

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
CRISTIAN FELIPE MULLER

MANUTENÇÃO PREVENTIVA

CASCABEL - PR

2020

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
CRISTIAN FELIPE MULLER

MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Professor Orientador: Rogerio Ludgero

CASCADEL - PR

2020

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

CRISTIAN FELIPE MULLER

MANUTENÇÃO PREVENTIVA E APLICAÇÃO DE INDICADORES.

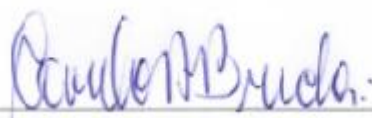
Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Mecânica, como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob orientação do

Professor Especialista: Rogerio Ludgero

BANCA EXAMINADORA



Orientador Professor Especialista: Rogerio Ludegero
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenharia Mecânica



Professor Mestre: Carlos Alberto Breda
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Mecânico



Prof. Geovane Duarte Pinheiro
Coordenador da Engenharia Mecânica
Portaria nº 13/2017, de 13/07/2017
Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG

Professor Especialista: Geovane Duarte Pinheiro
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro de Controle e Automação

Cascavel, 06 de novembro de 2020.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e a minha namorada pelo amor e compreensão, sendo fontes da minha inspiração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado a oportunidade de trilhar esse caminho no qual me realiza profundamente como profissional.

Aos meus pais, pelo carinho, sendo eles responsáveis por quem sou hoje, por sempre me apoiarem como podem.

Aos meus amigos e colegas de turma, pelo companheirismo e por tornarem essa jornada mais leve.

À minha psicóloga, Gelda, por todas as horas de trabalho que dedicou a mim e aos meus problemas, me dando apoio para que eu pudesse evoluir cada dia mais.

A todos meus professores que de alguma forma contribuíram para minha formação profissional e pela troca de experiência.

Aos membros da banca por engrandecerem este trabalho com suas arguições e estada.

RESUMO

O mundo está cada vez mais competitivo, e o setor industrial tem se preocupado com questões da qualidade de produção, dentre elas, o setor de manutenção. Essa categoria deve garantir que os equipamentos e instalações sempre estejam funcionando adequadamente para quando houver urgência na parte da produção. Portanto, nessa situação, este trabalho tem por finalidade apresentar uma sugestão para o desenvolvimento de um programa de preparação e controle da manutenção e, com isso, a introdução com destino a uma indústria de médio porte fabricante de palatabilizantes situada na cidade de Toledo, Paraná. A necessidade da formulação, surgiu como resultado das dificuldades que a organização apresenta em atender rapidamente a grande demanda devido a falha e baixa disponibilidade de máquinas críticas e a repetição de manutenção corretiva. A formulação, destaca-se como fundamental, sendo este um setor de manutenção interno, pois a preservação dos equipamentos é realizada por equipes de terceirizados. Dado o exposto, após uma análise inicial exploratória e investigativa sobre seu procedimento atual, foi determinado, em conjunto com a diretoria, de a empresa atuar em razão de melhorar a disponibilidade das máquinas críticas, agindo com manutenções preventiva e preditiva, procurando reduzir o número de paradas inesperadas, sendo adotadas folhas de cadastro de manutenção, checklists e banco de dados que serão armazenados no Word e Excel. Dessa forma, foi desenvolvida uma estrutura de implantação de uma programação e controle da manutenção que melhor se estabelece à realidade da organização. Essa estrutura permite obter resultados positivos justificando os gastos de manutenção com aumento na produção ou resultados negativos como os gastos demasiados e sem nenhuma melhora na produção. Foi representada a implementação de cada etapa criada pela metodologia, assim como as respostas obtidas com sua implantação. A pesquisa segue em fase de teste.

Palavras-chave: FMEA; Manutenção Preventiva; Planejamento; Engenharia de Manutenção.

ABSTRACT

The world is increasingly competitive, and the industrial sector has been concerned with issues of production quality, among them, the maintenance sector. This category must ensure that the equipment and facilities are always functioning properly for when there is urgency in the production section. Therefore, this work aims to present a suggestion for the development of a preparation and maintenance control program, and then its implementation in a medium-sized manufacturer of flavoring products located in the city of Toledo, Paraná. The need for such formulation arose as a result of the difficulties that the organization presents in meeting the great demand quickly due to the failure and low availability of critical machines, and the repetition of corrective maintenance. The formulation stands out as fundamental, as this is an internal maintenance sector, since the equipment preservation is carried out by teams of third parties. Given the above, after an initial exploratory and investigative analysis of its current procedure, it was determined, together with the board of directors, that the company should act in order to improve the availability of critical machines, acting with preventive and predictive maintenance, seeking to reduce the number unexpected stoppages, with maintenance registration sheets, checklists, and a database which will be stored in Word and Excel. In this way, an implementation structure of scheduling and maintenance control that best fits the reality of the organization was developed. This structure allows to obtain positive results justifying the maintenance expenses with an increase in production or negative results, such as excessive expenses and without any improvement in production. The implementation of each stage created by the methodology was represented, as well as the responses obtained with its implementation. The research continues in the testing phase.

Keywords: FMEA; Preventive maintenance; Planning; Maintenance engineering.

LISTA DE SIGLAS

FMEA - Failure Modes and Effects Analysis, ou, Análise Modos e Efeitos das falhas.

ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção

TAG- Tagueamento (etiqueta de identificação)

TMEF - Tempo Médio Entre Falhas

TMPR - Tempo Médio Para o Reparo

TPM- Tempo Médio de Reparo

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela de índice de criticidade.....	14
Tabela 2: Definição índice de criticidade.....	21
Tabela 3: Dados de parada do picador.....	25
Tabela 4: Dados de paradas do moedor de carne.....	26
Tabela 5: Dados de paradas da rosca de alimentação 1.....	26
Tabela 6: Dados de paradas da rosca de alimentação 2.....	26
Tabela 7: Tabela FMEA.....	32
Tabela 8: Tabela de ocorrência.....	32
Tabela 9: Tabela de severidade.....	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma do projeto.....	18
Figura 2: Mapa do setor de matéria prima.....	25
Figura 3: Folha de cadastro.....	34

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1: Esteira de alimentação.....	21
Imagem 2: Picador de blocos congelados.....	22
Imagem 3: Rosca de alimentação.....	23
Imagem 4: Rosca de alimentação.....	23
Imagem 5: Moedor de carne.....	24

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Calculo de grau de risco	11
Equação 2: Centrada na confiabilidade.....	15
Equação 3: Disponibilidade.....	15
Equação 4: MTBF.....	16
Equação 5: MTTR.....	16
Equação 6: Índice de retrabalho.....	17
Equação 7: BackLog.....	17

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1OBJETIVOS.....	2
1.1.1 Objetivo geral	2
1.1.2 Objetivo específico.....	2
1.2 JUSTIFICATIVA.....	2
1.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	2
2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA	4
2.1 A INDÚSTRIA.....	4
2.2 LOCAL DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO PILOTO.....	4
2.3 CONCEITO DE MANUTENÇÃO	4
2.4 TIPOS DE MANUTENÇÃO	5
2.4.1 Manutenção corretiva	5
2.4.2 Manutenção preventiva.....	5
2.4.3 Manutenção preditiva.....	6
2.4.3.1 Análise de vibrações.....	6
2.4.3.2 Temperatura.....	6
2.4.3.4 Detecção de vazamentos.....	7
2.4.3.5 Análise de óleo	7
2.4.3.6 Ferrografia	7
2.4.4 Manutenção detectiva.....	7
2.4.5 TPM.....	8
2.4.6 Engenharia de manutenção industrial.....	8
2.4.7 Codificação dos equipamentos. (TAG)	9
2.4.8 Planejamento.....	9
2.4.9 Qualidade na manutenção.....	9
2.4.10 Geração da manutenção.....	9

2.4.11 FMEA	10
2.4.12 Índice de criticidade.....	12
2.4.13 NBR-5462.....	14
2.4.14 Manutenção centrada na confiabilidade	14
2.4.15 Cálculo de disponibilidade	15
2.4.16 MTBF ou TMEF tempo médio entre falhas	15
2.4.17 MTTR ou TMR tempo médio de reparo	16
2.4.18 Índice de retrabalho	16
2.4.19 Backlog.....	17
3 Metodologia.....	18
3.1 FLUXOGRAMA	18
3.2 LOCAL.....	19
3.3 EQUIPAMENTOS	19
3.4 REGISTRO DE FALHAS.....	19
3.5 CADASTROS.	19
3.6 TAG.....	20
3.7 MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	20
3.7.1 Manutenção elétrica.....	20
3.7.2 Manutenção mecânica.	20
3.8.1 Esteira de alimentação.....	21
3.8.2 Picador de blocos congelados.....	22
3.8.3 Roscas helicoidais.....	22
3.8.4 Moedor.....	24
3.9 MAPA DO SETOR.	24
3.10 DADOS COLETADOS DOS EQUIPAMENTOS DO SETOR	25
3.11 CÁLCULOS	27
3.11.1 Picador de blocos.....	27

3.11.2 Moedor de carne.	28
3.11.3 Rosca de alimentação 1	29
3.11.4 Rosca de alimentação 2	30
3.11.5 Esteira de alimentação	31
3.11.6 Cálculo de backlog.	31
4 APLICAÇÃO FMEA DE PROCESSO.	31
4.1 COLETA DE DADOS.	33
4.1.1 Preenchimento da folha de cadastro.	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	35
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	38

1 INTRODUÇÃO

Com o mundo cada vez mais globalizado, as indústrias estão mais atentas para o setor de manutenção, setor esse diretamente responsável para a qualidade do produto final, sendo sua principal função garantir a integridade e funcionalidade dos equipamentos.

Pereira (2010) menciona como a manutenção deve agir de forma integrada com os demais setores; desta forma, a empresa mantém os seus processos em harmonia se tornando competitiva.

A concorrência atual, faz com que as empresas mantenham suas máquinas trabalhando a maior parte do tempo interruptamente nos três turnos e, para que isso ocorra, os mecânicos precisam se tornar técnicos cada vez mais capacitados, através de cursos como eletromecânico, eletrotécnica, tecnólogo entre outros, a fim de estarem preparados para resolver um determinado problema em tempo recorde. O tempo de manutenção dos equipamentos envolvidos na produção é primordial para a maximização da produção, pois quanto menor for o prazo do equipamento em manutenção, mais lucro a empresa obterá.

A manutenção é uma junção entre técnicas administrativas e ações práticas, com o intuito de sustentar um sistema em pleno funcionamento, proporcionando um eficiente desempenho das funções estabelecidas pela organização. Desta forma, quanto maior a disponibilidade, confiabilidade e qualidade de um equipamento, maior será o retorno positivo para a indústria.

A Falbom Agroindustrial é uma empresa alimentícia com o foco em palatilizantes para animais pet. A sede da fábrica fica localizada na cidade de Toledo/Paraná, tendo suas atividades iniciadas no ano de 2015, na qual possuem equipamentos de alta tecnologia que são responsáveis por processar fígado de aves e suínos.

Após uma série de análises, a administração acabou por constatar que a produção estava caindo devido as paradas inesperadas das máquinas, as quais, na maioria das vezes, o motivo era a quebra de peças, devido ao uso contínuo dos equipamentos.

Sem uma manutenção interna, a empresa depende do serviço terceirizado o que acaba aumentando o tempo de espera para que os equipamentos sejam consertados. A fim de tornar seu produto mais competitivo no mercado, foi realizada uma análise e verificou-se que um dos meios seria a introdução de um planejamento de manutenção interna.

O objetivo do presente estudo é evidenciar a necessidade de um planejamento de manutenção preventiva e preditiva a fim de diminuir a corretiva.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a importância da implantação correta do planejamento de manutenção em uma indústria.

1.1.2 Objetivo específico.

- Implantação de índice de criticidade;
- Implantação FMEA.
- Calculo manutenção centrada na confiabilidade.
- Calculo disponibilidade.
- Calculo tempo médio entre falhas
- Calculo tempo médio de reparo
- Calculo índice de retrabalho.
- Calculo de backlog.

1.2 JUSTIFICATIVA.

Com o passar do tempo, o mercado se torna mais tecnológico, exigindo que a indústria acompanhe essa evolução. O planejamento estabelece como e onde a organização deseja chegar, bem como os objetivos que devem ser feitos, proporcionando um acompanhamento constante, apontando se a mesma está focada nos resultados dos objetivos traçados.

Um controle eficiente das atividades de manutenção, o cadastro de ocorrências, dos estoques de peças, como entradas e saídas, possibilitará ao gestor melhorar sua administração.

1.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.

Como implantar os indicadores de manutenção em uma fábrica de alimentos, onde não se teve nenhum histórico de reparo dos equipamentos?

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.

A presente pesquisa ocorreu no primeiro semestre de 2020, durante 3 meses, e será acompanhado na prática o funcionamento e o estudo dos equipamentos. Com isso, serão obtidos resultados que servirão de base junto com a fundamentação teórica para que o planejamento de manutenção preventiva seja construído. O planejamento será aplicado em equipamentos de alta prioridade que podem parar a fábrica em caso de quebra. O local do estudo será a empresa privada Falbom Agroindustrial, localizada na cidade de Toledo/PR.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 A INDÚSTRIA.

A empresa tem o foco em palatilizante para animais pet, como cães e gatos. Esses pequenos estão presentes em praticamente todas as casas ao redor do mundo, e visando uma melhor alimentação para eles a empresa tem o foco em processar fígados, e retirar o “suco” da carne para que seja adicionado na ração animal, dando sabor ao alimento.

Por ser uma empresa alimentícia é necessário um rigoroso controle de qualidade. Com esse foco, a empresa está implantando alguns indicadores de manutenção para garantir a funcionabilidade de seus equipamentos e também a qualidade dos seus produtos.

2.2 LOCAL DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO PILOTO.

É a principal área a de matéria prima, pois é onde o processo de produção se inicia. O setor é constituído de 5 equipamentos os quais são: esteira de alimentação, picador, rosca de alimentação 1, moedor de carne e rosca de alimentação 2. O picador e o moedor são da empresa Incomaf, a esteira de alimentação e as roscas foram desenvolvidas pela Inomaq; e os equipamentos foram adquiridos pela Falbom no ano de 2015.

2.3 CONCEITO DE MANUTENÇÃO

O Documento Nacional da Manutenção, o qual descreve a situação da manutenção nas indústrias, é produzido pela Associação Brasileira de Manutenção em um período de dois anos, desde o ano de 1995. Seu objetivo é realizar uma pesquisa de dados para estabelecimento de indicadores, a nível nacional, assim como a indicação de parâmetros que possam integrar o controle, melhoria e definição do desempenho da manutenção no Brasil (OLIVEIRA, 2013).

Nesse sentido, a manutenção industrial tem um considerável papel na produção, embora seja lembrada apenas quando ocorrem paradas ou defeitos dos maquinários e instalações, mais especificamente, quando um equipamento pausa o processo produtivo tendo perda de produção (MOBLEY, 2014).

De acordo com Viana (2012) a manutenção industrial cuida de uma instituição; e, o planejamento e administração da manutenção, a organiza. Em relação ao melhoramento, se este

for eficaz, a empresa terá vitalidade financeira para existir e posicionar seus produtos no comércio, com particularidades.

Dado o exposto, Viana (2012) conclui que o primeiro passo no desenvolvimento de uma política de manutenção é selecionar os planos de manutenção os quais devem ser empenhados no equipamento, levando em consideração: os conselhos do fabricante, a proteção do trabalho e também a do meio ambiente.

2.4 TIPOS DE MANUTENÇÃO

A manutenção é mais conhecida pela classificação sendo estas preventiva e corretiva. Ultimamente surgiu a ideia de manutenção preditiva, o qual é utilizado em várias organizações (MARTINS e LAUGENI, 2015)

2.4.1 Manutenção corretiva

Segundo Viana (2014), pode-se dividir manutenção corretiva em duas sendo: a não planejada, na qual a atividade da manutenção ocorre quando o equipamento para de funcionar; e a atividade prevista, esta chamada de corretiva, mas com planejamento.

Para Almeida (2014) a manutenção corretiva é um método de gerência reativa que espera pelo defeito do equipamento, antes que seja decidida qualquer conduta de manutenção.

De acordo com Xenos (2014), mesmo sendo uma escolha que gera transtornos, pois não é possível um preparo, ainda é o tipo mais usado nos dias atuais.

Kardec e Nascif (2013) afirmam que, nem sempre, a intervenção corretiva é emergencial, pois quando é realizado uma intervenção para melhorar um desempenho abaixo do esperado, está sendo realizada manutenção corretiva.

2.4.2 Manutenção preventiva

Com o objetivo de prever as possíveis falhas e garantir a funcionabilidade dos processos, os planos de manutenções preventivas são utilizados nos maquinários. Os planos são baseados no tempo, a partir de histórico de falhas, recomendações dos fabricantes, inspeções de campo e projetos de melhoramentos com o objetivo de eliminar a causa-raiz (CORRÊA, 2012). Enquadra-se como preventivo todo trabalho dedicado a uma máquina que não apresente redução do desempenho (VIANA, 2012). De acordo com a ideologia de Xenos (2014) esse

método deveria ser adotado como padrão em qualquer empresa que busque evitar a falha de suas máquinas.

A manutenção preventiva exige um controle eficaz e uma rigidez. Suas consequências em falhas de serviço são as consideradas mais sérias. Empresas de grande porte, geralmente, são quem dispõem de equipes próprias ou terceirizadas para os serviços de manutenção preventiva. As vantagens da manutenção preventiva são muitas, entre elas o aumento da vida útil dos equipamentos, a redução de custos, a programação para horários convenientes e o aumento das características dos produtos (MARTINS e LAUGENI, 2015).

2.4.3 Manutenção preditiva.

De acordo com Viana (2012), tem como objetivo a manutenção preditiva definir o tempo certo da necessidade de ação; com isso, evitando abertura para inspeção, utilizando o elemento até o ápice de sua vida útil.

Xenos (2014) afirma que manutenção preditiva é uma categoria mais cara quando se julga apenas o valor da manutenção.

A detecção antecipada de uma falha permite um diagnóstico precoce da parada do equipamento, possibilitando a execução de estratégias de ações corretivas, no momento e na situação adequada ao tipo de falha (TOAZZA e SELLITO, 2015).

Algumas das técnicas mais utilizadas em estratégias de manutenção preditiva são a ferrografia, inspeção sensitiva, termografia e análise de vibração (TOAZZA e SELLITO, 2015).

Kardec e Nascif (2013) afirmam que essa técnica de manutenção, além de diminuir as falhas não esperadas, reduzem os acidentes causados por erros graves no processo.

2.4.3.1 Análise de vibrações

O acompanhamento e a análise de vibração é um dos mais consideráveis métodos de predição nas empresas tendo a sua maior utilização em equipamentos rotativos como bombas, turbinas, moto-redutores, ventiladores e compressores. O atual desenvolvimento dos sistemas de monitoração está muito avançado, o que vem facilitando a obtenção de dados, através de sensores que podem ser instalados nos equipamentos.

2.4.3.2 Temperatura

A temperatura é um parâmetro de fácil entendimento e a orientação de sua variação permite analisar alteração na condição dos maquinários, componentes e do processo industrial como a temperatura de mancais rotativos, temperatura de equipamentos, temperatura de barramentos e ligações elétricas.

A medição de temperatura pode ser realizada por diversos equipamentos tais como, termômetro de contato, termometria convencional, termovisores, pirômetro de radiação, ótico e termógrafos.

2.4.3.4 Detecção de vazamentos

Os vazamentos estabelecem um dos maiores problemas nas fábricas, instalações prediais, transportes, equipamentos hidráulicos e, até mesmo, em equipamentos pneumáticos. As correções de vazamentos são fundamentais tanto nos aspectos de segurança quanto nos aspectos de valores para a indústria, conservação de energia e preservação do meio ambiente. Existem métodos para se fazer a verificação dos vazamentos. Alguns como detectores de gás, os instrumentos eletrônicos que provocam alarme ou sensores presença de gás.

2.4.3.5 Análise de óleo

De acordo com Baroni (2002) existem algumas formas de analisar as informações que são obtidas a partir de uma coleta de óleo tais como as condições do lubrificante, a determinação das propriedades físico-químicas do lubrificante como a viscosidade para garantir uma boa lubrificação, também a análise de metais no óleo devido ao desgaste de equipamentos como moto-redutores.

2.4.3.6 Ferrografia

Consiste na análise da severidade, modos e desgastes em equipamentos por meio da identificação da estrutura, acabamento superficial, coloração e tamanho das partículas encontradas nas amostras de óleos, graxas e lubrificantes de qualquer viscosidade, consistência e opacidade (BARONI, 2002).

2.4.4 Manutenção detectiva

A manutenção detectiva ajuda na operação dos maquinários e está sempre certificando uma boa efetividade em longo prazo.

Conforme Souza (2008), o termo manutenção detectiva vem da palavra “detectar” e começou a ser citado a partir dos anos 90. O objetivo da ação desta administração é aumentar a confiabilidade dos maquinários, além disso, é caracterizada pela intervenção em sistemas de proteção para verificar falhas ocultas e não perceptíveis. É a maneira mais fácil de identificar se os dispositivos no sistema irão atuar corretamente na aplicação de sua operação. A manutenção detectiva é uma das ocupações que assegura o bom funcionamento de um maquinário.

2.4.5 TPM

A TPM, que em português quer dizer Manutenção Produtiva Total é uma estratégia de gestão dos maquinários concebida para alcançar a eficiência através do engajamento dos seus colaboradores. É uma ideia que teve seu início a partir da manutenção preventiva originada no período pós-guerra, nos Estados Unidos da América, deixando para trás as práticas de manutenção corretiva. Assim, as trocas ou ajustes dos maquinários após a parada (SOUZA 2013).

Branco Filho (2008) afirma que treinamento, disciplina, limpeza e participação total de todos são os pontos a serem seguidos na TPM. O operador passa a ser operador e manutentor e, sua assistência, deve-se ter incentivo. Através da interação do homem com a máquina e o produto, tendendo a chegar em falha zero nos equipamentos e defeito zero no produto. A ideia básica da TPM é a reformulação e a melhora da estrutura da empresa a partir da reestruturação e melhoria dos colaboradores e dos equipamentos, com o engajamento de todos os níveis hierárquicos e a mudança da estrutura organizacional. Em junção aos equipamentos, significa promover a alteração junto à linha de produção.

2.4.6 Engenharia de manutenção industrial.

Viana (2014) afirma que a engenharia de manutenção deve ser composta por uma equipe multidisciplinar de técnicos e engenheiros com olhar dialética e foco em resultados. Esta área visa proporcionar o progresso tecnológico da manutenção, buscando o aperfeiçoamento constante dos equipamentos levando em consideração os maiores índices de produtividade e o corte de danos ao meio ambiente e dos riscos em segurança do trabalho.

2.4.7 Codificação dos equipamentos. (TAG)

A palavra inglesa *tag* tem como significado etiqueta de identificação e o termo “Tagueamento”, nas indústrias, representa a identificação a posição das áreas operacionais e das suas máquinas (VIANA,2014). O objetivo do “tagueamento” configura o cadastro e o rastreamento para cada tipo de equipamento, na sua localização especificada na indústria.

A codificação de uma máquina tem como finalidade individualizá-lo para obter a manutenção, bem como para a assistência de sua vida útil, o seu relatório de quebras e intervenções (VIANA, 2012).

2.4.8 Planejamento.

De acordo com Viana (2012) é necessário um conjunto de informações para que se possa orientar as atividades de manutenção, principalmente, a de caráter preventivo.

Xenos (2014) afirma que o termo “planejamento”, quando utilizado na manutenção da qualidade, pode ser apresentado como “padronização”, pois se utiliza de uma gestão a fim de manter uma meta, por meios e técnicas já desempenhados.

2.4.9 Qualidade na manutenção.

Costa (2013) afirma que é necessário utilizar uma metodologia que melhor se adapte a gestão do sistema de manutenção. Assim, a função manutenção deixará de ser um gasto para a empresa e poderá ser vista como fator estratégico para diminuição dos custos totais de produção.

De acordo com Xenos (2014) a qualidade dos objetos e serviços consistem cada vez mais do ideal funcionamento das máquinas e das instalações de produção.

2.4.10 Geração da manutenção

A primeira geração atinge o período antes da segunda guerra mundial, assim recebendo a denominação de manutenção corretiva.

O segundo período, entre as décadas de 50 e 70, do século XX, período de excessiva mecanização, devido a enorme demanda provocada pelo período da segunda guerra, tornou as

empresas totalmente vinculado ao bom funcionamento dos equipamentos. Para evitar aborrecimento, com as paradas das máquinas, gerou o conceito da manutenção preventiva.

A terceira geração é dos anos 70, pela automatização e mecanização dos maquinários, os quais se tornam cada vez mais populares dentro das empresas. São introduzidos novos princípios a confiabilidade e disponibilidade, junto com um novo aspecto de se fazer manutenção, mais conhecida como manutenção preditiva.

A quarta geração se iniciou por volta dos anos 2000. Ela é considerada uma extensão natural da terceira geração. Nela, certamente, os conceitos estabelecidos pela terceira geração continuam atuantes; entretanto, a busca pela melhora da confiabilidade e disponibilidade se torna mais rígida e eficaz. Também há a estruturação dos conceitos da engenharia da manutenção, certamente com a perspectiva da importância da estratégia de manutenção para o sucesso competitivo das empresas.

2.4.11 FMEA

Análise do Modo e Efeito de Falhas, trata-se de uma estrutura desenvolvida nos Estados Unidos da América o qual permite identificar, a partir de um determinado modo de erro que o processo apresenta um impertinente, uma não compatibilidade no uso ou na aplicação, mau desempenho, ações preventivas ou mesmo corretivas, no caso de revisões que impossibilitem ou reduzam a possibilidade de seu acontecimento o que pode ser feito para evitar que ocorra novamente os mesmos erros.

De acordo com Chrysler (2001), o FMEA é um grupo de atividades que visam reconhecer e avaliar erros potenciais de um processo e efeitos dessas falhas, identificar as melhores atitudes para reduzir a chance de estas ocorrerem e catalogar o processo.

Segundo Viana (2002) este é um método para análise de erros em processos e produtos, com o objetivo de prever erros indesejados, possibilitando a tomada de decisão de forma precoce, identificando e priorizando atitudes que impeçam a existência efetiva destes erros.

Para Couto e Carvalho (2015), o FMEA é uma das técnicas consideradas de baixo risco e mais eficaz para a prevenção de erros e para encontrar das soluções mais eficientes em termos de valores, a fim de precaver esses problemas. O FMEA oferece como procedimento uma abordagem estruturada para verificação, condução e atualização do procedimento de projetos e métodos em todas as fases da organização (PALADY 2004).

A metodologia FMEA é realizada por uma equipe multidisciplinar de forma a ser o mais extensível possível. De acordo com Carvalho (2006), a análise é focada através de perguntas como:

- Como um componente pode falhar?
- Quais tipos de falhas são contemplados?
- Quais partes do processo são afetadas?
- Quais são os resultados da falha sobre o processo?
- Qual a relevância da falha?
- Como diagnosticar o acontecimento das falhas?

Na elaboração do FMEA, cada componente é examinado de forma a verificar seus possíveis modos de erro (MADDOX, 2005).

De acordo com Florence e Calil (2005) o modo de erro é o efeito pelo qual um determinado erro é observado em um componente de processo. Assim, existem abordagens para verificar os modos de erro: estrutural e funcional.

Há fatores utilizados no FMEA que auxiliam nas prioridades de falhas, os quais seriam: ocorrência, severidade e detecção.

Para Leal Pinho e Alemida (2006) ocorrência define a frequência do erro, enquanto a severidade corresponde à seriedade do efeito da falha, enquanto a detecção é a capacidade para detectar o erro antes que ele atinja o processo.

Neste sentido, o RPN indica o grau de risco e prioriza as contramedidas a serem adotadas contra as falhas, sendo calculado a partir da multiplicação entre as variáveis (OLIVEIRA, PAIVA E ALMEIDA 2007).

EQUAÇÃO 1: Cálculo de grau de risco.

$$RPN = O \times S \times D$$

Onde:

O - Probabilidade de Ocorrência;

S – Severidade;

D – Detecção.

2.4.12 Índice de criticidade

Os sistemas industriais são desenvolvidos, operados e conservados com intuito de produzir e satisfazer as necessidades das empresas através de elevado nível de qualidade no produto final, seja ele um produto ou serviço. No decorrer do tempo de operação da produção, algumas falhas podem ocorrer, o que pode comprometer o desempenho e o alcance ao objetivo inicial de um sistema. Por isso, é necessária a adoção de uma política correta de manutenção para manter o desempenho do sistema a um nível satisfatório. (WANG & PHAM, 2011).

Conforme Liu e Huang (2010) a manutenção é fundamental para o desempenho dos sistemas industriais, a fim de assegurar a eficiência na utilização desses sistemas. Contudo, em muitos casos, torna-se impossível executar todas as ações de manutenção devido às limitações de recursos, tempo e dificuldade dos processos. Então, a análise de criticidade é indicada na priorização dos sistemas e equipamentos críticos, considerando interações entre processos, as variações dos parâmetros e atributos operacionais de um processo (TOMALDIS & PISTIKOPOULOS, 2004).

Helmann (2010) ressalta a criticidade com a característica que expressa a relevância da função de um maquinário ou de um sistema, dentro de um sistema produtivo, sob os critérios de segurança e de meio ambiente ou outros critérios específicos na indústria.

Ribeiro (2010) afirmam que a criticidade determina o quanto um equipamento é essencial dentro do contexto operacional de um sistema da empresa, no qual uma falha ou baixo funcionamento podem acarretar graves consequências, como acidentes com os funcionários, danos ao meio ambiente, impactos econômicos e operacionais. Assim, a criticidade é diretamente proporcional ao impacto que esse equipamento pode causar no processo.

Para Siqueira (2009) grande parte das empresas utilizam métodos empíricos na avaliação da criticidade, baseados nas experiências dos gestores e técnicos de manutenção que, apesar de servir como referência no planejamento de ocupações e recursos, não oferecem uma avaliação completa, que aborda diferentes aspectos e cenários, que abrangem uma visão global do sistema, com destaque as seguintes áreas: segurança, meio-ambiente, produção, qualidade.

Segundo Hijes e Cartagena (2006) a maioria das plantas industriais são equipadas com diversos equipamentos em uma sequência de operação, onde as saídas de um equipamento ou processo podem ser as entradas para um equipamento ou processo subsequente. Tais equipamentos apresentam diferentes requisitos para confiabilidade como segurança, tecnologias de fabricação, e efeitos de falha sobre o processo produtivo em que estão inseridos, com a necessidade de determinar um maior ou menor nível de criticidade dentro do sistema

como um todo. Monitorar a criticidade de todos os maquinários de uma planta industrial é fundamental para uma boa política de manutenção. Isso define onde e como será direcionada a atuação da manutenção em cada equipamento, o que garante a distribuição e o gerenciamento de recursos de maneira eficaz e contribui para o aumento do desempenho da empresa (RIBEIRO, 2010).

De acordo com Siqueira (2009) em grande parte das indústrias, não há uma separação adequada dos parâmetros que atingem a criticidade dos equipamentos. Assim, a criticidade do equipamento é baseada apenas na experiência e conhecimento tácito do técnico ou responsável pela análise, acrescida de informações técnicas sobre o mesmo. Informações puramente técnicas não são suficientes para definir a criticidade de um equipamento.

Devem ser acrescentados outros critérios como, relações interfuncionais entre equipamentos, processo, risco devido a capacidade de falha, impactos financeiros, políticas ambientais, segurança, aspectos econômicos, qualidade, além de critérios específicos de cada setor da industrial (HORENBEEK & PINTELON, 2010).

Os principais grupos de critérios aplicados na análise de sistemas e componentes críticos industriais: segurança e meio-ambiente. É cada vez maior a preocupação da comunidade com aspectos ambientais e de segurança, onde só os avanços econômicos e tecnológicos não são tolerados danos a esses aspectos. Descuidar a importância desses pontos pode, inclusive, difamar a imagem da empresa na sociedade na qual ela está inserida. A segurança é uma das questões mais significativas da gestão industrial contemporânea (MOBLEY 2008).

Critérios econômicos e financeiros: as indústrias estão sujeitas a impactos financeiros, mesmo aqueles em que o foco principal não é a geração de lucros como militares, assistenciais, os quais poderão sofrer impactos decorrentes de variações econômicas (KARDEC & NASCIF, 2009).

Produção e qualidade nos equipamentos e sistemas dos quais as falhas tenham a capacidade de interferir na produção, qualidade dos produtos e processos, dispõem de grande importância sobre na análise de criticidade por parte dos gerentes das empresas, principalmente por impactarem nos custos da organização.

Tabela 1: Tabela de índice de criticidade

FATORES DE AVALIAÇÃO	FATORES DE AVALIAÇÃO	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO		
		A	B	C
S	Segurança e Meio Ambiente	Caso sofra parada, provoca acidente grave e problemas de contaminação com meio ambiente	Caso sofra parada, pode provocar algum tipo de acidente porém só material, mas não com o meio ambiente	Caso sofra parada, sem probabilidades de provocar qualquer tipo de acidente, nem tampouco com o meio ambiente
Q	Qualidade do produto	Caso sofra parada, haverá com certeza queda de qualidade e geração de refugos podendo gerar reclamações de clientes	Caso sofra parada, haverá possíveis queda de qualidade e poucos refugos, sem possibilidade de reclamações de clientes	Caso sofra parada, não haverá queda de qualidade e poucos refugos, sem possibilidade de reclamações de clientes
O	Condição de Operação	Tempo de utilização da máquina ou equipamento acima de 90% ao mês	Tempo de utilização da máquina ou equipamento de 50% à 90% ao mês	Tempo de utilização da máquina ou equipamento abaixo de 50% ao mês
E	Condições de Entrega	Caso sofra uma parada, pode parar uma linha de produção sem nenhuma alternativa a curto prazo	Caso sofra uma parada, pode parar uma linha de produção, porém com alternativas imediatas	Caso sofra uma parada, não interfere na linha de produção, e com outras alternativas imediatas
P	Índice de paradas - Confiabilidade	MTBF abaixo de 15 horas	MTBF acima de 15 até 30 horas	MTBF acima de 30 horas
M	Manutenibilidade	MTTR acima de 2 horas	MTTR de 1 a 2 horas	MTTR abaixo de 1 hora

Fonte: CYRINO (2018).

2.4.13 NBR-5462

Disponibilidade é a capacidade de um equipamento estar em condições de efetuar uma certa tarefa em um dado instante ou durante um período de tempo estipulado, levando-se em consideração os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e de manutenção, supondo que os métodos externos requeridos estejam disponíveis.

Mantenabilidade é a capacidade de um item ser mantido ou recolocado em estado de executar suas funções solicitadas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é realizada sob condições predeterminadas e mediante procedimentos e solicitações de serviço.

Confiabilidade é a capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo.

2.4.14 Manutenção centrada na confiabilidade

Sua origem vem da indústria aeronáutica dos Estados Unidos da América, tendo suas técnicas e ideias aplicáveis em outros segmentos industriais (SIQUEIRA, 2009).

De acordo com Kardec e Nascif (2009) a Confiabilidade é a perspectiva de um item desempenhar uma tarefa requerida sob condições específicas de uso durante um determinado tempo estabelecido.

Assim sendo calculada a equação 2:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Na qual:

$R(t)$ = confiabilidade a qualquer tempo;

e = base de logaritmos neperianos;

λ = taxa de falhas;

t = tempo previsto de operação.

2.4.15 Cálculo de disponibilidade

Monchy (1989) afirma que um equipamento está apto para ser utilizado. A partir desta indicação, a disponibilidade de um equipamento é dependente do número de paradas que ocorrem a (confiabilidade), da velocidade com que elas são consertadas (manutenibilidade), das técnicas e processos utilizados nas práticas das políticas de manutenção e da atuação da área de apoio (logística).

A disponibilidade representa o grau de aptidão de um processo ou de um equipamento para funcionar. Sendo assim, a disponibilidade é caracterizada pela importância da falha ou pelo tempo atribuído ao reparo. Há várias formas de se medir a disponibilidade, variam das várias razões que defendem a não operação do ativo (SLACK, 1999).

Para Pinto & Xavier (2001), a disponibilidade pode ser representada como sendo a probabilidade de o maquinário estar apto a produzir, no momento em que é requerido.

O cálculo da disponibilidade tem unidade de porcentagem é dado pela equação 3:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} * 100\%$$

MTBF ou TMEF= Tempo médio entre falhas;

MTTR ou TMPR= Tempo médio de reparo;

2.4.16 MTBF ou TMEF tempo médio entre falhas

Conforme Kardec e Nascif (2009), o MTBF (*Mean Time Between Failures* ou Tempo Médio Entre Falhas) é uma ferramenta simples de confiabilidade de equipamentos reparáveis e, geralmente, é relacionada à vida média de um maquinário.

A forma de se calcular esse indicador é através da divisão da soma das horas disponíveis dos maquinários para operação pelo número intervenções corretivas realizadas neste determinado equipamento no mesmo tempo de operação (VIANA, 2002).

O cálculo de MTBF tem unidade de horas é dado pela equação 4:

$$MTBF \text{ ou } TMEF = \frac{\text{Somatório de tempo de bom funcionamento}}{\text{Número de intervalos verificados}}$$

Este indicador é muito benéfico para se observar o comportamento dos maquinários, no qual, se o MTBF estiver aumentando, significa que estão diminuindo as manutenções corretivas, assim aumentando o tempo disponível dos equipamentos para a operação (VIANA, 2002).

2.4.17 MTTR ou TMPR tempo médio de reparo

Para Viana (2002), MTTR (*Mean Time to Repair* ou Tempo Médio para Reparo) é resultado pela divisão do somatório do tempo incapacitado de operação devido a necessidade de intervenção da manutenção atribuindo as manutenções corretivas e preventivas, pelo número total de intervenções nos equipamentos. Que é dado pela equação do MTTR.

O cálculo de MTTR tem unidade de horas é dado pela equação 5:

$$MTTR \text{ ou } TMPR = \frac{\text{Tempo de reparos}}{\text{Número de intervenções observadas}}$$

Com a diminuição do MTTR ao longo do tempo, indica que a manutenção está sendo mais eficiente, pois as manutenções corretivas se tornam menos importante (VIANA, 2002).

2.4.18 Índice de retrabalho

Segundo Viana (2002) o indicador de retrabalho é quantidade de horas trabalhadas de manutenções já encerradas, mas que apresentam a necessidade de novas intervenções por qualquer tipo de falha, em relação ao total trabalhado no tempo.

O cálculo de índice de retrabalho tem unidade de porcentagem é dado pela equação 6:

$$\text{Retrabalho} = \frac{\text{Serviços executados no mesmo equipamento}}{\text{serviços executados}} * 100\%$$

Tem por finalidade verificar a qualidade das intervenções de manutenção, ou seja, se as intervenções estão sendo eficazes. Quanto mais próximo de zero for o valor, menor é o acontecimento de retrabalho (VIANA, 2002).

2.4.19 Backlog

Para Nascif (2011), o BackLog ou carga futura de trabalho, demonstra quantos homens hora, serão necessários para executar determinadas tarefas. Esse indicador ajuda a programar as manutenções para que não se tenha sobrecarga nem necessidade de engajar mão-de-obra terceirizada.

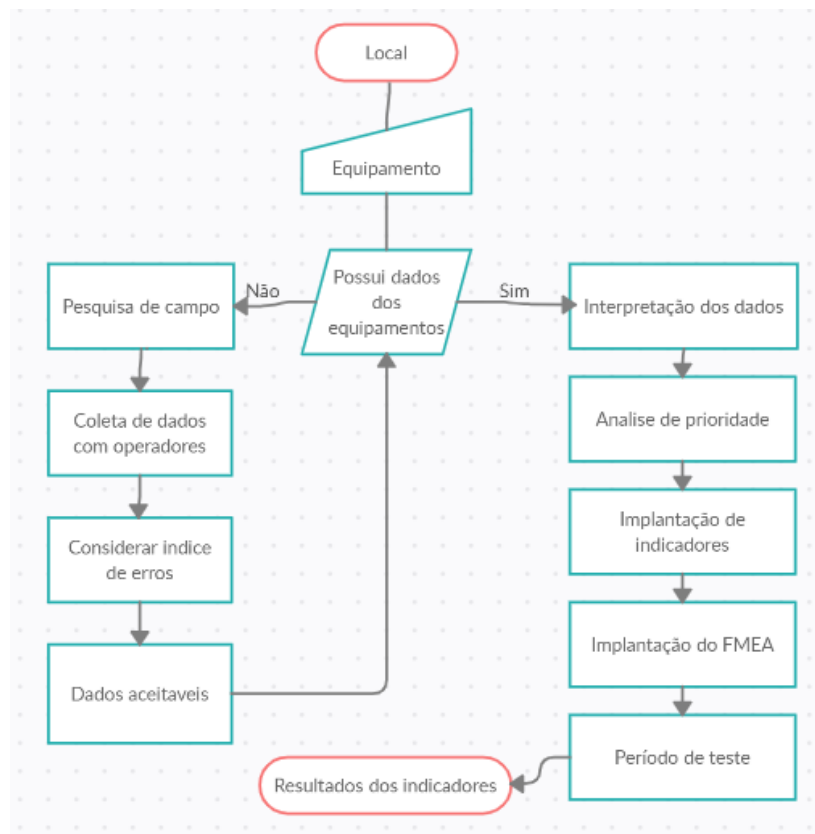
O cálculo de BackLog tem como unidade adimensional é dado pela equação 7:

$$\text{BackLog} = \frac{\text{HH necessário para executar os serviços}}{\text{HH disponível para executar os serviços}}$$

3 Metodologia

O Estudo realizado terá cunho exploratório e de campo. Será destinado a área de manutenção. O desenvolvimento ocorrerá durante o ano de 2020 na fábrica da Falbom Agroindustrial, localizada na cidade de Toledo, Paraná.

Figura 1: Fluxograma do projeto



Fonte: Autor

3.1 FLUXOGRAMA

Para que fosse implantado os indicadores, foi necessário um roteiro, ou no caso um fluxograma, no qual haviam duas possibilidades. A primeira seria a empresa possuir os dados dos equipamentos, onde seria realizado o trabalho com base nessas informações, aplicando-se o índice de criticidade e FMEA, realizaríamos um período de teste para se ter informações e, os resultados dos indicadores, seriam apresentados.

A segunda possibilidade é onde a empresa não possua nenhum histórico de falha dos equipamentos. Então, será necessária uma pesquisa de campo. Serão coletadas informações com operadores, supervisores e, até mesmo, a diretoria, mesmo os dados sendo incertos, pois

como não há registro, não tem como afirmar os números de paradas tão pouco terá como verídico qualquer resultado estipulado ao final do trabalho.

3.2 LOCAL

O local definido como ponto de partida será o setor de matéria prima, pois é onde se inicia o processo e onde se tem uma perda de produção grande por tempo de equipamentos parados.

3.3 EQUIPAMENTOS

O setor de matéria prima é constituído por uma esteira de alimentação, um picador de blocos congelados, duas roscas helicoidais de transporte e um moedor de carne, onde serão implantados os indicadores de manutenção.

3.4 REGISTRO DE FALHAS.

Não se tem nenhum registro de falhas sendo impossível fazer um levantamento dos dados dos equipamentos. Foram estipulados dados fictícios para que se possa ter um ponto de partida. Esses dados iniciaram a partir do ano de 2020, sendo assim, descartados os anos anteriores. O método de coleta de dados será uma ordem de serviço tanto de corretiva quanto de preventiva e nelas as manutenções deverão ser descritas o que foi realizado no equipamento, peças utilizadas, quanto tempo levou o conserto e quanto tempo o equipamento ficou parado. Os dados coletados serão armazenados em programas como Microsoft Excel e também Word. Além disso, haverá também a digitalização da folha de manutenção que será arquivada em uma pasta no servidor da empresa.

3.5 CADASTROS.

A empresa ficará responsável pelo cadastro e armazenamento dos dados, onde será gerado uma porcentagem de eficiência dos equipamentos. Dessa forma, será definido o tempo de equipamento parado e a produção atual do mesmo com uma taxa de assertividade maior.

3.6 TAG.

Cada máquina da indústria terá seu código (*tag*) que será desenvolvida. Essa marcação será definida por 3 letras acompanhado de 5 números (MER-00001). Todas as partes do equipamento estarão ligadas para se obter uma rastreabilidade de seus equipamentos.

3.7 MANUTENÇÃO PREVENTIVA.

Após a implantação dos indicadores de manutenção a empresa ficará responsável pela implantação da manutenção preventiva dos equipamentos como um todo, levando em consideração apenas os dados obtidos em 2020, nos quais foram identificados os erros mais críticos devido ao índice de criticidade e também pela implantação do FMEA. Porém, para que a manutenção possa ser feita, é fundamental que se tenham peças de reposição, que foram identificadas através do manual, assim se dividindo em dois tipos de manutenção: a elétrica e mecânica.

3.7.1 Manutenção elétrica.

Serão classificados como qualquer parte da máquina que é energizada como painéis elétricos, motores e sensores, sendo de responsabilidade dos eletricitistas, eletrotécnicos ou eletromecânicos a verificação de circuitos de segurança, resistências das bobinas do motor e a atuação correta dos componentes elétricos dos quadros de distribuição.

3.7.2 Manutenção mecânica.

Classificado como qualquer parte da máquina onde não é energizado, mancais, eixos, engrenagens, rolamentos e lubrificação, sendo de responsabilidade dos mecânicos ou eletromecânicos que verificarão a lubrificação, o desgaste, os aquecimentos e os ruídos dos equipamentos.

3.8 INDICE DE CRITICIDADE

O índice de criticidade foi definido por equipamento em geral a fim de garantir dados para que se possa ter um planejamento melhor da manutenção. Em uma futura atualização da

manutenção da empresa, poderá ser implantada em cada parte do equipamento a fim de garantir a funcionabilidade de todas as máquinas com uma eficiência maior.

Tabela 2: Definição índice de criticidade

Setor da matéria prima.	
Equipamento	índice de criticidade
Esteira de alimentação	C
Picador de blocos congelados	A
Roscas helicoidais	A
Moedor de carne	A

Fonte: Autor

3.8.1 Esteira de alimentação.

A esteira de alimentação foi definida como C, pois não causa dano ao meio ambiente, não interfere na qualidade do produto, afeta pouco as condições de operação, afeta a condição de entrega, porém pode ser substituído pelo trabalho manual, índice de paradas acima de 30 e manutenibilidade abaixo de 1 hora. Mesmo sendo um equipamento do início do processo, pode ser facilmente substituído pelo trabalho manual, assim afetando muito pouco a produção.

Imagem 1: Esteira de alimentação



Fonte: Autor

3.8.2 Picador de blocos congelados

O picador de blocos teve um índice de criticidade A. Não provoca danos ao meio ambiente, afeta pouco as condições de operação, afeta severamente a entrega, o índice de paradas confiabilidade e manutenibilidade acima de 2 horas. O picador interfere diretamente no processo, pois é o responsável pelo corte dos blocos congelados em pequenas partes que, posteriormente, são transportados através das roscas helicoidais até o moedor, dando sequência no processo.

Imagem 2: Picador de blocos congelados



Fonte: Autor

3.8.3 Roscas helicoidais

As roscas helicoidais tiveram um índice de criticidade A. Não provoca danos ao meio ambiente, afeta pouco as condições de operação, afeta severamente a entrega, o índice de paradas confiabilidade e manutenibilidade acima de 2 horas. As roscas interferem diretamente

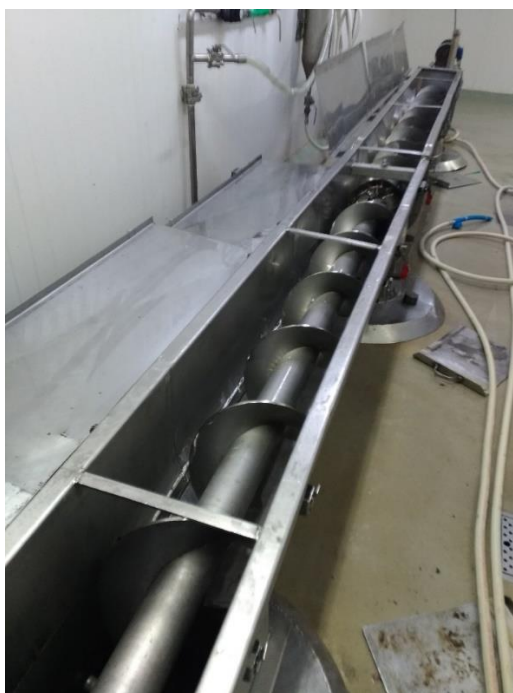
no processo, pois é o responsável pelo transporte da matéria prima do picador para o moedor e posteriormente do moedor para os digestores dando sequência no processo.

Imagem 3: Rosca de alimentação



Fonte: Autor

Imagem 4: Rosca de alimentação



Fonte: Autor

3.8.4 Moedor

O Moedor teve o índice de criticidade A. Não provoca danos ao meio ambiente, afeta pouco as condições de operação, afeta severamente a entrega, o índice de paradas confiabilidade e manutenibilidade acima de 2 horas. O moedor é responsável por transformar os pedaços de carne congeladas que vem do picador em carne moída, assim sendo transportadas pelas roscas para os digestores.

Imagem 5: Moedor de carne

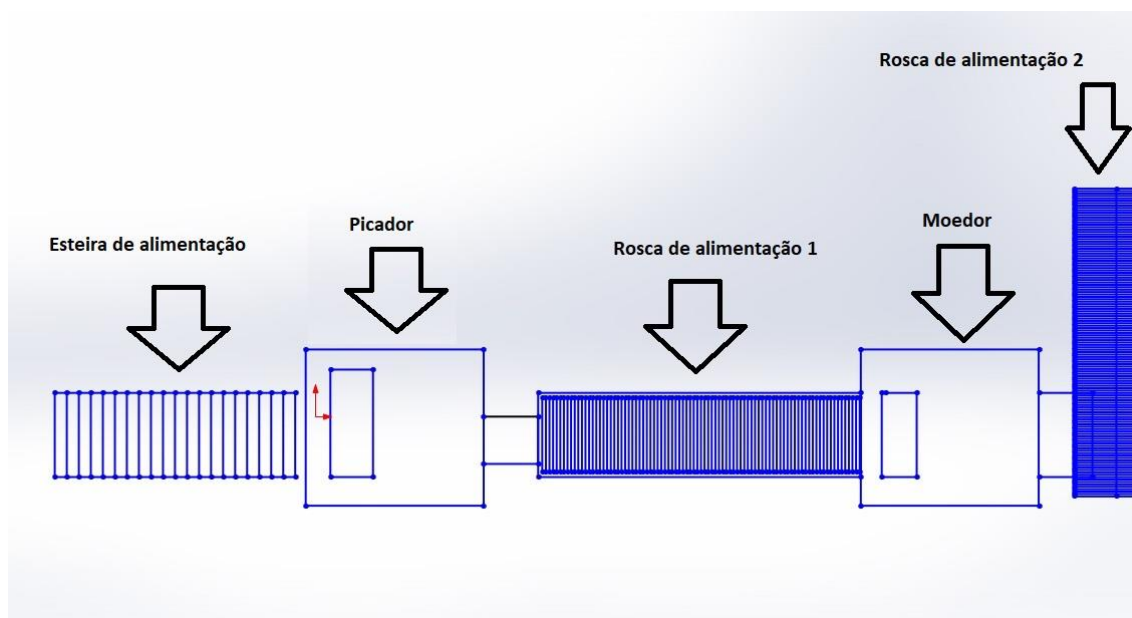


Fonte: Autor

3.9 MAPA DO SETOR.

A empresa não possui um mapa do setor da matéria prima, portanto sendo desenvolvido um mapa meramente ilustrativo para que se tenha uma noção do posicionamento dos equipamentos.

Figura 2: Mapa do setor de matéria prima



Fonte: Autor

3.10 DADOS COLETADOS DOS EQUIPAMENTOS DO SETOR

A empresa não possuía dados concretos das paradas que aconteceram nos equipamentos. Sendo necessário a coleta de dados verbais com os mecânicos e eletricitista terceirizados da empresa, os quais passaram alguns dados das intervenções que foram realizados nos equipamentos do setor da matéria prima. Os dados registrados foram referentes aos meses de agosto e setembro, de 2020. Entre os registros, apenas a esteira de alimentação não houve a necessidade de intervenção mecânica, nem elétrica. Todos os equipamentos funcionam 17 horas por dia e 6 dias por semana, sendo realizado a limpeza do setor inteiro nos sábados.

Tabela 3: Dados de parada do picador

Parada dos equipamentos				
Equipamento	Data	Tempo em horas	Manutentores	Tipo de manutenção
Picador de blocos congelados	01/ago	3	1	Corretiva
	09/ago	3	1	Corretiva
	10/ago	1	1	Corretiva
	20/ago	2	1	Corretiva

	25/ago	5	2	Corretiva
	30/ago	2	1	Corretiva
	15/set	3	1	Corretiva
	20/set	1	1	Corretiva
	21/set	3	1	Corretiva
	30/set	2	1	Corretiva

Fonte: Autor

Tabela 4: Dados de paradas do moedor de carne

Parda dos equipamentos				
Equipamento	Data	Tempo em horas	Manutentores	Tipo de manutenção
Moador de carne	02/ago	27	4	Corretiva
	03/ago	3	1	Corretiva
	08/ago	4	1	Corretiva
	07/set	2	1	Corretiva
	25/set	2	1	Corretiva
	26/set	1	1	Corretiva

Fonte: Autor

Tabela 5: Dados de paradas da rosca de alimentação 1

Parda dos equipamentos				
Equipamento	Data	Tempo em horas	Manutentores	Tipo de manutenção
Rosca de alimentação 1	04/ago	1	1	Corretiva
	07/set	1	1	Corretiva

Fonte: Autor

Tabela 6: Dados de paradas da rosca de alimentação 2

Parda dos equipamentos				
Equipamento	Data	Tempo em horas	Manutentores	Tipo de manutenção

Rosca de alimentação 2	02/ago	1	1	Corretiva
------------------------	--------	---	---	-----------

Fonte: Autor

Após a coleta os dados foram separados e tabelados de acordo com os equipamentos. Consequentemente aplicamos as informações nos indicadores, calculando o MTBF, MTTR e disponibilidade.

3.11 CÁLCULOS

3.11.1 Picador de blocos

O tempo em funcionamento do equipamento é dado levando em conta que os dados obtidos foram de dois meses. Dessa forma, obtendo um total de 25 horas de equipamento parado e 884 horas de equipamento funcionando. Assim, o equipamento trabalhou efetivamente 859 horas. Os números de intervalos que foram registrados são de 10 intervenções.

Aplicando o cálculo de MTBF equação 4:

$$MTBF = \frac{859}{10} = 85,9 \text{ Horas}$$

Segundo a equação 5 o cálculo de MTTR:

$$MTTR = \frac{25}{10} = 2,5 \text{ Horas}$$

Segundo a equação 3 o cálculo de disponibilidade:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{85,9}{85,9 + 2,5} * 100\% = 97\%$$

Segundo a equação 2 o cálculo de confiabilidade:

$$\lambda = \frac{1}{85,9} = 0.011$$

$$R(61) = e^{-0,011 \cdot 61} = 95,31\%.$$

Segundo a equação 6 o cálculo de retrabalho.

$$\text{Retrabalho} = \frac{10}{19} * 100\% = 52,63\%$$

3.11.2 Moedor de carne.

O tempo em funcionamento do equipamento é dado levando em conta que os dados obtidos foram de dois meses, obtendo um total de 39 horas de equipamento parado e 884 horas de equipamento funcionando. Assim, o equipamento trabalhou efetivamente 845 horas. Os números de intervalos que foram registrados são 6 intervenções.

Aplicando o cálculo de MTBF equação 4:

$$\text{MTBF} = \frac{845}{6} = 140,83 \text{ Horas}$$

Segundo a equação 5 o cálculo de MTTR:

$$\text{MTTR} = \frac{39}{6} = 6,5 \text{ Horas}$$

Segundo a equação 3 o cálculo de disponibilidade:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{140,83}{140,83 + 6,5} * 100\% = 95,58\%$$

Segundo a equação 2 o cálculo de confiabilidade:

$$\lambda = \frac{1}{140,83} = 0.007$$

$$R(61) = e^{-0,007*61} = 85,09\%$$

Segundo a equação 6 o cálculo de retrabalho.

$$\text{Retrabalho} = \frac{6}{19} * 100\% = 31,57\%$$

3.11.3 Rosca de alimentação 1

O tempo em funcionamento do equipamento é dado levando em conta que os dados obtidos foram de dois meses, obtendo um total de 2 horas de equipamento parado e 884 horas de equipamento funcionando. Assim, o equipamento trabalhou efetivamente 882 horas. Os números de intervalos que foram registrados são de 2 intervenções.

Aplicando o cálculo de MTBF equação 4:

$$\text{MTBF} = \frac{882}{2} = 441 \text{ Horas}$$

Segundo a equação 5 o cálculo de MTTR:

$$\text{MTTR} = \frac{2}{2} = 1 \text{ Horas}$$

Segundo a equação 3 o cálculo de disponibilidade:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{441}{441 + 1} * 100\% = 99,7\%$$

Segundo a equação 2 o cálculo de confiabilidade:

$$\lambda = \frac{1}{441} = 0.002$$

$$R(61) = e^{-0,002*61} = 99 \%$$

Segundo a equação 6 o cálculo de retrabalho.

$$\text{Retrabalho} = \frac{2}{19} * 100\% = 99\%$$

3.11.4 Rosca de alimentação 2

O tempo em funcionamento do equipamento é dado levando em conta que os dados obtidos foram de dois meses, obtendo um total de 1 hora de equipamento parado e 884 horas de equipamento funcionando. Assim, o equipamento trabalhou efetivamente 883 horas. Os números de intervalos que foram registrados é 1 intervenção.

Aplicando o cálculo de MTBF equação 4:

$$\text{MTBF} = \frac{883}{1} = 883 \text{ Horas}$$

Segundo a equação 5 o cálculo de MTTR:

$$\text{MTTR} = \frac{1}{1} = 1 \text{ Horas}$$

Segundo a equação 3 o cálculo de disponibilidade:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{883}{883 + 1} * 100\% = 99,8\%$$

Segundo a equação 2 o cálculo de confiabilidade:

$$\lambda = \frac{1}{883} = 0.0001$$

$$R(61) = e^{-0,0001*61} = 99,8 \%$$

Segundo a equação 6 o cálculo de retrabalho.

$$\text{Retrabalho} = \frac{1}{19} * 100\% = 100\%$$

3.11.5 Esteira de alimentação

A esteira de alimentação não houve o registro de nenhuma parada no período de 61 dias. Assim sendo desconsiderada nos cálculos.

3.11.6 Cálculo de backlog.

Considera-se a somatória das paradas por manutenção corretiva, que soma um total de 67 horas. Com isso, verificado quantos técnicos em manutenção serão necessários, levando em consideração que o colaborador trabalhara 220 horas e 80% desse tempo será convertido em treinamentos.

Segundo a equação 7:

$$BackLog = \frac{67}{44} = 2 \text{ técnicos}$$

4 APLICAÇÃO FMEA DE PROCESSO.

Para a aplicação do FMEA não é preciso reinventar a empresa, pois é um processo normativo, ou seja, possui normas que ajudam a planejar todo o passo a passo, através da análise dos sintomas, os quais serão correlacionados com os efeitos.

É necessário verificar se a empresa possui uma maturidade operacional para que se tenha uma eficácia maior na aplicação e desenvolvimentos do FMEA. Também deverá ser criado um comitê de implantação que será composto por um facilitador, um analista e um patrocinador. Após a definição do comitê, será desenvolvido um cronograma de reuniões. Nesses encontros serão realizados procedimentos seguindo a norma para a estruturação do FMEA, também será necessário mapear as falhas, modos de falhas e efeitos de falhas.

Após uma análise quantitativa e qualitativa serão encontrados números que, quando aplicados no RPN (equação 1), os equipamentos que tiverem o RPN, será necessário intervenções para que se diminua ou, até mesmo, elimine essas falhas. Também as ações que vão facilitar a identificação do modo de falha ainda em estágio inicial vão diminuir ou eliminar a severidade do modo de falha.

O FMEA não é um plano perfeito e deve ser revisado de tempos em tempos, ou quando houver falhas nos equipamentos e processo.

A aplicação do FMEA seguirá através da Tabela Engeteles a engenharia de manutenção.

Tabela 7: Tabela FMEA

ENGETELES ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO FMEA para Plano de Manutenção										
Nº FMEA:		Revisão Nº:		Data de Início:		Responsável:				
Processo:		Área:		Sistema:						
Equipe:						Revisado por:				
Ponto da Falha			Análise da Falha			Avaliação de Risco				Ação Preventiva Recomendada
Equipamento	Função do Equipamento	Componente	Modos de Falha	Efeitos de Falha	Causa da Falha	Ocorrência	Severidade	Detecção	RPN	
Redutor de Velocidades Flender - TAG REDU-63021	Reduzir a velocidade do acionamento do Elevador de Caneas - TAG ELEV-62W5	Engrenamento	Choque de Flancos (Vibração Excessiva)	Desarme do Motor Elétrico (Para o Processo)	Falta de Ajuste de Backlash	8	9	3	216	Inspeccionar folga das engrenagens a cada 6 meses.
			Elevação nos níveis	Danificará os rolamentos e	Desalinhamento do eixo principal	7	5	8	280	
		Rolamentos	Vibração/Temperatura	Desarme do Motor Elétrico	Desalinhamento do conjunto motor/reductor	9	8	4	288	Fazer análise de vibração mensalmente.
			Elevação nos níveis	Desarme do Motor Elétrico	Falta de lubrificação nos rolamentos	8	8	5	320	
		Retentor de Entrada	Vazamento	Contaminação / Perda de Lubrifi	Falha na montagem	9	6	5	270	Treinamento Técnico sobre montagem e manutenção de redutores Flender.
			Vazamento	Contaminação / Perda de Lubrifi	Desalinhamento do conjunto motor/reductor	9	5	4	180	
		Retentor de Saída	Vazamento	Contaminação / Perda de Lubrifi	Falha na montagem	7	8	9	504	Treinamento Técnico sobre alinhamento de conjuntos rotativos.
			Vazamento	Contaminação / Perda de Lubrifi	Desalinhamento do conjunto motor/reductor	4	5	8	160	
		Filtro de Ar	Elevação de Tempera	Desarme do Motor Elétrico	Filtro Saturado	8	5	4	160	Substituir filtro a cada 320 horas de funcionamento.
			Vibração Excessiva	Danificará os rolamentos do	Falta de lubrificação no acoplamento	8	8	7	448	
		Acoplamento	Ruído Excessivo	Danificará os rolamentos do	Desalinhamento do conjunto motor/reductor	7	9	10	630	Treinamento Técnico sobre alinhamento de conjuntos rotativos.

Fonte: Engeteles engenharia de manutenção

Tabela 8: Tabela de ocorrência

 OCORRÊNCIA		
Probabilidade de Falha	Taxas de falha possíveis	Índice de Ocorrência
Remota: Falha é improvável	Chance Remota de Falha	1
Baixa: Relativamente poucas falhas	Frequência muito baixa: 1 vez a cada 5 anos	2
	Pouco Frequente: 1 vez a cada 2 anos	3
Moderada: Falhas ocasionais	Frequência baixa: 1 vez por ano	4
	Frequência ocasional: 1 vez por semestre	5
	Frequência moderada: 1 vez por mês	6
Alta: Falhas freqüentes	Frequente: 1 vez por semana	7
	Frequência elevada: algumas vezes por	8
Muito Alta: Falhas Persistentes	Frequência muito elevada: 1 vez ao dia	9
	Frequência máxima: várias vezes ao dia	10

Fonte: Engeteles engenharia de manutenção

Tabela 9: Tabela de severidade

 SEVERIDADE		
Severidade	Efeito da Severidade	Índice de Severidade
Nenhum	Sem efeito identificado.	1
Muito menor	Itens de Ajuste, Acabamento/Chiado e Barulho não-conformes. Defeito evidenciado por clientes acurados (menos que 25%).	2
Menor	Itens de ajuste, Acabamento/Chiado e Barulho não-conformes. Defeito evidenciado por 50% dos clientes.	3
Muito baixo	Itens de Ajuste, Acabamento/Chiado e Barulho não-conformes. Defeito notado pela maioria dos clientes (mais que 75%).	4
Baixo	Equipamento operável, mas item(s) de Conforto/Conveniência operável(is) com níveis de desempenho reduzidos.	5
Moderado	Equipamento operável, mas item(s) de Conforto/Conveniência inoperável(is). Cliente insatisfeito.	6
Alto	Equipamento inoperável, mas com níveis de desempenho reduzido. Cliente muito insatisfeito.	7
Muito alto	Equipamento inoperável (perda das funções primárias).	8
Perigoso com aviso prévio	Índice de severidade muito alto quando o modo de falha potencial afeta a segurança na operação do equipamento com aviso prévio.	9
Perigoso sem aviso prévio	Índice de severidade muito alto quando o modo de falha potencial afeta a segurança na operação do equipamento sem aviso prévio.	10

Fonte: Engeteles engenharia de manutenção

4.1 COLETA DE DADOS.

Para manter o FMEA sempre atualizado é necessário que se tenha uma coleta de dados para alimentar os indicadores, assim tornando a ferramenta altamente eficaz. Com esse intuito, foi desenvolvido uma folha de cadastro de ocorrências ou manutenções, na qual deverão ser preenchidos alguns itens para facilitar o processo.

4.1.1 Preenchimento da folha de cadastro.

Equipamento, deve ser descrito qual equipamento será realizada a intervenção. Data do atendimento e hora do atendimento.

No tempo de resolução, será anotado o tempo total em que o mecânico ficou no equipamento. Deve ser colocado até o tempo de acompanhamento após conserto se necessário.

O tempo de máquina parada, diferente do tempo de resolução, aqui deverá constar somente o tempo da máquina parada sem o tempo do acompanhamento da manutenção.

Os sintomas apresentados pelo equipamento deverão ser anotados, se o equipamento estava com ruídos excessivos, cheiro de queimado, algo que estava com mal funcionamento, a fim de que, para futuras intervenções, seja mais rápido a manutenção.

O defeito é o real problema da parada da máquina. Porém, em causa, é o que ocasionou o problema. Em solução, é o que a manutenção realizou para o funcionamento. origem do defeito, se foi elétrico, mecânico ou operacional.

Possuímos peças de reposição, para que se tenha um controle de almoxarifado e, se necessário, a aquisição de produtos para a manutenção. Já em observação, é algo fora do comum, a sugestão fica a critério dos operadores.

Figura 3: Folha de cadastro

	POLÍTICA DA QUALIDADE PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO		Código: POP.CQ.06 Emissão: 2020 Vigência: 1 ANO Página 1 de 1 Revisão 4
	MANUTENÇÃO E CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E INSTRUMENTOS		
ORDEM DE SERVIÇO INTERNA MANUTENÇÕES CORRETIVAS.			R.CQ.06.04
EXECUTOR:		OS nº	
TIPO DE MANUTENÇÃO.	☒ CORRETIVA	DATA:	
HORARIO INÍCIO:		ELÉTRICO: []	
HORARIO FIM:		MECÂNICO: []	
		OPERACIONAL: []	
LOCAL DA MANUTENÇÃO:			
TEMPO DE MÁQUINA PARADA:		TEMPO DE RESOLUÇÃO:	
SINTOMAS APRESENTADO:			
DEFEITO:			
CAUSA:			
SOLUÇÃO:			
OBSERVAÇÕES:			
SUGESTÃO DE PEÇAS PARA COMPRA:			

Fonte: Autor

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a aplicação dos indicadores e a realização dos cálculos propostos na literatura, verificamos que a empresa está deixando muito a desejar na parte de manutenção. Isso fica evidente nos cálculos de retrabalhos principalmente no picador de blocos congelado, no qual obteve uma taxa de 52,63% de retrabalho. Também podemos verificar que o moedor de carne apresentou uma taxa de retrabalho de 31,57%. As roscas helicoidais e a esteira de alimentação não tiveram um número significativo do índice de retrabalho. Analisado também o MTTR do moedor de carne ficou em 6,5 horas e, o do picador, em 2,5 horas. Dessa forma, gerando uma perda de produção e impactando diretamente no lucro da empresa.

Com relação a disponibilidade o moedor, obteve-se apenas 95,58%; já o picador de blocos congelados uma disponibilidade de apenas 97%. Os outros equipamentos ficaram com 99,7%. A taxa de confiabilidade do picador de blocos é de apenas 95,31%; já, a do moedor de carne, é de 97,09%. Os outros equipamentos apresentaram uma taxa de 99,8%. A empresa ainda não possui uma manutenção interna sendo tudo terceirizado, assim foi necessário o cálculo de quantos técnicos a empresa teria que dispor. A conclusão é de que podem-se ter 2 técnicos apenas que irão suprir as necessidades da empresa.

A partir da seleção dos indicadores foi montado um roteiro de análise. Que leva em consideração um modelo de avaliação de desempenho proposto por Slack (1993) no qual representa uma base de indicadores para verificação dos objetivos de desempenho. O modelo foi adaptado para a empresa e também para o objetivo da pesquisa, com foco na manutenção industrial onde os objetivos de desempenho puderam ser verificados e analisados por meio dos indicadores propostos.

Com o roteiro de análise estruturado, foi possível realizar um estudo aplicado na indústria. Os dados foram coletados informalmente com os operadores, gestores e manutentores terceirizados empresa e analisados conforme o roteiro proposto. Os resultados correspondem o problema de pesquisa e apontam que a manutenção realizada de forma preventiva tende a ter melhores resultados.

Em relação às dificuldades, pode-se destacar a obtenção de dados específicos e com clareza, a falta de um sistema de manutenção interno para registro de ocorrências, a falta de ordens de serviços e também das solicitações de serviços, a falta de manutenção interna o que ocasionou uma certa demora para se ter os dados relacionados a manutenção terceirizada visto que os mesmos não vão até a empresa todos os dias, mas somente quando solicitados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.

A empresa está vivendo um momento onde a uma expansão de sua infraestrutura, isso é resultado da qualidade dos seus produtos, afim de sempre manter seus clientes satisfeitos e atender a demanda exigida a empresa visa uma melhora continua, é um dos setores que menos teve atenção ao longo da história da empresa foi a manutenção, pois ate então os equipamentos supriam a necessidade de produção.

Para a fábrica é importante a implantação do sistema FMEA não apenas como a determinação de planos que orientem sua performance, mas também como observação dos padrões de ação que deverão ser executados ao longo dos anos, como forma de melhorar o aprendizado organizacional para a continuação dos acertos e a correção dos desvios que podem ocorrer no processo.

Com a aplicação dos indicadores, a empresa tem uma confiabilidade muito maior em seu produto assim entregue cada vez mais qualidade em suas mercadorias, através do FMEA de processo é possível identificar possíveis falhas que irão acontecer durante o processo, fazendo com que a empresa possa tomar medidas adequadas para sanar os defeitos e assim assegurando a satisfação dos clientes com seus produtos.

Através da metodologia do FMEA uma forma mais eficaz de se ter catalogar informações sobre as falhas nos produtos e nos processos tendo assim um melhor conhecimento dos problemas nos produtos e dos processos, aumentar as ações de melhoria nos projetos dos produtos ou nos processos, baseados em dados confiáveis, permitindo o devido monitoramento, diminuição de custos por meio da prevenção das paradas inesperadas e também dos retrabalhos nos equipamentos, assim também gerando uma manutenção interna da empresa.

As generalidades do método e também das estratégias propostas no trabalho viabilizam a aplicação do FMEA em grande parte dos equipamentos de da empresa. Ainda que envolvidos em diferentes processos dentro da produção do seu produto. Na empresa estudada, o trabalho se estendeu ate os analise de resultados dos cálculos de MTTR, MTBF, tabela de incide de criticidade, cálculo de retrabalho, cálculo de disponibilidade e backlog, porém com a pandemia do novo coronavirus a empresa ainda não implantou o FMEA, adiando assim para o início de 2021.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para um controle mais abrangente da manutenção, os seguintes estudos sugeridos:

- Aplicação de um software de manutenção de rotinas.
- Aplicação do plano de manutenção para demais equipamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALMEIDA, Márcio Tadeu de. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade**. Itajubá: 2014.

ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção. Documento Nacional 2013. A situação da manutenção no Brasil. **In: Congresso Brasileiro de Manutenção**, 2013.

BARONI, T. A. D. GOMES, G. F. **A ferrografia como técnica de manutenção preditiva**.
BARNES, M., Viscosity-how it is measured and reported. Practicing Oil Analysis, Houston, 2002.

BRANCO, F. G. – **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. Administração da produção e operações. **Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

COSTA, MARIANA DE ALMEIDA. **Gestão estratégica da Manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. 2013.

HELMANN K. **Uma sistemática para determinação da criticidade de equipamentos em processos industriais baseada na abordagem multicritério**, Ponta Grossa 2010.

CHRYSLER, FORD E GENERAL MOTORS (2001) “**Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)**”, Reference Manual to QS-9000 (Quality System). Third Edition

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção: Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualimark: Petrobras, 2009.

KARDEC, Allan; NASCIF, Júlio. **Manutenção – Função Estratégica**. 4ª Edição: Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2013. MARTINS, P. G.; Laugeni, F. P. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo, 2015.

MOBLEY, R. K., HIGGINS, L. R., & WIKOFF, D. J. Manual de Engenharia de Manutenção, McGrawhill. ”8 ed, 2014.

MOBLEY, K.; HIGGINS, L. R.; WIKOFF, **Maintenance Engineering Handbook**. 7ª. ed. New York: McGraw-Hill, 2008.

MONCHY, François. **A Função Manutenção**. São Paulo: Durban, 1989.

NASCIF, Júlio; DORIGO, Luiz Carlos. **Manutenção orientada para resultados**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2011.

OLIVEIRA, D. P. R. (2013); **Sistemas, Organização & Métodos: uma abordagem gerencial**. 21. ed. São Paulo: Atlas.

PALADY, Paul. **FMEA: análise dos modos de falha e efeitos: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram**. São Paulo: IMAM, 2004.

PEREIRA, Mário Jorge. **Técnicas Avançadas de Manutenção**. 1.ed. Rio de Janeiro: Ed. Ciência Moderna, 2010.

PINTO, A. K, XAVIER, J. A. N. **Manutenção: Função Estratégica**. Rio de Janeiro, Qualitymark Editora, 2001.

SIQUEIRA, I.P. **Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implementação**. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2014.

SIQUEIRA, Y. P. D. S. **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implantação**. 1ª (Reimpressão). ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

SLACK, N. – **Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais**. São Paulo: Atlas, 1997

SOUZA, JOSÉ BARROZO. **Alinhamento das estratégias do planejamento e controle da manutenção (PCM) com as finalidades e funções do planejamento e controle da produção (PCP): uma abordagem analítica**; 2008

SOUZA, VALDIR CARDOSO. **Organização e Gerência da Manutenção: Planejamento, Programação e Controle da Manutenção**. 5ª edição, São Paulo: All Print Editora, 2013.

TOAZZA, G. F.; Sellitto, M. A. **Estratégia de manutenção preditiva no departamento gráfico de uma empresa do ramo fumageiro**. *Produção Online - Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção*, v.15 n.3, 2015.

THOMAIDIS, THOMAS V.; PISTIKOPOULOS, STRATOS. **Criticality Analysis of Process Systems. Reliability and Maintainability**, 2004 Annual Symposium, 2004.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia, **Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM, Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2014. 192 p.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Preventiva**: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Minas Gerais, 2014. Editora Falconi.