

FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS
Programa de Pesquisa, Produção e Divulgação Científica

ABNER JONATAS WILLIAM OLIVEIRA
RODRIGO ANTONIO PEIXOTO

**O PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO DE CÂMARAS
FRIAS EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO FRIGORÍFICO: um estudo
de caso**

BELO HORIZONTE- MG
ABRIL/2021

ABNER JONATAS WILLIAM OLIVEIRA
RODRIGO ANTONIO PEIXOTO

**O PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO DE CÂMARAS
FRIAS EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO FRIGORÍFICO: um estudo
de caso**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia da Produção.

Área de concentração: Engenharia de manutenção

Orientadora de conteúdo: Tálita Rodrigues De Oliveira
Martins

Orientadora de metodologia: Raquel Ferreira De Souza

Co-orientadora de conteúdo: XXXXXXXXXXXXXXXX

BELO HORIZONTE- MG

ABRIL/2021



FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS

Instituto Educacional “Cândida de Souza”

Trabalho de conclusão de Curso intitulado **O planejamento e controle de manutenção de câmaras frias em um centro de distribuição frigorífico**: Um estudo de caso, de autoria dos alunos Abner Jonatas William Oliveira e Rodrigo Antônio Peixoto, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Ma
Orientadora

Prof. Ma
Professora de Metodologia

Prof. Ms
Coord.do Programa de Iniciação Científica e de TCC

Belo Horizonte ____ de _____ de 2021.

Unidade Floresta - Rua Aquiles Lobo, 524 - Floresta - Belo Horizonte/MG (31)3372-1974 Unidade
Gameleira - Rua Gastão Bráulio dos Santos, 837 - Gameleira - Belo Horizonte/MG CEP: 30510-120 Tel.
(31)3372-3703 <www.feamig.com.br/> e-mail: feamig@feamig.br



FEAMIG - PPDC

Gameleira: Rua Gastão Bráulio dos Santos, 837 – Nova
Gameleira CEP 30510-120 - Tel: (31)3372-3703

CARTA DE ACEITE

Certificamos para os devidos fins que o artigo ***O PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO DE CÂMARAS FRIAS EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO FRIGORÍFICO: UM ESTUDO DE CASO*** foi aceito para publicação no **4º CADERNO DE COMUNICAÇÕES UNIVERSITÁRIAS** do Simpósio de Engenharia, Arquitetura e Gestão – SEAG, promovido pelo Centro de Extensão da FEAMIG, nos dias 14, 15 e 16/05/2021 – **ISSN 2675- 1879**.

Belo Horizonte, 09 de junho de
2021.

Professora Raquel Ferreira de Souza
Coordenadora do CENEX e do PPDC da
FEAMIGE-mail: raquel.ferreira@feamig.br

AGRADECIMENTOS

Somos gratos à Deus que encheu nossos corações e nos pode dar luz para que tivéssemos ideia e sabedoria em cumprir nosso trabalho e deu cumplicidade. Agradecemos também a nossos familiares e amigos por todo amor e carinho e por entender nossos momentos de ausência. A nossos colegas de sala que estiveram em toda a nossa jornada, nosso muito obrigado pela ajuda em vários momentos de dificuldade e alegria.

DEDICATÓRIA

**“Dedicamos este trabalho a Deus pois
sem ele nada seria possível”**

*Aguardemos a certeza pelas próprias dificuldades já superadas
que não há mal que dure para sempre.*

RESUMO

Devido à evolução das indústrias do setor frigorífico, a gestão da manutenção torna-se uma necessidade crescente, isto porque, é necessário manter os produtos com qualidade, bem refrigerados e evitar perdas decorrentes de defeitos e quebras inesperadas. Cada vez é maior a preocupação com os processos produtivos desse setor, que possui produtos sensíveis quanto à variação da temperatura dos produtos que irão impactar o consumidor final, caso estes cuidados não sejam tomados. Portanto, a manutenção tem o papel de garantir a funcionalidade dos equipamentos e infraestrutura do empreendimento frigorífico. Por isso, é importante manter um controle de manutenção estruturado, para que não haja gastos fora do previsto e que isso gere impactos na cadeia produtiva frigorífica. Assim, o objetivo geral deste estudo é analisar a eficiência de uma câmara fria de um frigorífico a partir da sua manutenção. Como metodologia, este trabalho foi um estudo de caso, sobre os principais ganhos e processos envolvidos na gestão da manutenção em um frigorífico, como instrumentos de coleta foram utilizados a observação e a coleta documental. Como resultados obtidos nesta pesquisa observou-se que a partir da identificação dessas perdas, a empresa passou a adotar a manutenção preventiva, organizada em determinados espaços de tempo a fim de reduzir o tempo de parada, bem como cada uma das situações classificadas acima, e a ocorrência das perdas. Assim, com o planejamento correto da manutenção das máquinas em frigoríficos de médio porte, como o estudado, pode propiciar benefícios para as câmaras frias, sendo estudo de caso, os dados não são generalizáveis. Entre estes benefícios estão o fato de que as manutenções preventivas programadas, quando aplicadas nas máquinas, não impactam na produção comercial, que pode ter continuidade e alcançar melhores índices. Como conclusões, foi possível perceber os principais ganhos do planejamento de manutenção existente nas câmaras frias, além de propor algumas melhorias para o modelo atual. Assim, conclui-se que, o processo manutenção no Frigorífico X trouxe o aumento da vida útil dos equipamentos. Assim, a manutenção preventiva trouxe a redução de custos, qualidade do produto, aumento de produção, eliminando os problemas nos maquinários antes mesmo que eles ocorram utilizando-se da manutenção como ferramenta importante para a redução de possíveis problemas nos maquinários.

Palavras-chave: Engenharia de manutenção. Planejamento. PCMO. Frigoríficos.

ABSTRACT

Due to the evolution of the industries in the refrigeration sector, maintenance management becomes an increasing need, because it is necessary to keep products with quality, well refrigerated and to avoid losses due to defects and unexpected breaks. There is an increasing concern with the productive processes of this sector, which has products that are sensitive to the variation in the temperature of the products that will impact the final consumer, if this care is not taken. Therefore, maintenance has the role of ensuring the functionality of the equipment and infrastructure of the slaughterhouse. For this reason, it is important to maintain a structured maintenance control, so that there are no unexpected expenses and that this impacts the refrigeration production chain. Thus, the general objective of this study is to analyze the efficiency of a cold room in a refrigerator from its maintenance. As a methodology, this work was a case study, about the main gains and processes involved in the maintenance management in a refrigerator, as collection instruments, observation and documentary collection were used. As conclusions, it was possible to perceive the main gains of the maintenance planning existing in the packaging and filling sector, in addition to proposing some improvements for the current model. Thus, it is concluded that the maintenance process in Fridge X brought an increase in the useful life of the equipment. Thus, preventive maintenance has brought cost reduction, product quality, increased production, eliminating machinery problems even before they occur using maintenance as an important tool for reducing possible machinery problems.

Key-words: Maintenance engineering. Planning. PCMO. Refrigerators.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Planejamento e controle de manutenção	35
Quadro 2: Indicadores da manutenção	37
Quadro 3: Mapeamento do conjunto de câmaras do Frigorífico X	55
Quadro 4: Perdas e não conformidades identificadas no Frigorífico X	56
Quadro 5: Sugestões	59
Quadro 6: Modelo atual	61
Quadro 7: Modelo sugerido	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Relação da Engenharia com a Manutenção	26
Figura 2 – Ciclo de sistema de Refrigeração	43
Figura 3 – Etapas da manutenção	51
Figura 4 – Câmaras frias	54
Figura 5 – Gerador de energia	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Indicador de eficiência de temperatura 2020	57
Gráfico 2: Indicador de energia do ano de 2020	58

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Contexto do problema	15
1.2 Problema de pesquisa	16
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo geral	16
1.3.2 Objetivos específicos	16
1.4 Justificativa	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 Engenharia de Produção <i>versus</i> Engenharia de Manutenção	18
2.2 Histórico e evolução da manutenção	22
2.3 Planejamentos, Organização e Controle da Manutenção (PCMO)	26
2.3.1 Manutenção corretiva	27
2.3.2 Manutenção Preventiva	29
2.3.3 Manutenção Preditiva	31
2.3.4 Manutenção detectiva	33
2.4 Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)	34
2.5 Indicadores da manutenção	36
2.6 Estrutura organizacional da manutenção centralizada, descentralizada e mista (hierarquia/dimensão espacial)	40
2.7 Sistema industrial de refrigeração	41
3. METODOLOGIA	43
3.1 Tipos de pesquisa	43
3.2 Naturezas da pesquisa	43
3.3 Quanto aos fins	44

3.4 Quanto aos meios	45
3.5 Universo e amostra	46
3.6 Formas de coleta e análise de dados	47
3.7 A organização em estudo	48
3.8 Limitações da pesquisa	49
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4.1 Mapeamento do processo de manutenção no setor de câmaras frias do Frigorífico X	50
4.2 Principais maquinários mantidos no processo de produção do Frigorífico	53
4.3 Volume das perdas existentes no setor devido as falhas existentes	56
4.4 Melhorias para o setor de câmaras frias do Frigorífico X	59
5. CONCLUSÃO	62
REFERÊNCIAS	63
APÊNDICES	67
APÊNDICE 1	68

1 INTRODUÇÃO

O planejamento da manutenção, assim entendida a técnica que busca indicar as condições em que se encontram das máquinas, utiliza-se da medição de dados e informações que podem apontar o nível de desgaste ou de degradação do maquinário e apontando o tempo, espaço e condições de intervenção no maquinário. A manutenção planejada é capaz de prever o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos e as condições para que este tempo de vida seja aproveitado, ela pode evitar acidentes e contribui para a redução de custos com a recuperação, conserto ou incidentes com as máquinas expostas a ela

Entretanto, nem sempre foi assim. Até bem pouco tempo, comumente utilizava-se as máquinas com desgaste fosse aparente, eles quebrassem ou apresentassem graves defeitos o que gerava, muitas vezes, acidentes de proporções sérias. A Engenharia de Manutenção vem crescendo, nos últimos anos no Brasil, conforme se desenvolvem conceitos como competitividade, controle de qualidade e erradicação de perdas.

Desde então, foi preciso pensar em técnicas que fossem capazes de indicar o nível de desgaste do maquinário influenciando em sua substituição precoce, ou mesmo em sua recuperação em tempo hábil minimizando falhas e, inclusive, custos. Essa técnica ficou conhecida como manutenção preventiva e tem sido aplicada nos processos industriais, minimizando, com sucesso, a ocorrência de falhas e acidentes.

No que se refere aos frigoríficos, o planejamento da manutenção mostra sua relevância pelo fato de que todas as máquinas e equipamentos falham e, conseqüentemente, causam grandes problemas aos processos produtivos, assim como desperdícios de materiais. Nos frigoríficos, as falhas provenientes da quebra inesperada de maquinário levam ao retrabalho, ineficiência, atraso de produção, horas extras, desperdício de insumos e matéria prima, estoques elevados; enfim, uma gama de prejuízos que impactam no custo da produção.

Portanto, pode-se aqui utilizar como questão norteadora deste estudo a seguinte: Quais os impactos da elaboração de um plano de manutenção na competitividade de um frigorífico? Para responder a este problema, o objetivo deste trabalho de conclusão de curso é discutir o desenvolvimento de um planejamento de

manutenção para um frigorífico, a partir de um estudo de caso desenvolvido pelos participantes.

1.1 Contexto do problema

Segundo Slack *et. al.* (2002), os conceitos de competitividade estão claramente inseridos dentro da operação industrial, uma vez que influenciam diretamente sobre os aspectos de desempenho dos processos produtivos. Esses desempenhos dizem respeito a entregas como atendimento ao cliente, fabricação de produtos sem defeitos, manutenção dos prazos de entrega, habilidade para alterar volumes ou prazos de entrega, além de redução de desperdícios na cadeia.

A erradicação de perdas e dos custos nos processos produtivos é essencial para que as organizações se mantenham competitivas. Dessa forma, a indisponibilidade dos equipamentos e as perdas de produtividade devem ser minimizadas ao extremo, para que as indústrias produzam com flexibilidade e atendam as demandas do mercado (OLIVEIRA, 2000).

Entretanto, no setor frigorífico, quaisquer problemas com maquinário são capazes de gerar volumes expressivos de perda, com prejuízos marcantes que fazem o setor perder competitividade, já que lida com matéria frágil e facilmente perecível.

Brasil as empresas do ramo frigorífico correspondem a cerca de 0,0008% da economia no Brasil. De acordo com o cadastro de empresas existem cinco milhões de empresas no país. Dentre as empresas, conforme a Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE o setor de abate e fabricação de produtos de carne compreende em torno de quatro mil empresas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2017).

Existe uma série de problemas a ser enfrentado no ramo, tais como, problemas com manutenção do maquinário, equipamentos, freezers dentre outros, isso pode prejudicar muito o prazo de entrega dos produtos que dependem de transporte e acondicionamento refrigerado, aumentar os custos e reduzir a eficácia do serviço prestado. Diante disso, é necessário fazer uma análise interna e externa do frigorífico, buscando encontrar os problemas relacionados à engenharia de manutenção e que contribuem para a redução da produtividade.

A partir disso, este trabalho de conclusão de curso empregou o método de estudo de caso para Analisar a eficiência de uma câmara fria de um frigorífico a partir da sua manutenção.

1.2 Problema de pesquisa

Qual a eficiência de uma câmara fria do frigorífico X a partir da sua manutenção?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Analisar a eficiência de uma câmara fria de um frigorífico a partir da sua manutenção.

1.3.2 Objetivos específicos

- Mapear o funcionamento da manutenção existente no setor de câmaras frias do Frigorífico X;
- Identificar os principais maquinários a serem mantidos no processo de produção do frigorífico;
- Identificar o volume das perdas existentes no setor devido às falhas existentes no plano de manutenção atual;
- Propor melhorias para o setor de câmaras frias do Frigorífico X.

1.4 Justificativa

A empresa estudada busca, por meio da tecnologia dos seus processos de manutenção de forma preditiva, atender o mercado consumidor com produtos de qualidade, evitando quebras que levam a perdas e deterioração na qualidade dos produtos que comercializa, para manter-se competitiva no setor de refrigerados em Belo Horizonte.

Portanto, o objetivo de um estudo em engenharia de manutenção e do Planejamento e Controle de manutenção operacional (PCMO) é melhorar o desempenho da empresa como um todo, estabelecer segurança para os funcionários e a própria empresa, com a aplicação correta do planejamento de manutenção. Assim, para a empresa, este trabalho se justifica a partir da ideia de que será possível aumentar a vida útil dos equipamentos gerando menos descarte de peças, bem como a manutenção de sua qualidade para o consumidor, o que pode auxiliar na melhoria do meio ambiente, atendimento de requisitos legais do ministério do trabalho como normas regulamentadoras e internacionais como ISO.

Para os autores, se justifica na contribuição para a formação acadêmica, alinhado teoria e prática, o que forma melhores profissionais. Portanto, beneficia tanto a academia quanto o aluno que já se forma com conhecimento do que pode encontrar em sua vida profissional, sem deixar a produção científica de lado.

Para a sociedade e para a ciência da Engenharia de manutenção, a justificativa reside no fato de que a manutenção representa uma atividade de maior relevância para a indústria e pode garantir a disponibilidade dos equipamentos e instalações com confiabilidade, segurança e custos adequados. Assim, é preciso que a academia possa discutir, desenvolver e apontar modalidades de manutenção com a aplicação da mais adequada, em cada caso, para fins de otimização de resultados, redução de riscos de acidentes e custos para as organizações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Engenharia de Produção versus Engenharia de Manutenção

A partir da Revolução Industrial, as empresas vêm buscando obter cada vez mais produtividade. Isto fez com que criassem técnicas e métodos para operacionalização dos sistemas de produção tornando-o cada vez mais competitivo.

Com o surgimento da mecanização das máquinas, vimos emergir o Taylorismo que objetivava otimizar o trabalho e o Fordismo que introduziu o arranjo de máquinas buscando a otimização da linha de produção, além da visualização do aproveitamento do mercado consumidor de escala. Este formato de produção e seu crescimento demandou ainda preocupações no campo de qualidade do produto bem como o seu aperfeiçoamento o que acarretou a busca de

automatização para a produção e acelerando a competitividade entre as empresas.

De acordo com Godinho Filho; Fernandes (2004), o Sistema Toyota de Produção (STP), criado por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno na década de 1950, ganhou seus primeiros contornos na literatura acadêmica com o professor Yasuhiro Monden. Com o STP busca-se, principalmente, a eliminação de desperdícios, e para tal, foram criadas técnicas como: a produção em pequenos lotes, redução de estoques, alto foco na qualidade, manutenção preventiva, entre outras.

Em termos de produção, o foco recai na redução de custos. Para isso, no STP, busca-se a eliminação e a identificação das perdas exigindo um estudo detalhado da estrutura de produção (TAYLOR, 1992). O mesmo autor associava, as perdas a algumas causas fundamentais, entre elas:

- A falta de uma visão gerencial por parte do capital, relativamente à questão do treinamento e da formação das pessoas e da forma de organizá-las segundo a ótica do capital;
- A deficiente visão sistêmica da organização da produção na época.

Henry Ford, na mesma linha de pensamento, questiona o que seria necessário colocar no centro da problemática do desperdício e, como proposta, sugere que seja o trabalho humano, partindo do princípio de que os materiais nada valem, adquirindo importância na medida em que chegam às mãos dos trabalhadores. Ou seja, dentro da lógica de agregação de valor, os materiais eram visualizados meramente como objetos da produção. As perdas de materiais implicariam diretamente na utilização desnecessária do trabalho humano (TAYLOR, 1992).

Ohno (1997) afirmava que o trabalho efetivo significa algum tipo de processamento, como definido anteriormente. Trabalho adicional é necessário para suportar o trabalho que adiciona valor. Perda nada mais é do que um trabalho desnecessário, ou ações que geram custos, porém, não adicionam valor ao produto/serviço. Entende-se que existem sete grandes perdas a serem perseguidas no STP, são elas:

- Perdas por superprodução;
- Perdas por transporte;
- Perdas no processamento em si;
- Perdas por fabricar produtos defeituosos;
- Perdas no movimento;
- Perdas por espera;
- Perdas por estoque.

De acordo com Shingo (1996), as sete perdas necessitam ser minimizadas de forma simultânea e articulada e visualizadas e compreendidas. O que se tenta alertar é a necessidade

de mensuração destas perdas. E um sistema de controle e custeio deve suprir esta demanda.

Cunha (2002) aponta que o estabelecimento de mercados interligados a nível global, faz emergir a necessidade de novas estratégias de negócio, afirmando que a satisfação do nível de exigência desses novos mercados somente pode ser obtida com produtos isentos de defeitos de fabricação, caracterizando a *world-class manufacturing*.

Estes fatores não passaram despercebidos das Ciências da Engenharia que acompanhou a demanda dos processos industriais buscando responder a altura. Até a Revolução Industrial, observava-se apenas atuação em dois ramos especializados: o militar e o civil. A evolução nas diversas áreas de conhecimento também impulsionou o desenvolvimento das Engenharias, suscitando a criação de outras especialidades como Mecânica, Elétrica, Minas que também foi se aprimorando no decorrer do tempo e das necessidades humanas/ industriais: Mecatrônica, Telecomunicações, Alimentos e Produção.

Assim, percebe-se que a Engenharia de Produção desenvolveu-se ao longo do século XX, em resposta as necessidades de desenvolvimento dos métodos e técnicas de gestão dos meios produtivos demandados pela evolução tecnológica e mercadológica.

Enquanto que os ramos tradicionais da Engenharia, cronologicamente seus precedentes, evoluíram na linha do desenvolvimento da concepção, fabricação e manutenção de sistemas técnicos, a engenharia de Produção veio a concentrar-se no desenvolvimento de métodos e técnicas que permitissem otimizar a utilização de todos os recursos produtivos (CUNHA, 2002, p.6).

Para diferenciar o campo de Ciências da Administração de Empresas e Engenharia de Produção, Cunha (2002) afirma que a primeira centra-se na gestão

dos processos administrativos, processos de negócios e na organização estrutural da empresa, enquanto que a Engenharia de Produção ocupar-se-á da gestão dos processos produtivos tendo como foco a resolução de problemas.

Esta diferenciação torna o profissional de engenharia de produção apto a lidar com problemas relacionados à mobilização de recursos técnicos, dentro da função de cumprir as tarefas a que se destina a empresa ou a instituição a que serve (CUNHA, 2002, p.6).

Logo, a Engenharia de Produção concentra seus esforços na gestão dos sistemas de produção,

entendidos como todo o conjunto de recursos organizados de modo a obter produtos e serviços de modo sistemático que poderá ser alcançado através da utilização de métodos e técnicas que otimizem o emprego dos recursos existentes no próprio sistema de produção.

Segundo a Alves; Falsarella (2009), o Engenheiro de Produção deve “ser capaz de estabelecer as interfaces entre as áreas que atuam diretamente sobre os sistemas técnicos e entre essas e a área administrativa da empresa”. Outra competência importante apontada se relaciona ao espírito “solucionador de problemas”, típico das Engenharias.

Ao discorrer sobre as competências da Engenharia de Produção, o parecer da ABEPRO assim se posiciona como compete à Engenharia de Produção o projeto, a implantação, a operação, a melhoria e a manutenção de sistemas produtivos integrados de bens e serviços, envolvendo pessoas, materiais, tecnologia, informação e energia. Compete ainda especificar, prever e avaliar os resultados obtidos destes sistemas para a sociedade e o meio ambiente, recorrendo a conhecimentos especializados da matemática, física, ciências humanas e sociais, conjuntamente com os princípios e métodos de análise e projeto da engenharia (ALVES; FALSARELLA, 2009).

Desta forma, pode-se afirmar que a Engenharia de Produção vai além de produzir. Ela integra os conhecimentos salutarés das diversas ciências em prol do desenvolvimento sustentável de nossa sociedade, unindo qualidade e produtividade.

Já a Engenharia de Manutenção corresponde a um campo profissional mais que uma formação específica, visto que se apresenta como área de atuação das Engenharias clássicas.

Segundo Cabral (2006), o curso de Engenharia de Manutenção é uma especialidade, afirmando que boa parte dos Engenheiros de Manutenção são formados em Engenharia Mecânica, Engenharia Industrial, Engenharia Eletromecânica, Engenharia de Telecomunicações ou outra relacionada com o ramo em que atua profissionalmente.

Ainda, segundo este autor, a Engenharia de Manutenção é uma especialidade multidisciplinar que se serve dos conhecimentos utilizados pela manutenção - estatística, logística, confiabilidade e previsibilidade, juntamente com os de higiene e segurança do trabalho, recursos humanos e/ou meio ambiente para solucionar as anomalias detectadas nas frentes de serviço das organizações. Ou seja, a Engenharia de Manutenção alia os conhecimentos das áreas mais diversas para

manter em funcionamento os processos produtivos.

Siqueira (2005) afirma que novas técnicas de tratamento de falhas surgiram e foram rapidamente absorvidas pela Engenharia de Manutenção, muitas se relacionando com o monitoramento da condição funcional dos equipamentos, sem a necessidade de desmonte ou desativação do item para a inspeção.

A disponibilidade de métodos analíticos modernos trouxe maior segurança à atividade de manutenção, mas introduziu novos desafios ao profissional desta área. Cabe a ele selecionar a técnica mais apropriada para tratar cada tipo de falha. Além desta missão, a ele compete o atendimento às exigências dos proprietários da instalação, dos clientes e consumidores, e da sociedade em geral, da forma mais econômica, e com capital humano disponível (SIQUEIRA, 2005, p.13).

2.2 Histórico e evolução da manutenção

A manutenção é responsável por assegurar a confiabilidade e disponibilidade das máquinas e equipamentos. Ela é definida como uma função estratégica e o desempenho da manutenção afeta diretamente o desempenho da organização (XAVIER, 2011).

As gerações da manutenção são definidas por diferentes níveis de evolução, sejam elas por meio tecnológico de produção ou pela introdução de novos conceitos nas atividades de manutenção (SIQUEIRA, 2005).

Da mesma forma, a manutenção é dividida em três partes distintas que vêm evoluindo desde os anos 1930, tudo devido ao aumento de instalações e equipamentos, projetos complexos, novas técnicas de manutenção e novas visões sobre a organização da manutenção (KARDEC; NASCIF, 2007).

O conforme Xavier (2011), a manutenção deve ser trabalhada de forma que a sua confiabilidade e

disponibilidade sejam sempre asseguradas, já Siqueira, visa de forma mais abrangente, pois ele define que a manutenção possui alguns níveis evolutivos que devem ser considerados levando em conta que sempre há de surgir novos conceitos na manutenção.

Kardec; Nascif (2007) corroboram com a fala de Siqueira, pois conduz em sua abordagem que a manutenção vem tendo continua evolução que vem desde as técnicas de manutenção, e organização.

A manutenção começou entre 1940 e 1950, com o fim da segunda guerra mundial. Neste período, a mecanização da indústria estava no início e fazia uso de equipamentos de baixa complexidade para as funções que precisavam ser desempenhadas. Na época, as peças só eram restauradas quando apresentavam defeitos, a manutenção planejada era quase inexistente. Por outro lado, a limpeza, lubrificação e as reparações de falhas

eram executadas (SIQUEIRA, 2005).

Devido à situação econômica daquela época, a produtividade não era priorizada e, conseqüentemente, também não era necessária nenhuma manutenção planejada (KARDEC; NASCIF, 2007).

Com o fim da segunda guerra mundial, surgiu a segunda geração da manutenção e vigorou até a década de 1960. Durante este período, houve o aumento da demanda de produtos variados. Em contrapartida, a quantidade de mão de obra na indústria diminuía. Neste mesmo período, houve aumento na mecanização e o aumento da complexidade das instalações industriais (KARDEC; NASCIF, 2007).

Kardec; Nascif (2007) ainda explicam que quando houve o termino da segunda guerra, foi o percussor para que o mundo precisasse de maquinas e equipamentos mais simples de ser produzido e só poderia está realizando qualquer manutenção quando houvesse uma quebra dos componentes. E assim Kardec; Nascif (2007), as manutenção não eram organizadas ou planejadas como umas vistorias preventivas não existiam na época, e neste período dos anos 60 teve um aumento em demanda de produtos e como o mundo precisava de produtos e alimentos para atender as necessidades e como a mão de obra não era qualificada e com isso a necessidade de ter equipamentos mais mecanizado e complexo nas plantas das indústrias para atender a demanda.

Consequência da industrialização, esta geração pôde ver a propagação das linhas de produção contínuas e teve como resultado um elevado custo com correção das falhas, isso devido à interrupção da produção e consumo. Maior disponibilidade e vida útil de equipamentos a baixo custo tornaram-se objetivos básicos (SIQUEIRA, 2005).

A terceira geração aperfeiçoou a segunda geração da manutenção. Teve início na década de 1970. Isso foi

possível devido ao acúmulo de conceitos trazidos das gerações passadas integradas em noções de segurança, ambiente e qualidade (KARDEC; NASCIF, 2003).

Esta geração evoluiu através da insuficiência das técnicas frente à exigência da automação da época. Neste período, a indústria sofreu uma transformação intensa e o sistema “*Just in time*”, que exigia como política a produção enxuta de estoques era uma tendência em todo o mundo, portanto qualquer parada que não fosse programada poderia gerar atrasos na produção e entrega para o cliente (SLACK *et. al.*, 2008).

Com a industrialização vem evoluindo e as necessidades de ter um volume de produção e com pouco estoque e as manutenções tiveram que está se adequando com os tipos de máquinas automatizados e as introduções com a programação das paradas para as inspeções para que

a disponibilidade dos equipamentos para operação e a cada geração de manutenção evoluída os processos de manutenção e capacidade técnica para a inspeção.

Como um todo, tem buscado desenvolver tecnologias aplicadas na manutenção de peças e maquinários utilizados nos processos industriais com o objetivo de alongar a vida útil das peças. A engenharia de manutenção, assim denominada essa área do conhecimento, transforma o cotidiano dos processos produtivos já que se funda em novas alternativas nessa área (KARDEC; NASCIF, 2009).

A engenharia de Manutenção significa “perseguir benchmarks, aplicar técnicas modernas, estar nivelado com a manutenção do Primeiro Mundo” (KARDEC; NASCIF, 2009, p. 98). Para tanto, visa, dentre outros fatores, aumentar a confiabilidade, disponibilidade, segurança e manutenibilidade; eliminar problemas crônicos e solucionar problemas tecnológicos; melhorar gestão de pessoal, materiais e sobressalentes; participar de novos projetos e dar suporte à execução; fazer análise de falhas e estudos; elaborar planos de manutenção, fazer análise crítica e acompanhar indicadores, zelando sempre pela documentação técnica (KARDEC; NASCIF, 2009).

Sendo analisados por Kardec; Nascif (2009), os principais objetivos da engenharia de manutenção questões recorrentes nas tecnologias empregadas. Ainda segundo os autores, ela indica a necessidade de ser ter um depósito de materiais e peças sobressalentes, elaborando o planejamento projetos que dão suporte ao desenvolvimento do trabalho, analisando as possíveis falhas que possam ocorrer no funcionamento das máquinas, tornando possível a elaboração de planos de manutenção, pelos engenheiros responsáveis.

De fato, ao mesmo tempo em que ocorrem avanços tecnológicos na produção, com a adoção de maquinário

cada vez mais moderno, com maior complexidade, é preciso conferir maior produtividade a esses equipamentos evitando quebras que possam comprometer a entrega de mercadorias, a saúde dos trabalhadores e os custos inesperados que afetam os lucros e a competitividade das organizações (NUNES; VALLADARES, 2008).

Conforme Nunes; Valadares (2008), as inovações de maquinários e processos operacionais a manutenção tem que ser uma das áreas polivalentes em todo campo sendo em técnicas e tecnologias aplicada a manutenção dos equipamentos para que tudo é avaliado no custo final do o processo produtivo.

Para o desenvolvimento adequado de uma engenharia de manutenção dentro das organizações, deve-se sempre ter em mente para que sirva o planejamento de manutenção das peças, levando em consideração três atores principais na

equação como as próprias organizações, os consumidores finais dos produtos a serem criados na indústria e os intermediários, que se beneficiam da pontualidade e da qualidade dos produtos (SLACK *et al.*, 2002).

Slack *et al.* (2002) retrata uma indústria que não tem sua gestão de peças sobressalentes atualizadas e manutenção com paradas pontuais a indústria terá produtividade e qualidade em seus produtos e processos.

O mundo do consumo impõe a necessidade de que as organizações adotem sistemas que garantam um controle de qualidade rígido, além de mais econômicos, duráveis e tecnológicos. Tudo isso é possível quando se reduzem os riscos de problemas não previstos durante sua produção, como a quebra de máquinas pela falta de manutenção, ou manutenção tardia, de peças e maquinário envolvido nos processos industriais.

Nunes; Valadares (2008) corroboram com o relato de Slack (2002) sobre os riscos e problemas futuros que pode ocorrer com os equipamentos quando tem uma manutenção com qualidade e confiabilidade dos equipamentos, e sendo assim as quebras não previstas atrasaria a produção e aumentando o seu custo final de produção.

Observado pelo Slack; Valadares (2002) a manutenção em se está ligada a qualidade dos produtos que são produzidos, e custo que são gerados para que a produção não tenha perda operacional e aumento do custo do produto final.

Em linhas gerais, pode-se afirmar que toda evolução tecnológica dos equipamentos, processos e técnicas de manutenção, a necessidade de controles cada vez mais eficientes e de ferramentas de apoio à decisão, o desenvolvimento de estudos relativos ao desgaste e controle das falhas e suas consequências, a dependência de equipes treinadas e motivadas para enfrentar estes desafios, o desenvolvimento de novas técnicas, e, conseqüentemente, os custos de

manutenção em termos absolutos e proporcionalmente às despesas globais, transformaram a gestão da manutenção em um segmento estratégico para o sucesso empresarial (NUNES; VALLADARES, 2008).

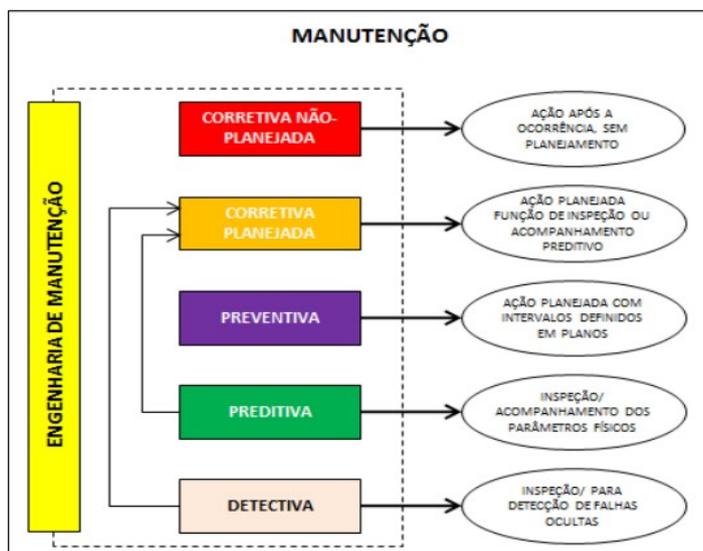
serviços que são aguardados pela função manutenção". A concepção, ou modelo, revela como a empresa pretende que a função manutenção haja para que sejam alcançadas as metas do negócio (SOUZA, 2008).

Portanto, a engenharia, ao tratar da manutenção de máquinas, relaciona-se com a engenharia de manutenção de forma intrínseca. A Figura 01, abaixo, ilustra um esquema que relaciona os dois conceitos.

Na mesma definição:

A gestão deve estar relacionada a todo conjunto de ações, decisões e definições sobre tudo o que se tem que realizar, possuir, utilizar, coordenar e controlar para gerir os recursos fornecidos para a função manutenção e fornecer assim os

Figura 1 – Relação da Engenharia com a Manutenção



Fonte: adaptado de Kardec; Nassif (2009).

A Figura 1 mostra as diversas etapas e tipos de manutenção disponíveis para os diferentes tipos de empreendimento, tempo e recursos de que se dispõe para o planejamento da execução dessa manutenção. A este planejamento, denomina-se Planejamento Organização e Controle da Manutenção (PCMO) e é sobre ele que o próximo tópico trata.

2.3 Planejamentos, Organização e Controle da Manutenção (PCMO)

Tendo em vista as evoluções tecnológicas pelas quais os setores produtivos têm passado nos últimos anos, com metodologias de trabalho e maquinário cada vez mais complexo e, ao mesmo tempo, grande exigência de produtividade e qualidade, a função manutenção tem assumido grandes responsabilidades no sentido de garantir a confiabilidade e a disponibilidade, fatores refletidos diretamente no desempenho operacional da organização (BRANCO FILHO, 2008).

O planejamento da manutenção pode ser definido como um conjunto de ações desenvolvidas dentro de uma equipe especificamente preparada para este fim, que objetiva garantir o progresso do seu nível tecnológico e administrativo, a continuidade na sua gestão com eficiência de seus processos, a adequação contínua de seu maquinário, capacitação e estrutura, alinhando-se sempre com as

metas e objetivos da produção (BRANCO FILHO, 2008).

Como Branco Filho (2008), a manutenção é baseada em confiabilidade das metas e evoluída em seus níveis tecnológicos, gerenciando os processos e adequações nas melhorias contínuas que abrange toda a operação produtiva direta ou indireta.

2.3.1 Manutenção corretiva

A manutenção corretiva é a primeira das técnicas de manutenção, isto porque foi a primeira a ser pensada e colocada em prática pelos envolvidos nessa estratégia de prolongamento da vida útil de máquinas e equipamentos em geral (mas a manutenção corretiva não tem o objetivo de prolongar a vida útil dos equipamentos). Ela pode ser classificada como planejada e não planejada ou emergencial.

Por manutenção corretiva não planejada deve-se compreender aquela que emprega técnicas de correção das falhas à medida em que elas se apresentam. Significa dizer que ela se caracteriza pela atuação da manutenção quando a falha já é um fato ocorrido. Isto implica em altos custos, pois a quebra inesperada pode acarretar perdas de produção, perda da qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção (PINTO; XAVIER, 2001).

Já a manutenção corretiva planejada é a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor do que o esperado, em função do acompanhamento preditivo, decisão escolhida pela equipe de gerência ou por decisão de manter o funcionamento da máquina ou equipamento até a quebra, conforme afirma Silva (2004).

Silva (2004) afirma que o desenvolvimento de um planejamento de manutenção corretiva pode significar inúmeros benefícios em relação à não planejada, entre eles a possibilidade de compatibilizar a necessidade da

intervenção com os interesses da produção; a falha não provoca qualquer situação de risco para o pessoal ou para a instalação; possibilidade de melhor planejamento dos serviços; garantia de sobressalentes, equipamentos e ferramental e possibilidade de tempo para formação de humanos qualificados (SILVA, 2004).

A manutenção corretiva não planejada é classificada como aquela em que há a correção das falhas conforme elas vão ocorrendo durante os usos. Ela se caracteriza por uma atuação da manutenção quando o fato já ocorreu, por óbvio, isso implica em gastos para a indústria, já que a quebra inesperada pode produzir danos e gastos de produção, perda da qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção (PINTO; XAVIER, 2001).

Ainda segundo Silva (2014), quando a equipe de gestão decide por uma política de manutenção corretiva planejada consegue alcançar diversos benefícios

para o setor em detrimento da escolha pela manutenção não planejada, como exemplo:

Possibilidade de compatibilizar a necessidade da intervenção com os interesses da produção; b) A falha não provoca qualquer situação de risco para o pessoal ou para a instalação; c) Melhor planejamento dos serviços; d) Garantia de sobressalentes, equipamentos e ferramental; e) Existência de recursos humanos qualificados (SILVA, 2014, p. 88).

Novamente, quando se trata de formas de manutenção em equipamentos frigoríficos, cita-se a Manutenção Preventiva que se classifica como a que é realizada com o objetivo de reduzir ou evitar as falhas ou quebras do equipamento durante a realização do trabalho. Não é para falar o frigorífico aqui. Ela se desenvolve a partir de um plano previamente descrito, esse tipo de manutenção deve ser desenvolvido em intervalos de tempo pré-determinados. Segundo Xenos (1998):

O setor de planejamento elabora planos de manutenção baseados nos tempos dos equipamentos definidos pelos fabricantes; com isto consegue antecipar as falhas que possam vir a ocorrer nos equipamentos, Manutenção preventiva tem como característica a busca sistemática para impedir a ocorrência de falhas, mantendo um controle consecutivo sobre os equipamentos executando operações presumidas convenientes. A mesma é considerada um elemento fundamental nas atividades de manutenção, envolve algumas tarefas programadas, tais como: inspeções, reformas e troca de peças, principalmente (XENOS, 1998, p. 53).

Consoante às peças que compõem o maquinário dos frigoríficos, a empresa que utiliza esse tipo de tecnologia deve manter um setor responsável pela troca e manutenção periódica desses componentes evitando que sua útil seja reduzida, minimizando custos e

potencializando a utilização das máquinas. Segundo Xenos (1998):

A manutenção preventiva a consiste no seguinte:

a) Inspeções periódicas de partes específicas e medições de parâmetros do equipamento para monitorar sua degradação e detectar sinais de falha ou condições anormais.

b) Reforma periódica de partes do equipamento que se desgastam ao longo do tempo, seja pelo uso ou por agentes naturais.

c) Troca periódica de partes do equipamento que se

desgastam ao longo do tempo, seja pelo uso ou agentes naturais (XENOS, 1998, p. 37).

Nas palavras de Silva (2001):

Para harmonizar todos os processos que interagem na manutenção, é fundamental a existência de um sistema de controle de manutenção que permita a realização de determinados recursos: f) Que serviços serão realizados; g) Quando os serviços serão realizados; h) Que recursos serão necessários para a execução dos serviços; i) Quanto tempo será gasto em cada serviço; j) Qual será o custo de cada serviço, custo por unidade e o custo total; k) Que materiais serão aplicados; l) Que máquinas, dispositivos e ferramentas serão necessárias (SILVA, 2001, p. 56).

Portanto, recomenda-se que os processos de manutenção no setor frigorífico sejam sempre desenvolvidos de forma preditiva, coletando dados sobre os componentes das máquinas, seu funcionamento, tempo de vida útil, principais motivos de quebra. Isto evita a ocorrência de acidentes, a quebra inesperada, com custo elevado para o conserto, e alonga a vida desses equipamentos, trazendo mais competitividade e otimizando os lucros da indústria (TAVARES, 1999).

2.3.2 Manutenção Preventiva

Manutenção Preventiva é definida pelos serviços preventivos preestabelecidos através de programação, permitindo o melhor controle das atividades da empresa e o conhecimento prévio dos itens ou recursos necessários para garantir a operação com eficácia e segurança (SENAI, 2000).

Pode ser compreendida, ainda, como aquela que intervém no maquinário com espaços determinados de tempo, não se espera que a falha ocorra aleatoriamente. O que ocorre na manutenção preventiva é o agendamento de

revistas periódicas nos equipamentos que sofrerão a intervenção. Nas palavras de Slack *et al.* (2002), a manutenção preventiva “visa eliminar ou reduzir as probabilidades de falhas por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos de tempo pré-planejados”.

Já para Almeida (2000, p.33):

To
do
s
os
pro
gra
ma
s
de
ger
ên
cia
de
ma
nut
en
çã
o
pre
ve
nti
va
as
su
me
m
qu
e
as
má
qui
na
s
de
gra
dar

ão com um quadro típico de sua classificação em particular. Ou seja, os reparos e recondiçõamentos de máquinas, na maioria das empresas, são planejados a partir de estatísticas, sendo a mais largamente usada a curva do tempo médio para falha – CTMF (ALMEIDA, 2000, p.33).

Entretanto, existem questões importantes a serem apontadas no que se refere à manutenção preventiva. Uma delas é que essa metodologia se funda em informações já determinadas, dados estáticos, obtidos a partir de uma observação feita ao longo do tempo sobre o funcionamento das máquinas. Isso quer dizer que essas observações pré-ordenadas não levam em consideração as especificidades que interferem no funcionamento cotidiano e nas ocorrências inesperadas nas peças o que pode afetar a vida útil dos maquinários (ALMEIDA, 2000).

É criterioso apontar que a abordagem adota um lapso temporal de interferência já definido, conservador, que pode acarretar interferências desnecessárias, tardias ou adiantadas. A manutenção preventiva pode ser do tipo manutenção preventiva sistemática ou manutenção preventiva baseada em tempo. Enquanto o primeiro tipo se caracteriza pela substituição de um componente sistematicamente, a segunda diz respeito à técnica de recuperação do equipamento em intervalos de tempo prefixados. Entre os exemplos de sua aplicação pode-se citar, a troca do óleo do cárter de um veículo, a revisão de um compressor de ar comprimido a cada 6.000 horas de operação, a inspeção semestral de uma caldeira de geração de vapor, dentre outros (SEELING, 2000).

Entre as vantagens da manutenção preventiva, a principal é evitar o desperdício e as perdas causadas pela situação mais indesejada no cotidiano da produção que é a quebra inesperada. A manutenção preventiva, nesse sentido, erradica a parada no processo produtivo, aumento nos custos de produção e manutenção, a realização das

manutenções preventivas contribui para a redução dessas ocorrências, proporcionando o controle sobre o funcionamento dos equipamentos.

Como desvantagens, aponta-se a má concepção dos trabalhos e a falha em tempos ou fases. A má organização da manutenção, mais métodos operacionais e erros na gestão de estoques podem também ser um problema. Isto acontece porque, pode ser que as falhas aconteçam antes do previsto no plano de manutenção, nesse sentido, é preciso estar muito atento ao processo e contratar profissionais aptos à realização da manutenção (SEELING, 2000).

A manutenção preditiva deve ser empregada sempre que haja uma boa margem de certeza acerca do intervalo de tempo em que ela pode ser empregada.

2.3.3 Manutenção Preditiva

A Engenharia de manutenção tem recebido intensos investimentos para que se desenvolva e, ao mesmo tempo, seja capaz de prever quantitativa e qualitativamente a forma e o tempo de interferência na manutenção dos equipamentos, através de análises em intervalos pré-definidos contribuindo para o planejamento e preparação para o momento certo da realização das manutenções (SALES, 2011).

A Manutenção preditiva é um dos avanços da engenharia de manutenção e, como já descrito, é a ferramenta que pode indicar as condições de desgaste do maquinário em uso, demonstrando suas condições de degradação e o momento em que necessitam de uma interferência de manutenção, ela é capaz de predizer qual o período de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos (CUNHA, 2005).

Em suma o objetivo real traduz-se numa finalidade de redução dos custos de manutenção e aumento da produtividade. Entre outros fatores, a manutenção preditiva objetiva determinar, antecipadamente, a necessidade de serviços de manutenção numa peça específica de um equipamento; eliminar desmontagens desnecessárias para inspeção; Aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos; reduzir o trabalho de emergência não planejado; Impedir o aumento dos danos; aproveitar a vida útil total dos componentes e do equipamento eliminação da troca prematura; aumentar o grau de confiança no desempenho de um equipamento ou linha de produção; determinar previamente as interrupções de fabricação para cuidar dos equipamentos que precisam de manutenção (LAGO, 2007).

A Manutenção Preditiva consiste na definição e no planejamento antecipado das intervenções corretivas, a partir da aplicação sistemática de uma ou mais técnicas de monitoração, a saber, análise de vibrações de

equipamentos rotativos e alternativos, de corrente e fluxo magnético de motores elétricos, de óleo lubrificante (tribologia e ferrografia), da termografia de sistemas elétricos e mecânicos, o uso de ultrassom para detecção de vazamentos e defeitos de válvulas e purgadores (SILVA, 2009).

Pensando na produtividade e alcance de resultados com mais qualidade e minimização de custos, as empresas buscam trabalhar na mitigação de questões relacionadas à manutenção de máquinas através do aprimoramento de conhecimentos tecnológicos e industriais. Nesse sentido, pode-se apontar que as maiores questões nos custos da produção ainda se relacionam à falta de manutenção preditiva que gera desperdício, em especial, com o vazamento de óleo lubrificante em equipamentos rotativos. Neste trabalho, serão abordadas questões nos redutores de velocidade.

Sobre este tema, Silva (2009) leciona que:

É conhecido por redutor o conjunto de coroa e parafuso com rosca sem-fim ou de engrenagens acondicionado em uma carcaça com sistema de lubrificação e destinado a reduzir a velocidade. Engrenagem é conjunto de duas ou mais rodas dentadas. A engrenagem permite a redução ou o aumento do momento de torção, com perdas muito pequenas de energia, e o aumento ou redução de velocidades sem nenhuma perda, por não permitir patinação (SILVA, 2009, p.99).

Na atualidade, as maiores organizações industriais têm empregado políticas de manutenção bem definidas, através de instrumentos de realização concreta da manutenção preditiva que se baseiam em confiança. Buscando, dessa forma, minimizar custos de maneira sistemática, identificando os principais fatores críticos atacando suas raízes.

Essa nova visão tecnológica, como aponta Fernandes (2010), possibilita, entre outras lições:

Entender manutenção como o conjunto de cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações. Esses cuidados envolvem a conservação, a adequação, a restauração, a substituição e a prevenção (FERNANDES, 2010, p. 78).

A engenharia de manutenção tem proporcionado às indústrias mitigar os problemas e reduzir os custos gerados pela manutenção posterior, e induzindo a ideia da importância da manutenção preditiva, o que possibilita evitar perdas de produção. Em verdade, trata-se de estratégia utilizada como solucionadora de problemas no que tange diversos problemas.

Na atualidade, com o avanço da engenharia de manutenção, torna-se maior o interesse na aplicação de técnicas preditivas ou invés da manutenção preventiva ou das correções não planejadas. Observando os dados

acima expostos, ficam claras as vantagens da manutenção preditiva em relação a outras modalidades. A seguir, apresenta-se a técnica de análise de lubrificantes, suas vantagens e etapas.

2.3.4 Manutenção detectiva

Entre as técnicas de manutenção existentes, tem-se também a manutenção detectiva. Por essa modalidade compreende-se uma ação de investigação em equipamentos ou máquinas, cujo objetivo é detectar encontrar falhas não perceptíveis às equipes de operação e, até mesmo, para a equipe de manutenção. Esse tipo de intervenção também é conhecido como manutenção proativa, e serve basicamente para prever as falhas antes mesmo que elas aconteçam de fato (BRANCO, 2008).

A manutenção detectiva é de extrema importância quando se trata de garantir a confiabilidade e viabilidade de máquinas e

equipamentos, seja qual for o ramo de atuação. Tendo em vista os avanços tecnológicos experimentados nas últimas décadas, esse tipo de manutenção se torna ainda mais importante, sobretudo, em razão da complexidade dos componentes dos equipamentos. Ainda assim, esse modelo possui vantagens e desvantagens, assim como desafios da sua realização nos setores produtivos (FERNANDES, 2010).

Enquanto alguns tipos de maquinários apresentam falhas com efeitos diretos, isto é, que são de mais fácil visualização, que podem ser observados com mais rapidez e, que, quando ocorrem, prejudicam a produtividade da empresa, ocasionando prejuízos e atrasos. Existem outras que apresentam falhas que não possuem um efeito direto e, por isso, podem ser muito perigosas. Afinal, podem ocasionar efeitos mais graves, como problemas de segurança e impactos ambientais (BRANCO, 2006).

Nesse tipo de maquinário a manutenção detectiva se faz mais adequada aos objetivos de evitar quebras inesperadas e desperdícios. a manutenção detectiva vai além da prevenção, ela age como um dispositivo de segurança. A manutenção detectiva tem papel fundamental no aumento do ciclo de vida dos ativos, por isso, faz parte da estratégia de manutenção de muitos gestores. Nesse sentido, efetuar um planejamento da gestão da manutenção também significa gerir os riscos (BRANCO, 2008).

O maior desafio da manutenção detectiva é que ela ainda é um conceito novo no Brasil e, por isso, pode ser confundida com outras modalidades como a manutenção preditiva, da qual já tratamos. Entretanto, existe uma diferença marcante entre as duas modalidades, qual seja, a manutenção detectiva é destinada para sistemas automatizados, nos quais as atividades da máquina são realizadas através de circuitos e comandos de sistema.

Portanto, quanto mais automatizado um sistema for, mais necessidade de manutenções detectivas ele terá, para tanto, é necessário que as empresas tenham um planejamento e controle corretos da manutenção.

2.4 Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)

Atualmente, a função manutenção representa papel de igual importância ao da função produção, no sentido de contribuir decisivamente para atingir os objetivos traçados para o negócio. Isso significa que seu planejamento deve estar adequado aos propósitos da organização, e também deve estar comprometido no sentido de gerar lucro para a mesma. Apenas um gerenciamento eficaz da manutenção permitirá uma perfeita interligação com os objetivos e metas da empresa. No entanto, para que este nível seja alcançado, é necessário envolvimento de toda a empresa, direcionando e

definindo os objetivos de manutenção de acordo com a criticidade desejada ao processo.

Segundo Souza (2008):

Neste sentido, a função manutenção deve promover os cinco elementos básicos de competitividade propostos por Slack (1993), para poder contribuir de forma significativa para o desempenho da empresa. A gestão da função manutenção com base na qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custos são, sem dúvida, desempenho, à luz de ser relacionamento com a função produção (SOUZA, 2008, p. 133).

Portanto, é possível compreender que o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) é uma ferramenta de extrema importância para a competitividade das empresas, a entrega de metas, a erradicação de desperdícios e retrabalho.

Nesse sentido, o PCM é um:

Conjunto estratégico de ações para preparar, programar, controlar e verificar o resultado da execução das atividades da função manutenção contra valores pré-estabelecidos e adotar medidas de correções de desvios para a consecução das metas e objetivos da produção, conseqüentemente da missão da empresa (SOUZA, 2008, p. 34).

Entretanto, existem alguns passos que devem ser seguidos para que a implantação do PCM possa ocorrer de forma organizada, seguindo-se um protocolo, chamado de estruturação de um Sistema de Planejamento e Controle, que pode ser manual ou informatizado, de acordo com as necessidades de cada empresa, seu ramo de atuação e a velocidade de suas entregas.

De maneira geral, há alguns processos ou módulos básicos que compõem quaisquer sistemas de planejamento e controle de manutenção. Tais processos serão sucintamente descritos no Quadro 1, seguindo a metodologia proposta por Kardec; Nascif (2009).

Quadro 1 - planejamento e controle de manutenção

Processamento das Solicitações de Serviço	O input do sistema ou serviço de manutenção a ser executado. Toda solicitação que é incluída no sistema deve receber número, prioridade, detalhamento, recursos necessários e centro de custo correspondente.
Planejamento dos Serviços:	É o planejamento de como será realizada a solicitação, incluindo o detalhamento tarefa por tarefa, recursos utilizados em cada tarefa (inclusive ferramentas, dispositivos, máquinas especiais, etc.), tempo de execução de cada tarefa, orçamentação (custo de recursos humanos, hora/máquina, materiais, etc.)
Programação dos Serviços	Consiste na definição dos serviços a serem executados, de acordo com prioridades já definidas, datas de recebimento das solicitações, recursos disponíveis e liberação pela produção.
Gerenciamento da Execução dos Serviços	Acompanhamento e controle de causas de bloqueio de serviço (ex: falta de material,

	informação, ferramentas, etc.
Registro dos Serviços e Recursos	Registros relativos ao serviço executado informando ao sistema quais recursos foram utilizados, por quanto tempo, quais materiais foram gastos e os custos de serviços de terceiros. Deve informar também se o serviço foi concluído ou não.
Gerenciamento de Equipamentos	Arquivamento dos dados dos equipamentos utilizados para utilização em programação futura. Deve fornecer dados sobre o tipo de equipamento, serviço executado e dados para análise da falha.
Administração da Carteira de Serviços	Inclui acompanhamento orçamentário (real x planejado, global e por área), cumprimento da programação global e por área, tempos médios de execução de serviços, índices de atendimento, back-log, composição da carteira de serviços.
Gerenciamento dos Padrões de Serviço	Criação e comparação de padrões de tempo, recursos e detalhamento de serviços semelhantes, para aplicações futuras.
Gerenciamento	É consequência

o de Recursos	do Registro de Recursos e visa, principalmente, otimização da aplicação da mão-de-obra e equipamentos disponíveis, pela informação dos quantitativos globais, por área e, inclusive, da indisponibilidade.
Administração de Estoques	Nem sempre a administração dos estoques contempla a Manutenção, mas em alguns casos, é interessante a informação do estoque, acompanhamento de compra e recebimento e indicadores associados aos fornecedores (confiabilidade, qualidade, etc.).

Fonte: adaptado de Kardeck; Nascif (2009).

O Quadro 1 mostra as diferentes etapas por quais o planejamento e controle da manutenção devem passar, desde o início com o processamento das solicitações de serviço até a administração dos estoques.

Assim, entende-se que após a observação realizada no que diz respeito ao Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) se faz necessário também uma análise sobre os indicadores

de manutenção, conforme o item a seguir.

2.5 Indicadores da manutenção

No que se refere aos indicadores da manutenção, estes podem ser compreendidos como os quesitos capazes de apontar determinados acontecimentos ou características do planejamento de manutenção, isto é, informações úteis que mapeiam o processo, seu tempo, espaço, custo, modalidade, maquinário envolvido. No que tange a gestão da manutenção, pode-se apontar os indicadores a partir de formulações teóricas que são utilizados pela gestão para conseguirem gerir os tempos dos reparos, o ritmo de ocorrência das avarias, a disponibilidade dos equipamentos, o sucesso das manutenções preventivas, dentre outros (CABRAL, 2006).

Nesse sentido, lecionam Kardec; Flores; Seixas (2002) que as informações de desempenho são de extrema importância para a eficiência e eficácia do departamento de manutenção, pois podem indicar possíveis oportunidades de melhorias, fornecendo suporte para a gerência de manutenção.

Já para Branco Filho (2006) pode-se definir e dividir os Indicadores ou Índices de Manutenção desta forma:

Indicadores de Manutenção: Dados estatísticos relativos a um ou diversos processos de manutenção que desejamos controlar. Usados para comparar e avaliar situações atuais com situações anteriores. Servem para medir o desempenho contra metas e padrões estabelecidos. **Índices de Manutenção:** Relação entre valores e medidas numa empresa, sobre a manutenção, para avaliar situações atuais com as situações anteriores. Servem para medir o desempenho contra metas e padrões estabelecidos. Ao contrário do que se imagina, tempos passados, não havia nas técnicas da gestão de manutenção uma preocupação com medidas de desempenho até alguns anos atrás e, em algumas situações, a avaliação da eficiência da equipe

de
Manuten
ção era
medida
pela
correria
do dia a
dia e pelo
estado
de
preocupa
ção e

que devem ser levados em consideração, são eles, o Tempo Médio Entre Falhas (TMEF), o Tempo Médio Entre Reparos (TMPR), a Disponibilidade de Equipamentos e, por fim, os custos de manutenção. Estes indicadores estão dispostos no Quadro 2.

Quadro 2 – Indicadores da manutenção

<p>urgência TMEF (MTBF) expresso na face do gerente do setor. Por outro lado, uma quantida de elevada de índices de controle ou indicador es de desempe nho pode desmotiv ar uma</p>	<p>Para Kardec e Nascif (2009), o MTBF (Mean Time Between Failures ou Tempo Médio Entre Falhas) é uma medida simples de confiabilidade para itens reparáveis e, geralmente, está relacionada à vida média de uma população. A forma de se obter esse indicador é através da divisão da soma das horas disponíveis do equipamento para operação pelo número de intervenções corretivas executadas neste determinado equipamento no mesmo período (VIANA, 2014), conforme apresentado na equação (6) a seguir. Equação (6) este indicador é muito útil para observar o comportamento dos equipamentos, onde se o MTBF estiver aumentando significa que estão diminuindo as ações corretivas e consequentemente aumentando o tempo disponível para operação (VIANA, 2014).</p> $MTBF = \frac{\sum \text{tempos de bom funcionamento}}{\text{Número de intervalos observados}}$ <p>Equação (6) tempo medio entre falhas.</p>
<p>de manuten ção e, por isso, é important e escolher os indicador es utilizados (BRANCO, 2006, p. 37).</p>	<p>Viana (2002) considera que o MTTR (Mean Time to Repair ou Tempo Médio para Reparo) é obtido pela divisão do somatório do tempo indisponível para operação devido a intervenções da manutenção (incluindo manutenções corretivas e preventivas), pelo número total de intervenções. A equação (7) demonstra como é encontrado o valor do MTTR. De acordo com a equação, a diminuição do MTTR ao passar do tempo, significa que a manutenção está aumentando a eficiência, pois as intervenções corretivas se tornam cada vez menos importante (VIANA, 2002).</p> $MTTR = \frac{\sum \text{tempos de reparos}}{\text{Numero de intervenções observadas}}$ <p>Equação (7) Tempo Médio para Reparo</p>
<p>Disponibilidade Operacional</p>	<p>A NBR 5462 - 1994 define disponibilidade como a capacidade de um equipamento estar apto a executar uma determinada função durante um intervalo de tempo pré-estabelecido, levando em consideração os aspectos de confiabilidade. A disponibilidade pode ser calculada como a fração do tempo em que o equipamento ou sistema esteve operando em relação ao tempo total existente para operar. A equação a seguir apresenta a relação mencionada anteriormente. Este indicador é de fundamental importância</p>

Com a finalidade de analisar a eficiência dos setores de gestão da manutenção nas empresas, existem quatro índices de desempenho da manutenção

	<p>para a manutenção, pois o principal objetivo. Também se vê em parte e apontar com clareza as equipamentos disponíveis para operação informações relevantes utilizadas para suportar as decisões e definir o posicionamento em relação às metas estabelecidas pelo setor frigorífico.</p> $Disponibilidade\ Operacional = \frac{\sum \text{horas disponíveis para produção}}{\sum \text{horas totais}}$	
Custo de manutenção	<p>Com o surgimento do conceito de manutenção de classe mundial, inseriu-se a perda de faturamento e a depreciação na composição dos custos de manutenção. A finalidade desse indicador está no conhecimento das despesas da Manutenção e sobre todo o funcionamento do frigorífico, sendo recomendado um período de apuração igual ao período no qual a mesma encerra os períodos de apuração da sua contabilidade. Para a realização do cálculo, entende-se que o faturamento seja proveniente de todas as entradas de capital resultante das vendas no período.</p>	<p>Entre esses indicadores estão os Indicadores qualitativos, que se destinam a elucidar a compreensão de metas e da qualidade dos produtos e os indicadores quantitativos, tratados a partir da coleta de valores numéricos representativos do processo de manutenção,</p>
Confiabilidade	<p>Confiabilidade é a probabilidade de que um equipamento, planta ou qualquer sistema tenha, ou não, condições de projeto, por um determinado período de tempo estabelecido. A curva da banheira, exemplificada na figura 1, representa o modelo tradicional da relação entre o tempo e a taxa de falha de um equipamento ou parte dele. As taxas de falhas (λ_i), que representam o número de falhas (N_i) num determinado período de tempo (T), se comportam de maneira diferente no decorrer da vida útil do equipamento, ou seja, o tempo médio necessário para restabelecer as condições de operação deste componente (BRANCO FILHO, 2006).</p> $\lambda_i = \frac{N_i}{T}$ <p>Estes indicadores buscam conferir a confiabilidade para as empresas do setor frigorífico, que trabalham com produtos altamente perecíveis e necessitam fomentar processos de manutenção mais confiáveis, rápidos com os menores tempos de parada possíveis. Também são importantes em planejamentos de manutenção para a redução da frequência e da severidade das falhas, enquanto que a manutenibilidade concentra-se em diminuir o tempo da duração de falhas em um sistema e restabelecer seu funcionamento no menor tempo possível. Mesmo que estes principais – e mais utilizados – indicadores descrevam os impactos da manutenção, a implantação de outros indicadores para medir o desempenho do processo deve ser feita, pois qualquer atividade que impacte na realização do processo deve ser acompanhada (SOUZA, 2008).</p>	<p>O primeiro deles, o <i>Mean Time Between Failures</i>, que determina a confiabilidade do equipamento através do tempo médio entre as falhas ocorridas e já catalogadas. O segundo é empregado no cálculo do tempo disponibilidade de maquinário, sendo o tempo entre reparos, cuja função é medir a confiabilidade do equipamento, ou seja, o tempo médio necessário para restabelecer as condições de operação deste componente (BRANCO FILHO, 2006).</p>

Fonte: adaptado de Viana (2014).

Os indicadores de desempenho e manutenção são os meios mais empregados quando se trata do monitoramento dos principais aspectos relativos à gestão da manutenção, já que é por meio deles que se pode quantificar tanto o desempenho dos setores e maquinários que devem integrar o plano de

Assim, observou-se a importância dos indicadores da manutenção, e também se faz relevante uma melhor análise sobre a estrutura organizacional da manutenção centralizada, descentralizada e mista, conforme item a seguir.

2.6 Estrutura organizacional da manutenção centralizada, descentralizada e mista (hierarquia/dimensão espacial)

De acordo com Nunes; Valadares (2008) espera-se que as estratégias de manutenção sejam capazes de garantir o atendimento a três clientes, sendo eles:

Os proprietários dos ativos físicos, ou seja, os empresários, que esperam que estes gerem o retorno financeiro do investimento; 2). Os usuários dos

ativos, que esperam que eles mantenham um padrão esperado de desempenho; A sociedade, que demanda por padrões de qualidade dos produtos, ao mesmo tempo, em que espera que os ativos não falhem, garantindo segurança e um cenário de riscos reduzidos para o meio ambiente (NUNES; VALADARES, 2008, p. 45).

De acordo com Souza (2008), a gestão da manutenção se inicia na definição da concepção:

A gestão deve estar relacionada a todo conjunto de ações, decisões e definições sobre tudo o que se tem que realizar, possuir, utilizar, coordenar e controlar para gerir os recursos fornecidos para a função manutenção e fornecer assim os serviços que são aguardados pela função manutenção (SOUZA, 2008, p. 67).

A gestão da manutenção, suas etapas, os métodos e materiais envolvidos, além do cronograma a ser adotado, dependem das pretensões da empresa, bem como das metas do negócio e seus ramos. A ideia é que o ramo do negócio, suas próprias características, seus tempos de produção, definam a o gestor a decidir qual a concepção de manutenção mais adequada de acordo com as características de sua empresa.

Nenhuma modalidade de manutenção substitui a outra, mas elas devem ser associadas para trazer melhorias em termos de desempenho de gestão. Neste sentido, diversas práticas atuais estão voltadas para a Engenharia de Manutenção, que busca aumentar confiabilidade ao mesmo tempo em que garante disponibilidade. Para isso, concentra-se na busca das causas, na melhoria dos padrões e sistemáticas, na modificação de situações permanentes de mau desempenho, no desenvolvimento da manutenibilidade, na intervenção das compras e projetos (NETTO, 2008). Para

este trabalho, será considerada a manutenção em sistemas de refrigeração de frigoríficos.

2.7 Sistema industrial de refrigeração

Conforme Tipler (1995), no início do século XX, e com o surgimento da eletricidade, pequenas máquinas e motores passaram a ser movimentadas por essa forma de energia. Com esta nova fonte de energia, os técnicos buscaram meios de produzir o frio em pequena escala, na própria residência dos usuários. O primeiro refrigerador doméstico surgiu em 1913, mas sua aceitação foi mínima, tendo em vista que o mesmo era constituído de um sistema de operação manual, exigindo atenção constante, muito esforço e apresentando baixo rendimento.

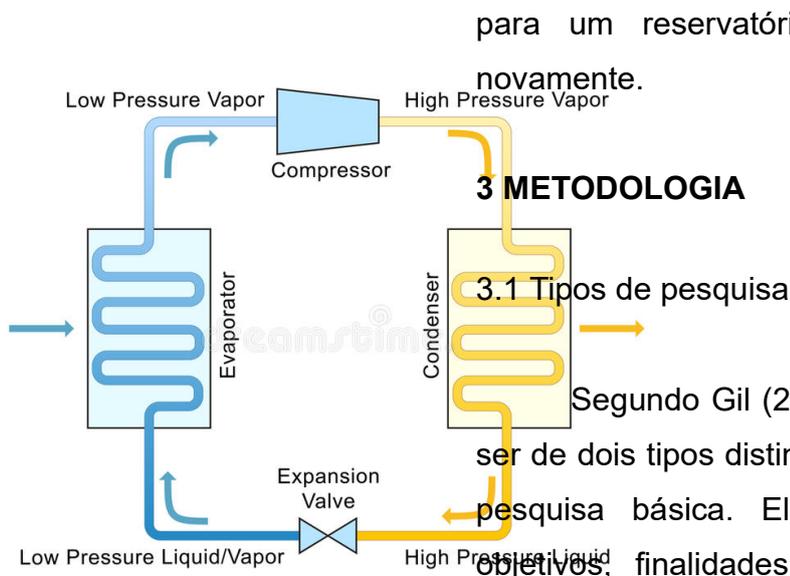
Para Campos (2009), o sistema de refrigeração Só em 1918 é que apareceu o primeiro refrigerador automático, movido à

eletricidade, e que foi fabricado pela Kelvinator Company, dos Estados Unidos. A partir de 1920, a evolução foi tremenda, com uma produção sempre crescente de refrigeradores mecânicos, cada vez mais modernos e funcionais, e com controles mais apurados.

Os sistemas de refrigeração funcionam em ciclos, no primeiro deles, o fluido refrigerante passa por uma série de processos termodinâmicos em diferentes componentes do sistema de refrigeração: evaporador, compressor, condensador e válvula de expansão. O evaporador é um trocador de calor que permite a troca térmica entre o fluido refrigerante e o ambiente refrigerado. Nele, ocorre a evaporação do fluido refrigerante, sendo que o fluido na fase gasosa é superaquecido e conduzido ao compressor – este superaquecimento acontece para garantir que não haja fluido refrigerante na fase líquida no compressor. Após passar pelo compressor, o fluido segue para o condensador, que troca calor com o meio externo do sistema, resultando na condensação do fluido refrigerante. Importante lembrar que a condensação é possível devido ao aumento da pressão. Já na saída do condensador há o sub resfriamento, etapa na qual 100% do fluido que vai para a válvula de expansão se encontra na fase líquida (SILVA, 2014).

Após esse processo, esse fluido dirige-se ao dispositivo de expansão, onde ocorre a redução de sua pressão. Desta maneira, o fluido retorna ao evaporador, completando o ciclo de refrigeração conforme Figura 2.

Figura 2 – Ciclo de sistema de Refrigeração



Fonte:

Portal dreamstime (2020).

A Figura 2 demonstra o ciclo completo de um sistema de refrigeração sendo que o compressor comprime o gás em alta pressão juntamente com óleo lubrificante, direcionando para um separador de óleo, para que somente o fluido circule no condensador para que resfrie o gás refrigerante e somente o líquido condensado e enviado para linha até o reservatório de líquido e passando para uma válvula de expansão e evaporador realiza a troca térmica do ambiente ou sendo retirando o calor e o líquido retorna

para um reservatório de líquido e inicia todo ciclo novamente.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipos de pesquisa

Segundo Gil (2006), as pesquisas científicas podem ser de dois tipos distintos, a saber, a pesquisa aplicada e a pesquisa básica. Elas são empregadas conforme os objetivos, finalidades e abordagem que o pesquisador empregará em seu trabalho. Sobre os conceitos de cada uma delas, tem-se que:

- Pesquisa aplicada: Segundo Gil (2006), a pesquisa aplicada é aquela que objetiva a busca e emprego de uma gama de informações disponíveis a fim de tornar possível a elaboração de novas tecnologias e métodos, capazes de transformar a sociedade, os processos produtivos e as relações tecnológicas e de trabalho. Pode-se dizer que, diferentemente da pesquisa básica, a aplicada é capaz de demonstrar resultados mais palpáveis.
- Pesquisa básica: Já que a pesquisa básica é aquela que busca a geração de conhecimentos novos, generalizáveis, sem aplicação prática imediata, mas que envolve verdades universais na produção de conhecimento. (GIL, 2006).

Assim, a presente pesquisa é aplicada, já que se tratou de um estudo de caso acerca do planejamento da gestão da manutenção de câmaras frias em um frigorífico.

3.2 Naturezas da pesquisa

Já quanto à natureza da pesquisa, é preciso ter em mente que este conceito diz respeito à abordagem, o paradigma em que a pesquisa se desenvolverá, elas

podem ser de duas orientações, a pesquisa qualitativa e a pesquisa quantitativa.

- Pesquisa qualitativa: Esse tipo de pesquisa pode ser compreendido como aquela que “tem por objetivo traduzir e expressar o sentido dos fenômenos no mundo social; trata-se de reduzir a distância entre indicador e indicado, entre teoria e dados, entre contexto e ação” (GIL, 2006).

- Pesquisa quantitativa: para o mesmo autor, é uma técnica de pesquisa que emprega técnicas estatísticas a fim de quantificar opiniões e informações sobre um determinado tema a ser discutido (GIL, 2006).

Nesse sentido, aponta-se que a natureza desta pesquisa foi qualitativa, pois serviu para entender com profundidade e singularidade os problemas, as etapas, passos e ganhos da gestão da manutenção de câmaras frias para o setor frigorífico.

3.3 Quanto aos fins

Na concepção de Vergara (2005), as pesquisas ainda podem ser definidas por dois critérios básicos, quais sejam, quanto aos fins e quanto aos meios. Principalmente quanto aos fins, a pesquisa pode ser classificada em três fins, a saber, a pesquisa exploratória, descritiva e explicativa:

- Pesquisa exploratória: que, segundo Gil (2006) são investigações empíricas cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: Desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para realização de uma pesquisa futura mais precisa, ou modificar e clarear conceitos.

- Pesquisa descritiva: Têm por objetivo a descrição de determinadas características de uma população, de um fenômeno ou de uma experiência. A pesquisa descritiva, então, compreende o estabelecimento de relações entre variáveis presentes no objeto a ser estudado, essas variáveis podem estar relacionadas à classificação, medida, quantidade, entre outras, que podem ser alteradas com a atividade do pesquisador. (GIL, 2006).

- Pesquisa explicativa: já este tipo de pesquisa é aquele que tem como objetivo explicar as razões, os motivos pelos quais os fenômenos ocorrem e como ocorrem, aprofundando-se no conhecimento de uma dada realidade. Usualmente, tendo em vista sua natureza investigativa dos fenômenos naturais, ela é empregada em grande medida nas ciências físicas e naturais. Nesse tipo de pesquisa, é preciso estar atento às margens de erro, ainda assim, sua contribuição para a academia é bastante significativa, dada a sua aplicação prática (GIL, 2006).

Novamente, classifica-se esta pesquisa como uma pesquisa descritiva, porque foi empregada com o objetivo de analisar descritivamente características, fenômenos, e experiências observadas no que se refere às etapas da gestão da manutenção de câmaras frias em um frigorífico (GIL, 2006).

3.4 Quanto aos meios

Ainda, quanto aos meios como forma de classificação das pesquisas, isto é, o caminho metodológico percorrido para se chegar aos resultados finais, a instrumentalidade da pesquisa.

- Pesquisa bibliográfica: Enquanto a pesquisa bibliográfica é aquela em que se busca, a partir da literatura, corroborar conhecimentos e hipóteses já conhecidas, o estudo de caso busca aprofundar o conhecimento e responder questionamentos a partir de um caso em especial, que

deve ser estudado em profundidade (GIL, 2006).

- Estudo de caso: linhas gerais, o estudo de caso visa a tentativa de esclarecimento sobre a tomada de decisão em uma determinada realidade. Assim, os pesquisadores devem investigar um fenômeno atual partindo do seu contexto real, utilizando de múltiplas fontes de evidências. Trata-se de uma maneira de aprofundar o conhecimento sobre os fenômenos em uma unidade individual. Ele serve para responder questionamentos que o pesquisador não tem muito controle sobre o fenômeno estudado (GIL, 2006).

- Pesquisa-ação: esta modalidade de pesquisa consiste em uma metodologia de ação planejada de caráter social, educacional, técnico entre outros. Serve para possibilitar aos investigadores (participantes) a investigação de sua própria prática, a partir de uma postura e um olhar mais crítico e reflexivo sobre sua realidade. Na pesquisa-ação estão incluídas tanto os pesquisadores quanto os investigados na pesquisa, assim, busca-se a solução de problemas observados de dentro (YIN, 2005).

- Documental: Já a pesquisa documental pode ser apontada como o meio de pesquisa que busca elaborar a leitura e a análise de materiais bibliográficos e documentais diferentes, a exemplo de fotografias, atas, relatórios, cartas, leis e outros documentos. A partir da leitura e interpretação desses documentos é possível realizar uma pesquisa qualitativa do fenômeno em apreço. Por sua natureza, a pesquisa documental é comumente empregada nas pesquisas em ciências humanas e Sociais (VERGARA, 2005).

- Estudo de campo: por fim, mas não menos importante, o estudo de campo é o meio de pesquisa que ocorre a partir

da observação de um determinado local, ou de uma específica situação. Nesse sentido, o pesquisador ao mesmo tempo em que tece observações sobre o local pode desenvolver soluções para problemas que sejam observados. É preciso ter em mente que no desenvolvimento de um estudo de campo observação de fatos e fenômenos ocorra com fidelidade ao que acontece na situação real, sejam escolhidos instrumentos de coleta de dados capazes de capturar os fatos relevantes e que os pesquisadores sejam fieis na análise e interpretação desses dados. (GIL, 2006).

A presente pesquisa, no que se refere a seus meios, foi um estudo de caso, já que buscou investigar, em profundidade, com singularidade, e *in loco* quais os principais ganhos e processos envolvidos na gestão da manutenção em

um frigorífico, pelos participantes.

3.5 Universo e amostra

Quanto aos conceitos de Universo e amostra, trata-se de definir toda a população e a população amostral. O universo é, então, um grupo de pessoas, empresas, que contenham as mesmas características, já a amostra – ou população amostral, é um subconjunto retirado desse universo para ser estudado em profundidade (GIL, 2006). Portanto:

Entenda-se, aqui, por população não o número de habitantes de um determinado local, como é largamente conhecido o termo, mas um conjunto de elementos (empresas, produtos, pessoas, por exemplo) que possuem características que serão objetos de estudo, População ou amostra é uma parte do universo (população) escolhida segundo algum critério de representatividade (VERGARA, 2005, p. 89).

O universo desta pesquisa é o frigorífico escolhido e a amostra foi composta pelo planejamento da gestão de manutenção em um dos setores deste frigorífico.

3.6 Formas de coleta e análise de dados

As formas de coleta de dados dizem respeito à maneira como as informações serão colhidas e como servirão de apoio à discussão e os resultados obtidos no processo (VERGARA, 2005). Essas informações, que servirão de base para a discussão e o apontamento de soluções, podem ser obtidas e organizadas de diferentes formas, que estão elencadas abaixo.

- Documentação: Essa técnica de coleta consiste em buscar em documentos, informações relevantes sobre o fenômeno discutido na pesquisa a fim de elaborar hipóteses, discutir resultados e pensar intervenções. Como documentos, podem-se compreender as cartas, imagens,

livros, leis ou documentos internos (nos casos de empresas). Documentos obtidos em arquivos históricos, entre outros. (GIL, 2006).

- Entrevistas: As entrevistas consistem em uma técnica de coleta de dados na qual o pesquisador vai a campo e elabora perguntas para um ou mais participantes acerca da realidade a ser estudada. As entrevistas podem ser estruturadas, nas quais as perguntas são mais fechadas e pré-definidas. Podem ser, ainda, semiestruturadas em que as perguntas podem guardar uma margem de liberdade conforme avance a conversa com o público entrevistado. Por fim, podem ser entrevistas não estruturadas, nas quais se vai a campo com interesse naquilo que o entrevistado quiser relatar (FRANCO, 2005).

- Observação: Já a observação, constitui uma técnica de coleta de dados em que o investigador vai

necessitar empregar sua própria visão de vida, seus sentidos e sua própria observação da realidade que busca compreender. A observação também pode se dividir em três diferentes subtipos, a observação simples, na qual fica a cargo apenas do observador presenciar o fato e elaborar análises de suas próprias impressões. A observação participante em que o pesquisador observa e participa da realidade. E a observação sistemática, na qual o pesquisador já sabe, de antemão, quais os aspectos ele vai observar e os objetivos a que pretende chegar às suas análises (VERGARA, 2005).

- Registro de arquivos: nesta modalidade de técnica de coleta de dados, há a sistematização dos dados obtidos a fim de que possam ser consultados em pesquisa futura. Como exemplos, podem-se citar os processos de formação de arquivos públicos, bibliotecas, registros e arquivos das organizações, mapeamento de funções e cargos, entre outros (MARCONI; LAKATOS, 2003).

No que se refere aos instrumentos de coleta, esta pesquisa empregou duas etapas distintas, a saber, a observação, com a finalidade de aproximar os pesquisadores de seu objeto de estudo, durante a qual foram dados sobre as interferências e formas de se projetar a gestão da manutenção no frigorífico estudado. As visitas na empresa e análise dos dados obtidos durante o período de dezembro de 2019 a março de 2020 foram realizadas por apenas um dos autores do trabalho, por exigência da empresa em estudo.

A segunda etapa foi a análise documental, na qual os autores do trabalho percorreram documentos do frigorífico sobre como a manutenção é planejada e executada no setor de câmaras frias. As informações constantes neste trabalho foram adquiridas em manuais e placas dos equipamentos e em relatos escritos de serviços

já executados no frigorífico em estudo, junto ao setor de manutenção

Já a análise de dados foi realizada pela interpretação dos dados obtidos na observação e no estudo de caso da empresa frigorífica, de forma qualitativa, portanto, a partir da análise de conteúdo em categorias e foi utilizado o software Microsoft Excel para uma melhor tabulação dos dados obtidos.

3.7 A organização em estudo

Trata-se de um frigorífico de médio porte localizado em Belo Horizonte, que conta com cerca de 20 funcionários e se dedica à conservação e comercialização de carnes e frios diversos.

Este frigorífico existe no local há mais de 10 anos e busca novas formas de modernizar a gestão da manutenção em seus equipamentos, especialmente, buscando erradicar erros, perdas, quebras inesperadas e

conseguir competitividade no mercado em que atua.

A empresa não será identificada por escolha de seus gestores, mas disponibilizou as informações necessárias para a realização deste trabalho.

3.8 Limitações da pesquisa

Como limitações, a literatura sobre a metodologia de pesquisa científica aponta as dificuldades no desenvolvimento do estudo seja de qual ordem forem essas dificuldades. Assim, as limitações podem ser barreiras de acesso, dificuldades em obter material documental, problemas de difícil identificação e solução e número de amostra insuficiente (VERGARA, 2005).

A maior limitação pode ser a do tempo da pesquisa, já que esta precisa acompanhar os tempos de planejamento de manutenção, obter documentos sobre as últimas manutenções realizadas e o acesso de todos os participantes, ao mesmo tempo, no local.

as necessidades da manutenção, solicitação de compras das peças e materiais, elaborar contramedidas para falhas e melhorias.

Na segunda frente de trabalho que é a execução da manutenção propriamente dita, estão incluídas as tarefas de execução consistem na execução das tarefas planejadas, com a quantidade de pessoal necessário, dentro do cronograma e com a qualidade requerida. Para uma boa execução, é necessário conhecimento técnico específico de montagem, soldagem, operações de levantamento e transporte, elétrica, mecânica, hidráulica, pneumática, dentre outros

Consultando o Procedimento Operacional Padrão do setor pode-se observar que a manutenção ocorre por meio de um encadeamento de procedimentos. Esses processos têm início a partir da Solicitação de Ordem de Serviço (SOS), conforme a seguir:

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Mapeamento do processo de manutenção no setor de câmaras frias do Frigorífico X

O primeiro passo durante o trabalho de campo foi identificar como ocorria a manutenção no frigorífico. Para tanto, foi elaborado o organograma da manutenção, como disposto na Figura 3, a partir das informações cedidas pelo Frigorífico X. A gestão da manutenção no frigorífico estudado inclui duas frentes de trabalho, sendo a primeira com as atividades próprias do gerenciamento da manutenção. Nesta frente de trabalho estão incluídos o planejamento da manutenção, elaboração de um orçamento que atendas

Figura 3 – Etapas da manutenção



Fonte: Os autores (2020).

A Figura 3 mostra que o setor de engenharia de manutenção funciona da seguinte forma:

1 = A manutenção é iniciada após a quebra do componente, quando há a solicitação da ordem de serviço para o responsável pela manutenção do equipamento;

2 = Após essa ordem há o lançamento dessa ordem de

serviço no sistema de gestão da manutenção utilizado atualmente, que é um sistema manual;

3 = Assim há abertura da ordem de serviço,

4 = Após a abertura da ordem de serviço que é enviada para os trabalhadores diretos da manutenção, juntamente com a liberação para realização do serviço;

5= Neste ponto, os trabalhadores executam o serviço de manutenção e encerram o procedimento.

No frigorífico em estudo foi possível identificar como funciona o setor de manutenção. Ele é responsável por efetuar reparos e conservações nos equipamentos e instalações do frigorífico, as manutenções são ordenadas de acordo com programação prévia, a partir da emissão de uma ordem de serviço.

O sistema utilizado para gestão de manutenção atual é o SAP, o setor de manutenção é composto por 160 funcionários, no geral sendo 12 mantenedores. Deste total, 120 trabalham na manutenção das em câmaras frias de forma preventiva, preditiva, corretiva e lubrificação, são câmaras a gás refrigerante utilizado FREON R404A, as principais metas do setor demanda de energia elétrica; Eficiência de temperatura das câmaras frigoríficas 4 câmaras de congelados

Estes componentes são submetidos a manutenção em serviços elétricos: nessa manutenção, os colaboradores responsáveis pelos setores e insumos elétricos realizam diferentes tarefas relacionadas à manutenção elétrica, como a manutenção nas instalações elétricas, instalação e conservação de interruptores, tomadas, iluminação, cabeamento, alguns tipos de motores elétricos, ligações, terminais, cabeamento, instalação e conservação de painéis elétricos, botoeiras, chaves de acionamento; instalação e substituição de contadores elétricos utilizados no acionamento de máquinas e motores.

A manutenção elétrica é importante para evitar curtos, quedas de energia, falta de iluminação, quebra de cabamentos, além de substituir componentes mais antigos por outros mais modernos, capazes de reduzir o consumo elétrico e eficiência energética do maquinário.

- Serviços mecânicos: já os serviços de manutenção mecânica servem para que os profissionais realizem tarefas diretamente ligadas aos componentes como as câmaras frigoríficas, no que diz respeito à sua manutenção mecânica. Entre estes serviços estão os de soldagem, com soldas para reparos em guias e chapas metálicas; a manutenção de tornearia, com serviços de usinagem e reparos de pequenas peças utilizadas na fábrica como eixos e polias; manutenção em tubulações, destinados a eliminar vazamentos em tubulações de vapor, ar e água; manutenção para substituição de peças como

rolamentos, mancais, engrenagens, correias, correntes; manutenção de lubrificações, voltada para lubrificações em peças mecânicas para reduzir o atrito de peças móveis e evitar o desgaste e superaquecimento dos equipamentos. Máquinas mecânicas, manutenção nos elevadores, esteiras e outras máquinas em geral.

Nota-se, que o processo possui diversas etapas e só tem início quando o dano já está instalado no maquinário, o que desencadeia a parada nos processos de envase e resfriamento. Essas paradas influenciam na redução da capacidade resfriamento, além de acarretar a perda de mercadoria pela pausa no resfriamento, o que a torna imprópria para consumo, ocasionando dessa forma prejuízos para a empresa.

4.2 Principais maquinários mantidos no processo de produção do frigorífico

Para a realização deste estudo, também foi importante identificar os maquinários a serem submetidos ao plano de manutenção, aqueles que são mais importantes e que compreendem as maiores perdas quando ficam parados em virtude de quebras inesperadas. Também são esses maquinários os responsáveis pelos maiores gastos energéticos, que influenciam nos custos do frigorífico.

Estes maquinários são, respectivamente, as câmaras frias que são indispensáveis para a manutenção dos produtos, atividade fim do frigorífico, ilustrada na Figura 4, mais respectivamente o gerador de energia, que mantém as câmaras ligadas em casos de falta de energia elétrica, ilustradas na Figura 5.

Segundo Silva; Antunes (2012), as câmaras frias são indispensáveis nos setores de envase e empacotamento nos frigoríficos. Isto porque, são elas as responsáveis pela

manutenção da temperatura dos produtos e, conseqüentemente, sua qualidade final. Esse maquinário é uma ferramenta utilizada para otimizar o armazenamento de produtos por meio de sua refrigeração (temperatura entre 0°C e 4°C) ou congelamento (temperaturas abaixo de 0°C até -18°C). Quando funciona corretamente, isto é, a partir de baixas temperaturas, ela é responsável pela manutenção da qualidade dos produtos envasados e empacotados até que eles sejam remanejados.

Figura 4 – Câmaras frias



Fonte: O autores (2020).

Figura 5 – Gerador de energia



Fonte: Os autores (2020).

Também foi elaborado o mapeamento do conjunto de câmaras do Frigorífico X, que estão dimensionadas da seguinte forma no Quadro 3:

Quadro 3: Mapeamento do conjunto de câmaras do Frigorífico X

Câmara 1	Câmara 2
Comprimento : 5,55 m	Comprimento : 5,55 m
Altura: 2,63 m	Altura: 2,63 m
Largura: 3,10 m	Largura: 3,10 m
Área da porta: 1,70 m ²	Área da porta: 1,70 m ²

Fonte: Os autores (2020).

Até o ano de 2017 a empresa adotava a modalidade de manutenção corretiva não planejada em todos os seus setores como nas câmaras frias, esse tipo de manutenção deixou de ser empregado porque acarretava paradas de máquinas e perdas durante o processo produtivo.

Para a adoção dessa medida, com um novo planejamento de manutenção foi feito um levantamento do tipo de efeito de cada falha das câmaras *firasn*. As classificações foram selecionadas classificadas como:

- (A) – Problema na qualidade dos alimentos;
- (B)– Problema de integridade ambiental;
- (C) – Parada forçada do maquinário (ocasionando perda de produtos e atraso em entregas);
- (E) – Problema econômico insignificante;
- (F) – Falha oculta.

Assim, a partir da identificação dessas perdas, a empresa passou a adotar a manutenção preventiva, organizada em determinados espaços de tempo a fim de reduzir o tempo de parada, bem como cada uma das situações classificadas acima, e a ocorrência das perdas.

O frigorífico também optou por essa modalidade de manutenção por ser mais simples, apresentar um custo baixo e suprir a maioria das necessidades do setor no frigorífico se enquadrar nos objetivos, metas e controles da empresa estudada. Entretanto, de acordo com Hornburg (2018), a manutenção precisa evoluir conforme evoluem os processos e as tecnologias no setor.

4.3 Volume das perdas existentes no setor devido as falhas existentes

O próximo passo foi identificar as perdas devidas às falhas do planejamento atual de gestão da manutenção e identificar os possíveis gargalos, especialmente no que se refere a eficiência energética e aos tempos de parada. As perdas foram identificadas através do levantamento feito de cada falha das câmaras onde observou-se a necessidade do planejamento de manutenção.

As principais perdas, devido a falhas em razão do tipo de manutenção conforme é realizado na empresa atualmente serão apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Perdas e não conformidades identificadas no Frigorífico X

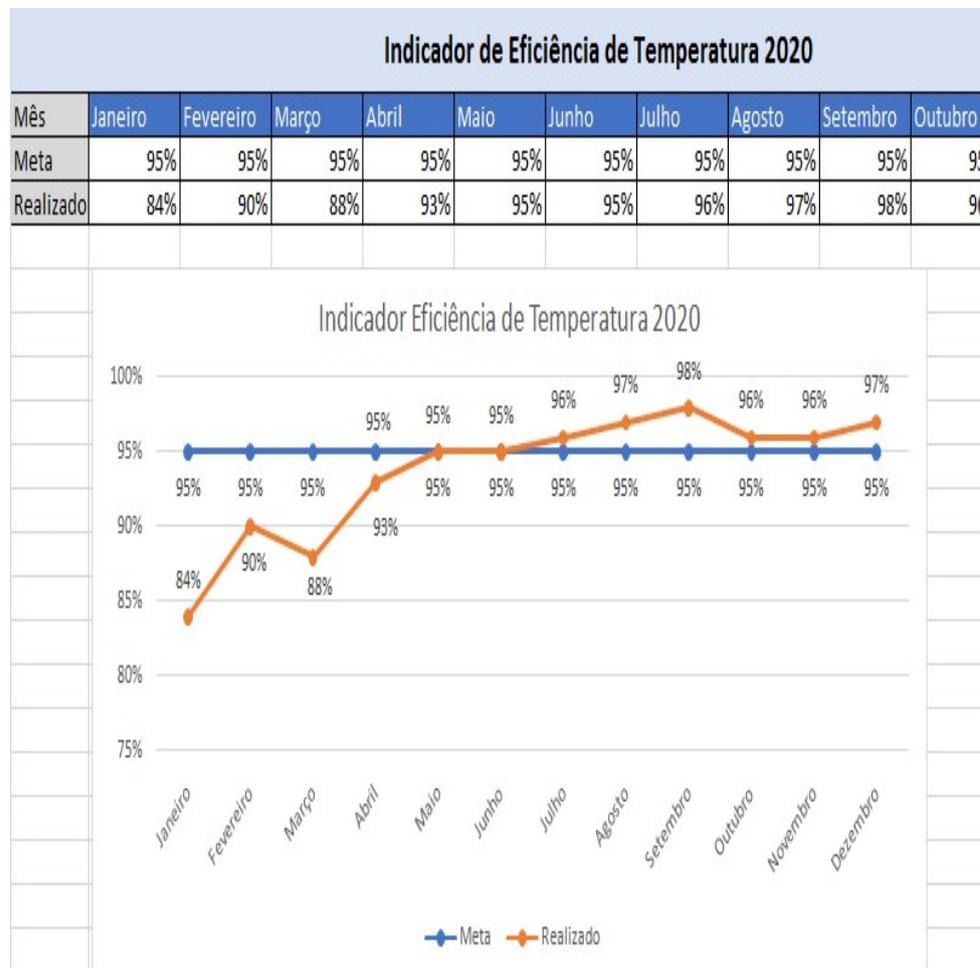
Perdas	Causa / não conformidade
Desperdício de produto	Devido a vazamentos e acúmulo após transporte dos produtos
Super congelamento dos produtos	Antes mesmo que irem para a câmara fria, as embalagens já possuem flocos, desregulam o limite térmico das câmaras
Grande perda de produto por perda do frio ao abrir as portas das câmaras	Sem condições financeiras para fechamento automático.
Perda por falta de controle da temperatura	Câmara no decorrer do dia aberta inúmeras vezes e sem critério.
Produtos atingindo ponto de congelamento com longo tempo	Descongelamento da câmara com causas a especificar

Fonte: Os autores (2020).

Os dados observados no Quadro 3 mostram a necessidade de aplicação de manutenção preditiva, em que se deve realizar pequenos reparos e a limpeza do local, de forma preditiva, pré-marcada, evitando dessa forma o número de manutenções corretivas e havendo mais tempo para realizar manutenções que teriam maior impacto positivo sobre a disponibilidade do

equipamento e melhor resfriamento dos produtos e, como consequência, sobre a produção.

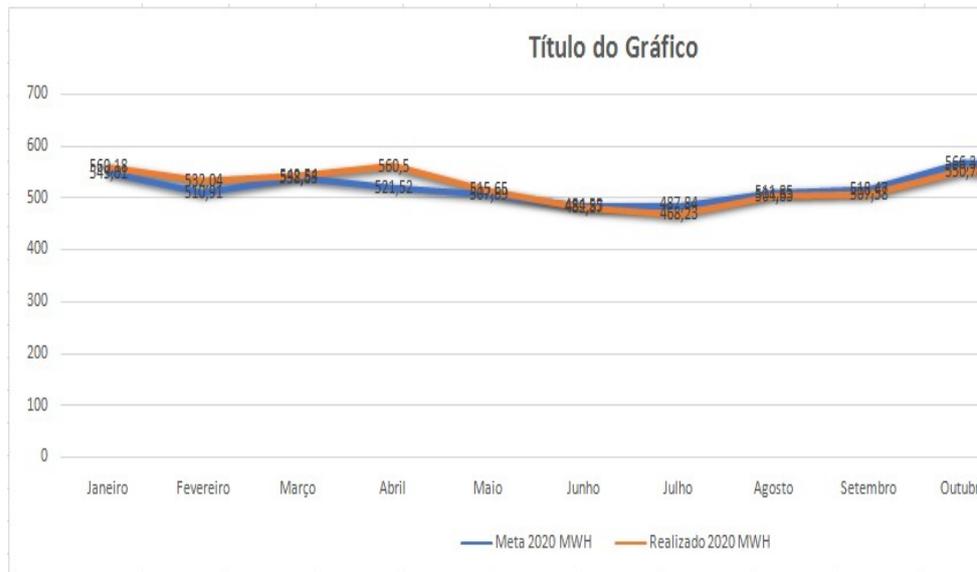
Gráfico 1: Indicador de eficiência de temperatura 2020



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

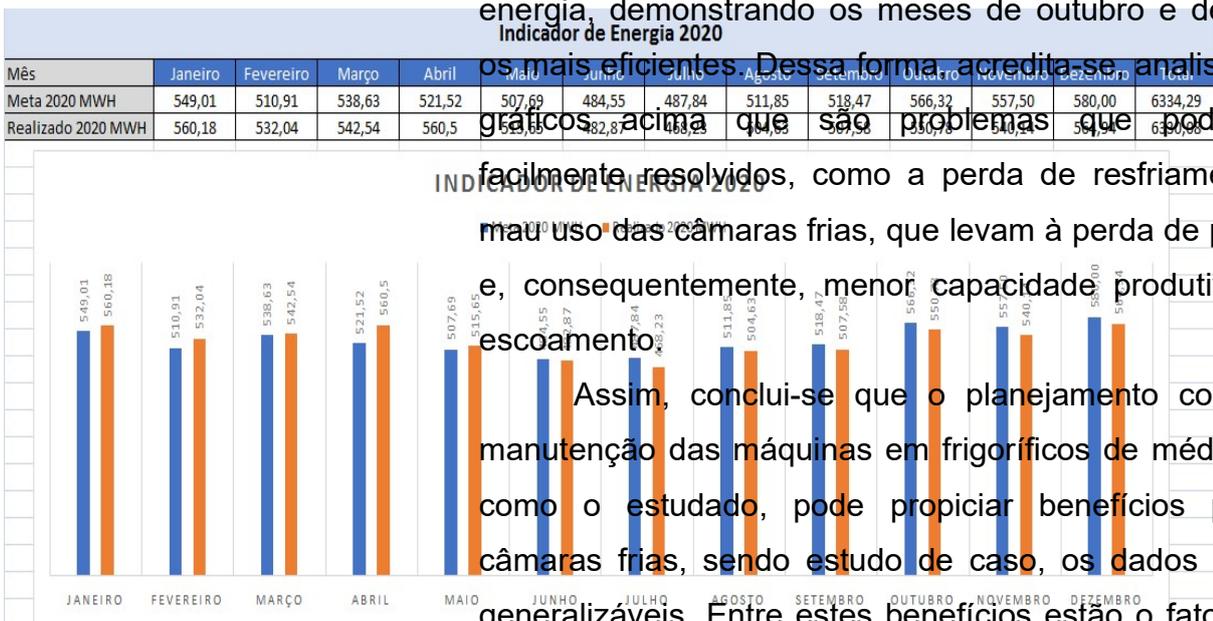
O Gráfico 1 demonstra os indicadores de eficiência do ambiente analisado, expondo os indicadores e suas curvas de aumento e/ou declínio conforme os meses do

ano. Dessa forma, observa-se que os meses de setembro e dezembro foram os meses com os melhores índices de eficiência.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Gráfico 2: Indicador de energia do ano de 2020



Já no Gráfico 2 observa-se os indicadores de energia, demonstrando os meses de outubro e dezembro os mais eficientes. Dessa forma, acredita-se, analisando os gráficos acima que são problemas que podem ser facilmente resolvidos, como a perda de resfriamento por mau uso das câmaras frias, que levam à perda de produtos e, conseqüentemente, menor capacidade produtiva e de escoamento.

Assim, conclui-se que o planejamento correto da manutenção das máquinas em frigoríficos de médio porte, como o estudado, pode propiciar benefícios para as câmaras frias, sendo estudo de caso, os dados não são generalizáveis. Entre estes benefícios estão o fato de que as manutenções preventivas programadas, quando aplicadas nas máquinas, não impactam na produção comercial, que pode ter continuidade e alcançar melhores índices.

Outro benefício percebido é que os trabalhadores do setor de manutenção podem ter mais contato com o maquinário, assim, ficam mais familiarizados com o comportamento desse maquinário e capazes de analisar com maior critério as possíveis folgas, desgastes,

vazamentos, ruídos, odores estranhos apresentados por estas máquinas, além da frequência da execução das manutenções preventivas programadas durante o período de refrigeração, fazendo com que as máquinas falhem ou quebrem cada vez menos. Também torna possível que os índices menores de falhas ou quebras propiciam melhores índices de eficiência e produtividade para a linha de empacotamento, e o custo para a implementação é baixo, e há ganho financeiro, mesmo com um acréscimo moderado no percentual de eficiência produtiva.

4.4 Melhorias para o setor de câmaras frias do Frigorífico X

Algumas sugestões foram expostas ao Frigorífico X com a finalidade de redução das paradas dos maquinários e uma melhoria ainda maior na gestão da manutenção dos mesmos, são elas conforme o Quadro 5:

Quadro 5: Sugestões

a) Revisar procedimento de manutenção buscando a excelência no serviço
b) Divulgar o procedimento <i>on line</i> para todos os empregados
c) Realizar campanha para divulgar a manutenção de forma proativa, divulgando o formulário de registro
d) Treinar todos os envolvidos no procedimento atualizado
e) Treinamento constante aos funcionários envolvidos com a gestão da manutenção
f) Definir responsabilidades aos integrantes da comissão
g) Definir ações ao processo de investigação e análise de manutenção
h) Prover recursos e estabelecer prioridades
i) Padronização do procedimento, tornando-o um processo mais enxuto e de fácil compreensão pelos técnicos
j) Verificar melhores maneiras de realização das atividades, sendo descrito passo a passo para melhor

compreensão de todos

Fonte: Os autores (2020).

Outras medidas também foram propostas para melhorias do frigorífico em estudo, como algum *software* para controle das manutenções, o que significa uma informatização dos processos com maior segurança nas informações. O uso de *softwares* de manutenção ainda apresenta benefícios como o armazenamento do histórico das máquinas, facilidade no manuseio e gestão dos dados e informações, cálculo e gestão dos indicadores de manutenção. Estes *softwares* ainda apresentam baixo custo, sendo alguns gratuitos, uma forma de melhoria sem que haja custos adicionais para o frigorífico em estudo.

Outra recomendação é contratar um profissional com formação específica para conduzir o PCMO. Além disso, o frigorífico pode, ainda, organizar o regime de operação para três turnos diários de trabalho,

diferentemente dos dois turnos adotados hoje. Isto porque, quanto menor o número de trabalhadores que manuseiam os equipamentos, menor será a probabilidade de problemas operacionais. Também se orienta a coordenação de um setor específico para a Engenharia de Manutenção, que será por onde todas as demandas da manutenção se iniciarão e terão fim, no final da execução dos serviços.

Por fim, como se verá adiante, nos Quadros 5 e 6, essas manutenções devem ser realizadas no período máximo de 6 (seis) meses de intervalo, sendo que as manutenções preventivas devem ser programadas de intervalos de três horas. Ainda se orienta ao frigorífico, executar essas intervenções por 2 (dois) dias consecutivos, utilizando o horário das 17h as 8h. Esta orientação busca reduzir os impactos nos índices de produtividade, medidos pelo empacotamento de produtos, além de buscar manter o maquinário em condições de operação.

Por fim, é preciso ainda implantar indicadores de desempenho da manutenção para medir a eficiência do PCMO e do setor de manutenção do maquinário do frigorífico. O modelo atual, com os índices de produtividade, os tempos de parada, e os intervalos das manutenções estão descritos no Quadro 6. Enquanto no Quadro 7 estão descritas outras.

Quadro 6: Modelo atual

Dia	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
Período	00:00 23:59	00:00 23:59	00:00 23:59	00:00 23:59	00:00 23:59
Tempo	24 h				
Produção	0	0	0	0	0

Fonte: Dados da empresa (2020).

Quadro 7: Modelo sugerido

Dia	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado	Domingo
Período	00:00 23:59	00:00 23:59	00:00 05:00	06:00 16:00	17:00 23:59	00:00 08:00	09:00 18:00
Tempo	24 h	24 h	5 h	10 h	7 h	8 h	9 h
Produção	0	0	0	125.000	105.000	0	25.000

Fonte: Dados da empresa (2020).

Como mostra o Quadro 6, atualmente o plano de manutenção envolve o trabalho entre 8h e 17h e a parada de 5 dias, isso totaliza 120 horas sem operação. Há somente 19 horas de produção, com 125.000 empacotamentos, por período semanal. Já no Quadro 7, está ilustrado o modelo que se propõe para ser adotado, com turnos de trabalho de 12 horas, quando a parada pode ser de 2 dias, totalizando apenas 48 horas sem operação e 81 horas de produção, o que geraria quase três vezes mais empacotamentos por semana.

Dessa forma, é de suma importância que o Frigorífico X juntamente com seus colaboradores, busquem juntos cada vez mais a excelência na gestão de manutenção, visto a

5 CONCLUSÃO

Por meio deste estudo percebe-se que os processos de manutenção são de total relevância para as empresas, visto que os mesmos têm aumentado nos últimos tempos devido à complexidade crescente dos sistemas e às duras implicações decorrentes de eventuais falhas. Sabe-se que existe uma necessidade por sistemas mais confiáveis, onde a mesma insere-se em um contexto de interesses conflitantes que envolvem a minimização de gastos e o aumento da lucratividade da empresa. Com as inovações impostas pela tecnologia, procedimentos geralmente executados e controlados de forma manual passam a ser processados pelos computadores, que hoje são uma poderosa ferramenta de trabalho indispensável no seu dia-a-dia.

A concorrência no mercado nem sempre ganha com o menor custo. Muitas vezes ela ganha com um produto de melhor qualidade. Para atingir a meta qualidade do produto, a manutenção do maquinário deve ser aplicada com maior rigor, ou seja, máquinas deficientes X máquinas eficientes; abastecimento deficiente X abastecimento otimizado. Dessa forma, o aumento de produção de uma empresa se resume em atender à demanda crescente do mercado.

Entende-se que indicadores são importantes para o auxílio na gestão da manutenção no Frigorífico X, tendo em vista que podem fornecer informações importantes para a implementação de ações corretivas, preventivas e preditivas nos sistemas do frigorífico estudado.

Assim, conclui-se que, o processo manutenção no Frigorífico X trouxe o aumento da vida útil dos equipamentos. Assim, a manutenção preventiva trouxe a redução de custos, qualidade do produto, aumento de produção, eliminando os problemas nos maquinários antes mesmo que eles ocorram utilizando-se da manutenção como ferramenta importante para a redução de possíveis problemas nos maquinários.

Acredita-se que outros estudos devem ser realizados futuramente com a finalidade de melhor entender a dinâmica da manutenção e a implementação da gestão da manutenção.

REFERÊNCIAS

ALVES, R.; FALSARELLA, O.M.: **Modelo conceitual de inteligência organizacional aplicada à função manutenção**. Gest. Prod. [online], vol.16, n.2, pp. 313-324. 2009.

BARDLN, Lawrence. Análise de conteúdo. **Lisboa: edições**, v. 70, p. 225, 2016.

BRANCO FILHO, Gil. **A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

BRANCO FILHO. **Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006a.

BRANCO FILHO. **Indicadores e Índices de Manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006b.

CABRAL, José Paulo Saraiva. **Organização e Gestão da Manutenção: dos conceitos à prática**. 6. ed. Lisboa: Lidel, 2006.

CUNHA, G. D.. **Um panorama da engenharia de produção**. Porto Alegre: ABEPRO, 2002.

CAMPOS, Ricardo A. S. **Refrigeração e climatização**. Belém, 2009.

CUNHA, Rodrigo Carvalho. **Redutor De Velocidade Através Da Técnica De Partículas De Desgaste No Óleo Lubrificante Auxiliada Pela Análise De Vibrações**. 2010.

FERNANDES, João Cândido *et al.* **Os oito pilares da TPM.** UNESP, Faculdade de Engenharia de Bauru. Bauru, SP, 2010.

FRANCO, Dorival José Gonçalves. **Direito e pequena propriedade: viabilidade e compatibilidade econômica para manutenção de divisas e confrontações com marcos históricos e ambientais.** 2005.

FLORES, Joubert; KARDEC, Alan; SEIXAS, Eduardo. **Gestão estratégica e indicadores de desempenho.** Rio de Janeiro: Quality Mark, 2002.
GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GODINHO FILHO, M.; FERNANDES, F. C. F. **Manufatura Enxuta: Uma Revisão que Classifica e Analisa os Trabalho Apontando Perspectivas de Pesquisas Futuras.** *Gestão & Produção.* v. 11, n. 1, p. 1-19, jan-abr, 2004.

HORBURG. **Manual de manutenção em Frigoríficos.** 2018. Disponível em <http://hchornburg.com.br/>. Acesso em abril de 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatísticas**

do Cadastro Central de Empresas. 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/comercio/9016-estatisticas-do-cadastro-central-de-empresas.html>. Acesso em abril de 2020.

KARDEC A. NASCIF J. **Manutenção: Função Estratégica.** 4ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2007.

KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2003.

LAGO, Daniel Fabiano. **Manutenção de redutores de velocidade pela integração das técnicas preditivas de análise de vibrações e análise de óleo lubrificante.** 2007.

MALAGONI, Ricardo Amâncio; DOS SANTOS, Dyrney Araújo. **Projeto de correias transportadoras: um estudo computacional de comparação dos métodos cema e prático.** *HOLOS*, v. 3, p. 358-369, 2014.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva M. **Fundamentos de metodologia científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

NUNES, E. N; VALLADARES, A. **Gestão da Manutenção com Estratégia na Instalação de unidades Geradoras de Energia Elétrica.** Disponível em: http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/art_cie/art_20.pdf. Acesso em Set.de 2019.

OHNO, T. **Sistema Toyota de produção: além da larga escala.** Porto alegre: Ed. Bookman, 1997.

OLIVEIRA, Rodrigo J. *et al.* **Planejamento e controle da produção.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2000.

PINTO, Alan K.; XAVIER, Júlio A. N. **Manutenção Função Estratégica.** Rio de Janeiro, Qualitymarck Ed., 2001.

SEELING, Marcelo Xavier. **Desenvolvimento de um sistema de gestão da manutenção em uma empresa de alimentos do Rio Grande do Sul.** 174 f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Lubrificação - Mecânica. Espírito Santo. SENAI-ES/CST** (Companhia Siderúrgica de Tubarão), 2000. Disponível em: www.scribd.com. Acesso em: 10 de Set. de 2019.

SHINGO, Shingo. **O sistema Toyota de produção**. Do ponto de vista da engenharia de produção: tradução: Eduardo Schaan. 2ed. Porto Alegre: Artes Médicas, Ed. Bookman, 1996.

SILVA, Diogo Anselmini da; ANTUNES, Marcos Vinicius. **Proposta de implantação da manutenção preventiva em um supermercado do oeste do Paraná**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2014.

SILVA, Romeu Paulo. **Gerenciamento do Setor de Manutenção**. 92 f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização) Especialização em Gestão Industrial. Universidade de Taubaté. 2004.

SIQUEIRA, I. P.: **Manutenção centrada na confiabilidade**: manual de

implementação. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP)**: Uma abordagem Analítica. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. 2008.

SLACK, Nigel *et al.* **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

TAVARES, Lourival Augusto. **Excelência na Manutenção**: estratégias, utilização e gerenciamento. 2. ed. Salvador: Casa da Qualidade, 1999.

TAYLOR, Cecília Monat. **Fundamentos de Enfermagem Psiquiátrica de Mereness**. 13ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1992.

TIPLER, Paul A. **Física para cientistas e engenheiros**: Volume 2 Gravitação, ondas e termodinâmica. 3. ed. Rio de Janeiro, Ed. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1995.

VERGARA, Sylvia C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 12. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM**: planejamento e controle da manutenção. 6. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2014.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte: editora de desenvolvimento gerencia, 1998.

APÊNDICES

O PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO DE CÂMARAS FRIAS EM UM CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO FRIGORÍFICO: UM ESTUDO DE CASO

Abner Jonatas William Oliveira¹

Rodrigo Antônio Peixoto²

RESUMO

Devido à evolução das indústrias do setor frigorífico, a gestão da manutenção torna-se uma necessidade crescente, isto porque, é necessário manter os produtos com qualidade, bem refrigerados e evitar perdas decorrentes de defeitos e quebras inesperadas. Cada vez é maior a preocupação com os processos

produtivos desse setor, que possui produtos sensíveis quanto à variação da temperatura dos produtos que irão impactar o consumidor final, caso estes cuidados não sejam tomados. Portanto, a manutenção tem o papel de garantir a funcionalidade dos equipamentos e infraestrutura do empreendimento frigorífico. Por isso, é importante manter um controle de manutenção estruturado, para que não haja gastos fora do previsto e que isso gere impactos na cadeia produtiva frigorífica. Assim, o objetivo geral deste estudo é analisar a eficiência de uma câmara fria de um frigorífico a partir da sua manutenção. Como metodologia, este trabalho foi um estudo de caso, sobre os principais ganhos e processos envolvidos na gestão da manutenção em um frigorífico, como instrumentos de coleta foram utilizados a observação e a coleta documental. Como resultados obtidos nesta pesquisa observou-se que a partir da identificação dessas perdas, a empresa passou a adotar a manutenção preventiva, organizada em determinados espaços de tempo a fim de reduzir o tempo de parada, bem como cada uma das situações classificadas acima, e a ocorrência das perdas. Assim, com o planejamento correto da manutenção das máquinas em frigoríficos de médio porte, como o estudado, pode propiciar benefícios para as câmaras frias, sendo estudo de caso, os dados não são generalizáveis. Entre estes benefícios estão o fato de que as manutenções preventivas programadas, quando aplicadas nas máquinas, não impactam na produção comercial, que pode ter continuidade e alcançar melhores índices. Como conclusões, foi possível perceber os principais ganhos do planejamento de manutenção existente nas câmaras frias, além de propor algumas melhorias para o modelo atual. Assim, conclui-se que, o processo manutenção no Frigorífico X trouxe o aumento da vida útil dos equipamentos. Assim, a manutenção preventiva trouxe a redução de custos, qualidade do produto, aumento de produção, eliminando os problemas nos maquinários antes mesmo que eles ocorram utilizando-se da manutenção como ferramenta importante para a redução de possíveis problemas nos maquinários.

Palavras-chave: Engenharia de manutenção. Planejamento. PCMO. Frigoríficos.

¹ Aluno do curso de Engenharia de Produção. E-mail: rodrigo.peixoto@brf.com

² Aluno do curso de Engenharia de Produção. E-mail: abner.wo97@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

O planejamento da manutenção, assim entendida a técnica que busca indicar as condições em que se encontram das máquinas, utiliza-se da medição de dados e informações que podem apontar o nível de desgaste ou de degradação do maquinário e apontando o tempo, espaço e condições de intervenção no maquinário. A manutenção planejada é capaz de prever o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos e as condições para que este tempo de vida seja aproveitado, ela pode evitar acidentes e contribui para a redução de custos com a recuperação, conserto ou incidentes com as máquinas expostas a ela

O objetivo desta pesquisa é analisar a eficiência de uma câmara fria de um frigorífico a partir da sua manutenção.

Segundo Slack *et. al.* (2002), os conceitos de competitividade estão claramente inseridos dentro da operação industrial, uma vez que influenciam diretamente sobre os aspectos de desempenho dos processos produtivos. Esses desempenhos dizem respeito a entregas como atendimento ao cliente, fabricação de produtos sem defeitos, manutenção dos prazos de entrega, habilidade para alterar volumes ou prazos de entrega, além de redução de desperdícios na cadeia.

A erradicação de perdas e dos custos nos processos produtivos é essencial para que as organizações se mantenham competitivas. Dessa forma, a indisponibilidade dos equipamentos e as perdas de produtividade devem ser minimizadas ao extremo, para que as indústrias produzam com flexibilidade e atendam as demandas do mercado (OLIVEIRA, 2000).

Entretanto, no setor frigorífico, quaisquer problemas com maquinário são capazes de gerar volumes expressivos de perda, com prejuízos marcantes que fazem o setor perder competitividade, já que lida com matéria frágil e facilmente perecível.

No Brasil as empresas do ramo frigorífico correspondem a cerca de 0,0008% da economia no Brasil. De acordo com o cadastro de empresas existem cinco milhões de empresas no país. Dentre as empresas, conforme a Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE o setor de abate e fabricação de

produtos de carne compreende em torno de quatro mil empresas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2017).

Existe uma série de problemas a ser enfrentado no ramo, tais como, problemas com manutenção do maquinário, equipamentos, freezers dentre outros, isso pode prejudicar muito o prazo de entrega dos produtos que dependem de transporte e acondicionamento refrigerado, aumentar os custos e reduzir a eficácia do serviço prestado. Diante disso, é necessário fazer uma análise interna e externa do frigorífico, buscando encontrar os problemas relacionados à engenharia de manutenção e que contribuem para a redução da produtividade.

Esta pesquisa se justifica pelo fato de que a empresa estudada busca, por meio da tecnologia dos seus processos de manutenção de forma preditiva, atender o mercado consumidor com produtos de qualidade, evitando quebras que levam a perdas e deterioração na qualidade dos produtos que comercializa, para manter-se competitiva no setor de refrigerados em Belo Horizonte. A partir de tal justificativa pode-se aqui utilizar como questão norteadora a seguinte: Qual a eficiência de uma câmara fria do frigorífico X a partir da sua manutenção?

A presente pesquisa é aplicada, já que se tratou de um estudo de caso acerca do planejamento da gestão da manutenção de câmaras frias em um frigorífico. Nesse sentido, aponta-se que a natureza desta pesquisa foi qualitativa, pois serviu para entender com profundidade e singularidade os problemas, as etapas, passos e ganhos da gestão da manutenção de câmaras frias para o setor frigorífico.

Este estudo se classifica como uma pesquisa descritiva, porque foi empregada com o objetivo de analisar descritivamente características, fenômenos, e experiências observadas no que se refere às etapas da gestão da manutenção de câmaras frias em um frigorífico. No que se refere a seus meios, foi um estudo de caso, já que buscou investigar, em profundidade, com singularidade, e *in loco* quais os principais ganhos e processos envolvidos na gestão da manutenção em um frigorífico, pelos participantes. O universo desta pesquisa é o frigorífico escolhido e a amostra foi composta pelo planejamento da gestão de manutenção em um dos setores deste frigorífico.

No que se refere aos instrumentos de coleta, esta pesquisa empregou duas etapas distintas, a saber, a observação, com a finalidade de aproximar os

pesquisadores de seu objeto de estudo, durante a qual foram dados sobre as interferências e formas de se projetar a gestão da manutenção no frigorífico estudado. As visitas na empresa e análise dos dados obtidos durante o período de dezembro de 2019 a março de 2020 foram realizadas por apenas um dos autores do trabalho, por exigência da empresa em estudo.

A segunda etapa foi a análise documental, na qual os autores do trabalho percorreram documentos do frigorífico sobre como a manutenção é planejada e executada no setor de câmaras frias. As informações constantes neste trabalho foram adquiridas em manuais e placas dos equipamentos e em relatos escritos de serviços já executados no frigorífico em estudo, junto ao setor de manutenção

Já a análise de dados foi realizada pela interpretação dos dados obtidos na observação e no estudo de caso da empresa frigorífica, de forma qualitativa, portanto, a partir da análise de conteúdo em categorias e foi utilizado o software Microsoft Excel para uma melhor tabulação dos dados obtidos.

A empresa objeto de pesquisa é um frigorífico de médio porte localizado em Belo Horizonte, que conta com cerca de 20 funcionários e se dedica à conservação e comercialização de carnes e frios diversos.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Planejamento e Controle da Manutenção (PCM)

Atualmente, a função manutenção representa papel de igual importância ao da função produção, no sentido de contribuir decisivamente para atingir os objetivos traçados para o negócio. Isso significa que seu planejamento deve estar adequado aos propósitos da organização, e também deve estar comprometido no sentido de gerar lucro para a mesma. Apenas um gerenciamento eficaz da manutenção permitirá uma perfeita interligação com os objetivos e metas da empresa. No entanto, para que este nível seja alcançado, é necessário envolvimento de toda a empresa, direcionando e definindo os objetivos de manutenção de acordo com a criticidade desejada ao processo.

Segundo Souza (2008):

Neste sentido, a função manutenção deve promover os cinco elementos básicos de competitividade propostos por Slack

(1993), para poder contribuir de forma significativa para o desempenho da empresa. A gestão da função manutenção com base na qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custos são, sem dúvida, desempenho, à luz de ser relacionamento com a função produção (SOUZA, 2008, p. 133).

Portanto, é possível compreender que o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) é uma ferramenta de extrema importância para a competitividade das empresas, a entrega de metas, a erradicação de desperdícios e também para o retrabalho.

Nesse sentido, o PCM é um:

Conjunto estratégico de ações para preparar, programar, controlar e verificar o resultado da execução das atividades da função manutenção contra valores pré-estabelecidos e adotar medidas de correções de desvios para a consecução das metas e objetivos da produção, conseqüentemente da missão da empresa (SOUZA, 2008, p. 34).

Entretanto, existem alguns passos que devem ser seguidos para que a implantação do PCM possa ocorrer de forma organizada, seguindo-se um protocolo, chamado de estruturação de um Sistema de Planejamento e Controle, que pode ser manual ou informatizado, de acordo com as necessidades de cada empresa, seu ramo de atuação e a velocidade de suas entregas.

2.2 Sistema industrial de refrigeração

Conforme Tipler (1995), no início do século XX, e com o surgimento da eletricidade, pequenas máquinas e motores passaram a ser movimentadas por essa forma de energia. Com esta nova fonte de energia, os técnicos buscaram meios de produzir o frio em pequena escala, na própria residência dos usuários. O primeiro refrigerador doméstico surgiu em 1913, mas sua aceitação foi mínima, tendo em vista que o mesmo era constituído de um sistema de operação manual, exigindo atenção constante, muito esforço e apresentando baixo rendimento.

Para Campos (2009), no sistema de refrigeração, apenas em 1918 é que apareceu o primeiro refrigerador automático, movido à eletricidade, e que foi

fabricado pela Kelvinator Company, dos Estados Unidos. A partir de 1920, a evolução foi tremenda, com uma produção sempre crescente de refrigeradores mecânicos, cada vez mais modernos e funcionais, e com controles mais apurados.

Os sistemas de refrigeração funcionam em ciclos, no primeiro deles, o fluido refrigerante passa por uma série de processos termodinâmicos em diferentes componentes do sistema de refrigeração: evaporador, compressor, condensador e válvula de expansão. O evaporador é um trocador de calor que permite a troca térmica entre o fluido refrigerante e o ambiente refrigerado. Nele, ocorre a evaporação do fluido refrigerante, sendo que o fluido na fase gasosa é superaquecido e conduzido ao compressor, este superaquecimento acontece para garantir que não haja fluido refrigerante na fase líquida no compressor. Após passar pelo compressor, o fluido segue para o condensador, que troca calor com o meio externo do sistema, resultando na condensação do fluido refrigerante. Importante lembrar que a condensação é possível devido ao aumento da pressão. Já na saída do condensador há o sub resfriamento, etapa na qual 100% do fluido que vai para a válvula de expansão se encontra na fase líquida (SILVA, 2014).

Após esse processo, esse fluido dirige-se ao dispositivo de expansão, onde ocorre a redução de sua pressão. Desta maneira, o fluido retorna ao evaporador, completando o ciclo de refrigeração.

3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1 Mapeamento do processo de manutenção no setor de câmaras frias do Frigorífico X

O primeiro passo durante o trabalho de campo foi identificar como ocorria a manutenção no frigorífico. Para tanto, foi elaborado o organograma da manutenção, como disposto na Figura 1, a partir das informações cedidas pelo Frigorífico X. A gestão da manutenção no frigorífico estudado inclui duas frentes de trabalho, sendo a primeira com as atividades próprias do gerenciamento da manutenção. Nesta frente de trabalho estão incluídos o planejamento da manutenção, elaboração de um orçamento que atendas as necessidades da manutenção, a solicitação de compras das peças e materiais e a elaboração de contramedidas para falhas e melhorias.

Na segunda frente de trabalho que é a execução da manutenção propriamente dita, estão incluídas as tarefas de execução consistem na execução

das tarefas planejadas, com a quantidade de pessoal necessário, dentro do cronograma e com a qualidade requerida. Para uma boa execução, é necessário conhecimento técnico específico de montagem, soldagem, operações de levantamento e transporte, elétrica, mecânica, hidráulica, pneumática, dentre outros

Consultando o Procedimento Operacional Padrão do setor pode-se observar que a manutenção ocorre por meio de um encadeamento de procedimentos. Esses processos têm início a partir da Solicitação de Ordem de Serviço (SOS), conforme a seguir:

Figura 1 – Etapas da manutenção



Fonte: Os autores (2020).

A Figura 1 mostra que o setor de engenharia de manutenção funciona da seguinte forma:

1 = A manutenção é iniciada após a quebra do componente, quando há a solicitação da ordem de serviço para o responsável pela manutenção do equipamento;

2 = Após essa ordem há o lançamento dessa ordem de serviço no sistema de gestão da manutenção utilizado atualmente, que é um sistema manual;

3 = Assim há abertura da ordem de serviço,

4 = Após a abertura da ordem de serviço a mesma é enviada para os trabalhadores diretos da manutenção, juntamente com a liberação para realização do serviço;

5= Neste ponto, os trabalhadores executam o serviço de manutenção e encerram o procedimento.

No frigorífico em estudo foi possível identificar como funciona o setor de manutenção. Ele é responsável por efetuar reparos e conservações nos equipamentos e instalações do frigorífico, as manutenções são ordenadas de acordo com programação prévia, a partir da emissão de uma ordem de serviço.

O sistema utilizado para gestão de manutenção atual é o SAP, o setor de manutenção é composto por 160 funcionários, no geral sendo 12 manutentores. Deste total, 120 trabalham na manutenção das câmaras frias de forma preventiva, preditiva, corretiva e lubrificação, as mesmas são câmaras a gás refrigerante que utilizam FREON R404A. As principais metas do setor são: demanda de energia elétrica; Eficiência de temperatura das câmaras frigoríficas 4 câmara de congelados

Estes componentes são submetidos a manutenção em serviços elétricos: nessa manutenção, os colaboradores responsáveis pelos setores e insumos elétricos realizam diferentes tarefas relacionadas a manutenção elétrica, como por exemplo, a manutenção nas instalações elétricas, instalação e conservação de interruptores, tomadas, iluminação, cabeamento, alguns tipos de motores elétricos, ligações, terminais, cabeamento, instalação e conservação de painéis elétricos, botoeiras, chaves de acionamento; instalação e substituição de contatores elétricos utilizados no acionamento de máquinas e motores.

A manutenção elétrica é importante para evitar curtos, quedas de energia, falta de iluminação, quebra de cabeamentos, além de substituir componentes mais antigos por outros mais modernos, capazes de reduzir o consumo elétrico e eficiência energética do maquinário.

- Serviços mecânicos: já os serviços de manutenção mecânica servem para que os profissionais realizem tarefas diretamente ligadas aos componentes como as

câmaras frigoríficas, no que diz respeito à sua manutenção mecânica. Entre estes serviços estão os de soldagem, com soldas para reparos em guias e chapas metálicas; a manutenção de tornearia, com serviços de usinagem e reparos de pequenas peças utilizadas na fábrica como eixos e polias; manutenção em tubulações, destinados a eliminar de vazamentos em tubulações de vapor, ar e água; manutenção para substituição de peças como rolamentos, mancais, engrenagens, correias, correntes; manutenção de lubrificações, voltada para lubrificações em peças mecânicas para reduzir o atrito de peças móveis e evitar o desgaste e superaquecimento dos equipamentos. Maquinas mecânicas, manutenção nos elevadores, esteiras e outras máquinas em geral.

Nota-se, que o processo possui diversas etapas e só tem início quando o dano já está instalado no maquinário, o que desencadeia a parada nos processos de envase e resfriamento. Essas paradas influenciam na redução da capacidade resfriamento, além de acarretar a perda de mercadoria pela pausa no resfriamento, o que a torna imprópria para consumo, ocasionando dessa forma prejuízos para a empresa.

3.2 Principais maquinários mantidos no processo de produção do frigorífico

Para a realização deste estudo, também foi importante identificar os maquinários a serem submetidos ao plano de manutenção, aqueles que são mais importantes e que compreendem as maiores perdas quando ficam parados em virtude de quebras inesperadas. Também são esses maquinários os responsáveis pelos maiores gastos energéticos, que influenciam nos custos do frigorífico.

Estes maquinários são, respectivamente, as câmaras frias que são indispensáveis para a manutenção dos produtos, atividade fim do frigorífico, ilustrada na Figura 2, mais respectivamente o gerador de energia, que mantém as câmaras ligadas em casos de falta de energia elétrica, ilustradas na Figura 3.

Segundo Silva; Antunes (2014), as câmaras frias são indispensáveis nos setores de envase e empacotamento nos frigoríficos. Isto porque, são elas as responsáveis pela manutenção da temperatura dos produtos e, conseqüentemente,

sua qualidade final. Esse maquinário é uma ferramenta utilizada para otimizar o armazenamento de produtos por meio de sua refrigeração (temperatura entre 0°C e 4°C) ou congelamento (temperaturas abaixo de 0°C até -18°C). Quando funciona corretamente, isto é, a partir de baixas temperaturas, ela é responsável pela manutenção da qualidade dos produtos envasados e empacotados até que eles sejam remanejados.

Figura 2 – Câmaras frias



Fonte: O autores (2020).

Figura 3 – Gerador de energia



Fonte: Os autores (2020).

Também foi elaborado o mapeamento do conjunto de câmaras do Frigorífico X, que estão dimensionadas da seguinte forma no Quadro 1:

Quadro 1: Mapeamento do conjunto de câmaras do Frigorífico X

Câmara 1	Câmara 2
Comprimento: 5,55 m	Comprimento: 5,55 m
Altura: 2,63 m	Altura: 2,63 m
Largura: 3,10 m	Largura: 3,10 m
Área da porta: 1,70 m ²	Área da porta: 1,70 m ²

Fonte: Os autores (2020).

Até o ano de 2017 a empresa adotava a modalidade de manutenção corretiva não planejada em todos os seus setores, como também nas câmaras frias. Esse tipo de manutenção deixou de ser empregado porque acarretava paradas de máquinas e perdas durante o processo produtivo.

Para a adoção dessa medida, com um novo planejamento de manutenção foi feito um levantamento do tipo de efeito de cada falha das câmaras *firasn*. As classificações foram selecionadas classificadas como:

- (A) – Problema na qualidade dos alimentos;
- (B)– Problema de integridade ambiental;
- (C) – Parada forçada do maquinário (ocasionando perda de produtos e atraso em entregas);
- (E) – Problema econômico insignificante;
- (F) – Falha oculta.

Assim, a partir da identificação dessas perdas, a empresa passou a adotar a manutenção preventiva, organizada em determinados espaços de tempo a fim de reduzir o tempo de parada, bem como cada uma das situações classificadas acima, e a ocorrência das perdas.

O frigorífico também optou por essa modalidade de manutenção por ser mais simples, apresentar um custo baixo e suprir a maioria das necessidades do setor no frigorífico, como também se enquadrar nos objetivos, metas e controles da na empresa estudada. Entretanto, de acordo com Hornburg (2018), a manutenção precisa evoluir conforme evoluem os processos e as tecnologias no setor.

3.3 Volume das perdas existentes no setor devido as falhas existentes

O próximo passo foi identificar as perdas devidas às falhas do planejamento atual de gestão da manutenção e identificar os possíveis gargalos, especialmente no que se refere a eficiência energética e aos tempos de parada. As perdas foram identificadas através do levantamento feito de cada falha das câmaras onde observou-se a necessidade do planejamento de manutenção.

As principais perdas, devido a falhas em razão do tipo de manutenção conforme é realizado na empresa atualmente serão apresentadas no Quadro 2.

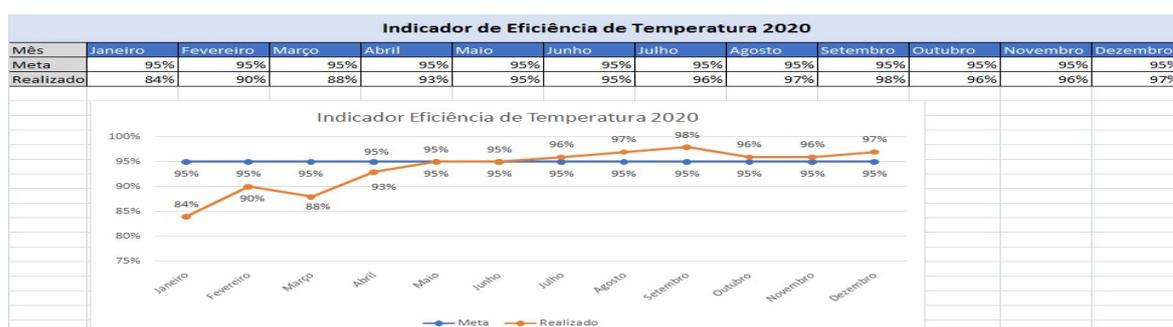
Quadro 2 – Perdas e não conformidades identificadas no Frigorífico X

Perdas	Causa / não conformidade
Desperdício de produto	Devido a vazamentos e acúmulo após transporte dos produtos
Super congelamento dos produtos	Antes mesmo que irem para a câmara fria, as embalagens já possuem flocos, desregulam o limite térmico das câmaras
Grande perda de produto por perda do frio ao abrir as portas das câmaras	Sem condições financeiras para fechamento automático.
Perda por falta de controle da temperatura	Câmara no decorrer do dia aberta inúmeras vezes e sem critério.
Produtos atingindo ponto de congelamento com longo tempo	Descongelamento da câmara com causas a especificar

Fonte: Os autores (2020).

Os dados observados no Quadro 2 mostram a necessidade de aplicação de manutenção preditiva, em que se deve realizar pequenos reparos e a limpeza do local, de forma preditiva, pré-marcada, evitando dessa forma o número de manutenções corretivas e havendo mais tempo para realizar manutenções que teriam maior impacto positivo sobre a disponibilidade do equipamento e melhor resfriamento dos produtos e, como consequência, sobre a produção.

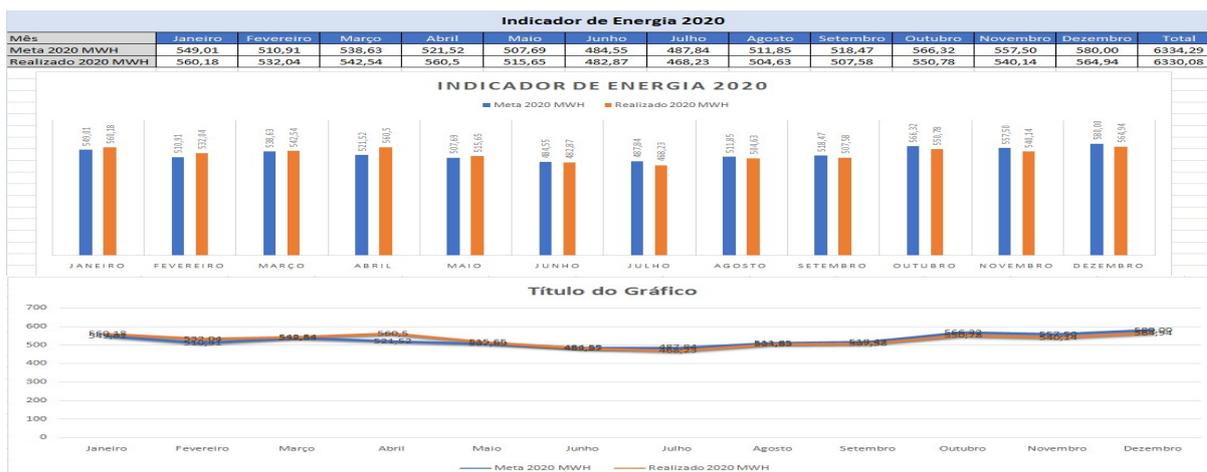
Gráfico 1: Indicador de eficiência de temperatura 2020



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O Gráfico 1 demonstra os indicadores de eficiência do ambiente analisado, expondo os indicadores e suas curvas de aumento e/ou declínio conforme os meses do ano. Dessa forma, observa-se que os meses de setembro e dezembro foram os meses com os melhores índices de eficiência.

Gráfico 2: Indicador de energia do ano de 2020



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Já no Gráfico 2 observa-se os indicadores de energia, demonstrando os meses de outubro e dezembro como sendo os mais eficientes. Dessa forma, acredita-se, analisando os gráficos acima que são problemas que podem ser facilmente resolvidos, como a perda de resfriamento por mau uso das câmaras frias, que levam à perda de produtos e, conseqüentemente, menor capacidade produtiva e de escoamento.

Assim, conclui-se que o planejamento correto da manutenção das máquinas em frigoríficos de médio porte, como o estudado, pode propiciar benefícios para as câmaras frias, tendo como estudo de caso, os dados não são generalizáveis. Entre estes benefícios estão o fato de que as manutenções preventivas programadas, quando aplicadas nas máquinas, não impactam na produção comercial, que pode ter continuidade e alcançar melhores índices.

Outro benefício percebido é que os trabalhadores do setor de manutenção podem ter mais contato com o maquinário, assim, ficam mais familiarizados com o comportamento desse maquinário e capazes de analisar com maior critério as possíveis folgas, desgastes, vazamentos, ruídos, odores estranhos apresentados por estas máquinas, além da frequência da execução das manutenções preventivas programadas durante o período de refrigeração, fazendo com que as máquinas falhem ou quebrem cada vez menos. Também é possível que os índices menores de falhas ou quebras propiciam melhores índices de eficiência e produtividade para a linha de empacotamento, e o custo para a implementação é baixo, e há ganho financeiro, mesmo com um acréscimo moderado no percentual de eficiência produtiva.

3.4 Melhorias para o setor de câmaras frias do Frigorífico X

Algumas sugestões foram expostas ao Frigorífico X com a finalidade de redução das paradas dos maquinários e uma melhoria ainda maior na gestão da manutenção dos mesmos, são elas conforme o Quadro 3:

Quadro 3: Sugestões

a) Revisar procedimento de manutenção buscando a excelência no serviço
b) Divulgar o procedimento <i>on line</i> para todos os empregados
c) Realizar campanha para divulgar a manutenção de forma proativa, divulgando o formulário de registro
d) Treinar todos os envolvidos no procedimento atualizado
e) Treinamento constante aos funcionários envolvidos com a gestão da manutenção
f) Definir responsabilidades aos integrantes da comissão
g) Definir ações ao processo de investigação e análise de manutenção
h) Prover recursos e estabelecer prioridades
i) Padronização do procedimento, tornando-o um processo mais enxuto e de fácil compreensão pelos técnicos
j) Verificar melhores maneiras de realização das atividades, sendo descrito passo a passo para melhor compreensão de todos

Fonte: Os autores (2020).

Outras medidas também foram propostas para melhorias do frigorífico em estudo, como algum *software* para controle das manutenções, o que significa uma informatização dos processos com maior segurança nas informações. O uso de *softwares* de manutenção ainda apresenta benefícios como o armazenamento do histórico das máquinas, facilidade no manuseio e gestão dos dados e informações, cálculo e gestão dos indicadores de manutenção. Estes *softwares* ainda apresentam baixo custo, sendo alguns gratuitos, uma forma de melhoria sem que haja custos adicionais para o frigorífico em estudo.

Outra recomendação é contratar um profissional com formação específica para conduzir o PCMO. Além disso, o frigorífico pode, ainda, organizar o regime de operação para três turnos diários de trabalho, diferentemente dos dois turnos adotados hoje. Isto porque, quanto menor o número de trabalhadores que manuseiam os equipamentos, menor será a probabilidade de problemas operacionais. Também se faz necessário a coordenação de um setor específico para

a Engenharia de Manutenção, que será por onde todas as demandas da manutenção se iniciarão e terão fim.

Por fim, como se verá adiante, nos Quadros 4 e 5, essas manutenções devem ser realizadas no período máximo de 6 (seis) meses de intervalo, sendo que as manutenções preventivas devem ser programadas de intervalos de três horas. Ainda se orienta ao frigorífico, executar essas intervenções por 2 (dois) dias consecutivos, utilizando o horário das 17h as 8h. Esta orientação busca reduzir os impactos nos índices de produtividade, medidos pelo empacotamento de produtos, além de buscar manter o maquinário em condições de operação.

Por fim, é preciso ainda implantar indicadores de desempenho da manutenção para medir a eficiência do PCMO e do setor de manutenção do maquinário do frigorífico. O modelo atual, com os índices de produtividade, os tempos de parada, e os intervalos das manutenções estão descritos no Quadro 4. Enquanto no Quadro 5 estão descritas outras.

Quadro 4: Modelo atual

Dia	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado
Período	00:00 23:59	00:00 23:59	00:00 23:59	00:00 23:59	00:00 23:59	00:00 5:00 23:59 23:59
Tempo	24 h	5 h 19h				
Produção	0	0	0	0	0	0 125.000

Fonte: Dados da empresa (2020).

Quadro 5: Modelo sugerido

Dia	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado
Período	00:00 23:59	00:00 23:59	00:00 05:00 05:00 23:59	00:00 16:00 21:00 16:00 21:00 23:59	00:00 23:59	00:00 08:00 08:00 13:00 13:00 23:59

Tempo	24 h	24 h	5h	19h	16 h	5h	3h	24 h	5 h	5h	11h
Produção	0	0	0	125.000	105.00	0	25.000	125.000	55.00	0	70.00

Fonte: Dados da empresa (2020).

Como mostra o Quadro 6, atualmente o plano de manutenção envolve o trabalho entre 8h e 17h e a parada de 5 dias, isso totaliza 120 horas sem operação. Há somente 19 horas de produção, com 125.000 empacotamentos, por período semanal. Já no Quadro 7, está ilustrado o modelo que se propõe para ser adotado, com turnos de trabalho de 12 horas, quando a parada pode ser de 2 dias, totalizando apenas 48 horas sem operação e 81 horas de produção, o que geraria quase três vezes mais empacotamentos por semana.

Dessa forma, é de suma importância que o Frigorífico X juntamente com seus colaboradores, busquem juntos cada vez mais a excelência na gestão de manutenção, visto a necessidade de preservação dos maquinários e a lucratividade da empresa. Com o procedimento padronizado para as atividades de manutenção exercidas, é mais fácil a análise e apontamento de melhorias futuras.

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste estudo percebe-se que os processos de manutenção são de total relevância para as empresas, visto que os mesmos têm aumentado nos últimos tempos devido à complexidade crescente dos sistemas e às duras implicações decorrentes de eventuais falhas. Sabe-se que existe uma necessidade por sistemas mais confiáveis, onde a mesma insere-se em um contexto de interesses conflitantes que envolvem a minimização de gastos e o aumento da lucratividade da empresa. Com as inovações impostas pela tecnologia, procedimentos geralmente executados e controlados de forma manual passam a ser processado pelos computadores, que hoje são uma poderosa ferramenta de trabalho indispensável no seu dia-a-dia.

A concorrência no mercado nem sempre ganha com o menor custo. Muitas vezes ela ganha com um produto de melhor qualidade. Para atingir a meta de qualidade do produto, a manutenção do maquinário deve ser aplicada com maior rigor, ou seja, máquinas deficientes X máquinas eficientes; abastecimento deficiente

X abastecimento otimizado. Dessa forma, o aumento de produção de uma empresa se resume em atender à demanda crescente do mercado.

Entende-se que indicadores são importantes para o auxílio na gestão da manutenção no Frigorífico X, tendo em vista que podem fornecer informações importantes para a implementação de ações corretivas, preventivas e preditivas nos sistemas do frigorífico estudado.

Assim, conclui-se que, o processo manutenção no Frigorífico X trouxe o aumento da vida útil dos equipamentos. Assim, a manutenção preventiva trouxe a redução de custos, qualidade do produto, aumento de produção, eliminando os problemas nos maquinários antes mesmo que eles ocorram utilizando-se da manutenção como ferramenta importante para a redução de possíveis problemas nos maquinários.

Acredita-se que outros estudos devem ser realizados futuramente com a finalidade de melhor entender a dinâmica da manutenção e a implementação da gestão da manutenção.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, Ricardo A. S. **Refrigeração e climatização**. Belém, 2009.

HORBURG. **Manual de manutenção em Frigoríficos**. 2018. Disponível em <http://hchornburg.com.br/>. Acesso em: abril de 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatísticas do Cadastro Central de Empresas**. 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/comercio/9016-estatisticas-do-cadastro-central-de-empresas.html>. Acesso em abril de 2020.

OLIVEIRA, Rodrigo J. *et al.* **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2000.

SILVA, Diogo Anselmini da; ANTUNES, Marcos Vinicius. **Proposta de implantação da manutenção preventiva em um supermercado do oeste do Paraná**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2014.

SLACK, Nigel *et al.* **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma abordagem Analítica**. 169 f. Dissertação (Mestrado em

Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. 2008.

TIPLER, Paul A. **Física para cientistas e engenheiros**: Volume 2 Gravitação, ondas e termodinâmica. 3. ed. Rio de Janeiro, Ed. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1995.

APÊNDICE 1

Ficha de controle e cadastro de equipamentos em manutenção

Ficha de Equipamentos	CADASTRO DE EQUIPAMENTOS	Setor de Manutenção	
Empresa:			
Máquina:	Código:		
Fabricante:	Modelo:		
COMPONENTES MECÂNICOS			
Quantidade	Tipo	Modelo	
COMPONENTES ELÉTRICOS			
Quantidade	Tipo	Modelo	
MOTOR			
Fabricação:	Modelo:	Série:	Tensão:
Corrente:	Potência:	Velocidade:	Frequência: