



ENGENHARIA MECÂNICA

ALICEANNE LIBERATORI ROCHA

**APLICAÇÃO DO MÉTODO FMEA PARA ESTRATÉGIAS DE MANUTENÇÃO EM
CÂMARAS FRIAS QUE ARMAZENAM VACINAS CONTRA A COVID 19 EM UMA
CIDADE DO NOROESTE FLUMINENSE.**

Itaperuna - RJ

2022

ALICEANNE LIBERATORI ROCHA

**APLICAÇÃO DO MÉTODO FMEA PARA ESTRATÉGIAS DE MANUTENÇÃO EM
CÂMARAS FRIAS QUE ARMAZENAM VACINAS CONTRA A COVID 19 EM UMA
CIDADE DO NOROESTE FLUMINENSE.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial
para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Mecânica
ao Centro Universitário Redentor.

Orientador:

Daniel Passos Galo

Itaperuna - RJ

2022

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor (a) (es): ALICEANNE LIBERATORI ROCHA

Título: APLICAÇÃO DO MÉTODO FMEA PARA ESTRATÉGIAS DE MANUTENÇÃO EM CÂMARAS FRIAS QUE ARMAZENAM VACINAS CONTRA A COVID 19 EM UMA CIDADE DO NOROESTE FLUMINENSE.

Natureza: ARTIGO CIENTÍFICO Trabalho de Conclusão de Curso

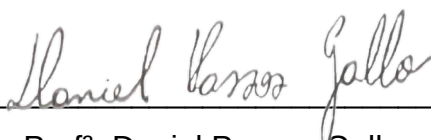
Objetivo: Título de Bacharel em Engenharia Mecânica

Instituição: Centro Universitário Redentor

Área de Concentração: Engenharia Mecânica com ênfase em Gestão da Manutenção.

Aprovada em: 06/12/2022

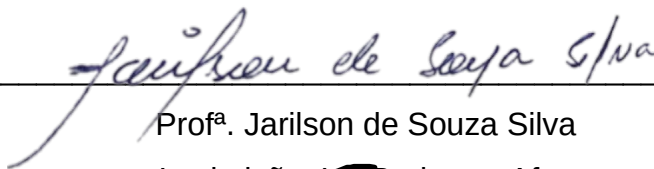
Banca Examinadora:



Prof^a. Daniel Passos Gallo

Me. Engenharia e Ciência dos Materiais

Instituição: UniRedentor Afya



Prof^a. Jarilson de Souza Silva

Instituição: UniRedentor Afya



Prof^a. Vincius de Oliveira Barbosa

Engenheiro Mecânico

Instituição: Univertix Três Rios

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- PERÍODO E TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO DOS IMUNOBIOLOGICOS NA_	
INSTÂNCIAS DA REDE DE FRIO.	12
FIGURA 2- SISTEMA BÁSICO DE UMA CÂMARA REFRIGERADA/REFRIGERADOR.	15
FIGURA 3 - PROCESSO DE FUNCIONAMENTO DO CONDENSADOR. FONTE: SILVA E FLAUZINO	
(2017).	16
FIGURA 4- TIPOS DE MANUTENÇÃO. FONTE: KARDEC E NASCIF (2009).	18
FIGURA 5 - DETERMINAÇÃO DOS PESOS DAS PARCELAS QUE COMPÕE O NRP –	21
FIGURA 6- EXEMPLO DE FORMULÁRIO DE FMEA –	22
FIGURA 7- SEQUÊNCIA METODOLÓGICA.	22
FIGURA 8- GRÁFICO DE TEMPERATURAS EM 6 MESES.	26
FIGURA 9: APLICANDO FMEA, MAIOR RPN.	26

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- INDICE DE OCORRÊNCIA:	23
TABELA 2- ÍNDICE DE SEVERIDADE:	24
TABELA 3- ÍNDICE DE DETECÇÃO:	24

RESUMO:

Diante de uma situação de caráter emergencial global advindo do vírus da COVID 19, o qual elevou a taxa de mortalidade no planeta. Visto a necessidade de uma resposta imediata ao vírus, a vacinação contra ele foi de tamanha importância, consequentemente o setor de imunização e sua estrutura tornou-se uma prioridade na saúde. O presente trabalho tem o objetivo de aplicar a ferramenta FMEA em uma unidade situada no noroeste fluminense no estado do Rio de Janeiro, a fim de identificar possíveis falhas nos equipamentos de refrigeração onde são alocados os imunobiológicos usados contra a COVID 19. Inicialmente fez um estudo bibliográfico, o qual permitiu uma análise elaborada do problema, seguindo de uma pesquisa exploratória in Locu na unidade em suas câmaras frias e adiante aplicação da ferramenta. Identificou-se as possíveis falhas, com análise e proposta para solucioná-las. Constatou a confiabilidade do setor e toda sua equipe sem a perda de vacinas.

Palavras- chave: COVID 19. Vacinas. Câmaras frias. FMEA.

ABSTRACT

Facing a global wide emergencial scenario caused by COVID 19 infection, which rose the mortality rates of the whole planet. Knowing the need for a fast response against the virus, the vaccination represented a crucial importance, and consequently , a immunization department and all its structure became a health priority. The present study suggests the application of the FMEA tool in a health unity located in the northwest of the Rio de Janeiro's State, with the goal of identifying possible failures on the cooling equipments which had the immunobiological used against the COVID. At first , it was made a bibliographical study, which permitted a elaborated analysis of the problem, following by a exploratory research in Locu on the said northwest unity, focusing on its cold chambers, after this the FMEA tool was applied. It was identified the possible equipments failures. Now having the analysis and the plans to solve it. It was concluded the true reliability of the department and its team seem that no vaccine was lost during this time.

Keywords: COVID 19. Vaccine. Cold chambers. FMEA.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. OBJETIVO GERAL.....	8
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
4. JUSTIFICATIVA	8
5. REFERÊNCIAL TEÓRICO	9
5.1. PROGRAMA NACIONAL DE VACINAÇÃO NO SUS.....	9
5.2. COVID 19.....	10
5.3. REDE DE FRIO	11
5.4. REDE DE FRIO EQUIPAMENTOS.....	14
5.5. MANUTENÇÃO	17
5.6. FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)	19
6. METODOLOGIA.....	22
7. RESULTADOS	25
7.1. ANÁLISE DOS MAPAS DE GELADEIRA.....	25
7.2. APLICANDO FMEA.....	26
8. PROPOSTAS DE MELHORIAS	27
9. CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS:.....	30
ANEXO 1 – MAPA PARA CONTROLE DIÁRIO DE TEMPERATURA DE CAMARAS FRIAS EXIGIDO PELA REDE DE FRIO.....	33
ANEXO 2 – FORMULÁRIO FMEA IMPLEMENTADO NA PESQUISA DE CAMPO, ADAPTADO PELO AUTOR EM EXCEL.	34

1. INTRODUÇÃO

Ao final do ano de 2019 houve-se registro de uma doença a qual obtinham acometimentos pulmonares, com alta taxa de mortalidade, situada na China. Em janeiro de 2020, a OMS (Organização Mundial da Saúde), apontou uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII), era o surto de uma nova doença (Covid-19) causada por um novo coronavírus - SARS-CoV-2, a Covid-19 foi caracterizada como uma pandemia, que está sendo considerada um dos eventos mais impactantes da história moderna com uma séria ameaça à saúde pública global (OPAS,2019).

Com o avanço da doença pelo mundo e seus prejuízos causados, houve uma necessidade emergencial do desenvolvimento de um imunobiológico para neutralizar o vírus. Ao final de 2020 foi apresentado o PNO (Plano Nacional de Operacionalização da Vacinação Contra a Covid 19), o qual atualmente possui outras versões de acordo com o avanço da campanha. Destaca-se para o presente trabalho as especificações de armazenagem das vacinas contra a covid 19, as quais devem estar alocadas em ambientes refrigerados de 2°C a 8°C. (PNO,2020)

A utilização de câmaras frias já é recorrente para armazenagem de outros imunobiológicos nos municípios do estado do Rio de Janeiro, sendo assim consequentemente o uso das mesmas para alocarem as vacinas contra a covid-19. Com o aumento da sua utilização a manutenção dessas câmaras é necessária para manter seu funcionamento e a confiabilidade de validade por refrigeração, evitando falhas prejudiciais aos imunobiológicos ali armazenados.

Segundo Kardec e Nascif (2009, p.9), manutenção é o ato de evitar a própria manutenção, ou seja, a manutenção corretiva, não planejada, há a necessidade de investigação de possíveis falhas para evitá-las e não a necessidade de corrigir.

A possível falha desse equipamento na presente unidade de saúde pode ser prejudicial ao custo de investimento do valor monetário das vacinas, mas também o custo humano, havendo a possibilidade de uma falta de imunizantes ou até sua aplicação errônea com imunobiológico sem conservação adequada.

Visando uma melhor aplicação de gestão de manutenção em câmaras frias utilizadas no setor de imunização de uma cidade situada no Noroeste do Rio de Janeiro, a implementação da ferramenta *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA),

visa identificar e antecipar possíveis falhas, possibilitando correções sem prejuízos. (Viana,2002).

Logo, este trabalho possui como objetivo realizar a aplicação desta ferramenta em uma unidade de saúde, em específico no setor de imunização, com o propósito de revisar as estratégias de manutenção visando o aumento da confiabilidade das câmaras frias utilizadas para armazenamento das vacinas contra a Covid-19, bem como a mitigação de riscos futuros e possíveis falhas no equipamento, garantindo assim maior segurança aos pacientes.

2. OBJETIVO GERAL

Aplicar a Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) em câmaras frias de uma unidade de saúde que armazenam vacinas contra a Covid-19. com o intuito de revisar as estratégias de manutenção adotadas para esses e propor melhorias quando necessário.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como forma de alcançar o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- a) Realizar uma revisão de literatura como forma de fundamentar o conhecimento acerca das metodologias e políticas de manutenção aplicadas em câmaras frias e a conservação das vacinas contra a Covid-19;
- b) Analisar o histórico de falhas, bem como as manutenções efetuadas nas câmaras de modo a realizar um diagnóstico situacional do setor com maior índice percentual de falhas;
- c) Aplicar a FMEA no setor selecionado, resultante das observações e avaliações empreendidas;
- d) Propor estratégias de manutenção a serem adotadas para o equipamento em questão.

4. JUSTIFICATIVA

Diante do cenário atual, a pandemia custou muitas vidas e um bom investimento mundial acerca de minimizar seus impactos e cessar seu crescimento, esse vírus que muito se alastrou, levou consigo além de vidas, dinheiro, mas também o convívio social, que se tornou precário diante do risco de contaminação.

O desenvolvimento da vacina contra a Covid 19 trouxe esperança ao retorno a vida, em vista que as consequências de falhas em armazenamento e refrigeração de

imunobiológicos consequentemente sua perda são prejudiciais monetariamente e humanamente, é eminente a necessidade de manutenção de câmaras frias em uma unidade de saúde.

Segundo a OPA (2021), existe um protocolo chamado “cadeia de frio”, que impõe regras necessárias quanto a refrigeração de imunobiológicos, permitindo seu armazenamento em temperaturas ideais, promovendo corretamente o serviço a saúde.

O estudo da manutenção nessa unidade visa não só antecipar possíveis falhas, mas também minimizar o impacto de falhas já recorrentes, identificá-las e buscar uma melhor decisão com menos prejuízos possíveis aos pacientes e profissionais da saúde. Ela visa proporcionar uma maior confiabilidade e pleno funcionamento das câmaras, garantindo a temperatura ideal das vacinas contra a Covid 19 alocadas.

Sendo assim, o presente estudo de manutenção nas câmaras frias, justifica-se em proporcionar uma qualidade e confiabilidade aos pacientes e profissionais que trabalhando no setor de imunização, aplicando corretamente o imunobiológico refrigerado em sua temperatura ideal realizando o esquema vacinal bem sucedido, que tenderá por fim nesse caos instalado pelo vírus da Covid 19.

5. REFERÊNCIAL TEÓRICO

5.1. PROGRAMA NACIONAL DE VACINAÇÃO NO SUS

O Sistema Único de Saúde é regido por lei 8.080/90, onde garante a todos a saúde, incluindo em sua promoção, prevenção e até recuperação a imunização de todos os habitantes do país.

Conforme a lei 8.080 (BRASIL,1990, art.1):

Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes, e dá outras providências. O Presidente da República, faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei: Disposição Preliminar.

Art. 1 - Esta Lei regula, em todo o território nacional, as ações e serviços de saúde, executados isolada ou conjuntamente, em caráter permanente ou eventual, por pessoas naturais ou jurídicas de direito público ou privado.

Anteriormente a inclusão do SUS na constituição, a vacinação já fez parte de promoções a saúde, segundo o Ministério da Saúde a história da vacinação no país advém do sucesso de uma campanha de vacinação contra varíola na década de sessenta, onde posteriormente em 1973 formulou-se o PNI (Programa Nacional de Imunização).

Em 1976 ocorreu a disposição do decreto nº 78.231, que regulamenta a seguinte lei:

Regulamenta a Lei nº 6.259, de 30 de outubro de 1975, que dispõe sobre a organização das ações de Vigilância Epidemiológica, sobre o Programa Nacional de Imunizações, estabelece normas relativas à notificação compulsória de doenças, e dá outras providências.

Em seu Título II a Lei nº 6.259 determina o Programa Nacional de Imunizações e das Vacinações de Caráter Obrigatório, caso necessário, sendo assim a implementação da vacinação ao SUS, trazendo consigo a responsabilidade de planejar, implementar programas de imunizações em todo território nacional, incluindo infraestrutura, abastecimento de imunobiológicos e administração dos mesmos na população.

Destaca-se a importância das vacinas no país pelo seu alto investimento, atualmente o Ministério da Saúde aponta o PNI como parte integrante do Programa da Organização Mundial da Saúde, com o apoio técnico, operacional e financeiro da UNICEF e contribuições do Rotary Internacional e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

5.2. COVID 19

Desde 2019, a Organização Mundial da Saúde (OMS) foi alertada que no país da China havia a existência de uma nova doença altamente contagiosa, com um elevado grau de mortalidade, através de uma síndrome respiratória aguda. Tratava-se do vírus do coronavírus, batizada de SARS-CoV-2, a COVID 19 foi o vírus causador de uma pandemia Mundial. (OPAS,2019)

Segundo um informativo no portal da OPAS (2022), os principais sintomas da doença são: febre, tosse seca, cansaço. Além de variações como perdas de olfato, paladar, diarreia, mialgia, entre outros sintomas gripais leves.

O PNOI (2022), destaca a COVID 19 como a maior pandemia histórica da humanidade na atualidade, uma infecção respiratória aguda, grave, de transmissão global por meio de gotículas respiratórias ou contato, direto ou indireto em superfícies contaminadas. No Brasil o primeiro caso confirmado foi em 26 de fevereiro de 2020.

Exposto no Portal do Coronavírus (2022), há cerca de 30.234.024 casos confirmados no Brasil, sendo 661.796 óbitos confirmados. Destacando a região sudeste que teve o maior número de casos confirmados comparadas as outras regiões.

O Ministério da Saúde (2021), recomenda as seguintes prevenções: distanciamento social, etiqueta respiratória e de higienização das mãos, uso de máscaras, limpeza e desinfecção de ambientes, isolamento de casos suspeitos e confirmados e quarentena dos contatos dos casos de covid-19, além da vacinação em todo território nacional.

Dando início em 18 de janeiro de 2021, a Campanha Nacional de Vacinação Contra a Covid 19, destacou-se mediante ao caos instalado no país, tendo como resposta imediata a redução de casos e óbitos pela doença. Mesmo diante de liberação emergencial, indústrias farmacêuticas empreenderam esforços para criação de uma vacina segura e eficaz. (PNOI,2022)

Aconteceu a distribuição de 476 mil doses de imunobiológicos contra a COVID 19 no país através do SUS, gerido pelo Plano Nacional de Operacionalização de Imunização Contra a Covid 19 (PNOI), 339 mil dessas aplicadas em seus habitantes, informa o Portal do Ministério da Saúde (2022). Um alto volume de vacinas, exigindo o funcionamento pleno dos setores de imunização.

5.3. REDE DE FRIO

“É um sistema amplo, inclui uma estrutura técnico-administrativa orientada pelo PNI, por meio de normatização, planejamento, avaliação e financiamento que visa à manutenção adequada da Cadeia de Frio.” (MANUAL DE REDE DE FRIO,2017, p. 21)

Inicialmente a rede de frio foi apenas um manual de refrigeração criado em 1979, pois há uma busca desenfreada para padronização e implementações de regras desde 1976 a fim de garantir o êxito da vacinação no país.

Seguindo o Manual de Rede de Frio (2017), há a determinação de funcionamento em tempo integral dos postos de vacinação, ou seja, o armazenamento de imunobiológicos em temperaturas ideais de acordo com a recomendação dos seus fabricantes sem interrupções, utilizando equipamentos refrigerados ligados continuamente, seguindo dos mesmos dispostos a manutenção, a fim de evitar ou reparar erros com a refrigeração de imunobiológicos.

O Manual de Rede de Frio (2017), aponta a importância da manutenção:

A confiabilidade dos equipamentos é uma precaução contínua que a área da Saúde “persegue” com vistas a promover a segurança operacional, o meio ambiente e a otimização de recursos. Assim, uma gestão de manutenção estruturada e custo-efetiva representa uma importante contribuição.

O mesmo segue abordando a implementação de manutenção corretiva, aquela que corrige uma falha, manutenção preventiva, a que previne uma falha, e a manutenção preditiva, que através de sinais vitais evita-se uma falha.

Em regra geral, o Manual traz o que se permite em âmbito municipal em pequenas câmaras frias, que garante integralmente a validade das vacinas mantidas em temperatura positiva (entre +2°C e +8°C).

Seguindo o Manual uma ilustração de imunobiológicos disponíveis pelo sus, e sua temperatura de conservação recomendada:

		Cenadi Centrais estaduais 6 a 12 meses	Centrais regionais, distrital ou municipais – Crie 3 a 6 meses	Local Sala de vacinação 1 mês	
POSITIVO	+8°C	Vacinas diluentes* ¹ Soros Imunoglo- bulinas	Vacinas diluentes* ¹ Soros Imunoglo- bulinas	Vacinas diluentes* ¹ Soros Imunoglo- bulinas	
	+2°C	FA* ²	FA* ² VOP* ³	FA VOP	
NEGATIVO	-15°C	FA VOP	FA VOP		
	-25°C				
		Vacinas diluentes Vacinas: BCG, dT, DT, HB, DTP, VRH, SCR, VRC, FTp, HiB, VIP, DTPa, HA, Meningo conj C, penta, Pncc 23V, Pncc10V, raiva embrião galinha, raiva vero, Varc, VRC, cólera, tetra viral, FLU3V.	Soros Imunoglo- bulinas Soros: SARC, SBOTR, SBOCR, SBOLAQ, SBOTULBI, SCROT, SAD, SELAP, SESCOR, SLONO, SLOXO, SARH, SAT. Imunoglobulinas: IGHB, IGRH, IGTH, IGVZ.	FA VOP FA VOP	FA: Vacina Febre amarela VOP: Vacina poliomielite oral.

Nota: *¹ Alguns laboratórios fornecem determinados diluentes, separadamente das vacinas, à temperatura ambiente, que poderão ser mantidos nessa temperatura. *² Alguns laboratórios produtores orientam temperatura de armazenamento da FA de +2°C a +8°C. *³ A VOP após descongelada tem o prazo de validade de 3 meses.

Figura 1- Período e temperatura de armazenamento dos imunobiológicos nas instâncias da Rede de Frio.

Fonte: Manual de Rede de Frio 5ª edição (2017).

O Sistema fornece em torno de 42 imunobiológicos em âmbito Nacional, Estadual e Municipal, a perda desses caracteriza um alto custo, além de possíveis erros de imunização. O Manual de Rede de Frio (2017) aborda a perda técnica, a qual

acontece por prazos de validades de frascos abertos muito curtos e pouca demanda local, essa tem seu controle mais complexo por variar de acordo com o consumo, e a perda física, que advém de armazenagem inadequada, refrigeração errônea, transporte, conservações com falhas de temperatura etc., essa perda tem a possibilidade de reparo e prevenção de possíveis falhas, resultando em um menor prejuízo.

Por Silva e Flauzino (2017), analisando as instâncias da rede de frio, conclui-se que a base de sustentação do processo de vacinação advém na manutenção da temperatura, seguindo os parâmetros preconizados, a fim de preservar a eficácia dos imunobiológicos.

Seguindo o mesmo raciocínio Manual de Manutenção e Equipamentos da Rede de Frio (2007), afirma que a perda de vacinas por falhas no equipamento é considerada evitável, visto que há relação com a falta de manutenção preventiva/corretiva.

A diante no Manual de Manutenção e Equipamentos da Rede de Frio (2007), há a colocação de pontos relacionando o serviço à engenharia de manutenção, são esses:

- Analisar equipamentos/sistemas instalados e estabelecer planos de manutenção/inspeção adequados às condições específicas de uso ou do meio onde estão instalados;
- Determinar rotinas para execução das atividades e elaborar/atualizar procedimentos de inspeção e manutenção preventiva corretiva;
- Analisar as perdas de condição operacional previamente existentes, determinar as causas e as possíveis soluções;
- Identificar e especificar “necessidades de introdução de melhoria ou modificação”, apresentando especificamente o porquê da necessidade de melhoria ou modificação e que característica precisa ser alterada;
- Diagnosticar quebras e analisar falhas de equipamentos, fornecendo dados para a solução dos problemas;
- Avaliar novas instalações sob o ponto de vista de adequação às necessidades do cliente;
- Elaborar estudos de nacionalização e padronização
- Avaliar subfornecimento do órgão.

Dito por Manual da Rede de Frio (2001), a temperatura das câmaras frias deve ser verificada por pelo menos três vezes ao dia: manhã, tarde e no fim da jornada de trabalho, entretanto em âmbito local a temperatura pode ser averiguada durante a manhã (início da jornada de trabalho) e na tarde (final da jornada de trabalho). Essa aferição é feita através da leitura de um termômetro de máxima e mínima analógico, ou digital de cabo extensor, ou o analógico de cabo extensor, termômetro linear.

A fim de monitorar esse controle, o Manual da Rede de Frio (2001) em busca de possíveis falhas de refrigeração no dia a dia de uma sala de vacinas, recomenda que as câmaras sejam submetidas as verificações diárias e o preenchimento feito pelos profissionais que manuseiam os imunobiológicos um “mapa de geladeira”, descrito no anexo 1, o qual permite a análise de falhas rotineiras de temperatura, promovendo sinais vitais para uma manutenção preditiva, se necessário uma manutenção preventiva, garantindo a qualidade da imunização.

5.4. REDE DE FRIO EQUIPAMENTOS

Visto a necessidade de manter vacinas em temperaturas ideais, tem-se então a utilização de equipamentos refrigerados a fim de prestar conservação dos imunobiológicos.

Em cidades de pequeno porte unidades básicas de saúde (UBS) contam com câmaras frias que funcionam dia e noite calibradas em temperaturas apropriadas para vacinas ali armazenadas. Segundo Silva e Flauzino (2017), uma câmara fria tem como princípio de funcionamento evaporação de um líquido refrigerante para absorver calor (calor latente).

Segundo os autores Silva e Flauzino (2017), uma câmara refrigerada/refrigerador pode ser denominada como unidade selada, isto é, um sistema fechado, onde só um técnico ou mecânico de refrigeração tem autoridade de intervir em qualquer possível falha de funcionamento. Os componentes dessa câmara são ligados via tubos soldados, em forma de um circuito hermético, realizando o ciclo fundamental da refrigeração, sendo assim a retirada da energia térmica do interior da câmara, deferindo para seu trocador de calor externo, o condensador. Segue o a representação visual na figura 02:

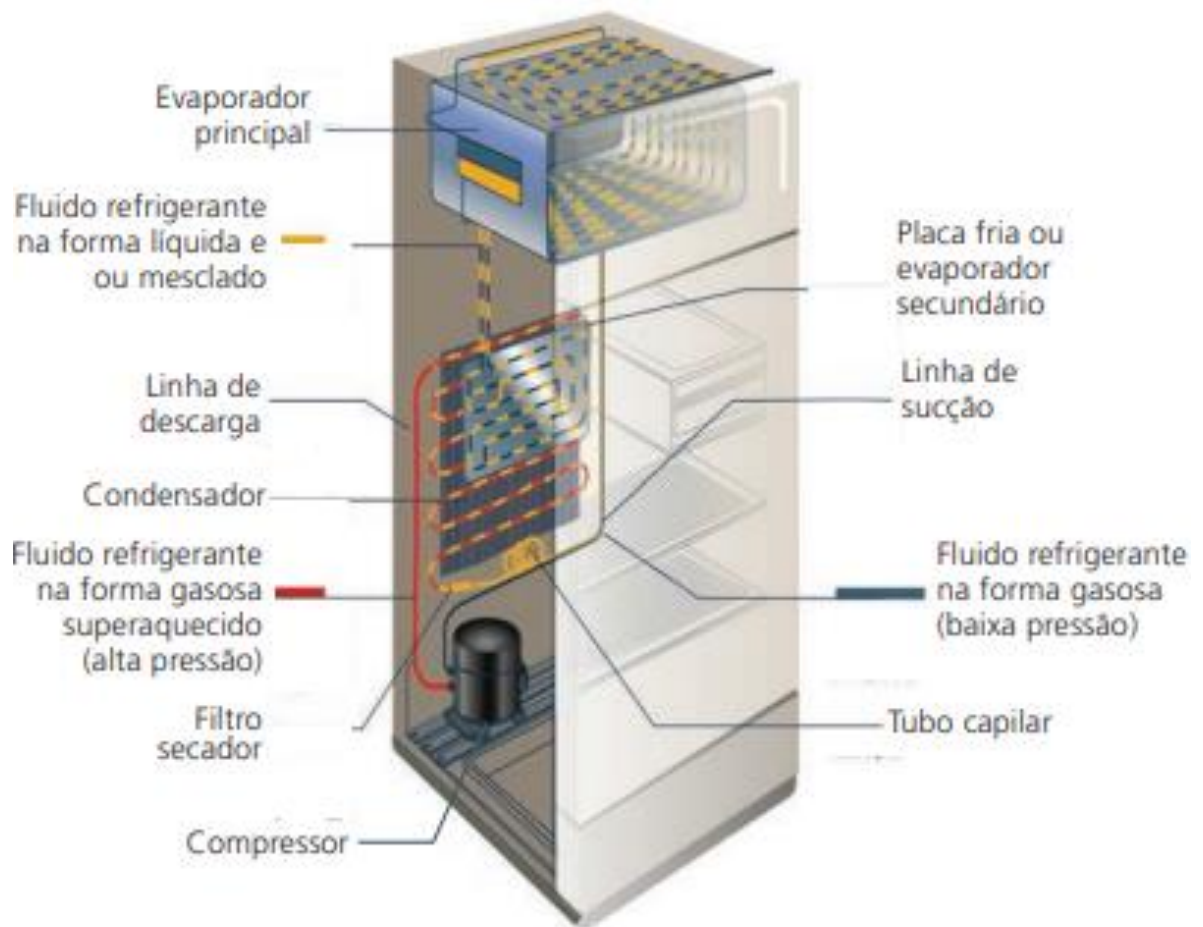


Figura 2- Sistema básico de uma câmara refrigerada/refrigerador.

Fonte: Silva e Flauzino (2017), adaptado de Embraco (2009).

Silva e Flauzino (2017), lista os principais componentes presentes na câmara fria, são eles:

- Compressor;
- Condensador;
- Tubo Capilar;
- Evaporador;

Segundo as informações do mesmo manual, o compressor é responsável pelo bombeamento de gás refrigerante para o sistema, ou seja, um conjunto mecânico movido por um motor elétrico que funciona sob os princípios básicos do bombeamento. Silva e Flauzino (2017), aborda o termo de que compressor é uma

unidade de sucção e compressão do fluido refrigerante, responsável pela distribuição do mesmo por toda unidade selada.

O condensador consiste em serpentinas fabricadas em alço cobreado presos em chapas de aço, na função de promover a mudança de fase do fluido refrigerante, sendo assim, recebe o vapor passando para líquido perdendo calor latente na sua mudança de estado para o ambiente, com isso o condensador precisa de um meio de resfriamento, em geral utiliza-se o ar (Silva e Flauzino,2017).

O Manual da Rede de Frio (2001), denomina condensador como uma serpentina por onde circula o fluido refrigerante, responsável por receber vapor em alta temperatura e alta pressão advinda do compressor.

Silva e Flauzino (2017), exemplifica na figura a seguir o processo de funcionamento do condensador:

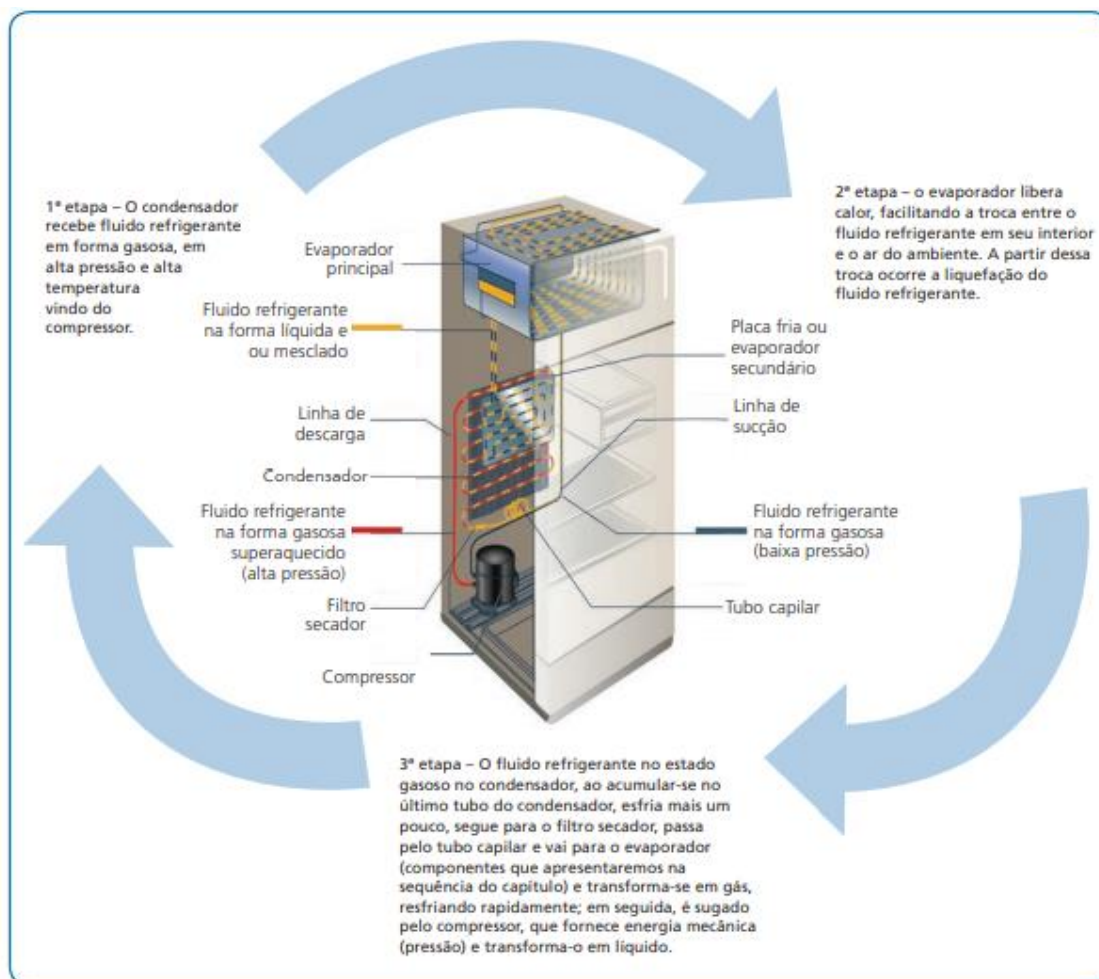


Figura 3 -Processo de funcionamento do condensador. **Fonte:** Silva e Flauzino (2017).

Após a saída do condensador em direção ao evaporador está localizado o tubo capilar, esse que exposto por Silva e Flauzino (2017), tem a função de conservar a

diferença de pressão entre o condensador em alta pressão e a baixa pressão do evaporador, proporcionando a mudança de estado do fluido refrigerante de líquido para gasoso no evaporador.

O evaporador é a parte do sistema que tem expansão, absorve calor e ferve, resultando em vapor refrigerante. Tem a função de absorver o calor de qualquer substância que deseja resfriar. (MANUAL DE REDE DE FRIO, 2001, p. 55)

Sendo assim, Silva e Flauzino (2017) descreve os processos de funcionamento dos componentes da câmara fria:

- Há a sucção do fluido refrigerante do compressor no evaporador, em forma de vapor em baixa pressão e temperatura.
- Há a compressão do fluido para o condensador, com pressão e temperaturas elevadas, seguido da condensação do fluido refrigerante e troca de calor com o ambiente.
- Com a saída do fluido do condensador em estado líquido, passando pelo tubo capilar, sofrendo atrito pelo diâmetro pequeno do tubo reduzindo pressão e temperatura.
- O fluido ainda em estado líquido adentra o evaporador, que está em baixa pressão. Assim o fluido absorve calor, evapora e esfria, voltando a sucção do compressor repetindo o ciclo.

5.5. MANUNTENÇÃO

Almeida (2017), define manutenção como conjunto técnico de procedimentos em prol do bom funcionamento de máquinas, equipamentos, moldes, ferramentas, peças. Advindo do latim “*manus tenere*”, manutenção por tradução é “manter o que se tem”.

Kardec e Nascif (2009) defende manutenção como função estratégica, trazendo consigo diversos resultados, como por exemplo:

- Aumento da disponibilidade;
- Aumento do faturamento e de lucro;
- Aumento da segurança pessoal e das instalações;
- Redução da demanda de serviços;
- Redução de custos;
- Redução de lucros cessantes;
- Preservação ambiental.

A Norma 5674 define manutenção como: “Conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes de atender as necessidades e segurança dos seus usuários.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999, p. 2)

Kardec e Nascif (2009), apontam os tipos de manutenção na figura a seguir:



Figura 4- Tipos de Manutenção. **Fonte:** Kardec e Nascif (2009).

Almeida (2017), aborda manutenção corretiva em poucas palavras como: conjunto de procedimentos a fim de atender a máquina, equipamento que parou de funcionar. Para Rede de Frio (2013), adaptado ABNT, manutenção corretiva (MC) é aquela efetuada após uma pane, com a pretensão de realocar um item a sua finalidade.

A MC pode ser dividida em dois tipos: Manutenção corretiva não planejada e Manutenção corretiva planejada. Para Kardec e Nascif (2009), a manutenção emergencial ou manutenção preventiva não planejada consiste em atuar sob o fato já

ocorrido, seja uma falha total ou parcial de funcionamento, com um curto prazo de preparação para o serviço.

PINTO e XAVIER (2007), diz que a correção do menor desempenho de uma máquina, equipamento, podendo haver falhas, por decisão do gerenciamento aplica-se manutenção corretiva.

Manutenção preventiva exposta na norma 5462: “Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com as escolhas obrigatórias, destinadas a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p. 7). Por Araújo e Santos (2004), consiste em prevenir os defeitos que podem resultar em paradas produtivas.

A manutenção preditiva é abordada na Rede de Frio (2013), como uma manutenção que acompanha os “sinais vitais” da máquina e/equipamento, ou seja, promover um acompanhamento de desempenho a fim de identificar a necessidade de intervir ou não com a manutenção.

Kardec e Nascif (2009), levanta a questão de manutenção detectiva sendo aquela que atua como um sistema de prevenção, comando e controle, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis pelos olhos humanos.

5.6. FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

Uma ferramenta em que identifica erros de equipamentos, através de uma análise de falhas durante o processo. Um sistema lógico e hierárquico de falhas potenciais que tende a fornecer recomendações de ações preventivas (Kardec e Nascif, 2009, p.127).

O Instituto da Qualidade Automotiva (2000) propõe a seguinte definição para FMEA: “É uma técnica sistematizada a qual identifica e classifica os modos potenciais de falha de um projeto ou processo de manufatura para priorizar ações de melhoria” (IQA, 2000, p. 98).

Para STAMATIS (2003), trata-se de uma técnica de engenharia a fim de definir, identificar e eliminar falhas existentes e potenciais, em sistemas, processos e /ou serviços, projetos, antes que afetem o cliente.

Puente et al. (2002) aborda a história da FMEA criada em 1963 em uma missão Apollo da NASA (National Aeronautics and Space Administration), onde foi necessário o desenvolvimento um método para identificar de forma sistemática possíveis falhas potenciais, além dos seus efeitos, causas, definindo ações intencionais a correção

com propósito de eliminar riscos. Contudo Gilchrist (1993), aborda que a ferramenta só foi utilizada de forma abrangente em 1977 no setor automobilístico, onde a Ford Motors Company deu início a implementação da FMEA.

Kardec e Nascif (2009, p.128) aponta alguns dos principais conceitos necessários para análise, são eles:

- Causa – é o meio pelo qual um elemento particular do projeto ou processo resulta em um Modo de Falha.
- Efeito – é uma consequência adversa para o consumidor ou usuário. Consumidor ou usuário pode ser a próxima operação ou o próprio usuário.
- Modo de falha – são categorias de falha que são normalmente descritas.
- Frequência – é a probabilidade de ocorrência de falha.
- Gravidade de falha – indica como a falha afeta o usuário ou cliente.
- Detectabilidade – indica o grau de facilidade de detecção da falha.
- Índice de risco ou número de prioridade de risco – NRP – é o resultado do produto da frequência pela gravidade da falha pela detectabilidade (facilidade de detecção). Esse índice dá a prioridade de risco de falha. ($NRP = \text{Frequência} \times \text{Gravidade} \times \text{Detectabilidade}$).

Segue abaixo o modelo de determinações de pesos que compõe NRP, por Kardec e Nascif (2009, p.129):

Componente do NPR	Classificação	Peso
FREQUÊNCIA DA OCORRÊNCIA F	Improvável	1
	Muito pequena	2 a 3
	Pequena	4 a 6
	Média	7 a 8
	Alta	9 a 10
GRAVIDADE DA FALHA G	Apenas perceptível	1
	Pouca importância	2 a 3
	Moderadamente grave	4 a 6
	Grave	7 a 8
	Extremamente grave	9 a 10
DETECTABILIDADE D	Alta	1
	Moderada	2 a 5
	Pequena	6 a 8
	Muito pequena	9
	Improvável	10
ÍNDICE DE RISCO NPR	Baixo	1 a 50
	Médio	50 a 100
	Alto	100 a 200
	Muito alto	200 a 1.000

Figura 5 - Determinação dos pesos das parcelas que compõe o NPR –
Fonte: Kardec e Nascif – 3ª edição - (2009, p.129)

Para JC Toledo e DC Amaral (2006), a ferramenta FMEA foi desenvolvida para atender uma confiabilidade de novos projetos, entretanto sua utilidade foi superior ao esperado e vem sendo utilizada em diversos setores da engenharia e até no setor alimentício. Seguem abordando a aplicação da ferramenta que consiste na aplicação de um formulário como exemplo a figura 03, onde os resultados fornecidos para análise determinam qual o ponto de falha e suas possíveis correções.

Análise do Tipo e Efeito de Falha																	
Cod_pec : Nome da Peça: Data: Folha No. _____ de _____											☐ FMEA de Processo ☐ FMEA de Produto						
Descrição do Produto/ Processo	Função(ões) do produto	Tipo de Falha Potencial	Efeito de Falha Potencial	Causa da Falha em Potencial	Controles Atuais	Índices				Ações Recomendadas	Responsável/ Prazo	Medidas Implementadas	Índices Atuais				
						S	O	D	R				S	O	D	R	

S = Severidade O = Ocorrência D = Detecção R = Riscos

Figura 1: Formulário FMEA

Figura 6- Exemplo de Formulário de FMEA –
Fonte: JC Toledo e DC Amaral (2006).

Kardec e Nascif (2009), indica que FMEA focaliza em potenciais falhas e suas causas consequentemente, sendo assim tomadas de decisões visando evitar problemas futuros. Para a Manutenção os autores seguem afirmando que a aplicação mais vantajosa da ferramenta advém de revisão de falhas já ocorridas, possibilitando uma melhor análise e correção, impedindo a repetição prejuízos.

6. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido nas seguintes etapas:

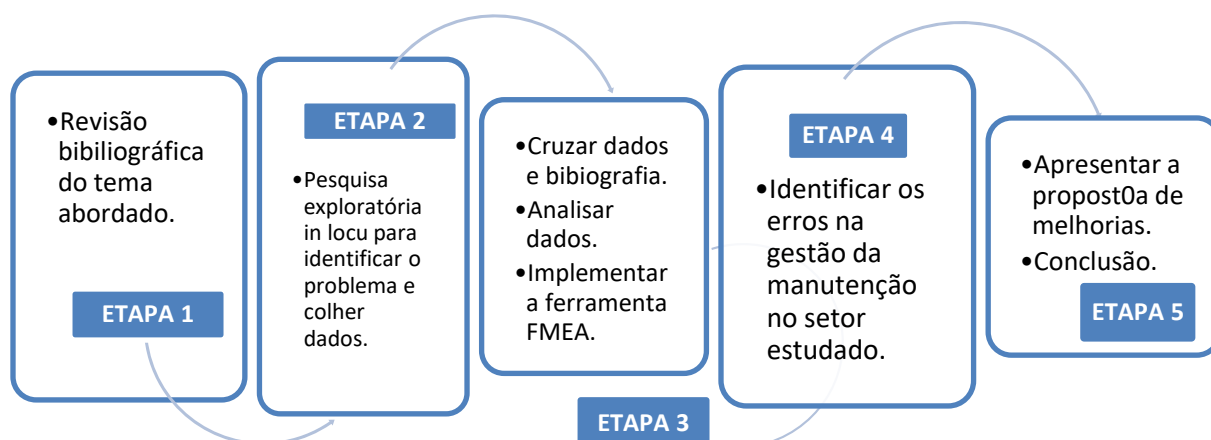


Figura 7- Sequência metodológica.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Partindo com uma pesquisa bibliográfica ao tema abordado e sua viabilidade na localização de proposta de estudo. Seguindo o contexto histórico da pesquisa de campo e suas atribuições, prosseguimos com a exploração.

Uma pesquisa exploratória, com o princípio de gestão de manutenção através da ferramenta FMEA, iniciada por uma investigação in locu, onde se obteve dados quantitativos e qualitativos necessários, esses são coletados através da implementação da ferramenta no local explorado, perante o dia a dia produtivo.

Diante do contexto da pesquisa se implementa, uma análise de dados quantitativos reunindo os valores das temperaturas, avaliando os mapas de geladeira exemplificado no anexo 01, em um período a fim de comparação futura com os resultados exibidos no formulário proposto de FMEA adaptado pelo autor via Excel, em anexo 02, por um período em que as câmaras armazenaram vacinas contra a COVID 19.

Coletar os dados analisamos as possíveis falhas dos equipamentos e sua ocorrência, severidade e detecção (RPN), seguindo as tabelas abaixo:

Tabela 1- Índice de Ocorrência:

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

Fonte: Adaptado pelo autor.

Tabela 2- Índice de Severidade:

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

Fonte: Adaptado pelo autor.

Tabela 3- Índice de Detecção:

DETECÇÃO			
Detecção	Critério	Faixas Sugeridas dos Métodos de Detecção	Índice de Detecção
Quase impossível	Certeza absoluta da não detecção.	Não pode detectar ou não é verificado.	10
Muito remota	Controles provavelmente não irão detectar.	Controle é alcançado somente com verificação aleatória ou indireta.	9

Remota	Controles têm pouca chance de detecção.	Controle é alcançado somente com inspeção visual.	8
Muito Baixa	Controles têm pouca chance de detecção.	Controle é alcançado somente com dupla inspeção visual.	7
Baixa	Controles podem detectar.	Controle é alcançado com métodos gráficos, tais como CEP (Controle Estatístico do Processo).	6
Moderada	Controles podem detectar.	Controle é baseado em medições por variáveis depois que as peças deixam a estação, ou em medições do tipo passa/não-passa feitas em 100% das peças depois que deixam a estação.	5
Moderadamente alta	Controles têm boas chances para detectar.	Deteção de erros em operações subsequentes, OU medições feitas na preparação de máquina e na verificação da primeira peça (somente para casos de preparação de máquina).	4
Alta	Controles têm boas chances para detectar.	Deteção de erros na estação, ou em operações subsequentes por múltiplos níveis de aceitação: fornecer, selecionar, instalar, verificar. Não pode aceitar peça discrepante.	3
Muito alta	Controles quase certamente detectarão.	Deteção de erros na estação (medição automática com dispositivo de parada automática). Não pode passar peça discrepante.	2
Quase certamente	Controles certamente detectarão.	Peças discrepantes não podem ser feitas porque o item foi feito a prova de erros pelo projeto do processo/produto.	1

Fonte: Adaptado pelo autor.

Por fim, segue-se com a equiparação de dados e realidade, propondo uma gestão na manutenção voltada sobre a falhas das câmaras frias situadas no setor de imunização da rede pública de saúde em uma unidade localizada no Noroeste do Rio de Janeiro.

7. RESULTADOS

7.1. ANÁLISE DOS MAPAS DE GELADEIRA

Visando uma maior confiabilidade no presente trabalho, inicialmente foi feita uma pesquisa exploratória in locu, onde foram analisados dados referentes aos equipamentos de refrigeração fornecidos nos mapas de geladeiras, pré-definidos no Manual de Rede Frio do Estado.

Após análise, segue em figura 8, um gráfico expositor da variação de temperatura no período de maio 2021 à outubro 2021.

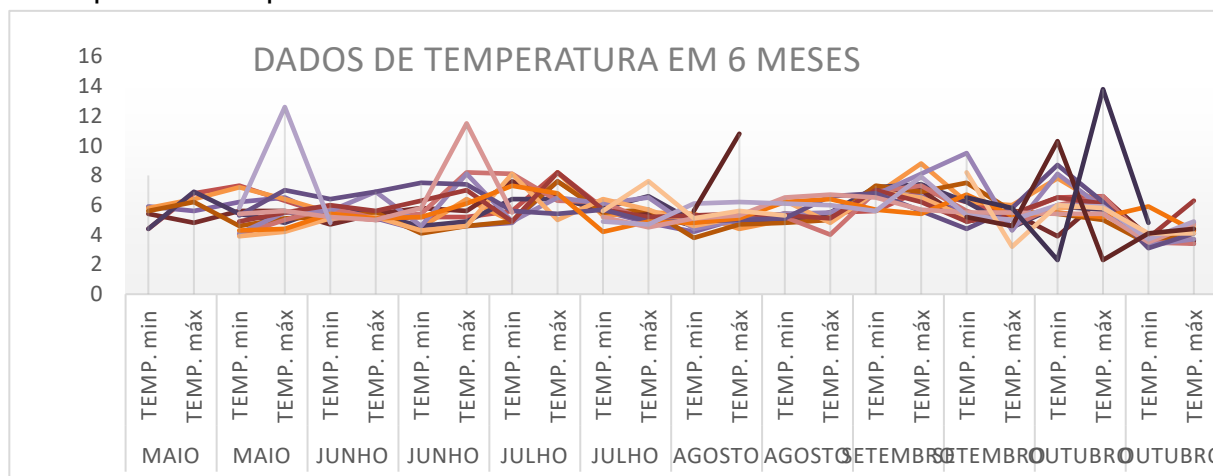


Figura 8- Gráfico de Temperaturas em 6 meses.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2022.

Tomando ciência da variação de temperatura em um breve período, posicionamos a aplicação da ferramenta FMEA no setor, buscando identificar as possíveis falhas que consequentemente afetam na refrigeração e conservação dos imunobiológicos.

7.2. APLICANDO FMEA

Considerando a pesquisa de campo, listou-se uma breve seção de possíveis falhas nos equipamentos do setor de imunização, que tendem a influenciar sobre as variações de temperaturas identificadas na análise dos mapas de geladeira no período indicado, aplicando a ferramenta, exposta no anexo 02.

Cabe em ressalva destacar os pontos com alto índice de RPN, sendo assim prioridade na intervenção.

Nº FMEA:	XXXXXX 001	Data de Início:	14/05/2021	Responsável:	Colaborador 01				
Processo:	1								
Sector:	IMUNIZAÇÃO			Revisado por:	Coordenador 01				
Ponto da Falha		Análise da Falha			Avaliação de Risco		Ação Preventiva Recomendada		
Equipamento	Função do Equipamento	Modos de Falha	Efeitos de Falha	Causa da Falha	Ocorrência	Severidade			
					Deteção	RPN			
Energia do local de instalação	Manter ligada as câmaras frias	falta de energia	perda de imunobiológicos	má refrigeração dos imunobiológicos	7	10	2	140	Aquisição e instalação de um gerador elétrico.

Figura 9: Aplicando FMEA, maior RPN.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Por observação, o maior índice de RPN advém da falta de energia no local, essa falha impacta diretamente na refrigeração de imunobiológicos.

Nº FMEA:	XXXXXX 001			Data de Início:	14/05/2021	Responsável:	Colaborador 01		
Processo:	1								
Sector:	IMUNIZAÇÃO						Revisado por	Coordenador 01	
Ponto da Falha		Análise da Falha			Avaliação de Risco				Ação Preventiva Recomendada
Equipamento	Função do Equipamento	Modos de Falha	Efeitos de Falha	Causa da Falha	Ocorrência	Severidade	Deteção	RPN	
Câmara Fria	Manter a temperatura de imunobiológicos	Má distribuição de imunobiológicos no ambiente refrigerado.	perda de imunobiológicos	má refrigeração dos imunobiológicos	5	10	2	100	Treinamento da equipe para dispersão de imunobiológicos nas câmaras frias.
Câmara Fria	Manter a temperatura de imunobiológicos	Sobrecarga de imunobiológicos	perda de imunobiológicos	má refrigeração dos imunobiológicos	6	10	2	120	Aquisição e instalação de mais um equipamento. (Câmara fria)

Figura 10- Aplicando FMEA, intermediário RPN.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Segue em destaque o quantitativo de imunobiológicos recebidos pelo local, e o pouco espaço de armazenamento para os mesmos, prejudicando a conservação das vacinas.

Nº FMEA:	XXXXXX 001			Data de Início:	14/05/2021	Responsável:	Colaborador 01		
Processo:	1								
Sector:	IMUNIZAÇÃO						Revisado por	Coordenador 01	
Ponto da Falha		Análise da Falha			Avaliação de Risco				Ação Preventiva Recomendada
Equipamento	Função do Equipamento	Modos de Falha	Efeitos de Falha	Causa da Falha	Ocorrência	Severidade	Deteção	RPN	
Câmara Fria	Manter a temperatura de imunobiológicos	Manutenção corretiva efetuada de maneira errônea	perda de imunobiológicos	má refrigeração dos imunobiológicos	3	10	2	60	Aplicar Manutenção corretiva pela assistência do equipamento.
Ar condicionado	manter a temperatura correta da sala de vacinas	aumento da temperatura ambiente	sobrecarga das câmaras frias	temperatura externa elevada	6	6	2	72	Aquisição e instalação de um ar condicionado com potência suficiente para manter a temperatura externa da câmara correta.

Figura 11- Aplicando FMEA, menor RPN.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Avaliando possíveis falhas com menor RPN, com menor prioridade de intervenção, entretanto não reduz a importância de implementação no planejamento de manutenção dos equipamentos. Constatou-se uma manutenção corretiva efetuada de maneira errônea no histórico das câmaras, essa que pode influenciar na eficiência delas. Seguindo da temperatura externa, da sala de vacinação com problemas recorrentes significativos.

8. PROPOSTAS DE MELHORIAS

Seguindo em análise em comparação aos dados e aplicando a ferramenta, destaca-se como resultado a tendência a falha advinda da estrutura do local onde é instalado o setor. Entretanto vale destacar que o presente trabalho foi efetuado em tempos pandêmicos, quando o setor funcionava em um local provisório, por

consequência do seu ambiente de origem estava sendo utilizado para o centro de triagem da COVID 19 no município, e a campanha observada tratava-se de caráter emergencial, onde mesmo planejada poderia ocorrer algumas falhas.

Em evolução do trabalho apresentado propõe-se então a implementação de uma gestão de manutenção das câmaras frias, com periodicidade relevante após a correção da manutenção errada efetuada já nas mesmas. Aquisição de mais 01 equipamento de refrigeração para os imunobiológicos, visto que a demanda das vacinas contra COVID 19 seguem rotineira, sendo assim faz a necessidade. Aquisição de um gerador de energia elétrica, visto que o problema de queda de energia é o maior representante de falhas. Manutenção corretiva ou substituição do aparelho ar-condicionado do setor, para garantir a temperatura externa das câmaras de acordo com as exigências da Rede Frio. Treinamento interno para melhor dispersão na armazenagem dos imunobiológicos, assim sendo não afetando sua refrigeração, esse que há especificações de cuidados a serem abordados no dia a dia segundo a Rede Frio (2001):

- Dispor essas vacinas afastadas, no mínimo 15cm (quinze centímetros) da parede de fundo da geladeira (na parede de fundo da primeira prateleira está localizado o ponto mais frio desta geladeira).
- Deve-se ter também o cuidado de deixar um espaço entre as pilhas permitindo a circulação de ar entre as caixas.

Além dos cuidados básicos, como verificação de temperatura diária, a não permissão de armazenagem de outros materiais, inspeção visual do bom funcionamento da câmara.

9. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve o intuito de apontar possíveis falhas usando FMEA nos equipamentos de refrigeração que armazenaram vacinas contra a COVID 19, e o setor de imunização numa cidade situada no Noroeste do estado do Rio de Janeiro. Cumpru-se o objetivo que trouxe o resultado de que as falhas expostas advêm da estrutura do local de instalação, atualmente o setor retornou ao seu lugar de origem, com algumas falhas solucionadas ou em andamento para resolução. O setor recebeu um novo equipamento de refrigeração para suprir a nova demanda real do município, aguardando apenas a instalação, o aparelho de ar-condicionado foi substituído e segue funcionando mantendo a temperatura externa correta, e o treinamento interno da equipe foi efetuado.

Destaca-se a falha de falta de energia que até o presente momento não foi abordado com a proposta de melhorias caso haja essa falha no setor, contudo há solicitações em aberto para análise da gestão.

Mesmo em situação emergencial a Campanha Nacional de Vacinação Contra a COVID 19 no município não teve nenhuma ocorrência grave, nem sua interrupção. Destaca-se o desempenho de toda a equipe que sempre atentos as possíveis falhas dos equipamentos, adiantavam-se aos sinais apresentados, remanejando os imunobiológicos a sua armazenagem adequada, sendo assim, não houve nenhuma perda de dose advinda das falhas identificadas.

REFERÊNCIAS:

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção mecânica industrial: conceitos básicos e tecnologia aplicada**. reimpr. São Paulo: Érica, 2017.

ARAUJO, I. M.; SANTOS, C. K. S.. **Projeto Apostila Virtual**. Disponível em: <http://www.caee.ufrn.br/manut/cap03.htm>. Acessado em: Maio.2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674: Manutenção de edificações: procedimento**. Rio de Janeiro, p. 2. 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e Manutenção**. Rio de Janeiro, p. 7. 1994.

BRASIL. Lei n. 8.080, de 19 de jul. de 1990. Sistema Único de Saúde. Das disposições gerais. Congresso Nacional, p. 01-01, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8080.htm>. Acesso Abril.2022.

BRASIL. Lei n. 6.259, de 30 de out. de 1975. Organização das ações de Vigilância Epidemiológica, sobre o Programa Nacional de Imunizações. Congresso Nacional, p. 01-01, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/d78231.htm#:~:text=DECRETO%20No%2078.231%2C%20DE,doen%C3%A7as%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAsncias.>. Acesso Abril.2022.

GILCHRIST, W. Modeling failure modes and effects analysis. International Journal of Quality & Reliability Management, Bradford, v. 10, n. 5, p. 16-24, 1993.

INSTITUTO DA QUALIDADE AUTOMOTIVA (IQA). Processo de Aprovação de Peça de Produção (PPAP). 3. ed. Brasil, Brasil, 2000. 103 p.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Petrobras, 2009

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Manual de Rede de Frio do Programa Nacional de Imunizações**. 5ª ed. Brasília: Ministério da Saúde 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Manual de Rede de Frio do Programa Nacional de Imunizações**. 3ª ed. Brasília: Ministério da Saúde 2001.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Manual de Manutenção e Equipamentos da Rede de Frio**. 1ª ed. Brasília: Ministério da Saúde 2007.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, Portal. **Programa Nacional de Imunização**. Disponível em: < <https://www.gov.br/saude/pt-br/acao-a-informacao/acoes-e-programas/programa-nacional-de-imunizacoes-vacinacao> >. Acesso em: 15 abril. 2022.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, Portal. **Covid 19 no Brasil**. Disponível em: < https://infoms.saude.gov.br/extensions/covid-19_html/covid-19_html.html >. Acesso em: 22 abril. 2022.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Ministério da Saúde. Plano Nacional de Operacionalização da Vacinação Contra a COVID 19. **PNO**, [s. l.], ed. 1, 16 dez. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/secovid/pno_edicoes/1a-edicao-pno-16-12-2020.pdf/view. Acesso em: 27 fev. 2022.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. Cadeia de Frio. **OPA**, [S. l.], p. 1-1, 21 dez. 2019. Disponível em: <https://www.paho.org/en/immunization/cold-chain>. Acesso em: 27 fev. 2022.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. Histórico da pandemia de COVID-19. **OPA**, [S. l.], p. 1-1, 21 dez. 2019. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>. Acesso em: 27 fev. 2022.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. Coronavírus. **OPA**, [S. l.], p. 1-1, abril 2022. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/topicos/coronavirus>. Acesso em: abril. 2022.

PINTO, A. K. e XAVIER, J. N. (2007), Manutenção: função estratégica, Qualitymark, Rio de Janeiro.

PUENTE, J.; PINO, R.; PRIORE, P.; FOUENTE, D de L. A decision support system for applying failure mode and effects analysis. International Journal of Quality & Reliability Management, Bradford, v. 19, n. 2, p. 137- 151, 2002.

SILVA, M.N., and FLAUZINO, R.F., eds. Rede de frio: gestão, especificidades e atividades [online]. Rio de Janeiro: CDEAD/ENSP/EPSJV/Editora FIOCRUZ, 2017, 348 p. ISBN: 978-65-5708-096-2.

STAMATIS, D.H. Failure Mode and Effect Analysis: **FMEA from theory to execution**. Milwaukee, Winsconsin: ASQ Quality Press, second edition, 2003.

TOLEDO, José Carlos; AMARAL , Daniel Capaldo. FMEA - Análise do Tipo e Efeito de Falha. **FMEA**, GEPEQ – Grupo de Estudos e Pesquisa em Qualidade DEP - UFSCar, 2006.

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

ANEXO 1 – MAPA PARA CONTROLE DIÁRIO DE TEMPERATURA DE CAMARAS FRIAS EXIGIDO PELA REDE DE FRIO.

Mapa para controle diário de temperatura

											MÊS		ANO	
UF	MUNICÍPIO					UNIDADE SANITÁRIA					GELADEIRA ☐	FREEZER ☐		
PERÍODO														
MANHÃ						TARDE					OBSERVAÇÕES			
DIA	HORA	MOMENTO	MÍN.	MÁX.	BUBSCA	HORA	MOMENTO	MÍN.	MÁX.	BUBSCA				
01														
02														
03														
04														
05														
06														
07														
08														
09														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														
31														
FALHA														
HORA						TEMPERATURA ENCONTRADA					DIAS PARADOS			
OBSERVAÇÕES														

ANEXO 2 – FORMULÁRIO FMEA IMPLEMENTADO NA PESQUISA DE CAMPO, ADAPTADO PELO AUTOR EM EXCEL.

Nº FMEA:	XXXXXX 001	Data de Início:			14/05/2021		Responsável:		Colaborador 01	
Processo:	1									
Setor:	IMUNIZAÇÃO						Revisado por:		Coordenador 01	
Ponto da Falha		Análise da Falha			Avaliação de Risco				Ação Preventiva Recomendada	
Equipamento	Função do Equipamento	Modos de Falha	Efeitos de Falha	Causa da Falha	Ocorrência	Severidade	Deteção	RPN		
Câmara Fria	Manter a temperatura de imunobiológicos	Baixa temperatura	Perda de imunológicos	Prejuízo no processo de administração da vacina por falta de produto	6	10	2	120	Verificação e controle de temperatura, caso baixa de temperatura, substituição do equipamento	
Termômetro de gelo	Aferição de temperatura do ambiente onde se encontra o imunobiológico	Bateria baixa ou sem bateria	Perda de imunológicos	Prejuízo no processo de administração da vacina e a confiabilidade do imunológico	5	10	2	100	Avaliação do equipamento, caso necessário a substituição do equipamento ou bateria .	
Câmara Fria	Manter a temperatura de imunobiológicos	Má distribuição de imunobiológicos no ambiente refrigerado.	perda de imunobiológicos	má refrigeração dos imunobiológicos	6	10	2	120	Treinamento da equipe para dispersão de imunobiológicos nas câmaras frias.	
Câmara Fria	Manter a temperatura de imunobiológicos	Sobrecarga de imunobiológicos	perda de imunobiológicos	má refrigeração dos imunobiológicos	6	10	2	120	Aquisição e instalação de mais um equipamento. (Câmara fria)	
Câmara Fria	Manter a temperatura de imunobiológicos	Manutenção corretivas efetuadas de maneira errônea	perda de imunobiológicos	má refrigeração dos imunobiológicos	3	10	2	60	Aplicar Manutenção corretiva pela assistência do equipamento.	
Energia do local das câmaras frias	Manter ligada as câmaras frias	falta de energia	perda de imunobiológicos	má refrigeração dos imunobiológicos	7	10	2	140	Aquisição e instalação de um gerador elétrico.	
Ar condicionado	manter a temperatura correta da sala de vacinas	aumento da temperatura ambiente	sobrecarga das câmaras frias	temperatura externa elevada	6	6	2	72	Aquisição e instalação de um ar condicionado com potência suficiente para manter a temperatura externa da câmara correta.	