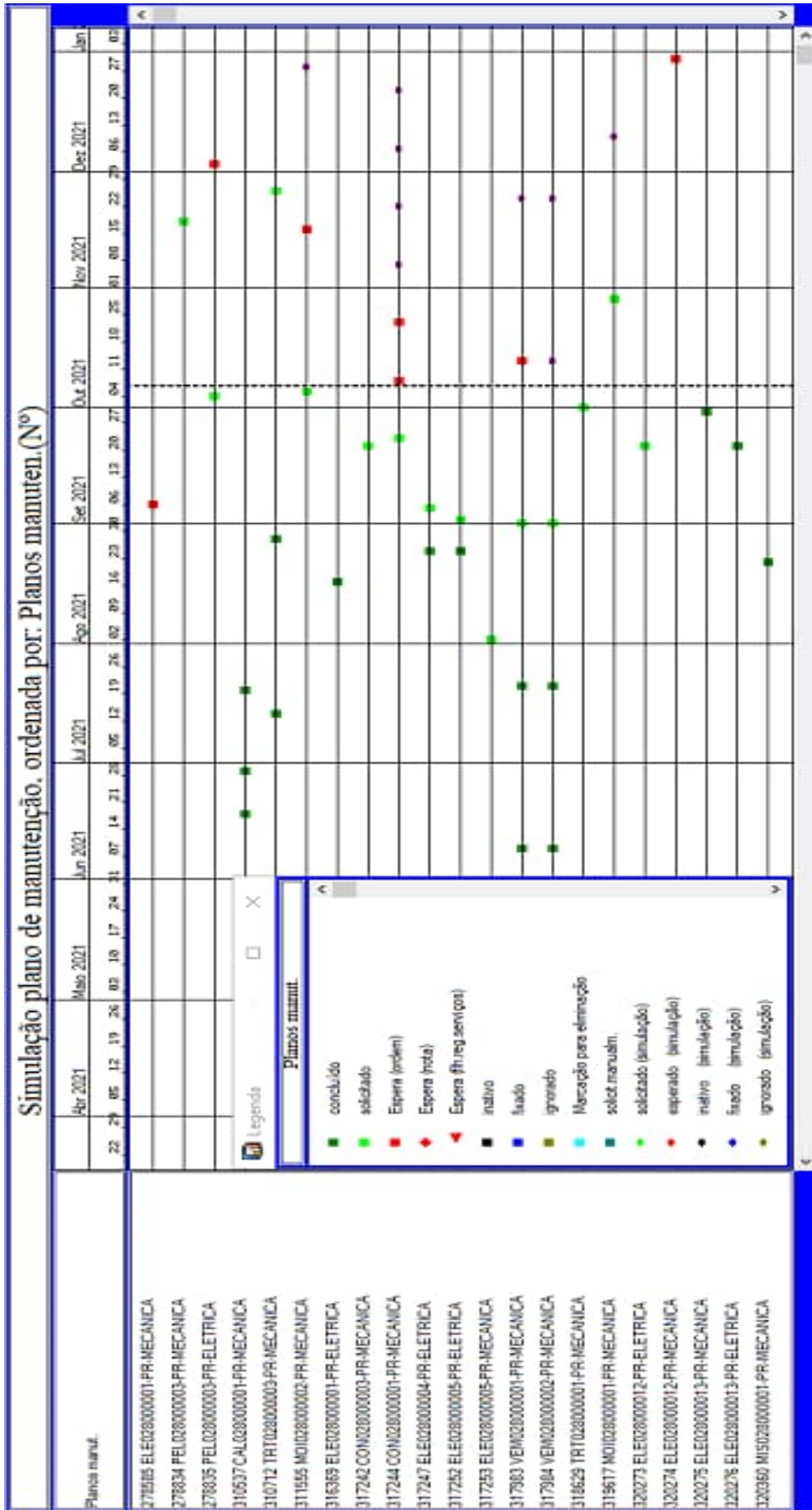
Esse planos de manutenção devem ser revisados periodicamente ou quando houver modificações em equipamentos/instalações ou ainda como ação corretiva do tratamento de falha. A revisão é feita utilizando o SAP(é um sistema de Gestão Empresarial com a intenção de melhorar a eficiência do controle e gerenciamento das informações e dados).

As figuras 16, 17, 18, 19 e 20 mostram a periodicidade que é realizada cada atividade de cada plano, mostrando e se já foi executada, se está em aberto e atividades que serão abertas futuramente.

4.1 Plano de manutenção preventiva - PR

O objetivo do plano de manutenção preventiva é a substituição de componentes antes da ocorrência da falha funcional, através do controle de intervalos constantes de tempo. É aplicada para atingir a máxima confiabilidade de um equipamento/sistema (inexistência de intervenções de emergência) onde a preditiva não é aplicável e só a inspeção de rota sensível não garante a máxima confiabilidade.

Figura 16 – Plano de manutenção preventiva - PR

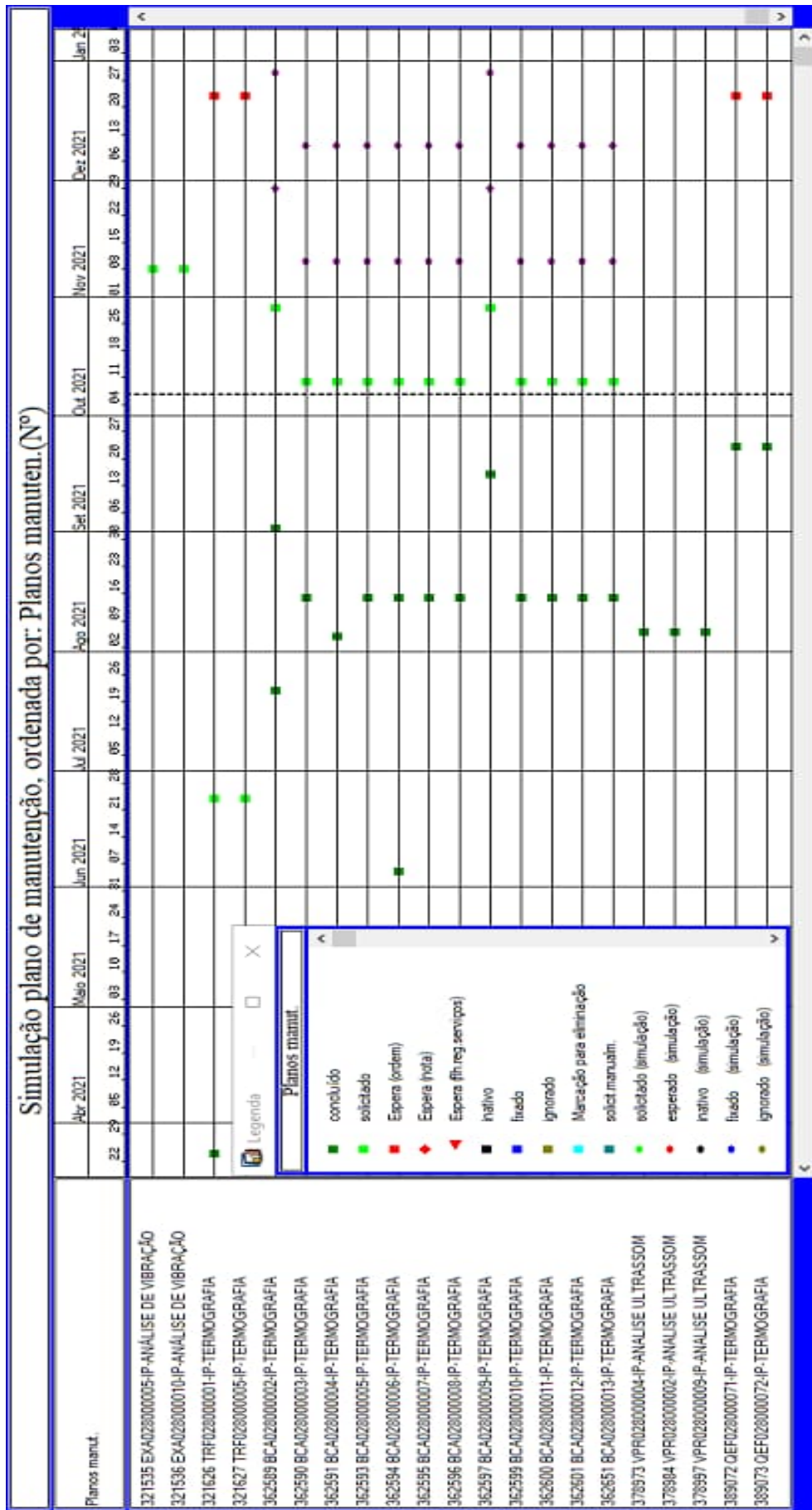


Fonte: Autor

4.2 Plano de manutenção lubrificação - LU

Manutenção preditiva é um método aplicado na área de manutenção com a finalidade de indicar as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação. É uma inspeção planejada, baseada na utilização de instrumentos e ferramentas especiais para medição e monitoramento com a finalidade de diagnosticar anomalias nas condições nominais de operação de equipamentos e instalações industriais.

Figura 17 – Plano de manutenção inspeção preditiva - IP



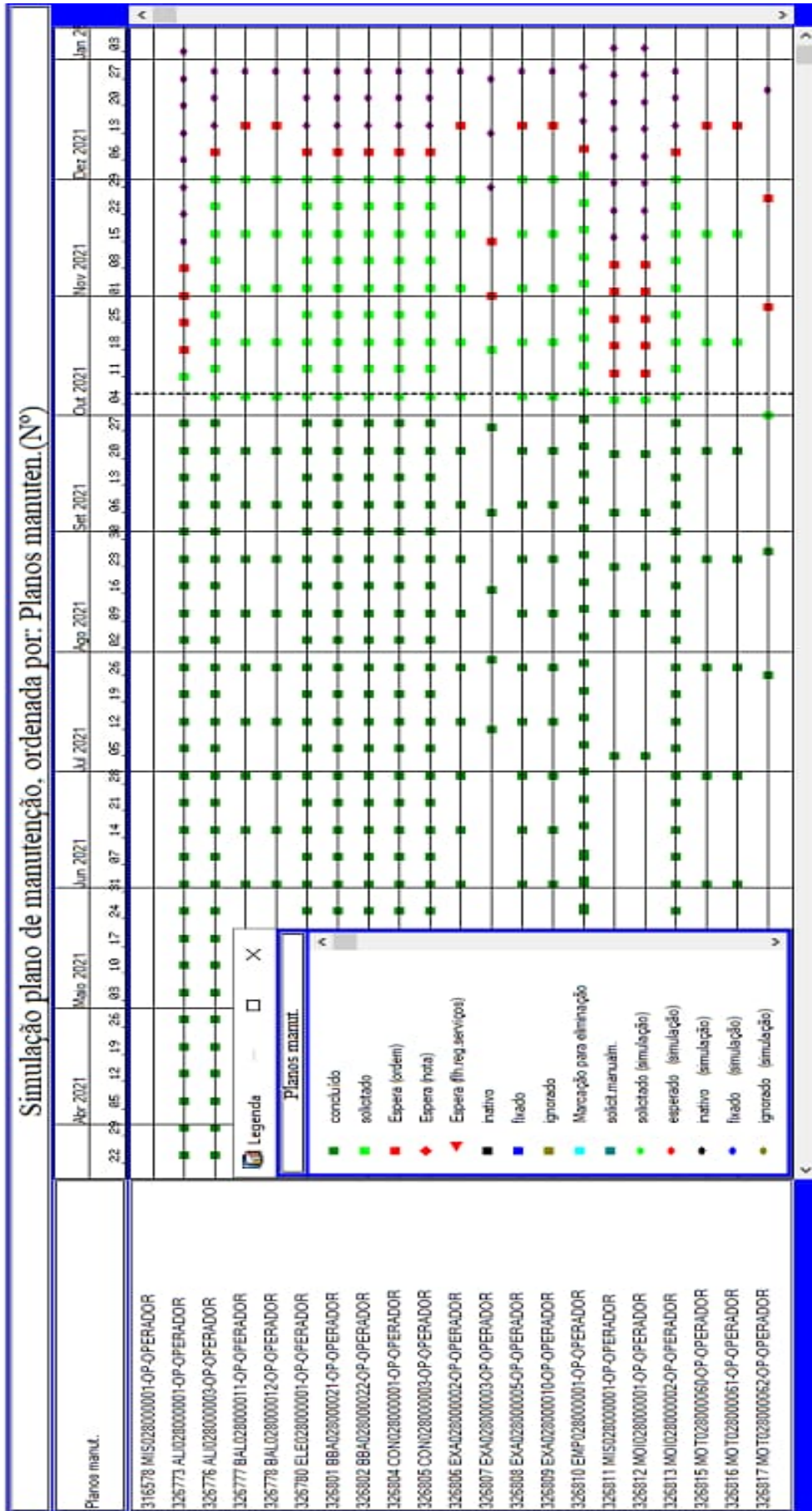
Fonte: Autor

4.3 Plano de manutenção checklist operador - OP

O plano de checklist operador possui atividades de manutenção voltadas para o desenvolvimento da capacidade do operador na execução de pequenos reparos e inspeção para a melhoria da eficiência do equipamento, de modo a antecipar problemas potenciais oriunda dos planos de manutenção, são inspeções executadas por operadores de máquinas em seus equipamentos, compreendendo tarefas como identificação de anomalias, pontos de sujeira, reaperto, limpezas, verificação de funcionamento, ajustes e entre outras.. Toda anomalia identificada no checklist do operador é gerada uma ordem de manutenção autônoma.

O PCM deve identificar quais as operações devem ser repassadas para o operador. O plano de manutenção deverá ser inserido no SAP-PM para gerar o checklist do operador, em um roteiro com tipo de atividade OP.

Figura 18 – Plano de manutenção checklist operador - OP



Fonte: Autor

4.4 Plano de manutenção lubrificação - LU

O Plano de lubrificação é um documento que reúne todas as ações necessárias para manter a saúde dos ativos em relação a sua lubrificação. Um plano de lubrificação aponta quais equipamentos devem ser lubrificados, qual a periodicidade de lubrificação, qual lubrificante e quantidade deve ser aplicado, além de outras informações pertinentes.

Os roteiros de lubrificação devem ser elaborados por equipamento e contemplar todos os eventos de manutenção relacionados a limpeza, troca e recarga de lubrificantes e serem compostos dos seguintes itens: deve ser estabelecido para todas as operações, sempre com base nas recomendações dos fabricantes e históricos de falhas ou intervenções, a definição do método de aplicação do fluido lubrificante deve ser especificada na descrição do serviço ou no campo de observações da ordem.

O plano de lubrificação é uma das principais atividades de manutenção, sendo empregado nos equipamentos independentes de sua criticidade, tendo por objetivo prolongar a vida útil dos equipamentos, minimizando a atuação dos fatores, como sujidade, umidade, oxidação e elevado atrito etc.

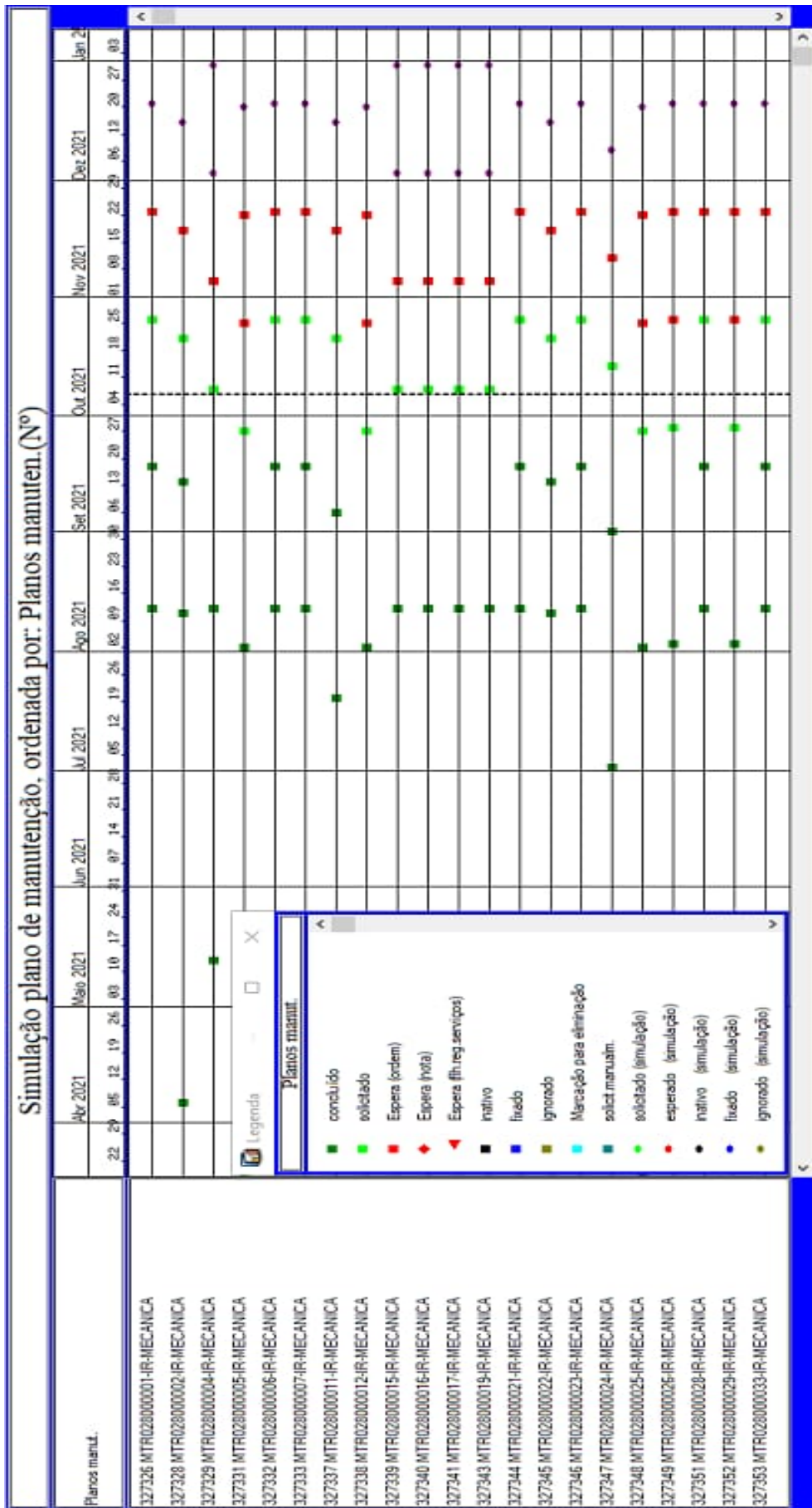
4.5 Plano de manutenção inspeção de rota - IR

As rotas de inspeção são criadas visando maximizar o tempo, a segurança e a produtividade da execução. São atividades com periodicidade variável (diária, semanal, mensal, bimestral) que são executadas com o objetivo de detectar falhas antes que elas ocorram.

O plano de inspeção de Rota é uma importante ferramenta de manutenção periódica planejada. Devem ser preferencialmente construídas por equipamentos e agrupadas em um plano de manutenção da linha ou célula, de forma a otimizar o indicador Hora Homem (HH) do inspetor pela definição da melhor sequência de inspeção dos equipamentos.

As rotas de inspeção são divididas em 7 especialidades:rota elétrica, rotas mecânica,rotas civil, rota de qualidade, rotas inspeção de segurança, rota de excelência energética. Sendo aplicado a rota mecânica e elétrica para o inspetor, que é da manutenção, rota de qualidade para o controle de qualidade, rota de segurança para o técnico de segurança do local e rota de excelência energética para o analista ambiental.

Figura 20 – Plano de manutenção inspeção de rota - IR

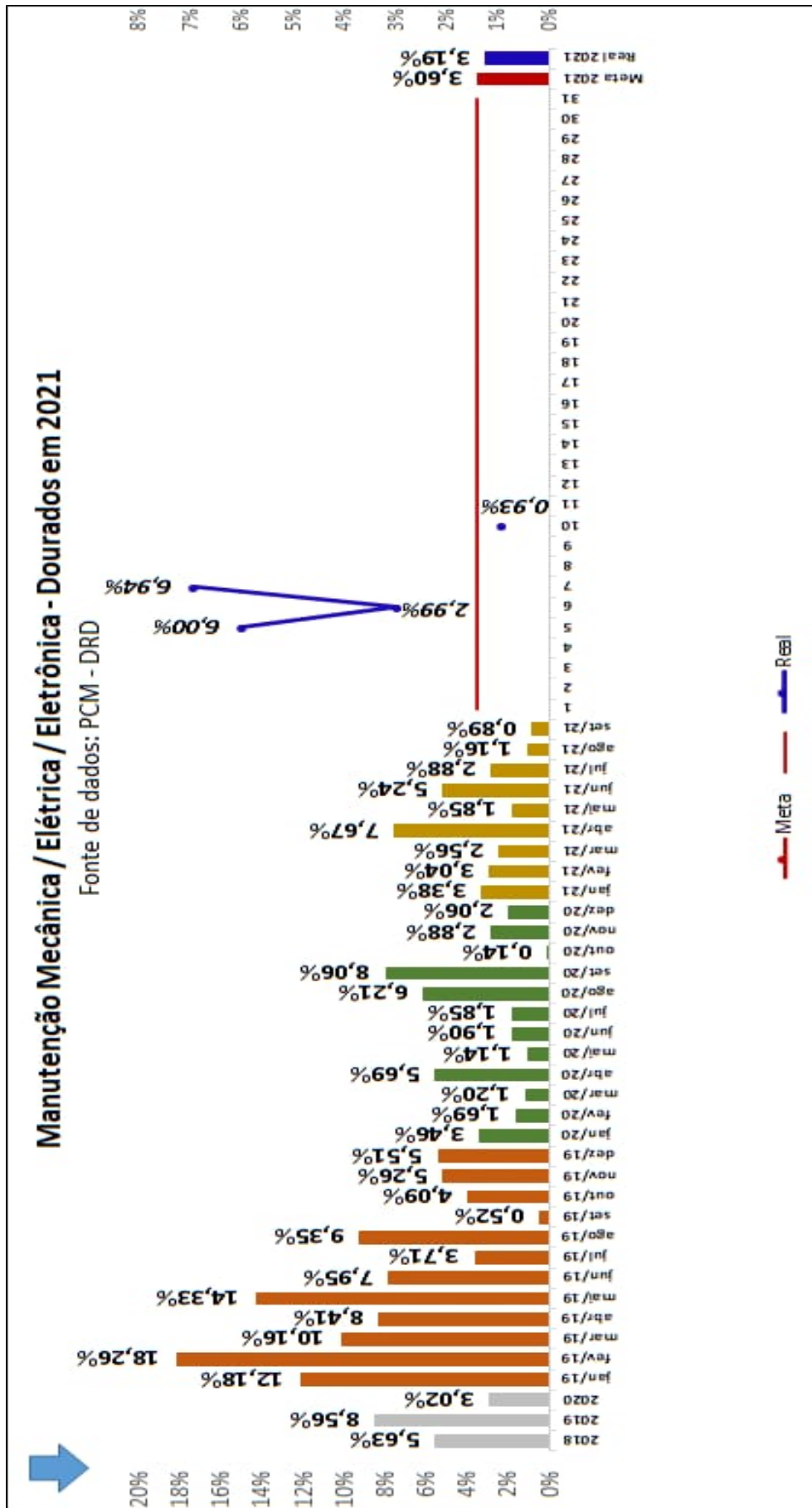


Fonte: Autor

Com a análise dos planos, pode-se constatar quais equipamentos apresentavam maior impacto e risco dentro da fábrica, permitindo o foco na realização de melhoria dos planos de manutenção.

A figura 21 relata o índice de indisponibilidade de produção gerado pelas falhas dos equipamentos. É perceptivo no gráfico que no ano de 2019 no qual não existia o PCM ocorreram as maiores paradas, com os passar dos anos a instalação e adequação da equipe de PCM ocorreu diminuição das indisponibilidades da fábrica.

Figura 21 – Histórico de indisponibilidade



Fonte: Autor

5 CONCLUSÃO

Conforme relatado anteriormente, a fábrica trabalhava apenas realizando manutenções corretivas, não havia um setor de manutenção bem estruturado muito menos um setor de PCM. Desta forma era gerado um grande volume de falhas de equipamentos, acarretando em paradas de produção, alto custo de reparos e demora na execução das tarefas de manutenção.

A diminuição dos índices de indisponibilidades devem ser atribuído a estratégias de manutenção, pois é por meio das mesmas que é possível realizar um gerenciamento dos indicadores de indisponibilidade e qualidade da produção da melhor forma.

Percebeu-se que, com o planejamento e controle no setor de manutenção, as atividades tornaram-se mais ágeis e eficientes. Em virtude da alta direção da empresa necessitar do conhecimento sobre o andamento do setor de manutenção. Além disso, pode-se notar que a teoria e a prática se correlacionam, uma vez que o planejamento e controle trazem benefícios a todos os envolvidos. Além disso, a organização dos processos decorrente do planejamento contribui de forma ímpar para que todos trabalhem de maneira menos sobrecarregada e mais satisfatória.

Com isso, apesar das dificuldades encontradas no início do desenvolvimento, após percepção dos ganhos, a aceitação da implementação do PCM na rotina se tornou visível.

Sugere-se como trabalho futuro aplicação dos valores da implantação do PCM e os benefícios que ele está trazendo, da economia de recursos que sua implantação está gerando.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, P.S. Manutenção Mecânica Industrial: Conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada. 1 ed. São Paulo-SP: Saraiva,2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro, 2004.
- BRF S.A. Guia de Padrões de Manutenção. Curitiba, 2017.
- DIÓGENES, J.A.N. (2019). Análise e implementação de um plano de manutenção na indústria alimentícia. Trabalho conclusão de curso (em Engenharia Mecânica). Fortaleza: UFC
- FILHO, G. B. (2008). A organização, o planejamento e o controle da manutenção. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. Manutenção: função estratégica. 4. ed. rev. ampl. Rio de Janeiro, RJ: *Qualitymark*,2013.
- MOUBRAY, John. Introdução à Manutenção Centrada na Confiabilidade. São Paulo: Aladon, 1997.
- OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças, Planejamento Estratégico: Conceitos, Metodologia, Práticas. São Paulo: Atlas, 2004.
- PINTO, Alan K., XAVIER, Júlio A. N., Manutenção Função Estratégica. Rio de Janeiro: *Qualitymark* Ed.,2001.
- SHARMA, A. et al. *A literature review and future perspectives on maintenance optimization. Journal of Quality in Maintenance Engineering*. Ed: 2011.
- SHENOY, D.; BHADURY, B. *Maintenance resources management: adapting MRP*. 1^a. ed. London: Taylor and Francis LTD, 2005.
- SLACK, Nigel. CHAMBERS, Stuart, HARLAND, Christine, HARRISON, Alan, JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. Editora Atlas S.A., São Paulo. 1999
- SOARES, A. M. (2019). Planejamento e controle da manutenção como alavanca de resultados: implantação em uma indústria de carcinicultura. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Natal: UFRGN.
- VIANA, Herbert Ricardo Garcia. PCM Planejamento e Controle de Manutenção. *Qualitymark* Ed, Rio de Janeiro. 2002.
- VERRI, Luiz Alberto. Gerenciamento pela Qualidade Total na Manutenção Industrial. Rio de Janeiro: *Qualitymark*, 2012.