

ANÁLISE E TRATAMENTO DE FALHAS NO ARMAZENAMENTO DE VACINAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS*ANALYSIS AND TREATMENT OF FAILURES IN THE STORAGE OF VACCINE IN THE STATE OF MINAS GERAIS**ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE FALLAS EN EL ALMACENAMIENTO DE VACUNAS EN EL ESTADO DE MINAS GERAIS*

Nilson Oliveira da Silva Júnior¹ (n.oliveirajr@outlook.com.br)
Pedro Henrique Pimenta Ribeiro¹ (pdro.pimenta@hotmail.com)
Andressa Amaral de Azevedo¹ (andressa@pucminas.br)

¹Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas

Resumo

O objetivo deste estudo foi analisar os fatores determinantes das perdas dos imunobiológicos no estado de Minas Gerais, identificando as características do problema, definindo ferramentas para análise de falhas, calculando o valor total dessas perdas e estabelecendo práticas necessárias para reduzir a recorrência de falhas. Para mensurar os dados, foram levantadas informações no Sistema Eletrônico do Serviço de Informações ao Cidadão (e-SIC). Com os dados obtidos dos anos de 2017 a 2019, através dos Diagramas de Pareto e de Ishikawa, foi possível observar que as principais falhas foram a de equipamento e a de energia, que causaram um prejuízo de R\$ 3.661.633,37. Como conclusão, foi recomendado o investimento em manutenções preventivas e preditivas de infraestrutura.

Palavras-chave: Imunobiológico, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa, Falhas.

Abstract

The aim of this study was to analyze the factors that determine the losses of immunobiologicals in the state of Minas Gerais, identifying the characteristics of the problem, defining tools for failure analysis, identifying the total value of these losses and establishing necessary practices so that an identified failure does not take place. To measure the data, information was collected from the Electronic System of the Citizen Information Service (e-SIC), exposed by the Information Technology Department of the Unified Health System (DATASUS). With the data obtained from 2017 to 2019, through the Pareto and Ishikawa Diagrams, we defined, through the results, that the main failures were equipment and energy, which caused a loss of R\$ 3.661.633, 37. An investment in preventive and predictive maintenance is recommended.

Keywords: Immunobiological, Pareto Diagram, Ishikawa Diagram, Failures.

Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar los determinantes de las pérdidas inmunobiológicas en el estado de Minas Gerais, identificando las características del problema, definiendo herramientas para el análisis de fallas, calculando el valor total de estas pérdidas y estableciendo las prácticas necesarias para reducir la recurrencia de fallas. Para la medición de los datos, la información fue recolectada en el Sistema Electrónico del Servicio de Información al Ciudadano (e-SIC). Con los datos obtenidos de los años 2017 a 2019, a través de los Diagramas de Pareto e Ishikawa, fue posible observar que las principales fallas fueron de equipos y energía, lo que generó una pérdida de R\$ 3.661.633,37. En conclusión, se recomendó la inversión en mantenimiento preventivo y predictivo de la infraestructura.

Palabras clave: Imunobiológico, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa, Defectos.

Introdução

Em um estudo realizado por Filho *et al.* (2020), entre 2014 e 2016, o Estado do Ceará teve um prejuízo de R\$1.834.604,70 em perdas físicas de vacinas. Esse valor representou 160.767 doses de vacinas, soros e imunoglobulinas fornecidos pelo Programa Nacional de Imunizações (PNI) ao Estado. Os imunobiológicos com mais doses perdidas foram a vacina contra hepatite B, vacina dupla adulto (Dt), vacina tríplice bacteriana (DTP), vacina oral contra poliomielite (VOP) e a vacina tríplice viral.

As perdas vacinais podem ser categorizadas em físicas e técnicas. Perdas físicas ocorrem quando são quebradas por erros de manipulação, alcançam os prazos de validade estabelecidos, devido à ausência de treinamentos na aplicação, problemas com a rede de frio, entre outros. As perdas físicas são consideradas como evitáveis e ocorrem quando a unidade de saúde não cumpre as normas e os procedimentos estabelecidos pelo PNI (CROSEWSKI; LAROCA; CHAVES, 2018). Já as perdas técnicas são consideradas justificáveis, pois ocorrem devido à abertura de um frasco multidosado que não foi totalmente utilizado no prazo estabelecido. Devido ao curto prazo de validade após abertura do frasco, o controle é considerado mais complexo (BRASIL, 2017).

O controle dos imunobiológicos utilizados nos municípios brasileiros, incluindo a movimentação, utilização, perdas dos imunobiológicos nos estoques e das doses aplicadas, é feito no Sistema de Apuração de Imunobiológicos Utilizados (SI-AIU). Neste estudo, o foco foi na perda física das vacinas. No Brasil, o PNI, instituído pelo Ministério da Saúde e lançado em 1973, organiza a política nacional de vacinação da população brasileira, cuja principal finalidade é coordenar as ações voltadas à imunização da população, controlar e erradicar as doenças imunopreveníveis.

Atualmente, em meio à crise pandêmica e a diversos outros casos de vacinação em massa, existe a necessidade de uma avaliação sistemática da prevalência de perdas de vacinas. O Brasil possui um programa de imunização, exemplo mundial, que convive com esses problemas básicos no dia a dia, entre os quais se têm como principais exemplos as perdas técnicas e físicas (PEREIRA *et al.*, 2013).

A perda dessas vacinas pode onerar o orçamento do Sistema Único de Saúde (SUS), além de desperdiçar importantes recursos para a prevenção de doenças. Assim sendo, faz-se necessário o gerenciamento adequado do sistema, visando a redução das perdas e otimização do planejamento de aquisição e distribuição dos imunobiológicos.

Considerando o contexto apresentado, o objetivo geral deste estudo foi analisar os fatores determinantes das perdas dos imunobiológicos em Minas Gerais entre os anos de 2017 e 2019,

tendo em vista que o Estado, de acordo com o IBGE, possui uma população estimada (2021) de 21.411.923 pessoas, ocupa o 9º lugar no *ranking* de Índice de Desenvolvimento Humano (2010) no país, com 0,731, e em 2017 foi o 2º Estado com maior despesa orçamentária totalizando em R\$ 98.391.669,16. Os objetivos específicos foram: identificar as características do problema, definir ferramentas para análise de falhas, identificar o valor total dessas perdas e estabelecer práticas necessárias para que uma falha identificada não tenha recorrência.

1 Referencial Teórico

1.1 Plano Nacional de Imunização

No século XX, o país apresentava um saneamento básico precário, sendo indispensável a implantação de medidas sanitárias (MACHADO; MAGALHÃES, 2019). Em meio à epidemia de varíola, em 1904 iniciou-se, no Brasil, a imunização na cidade do Rio de Janeiro. Contudo, a estratégia acarretou medo e indignação após a tentativa da obrigatoriedade da vacinação, tendo em vista que o governo impôs sem explicação a respeito da finalidade da vacina e os seus benefícios (RIBEIRO *et al.*, 2010). Tal levante popular ficou conhecido como “Revolta da Vacina”.

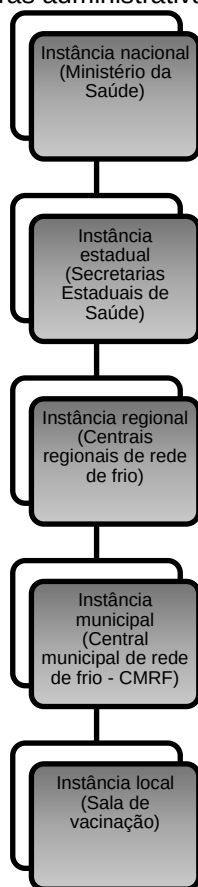
Criado em 1973, o PNI tem a função de normatizar procedimentos a serem adotados pela Rede de Frio, como, estoque, distribuição, manuseio de imunobiológicos e manutenção de equipamentos e outros materiais por meio de manuais técnicos e treinamentos dos técnicos (AZEVEDO; MORAES, 2006). A Rede de Frio é responsável em garantir as condições adequadas de refrigeração dos imunobiológicos durante o armazenamento, conservação, distribuição e transporte, desde o laboratório produtor até a sua administração (CROSEWSKI; LAROCA; CHAVES, 2018). Em concordância, Cardoso *et al.* (2017) definem que Rede de Frio é um processo logístico complexo constituído de procedimentos destinados à conservação dos imunobiológicos, em temperatura ideal para que garantam a sua função de imunização. Quando ocorre algum tipo de alteração ou quebra na rede, o processo de refrigeração é interrompido e compromete a eficácia dos imunobiológicos. Esse evento é chamado de rotura na rede de frio; ou seja, qualquer quebra na temperatura ou manipulação inadequada como: manuseio inadequado, equipamento com defeito ou falta de energia elétrica, afeta de forma significativa a qualidade da vacina.

Os autores Cardoso *et al.* (2017) também afirmam que a estrutura da rede de frio de imunobiológicos é dividida em esferas administrativas nacional, estadual, regional, municipal e local, conforme apresentado na Figura 01. A instância nacional é constituída pelo Ministério da Saúde e tem como responsabilidade definir normas e parâmetros técnicos para utilização e distribuição dos imunobiológicos. A instância estadual é constituída pelas Secretarias Estaduais

de Saúde (SES) e tem como responsabilidade a rede de frio no nível estadual e distribuir os imunobiológicos para os municípios, através das esferas regionais, quando existir.

A instância regional é constituída pelas centrais regionais de rede de frio, submetidas às SES, e tem a responsabilidade de distribuir imunobiológicos para os municípios. Para realizar essa tarefa, a instância deve deter uma estrutura com área e armazenamento dos imunobiológicos, almoxarifado para guarda de insumos (seringas, agulhas, caixas térmicas etc.). A instância municipal, ou Central municipal de rede de frio (CMRF), tem como função realizar o planejamento integrado das ações realizadas nessa instância, assim como armazenamento e distribuição dos imunobiológicos. A instância local é constituída pela sala de vacinação, ou seja, a instância final da rede de frio e tem como responsabilidade os procedimentos de vacinação rotineiras, campanhas e intensificações.

Figura 1 – Esferas administrativas da rede de frio



Fonte: Elaborado pelos autores

Ribeiro *et al.* (2010) indicam que vários equipamentos podem realizar a manutenção de temperatura, que varia de tamanho, números e formas de acordo com a demanda da instância a ser atendida. Na instância estadual, os imunobiológicos são agrupados em freezers. Na instância regional, são agrupados em geladeiras, geladeiras comerciais e *freezers*. Já na instância local, são armazenados em geladeira e caixa térmica. Para evitar não conformidades, as câmaras frias

devem ser mantidas com temperatura positiva entre +2°C a +8°C, ou negativas, entre -25°C a -15°C, e dentro do prazo de validade especificado no frasco (BRASIL, 2017).

1.2 Sistema Público de Saúde

Com uma proposta vinculada à ideia de todas as pessoas terem direito à saúde, o SUS propõe uma sociedade solidária e democrática, movida por valores de igualdade e equidade, além de ser garantida pela Constituição da República de 1988. Pela primeira vez na história do Brasil, a saúde passou a ser reconhecida como um direito social (PAIM, 2009).

Visando maior acesso à assistência de saúde de qualidade, antes restrito ao modelo privado ou à saúde complementar, o SUS nasceu por meio da pressão dos movimentos sociais que entenderam que a saúde é um direito de todos. Tal instituição, cujo modelo de gestão é descentralizado, é um sistema financiado com os impostos do cidadão, com os recursos próprios de União, Estados, Municípios e de outras fontes de financiamento. Estes órgãos dividem a responsabilidade de forma integrada, garantindo o atendimento de saúde gratuito a qualquer cidadão através da parceria entre os três poderes (BRASIL, 2021).

Para a gestão de operações, o PNI recomenda que sejam adotados procedimentos técnicos e administrativos que assegurem a qualidade nas atividades de armazenamento, manuseio, distribuição e transporte de imunobiológicos. Em conjunto, a regional deve garantir que os agentes responsáveis pela vigilância e segurança das centrais de rede de frio estejam capacitados/treinados para a identificação acertada de problemas que possam comprometer a qualidade dos imunobiológicos, transmitindo de forma imediata ao técnico responsável (BRASIL, 2017).

1.3 Tratamento de falhas no controle de armazenamento e segurança das vacinas

Para Crosewski, Laroca e Chaves (2018), desde a década de 1970, a vacinação tem representado para a saúde pública a forma de proteção específica com a melhor relação custo-benefício. Em decorrência disso, as vacinas têm contribuído para alteração do perfil epidemiológico das doenças imunopreveníveis, diminuindo o número de casos e os custos com hospitalização e tratamento (PATINE *et al.*, 2021). Doenças imunopreveníveis são enfermidades que, através da vacina, são evitadas de forma eficaz. De acordo com Andrade *et al.* (2020), o sarampo é considerado como uma doença imunoprevenível no Brasil, apesar de ter sido a principal causadora de grandes epidemias, ocasionando em muitas complicações e mortes.

Para a erradicação e controle das doenças imunopreveníveis, em 1973, foi implantado, pelo Ministério da Saúde, o PNI que por meio da coordenação de ações voltadas para vacinação, obteve sucesso na erradicação da poliomielite (1989), controle do tétano neonatal e acidental, redução das formas graves de tuberculose, da difteria e da coqueluche (SANTOS *et al.*, 2016).

De acordo com Filho *et al.* (2020), as vacinas necessitam de preservação especial tendo em vista que são produtos farmacológicos termolábeis, ou seja, são sensíveis ao calor, ao frio e à luz. Devem ser armazenados, transportados, organizados, monitorados, distribuídos e administrados de maneira adequada para garantir a eficácia da sua imunidade. Visando esses cuidados, o PNI possui um sistema logístico denominado rede frio, que fica responsável por profissionais qualificados, equipamentos e protocolos, e mantém as características imunogênicas das vacinas durante o percurso do laboratório produtor e a administração (PATINE *et al.*, 2021). Os autores também sugerem que as instâncias responsáveis pelo armazenamento das vacinas devem realizar controle, registro e monitoramento diário da temperatura nos equipamentos e, caso ocorra alguma alteração, devem-se utilizar os dados de temperatura máxima, mínima e do momento em que foram atingidas e também o período em que se manteve nestas temperaturas.

As ações de conservação das vacinas e garantia do seu poder imunogênico são importantes para evitar doenças imunopreveníveis e melhorar a saúde da população, por isso é interessante conhecer as causas das perdas, que, na maior parte, são evitáveis (SANTOS *et al.*, 2016). Para Crosewski, Laroca e Chaves (2018), as perdas vacinais são divididas em dois grupos: perdas técnicas e perdas físicas.

Assim como uma organização privada, perdas envolvendo serviços de saúde pública podem gerar custos de não conformidade. Para Silva *et al.* (2018), o custo da não conformidade é o custo relacionado a falhas de um produto e/ou serviço que não atendeu os requisitos ou o custo devido à condição do processo. Os autores também afirmam que são gerados custos da conformidade que são custos do processo para fornecer, de maneira eficaz, produtos e/ou serviços que atendam os requisitos exigidos. Para que ocorra redução de custos de não conformidades, é necessário que a organização adote um programa de qualidade que seja eficaz. Para Pereira *et al.* (2019), deve-se implantar um processo de análise e tratamento de não conformidades diminuindo os custos de desperdícios em consequentemente garantindo que a organização sobreviva e mantenha-se competitiva.

Segundo Silva *et al.* (2018), qualidade total volta-se para redução de problemas e defeitos, utilizando metodologias estatísticas. No contexto da saúde pública, especificamente sobre imunobiológicos (vacinas), garantir a redução de falhas que possam influenciar na eficácia dos seus resultados é de importância pois as vacinas têm a finalidade de diminuir a morbimortalidade por doenças imunopreveníveis contribuindo para imunidade de rebanho (SANTOS *et al.*, 2016).

Os custos da qualidade são categorizados como dispêndios de produção ou serviço não previstos, que poderiam ter sido evitados se o serviço tivesse sido prestado da forma como se era esperado, de acordo com Pereira *et al.* (2019). Por outra forma, pode-se dizer que ocorreu uma falha. Falha é quando um produto ou serviço não cumpre a sua capacidade total ou cumpre parcialmente a sua função durante um período de tempo (FIGUEIREDO, 2019).

Com objetivo de eliminar falhas, as organizações adotam estratégias de melhoria contínua. Melhoria contínua é a capacidade de solução para problemas por meio de pequenos passos, alta frequência e ciclos curtos de mudança (VIEIRA *et al.*, 2019). As melhorias podem ser feitas por meio de ferramentas como, por exemplo, diagrama de Causa-efeito, com o objetivo de encontrar a causa raiz do problema.

O diagrama de Causa-efeito representa, de maneira gráfica, uma lista de possíveis causas que influenciam um fenômeno e dados que se relacionam entre si (DUTRA *et al.*, 2019). Para Campos (1992), quando um efeito ocorre, existe um conjunto de causas que podem ter influenciado.

Segundo Patine *et al.* (2021), o não cumprimento dos protocolos de conservação das vacinas por falhas ou erros, em última instância, gera prejuízos financeiros e de processos de trabalho que impactam a qualidade dos serviços de saúde. Além de percorrer as causas das perdas físicas de vacinas, o PNI também sugere que sejam adotadas ferramentas de apoio ao controle da qualidade que visam a eficiência dos processos de armazenamento, distribuição e a prevenção dos riscos à saúde do usuário final e do meio ambiente (BRASIL, 2017).

2 Metodologia

Neste trabalho, a natureza da pesquisa se caracteriza como aplicada tendo em vista que os resultados encontrados foram utilizados para solucionar problemas específicos. A abordagem utilizada foi uma análise estatística descritiva sobre o problema da perda física de vacinas.

Pelo Portal da Transparência, especificamente o Sistema Eletrônico do Serviço de Informações ao Cidadão (e-SIC), os dados foram extraídos de relatórios com a relação de imunobiológicos descartados, estratificados por situação de ocorrência, doses e valor em reais, e neles foram apresentados quantidade de vacinas descartadas por perdas físicas, o número de doses perdidas, custo médio por doses e os tipos de perda física de cada vacina. A pesquisa objetivou a realização de um estudo descritivo com base em dados de descartes de perdas físicas de 28 regionais do estado de Minas Gerais: Alfenas, Barbacena, Belo Horizonte, Cel. Fabriciano, Diamantina, Divinópolis, Governador Valadares, Itabira, Ituiutaba, Januária, Juiz de Fora, Leopoldina, Manhumirim, Montes Claros, Passos, Patos de Minas, Pedra Azul, Pirapora, Ponte Nova, Pouso Alegre, Ubá, Uberaba, Uberlândia, Unaí, Sete Lagoas, São João Del Rei, Varginha, Teófilo Otoni. A pesquisa buscou identificar as falhas, estabelecer ferramentas para análise, o custo gerado devido às perdas e medidas corretivas para evitar recorrência.

Por meio da ferramenta Diagrama de Ishikawa, foi realizada uma simulação de investigação de causas raízes considerando seis parâmetros: matéria-prima, máquina, medida, meio ambiente, mão de obra e método. A investigação foi realizada de acordo com os dados extraídos de um questionário, aplicado pela SES de Minas Gerais, denominado de

“Acompanhamento de gestão da qualidade para armazenamento e manuseio de vacinas no Estado de Minas Gerais” no período de outubro a dezembro de 2016 (e-Sic). O questionário foi enviado às 28 regionais, entretanto 1 regional não respondeu ao questionário.

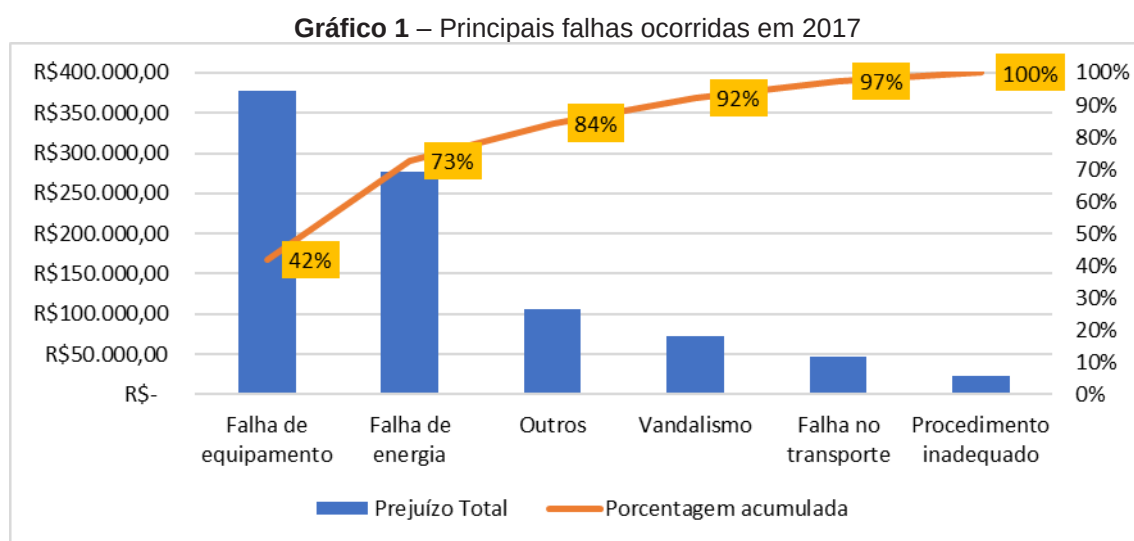
3 Resultados e Discussões

3.1 Características do problema

Diante dos dados apresentados, entre os anos 2017 e 2019, foi possível observar que o estado de Minas Gerais teve um prejuízo de R\$ 3.661.633,37 em perdas físicas de vacinas. Esse valor representou 239.099 doses de vacinas, soros e imunoglobulinas fornecidas pelo PNI ao Estado.

Nos relatórios extraídos, foram apresentados pelo menos seis tipos de falhas que contribuíram para a perda física dos imunobiológicos: falha de energia (1); falha no equipamento (2); perda de validade (3); procedimento inadequado (4); falha no transporte (5); vandalismos (6) e outras (consequências do vandalismo como tomadas com defeito, problemas no gerador, falha geral na chave de energia).

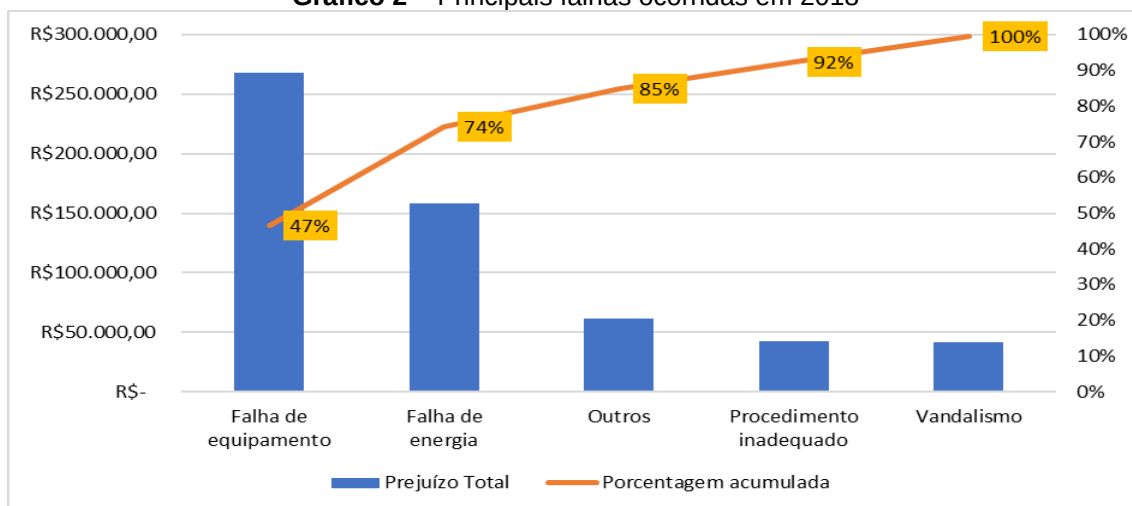
Através da análise de Pareto, considerando as informações de 2017, 2018 e 2019, observou-se que as principais falhas foram as relacionadas aos equipamentos e falta de energia. O prejuízo de tais falhas, representado no Gráfico 1, é da ordem de R\$ R\$ 654.549,17 dentro de R\$ 902.332,43; ou seja, as falhas de equipamentos e falta de energia representaram 73% do prejuízo financeiro em 2017.



O Gráfico 2 demonstra que, em 2018, as principais falhas tiveram uma participação de 74% de prejuízo financeiro, representando R\$ 426.036,61 dentro dos R\$ 573.509,45. Conforme

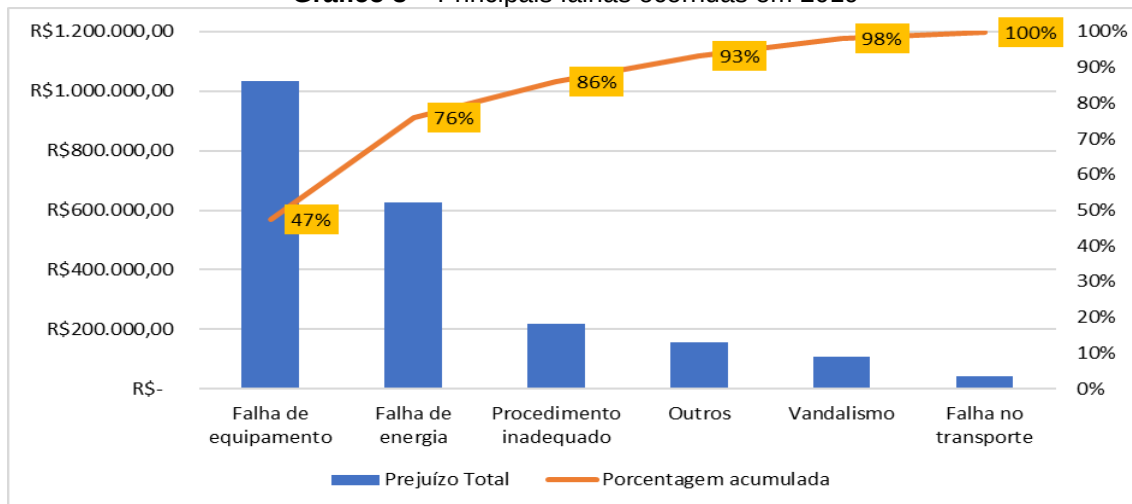
apresentado no Gráfico 3, as falhas relacionadas aos equipamentos e a falta de energia são 76% do prejuízo total de 2019. Foram perdidas 138.374 doses que geraram um custo de R\$ 2.185.791,49. Dentro dos três anos estudados, 2019 registrou 125.566 doses perdidas, em 2018 foram 39.135 doses e por fim, 2017 foram perdidas 74.398 doses. Dessa forma, foram identificadas as possíveis causas-raízes de cada falha e levantar planos de ação para que sejam eliminados.

Gráfico 2 – Principais falhas ocorridas em 2018



Fonte: Elaborado pelos autores

Gráfico 3 – Principais falhas ocorridas em 2019



Fonte: Elaborado pelos autores

3.2 Análise da causa-raiz

Após a identificação das principais falhas que ocasionaram as perdas de vacinas nos anos de 2017 a 2019, foram levantadas as possíveis causas-raízes através do Diagrama de Ishikawa. As causas levantadas consideraram os dados coletados pelo e-SIC, sobre perdas de vacinas em 2016, sobre as quais foi aplicado um questionário para as mesmas Redes Frios das regionais do

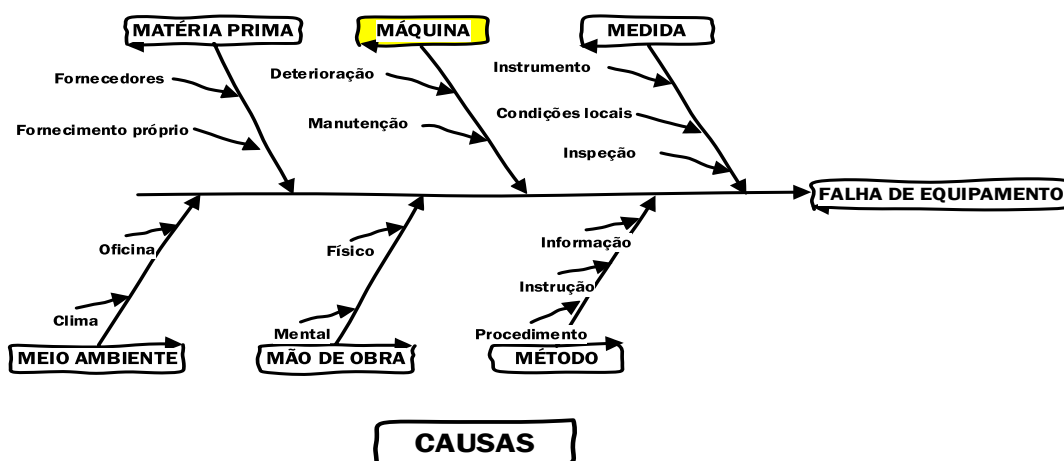
presente estudo. Uma das perguntas aplicada no questionário foi sobre a existência de um gerador instalado para manter a unidade ou rede de frio do município, e 88,9% das regionais responderam afirmativamente.

Outra pergunta relacionada à energia elétrica foi sobre cada equipamento possuir uma tomada elétrica exclusiva, e 92,6% das regionais confirmaram que sim. Entretanto, em 2016, ano de referência da aplicação do questionário, foram registrados, de prejuízo, R\$ 1.885.146,06 em perdas físicas de vacinas, tendo como principais efeitos a falha de energia, com 31,77% de ocorrências, e a falha de equipamento com 22,88%.

Segundo os autores Muniz *et al.* (2016), as suposições discutidas para indicar a verdadeira causa da falha encontrada contribuem para a sua redução, por meio do diagrama de Ishikawa. Em consonância, os autores Costa e Mendes (2018) afirmam que esta ferramenta da qualidade auxilia no levantamento das causas-raízes considerando todos os elementos que envolvem a execução do processo.

A falha de equipamento é quando há uma pane, parada, falha ou um mau funcionamento da câmara fria ou do refrigerador. Conforme apresentado na Figura 2, a possível causa-raiz para esta falha é a falta de manutenções periódicas nos equipamentos reservados para alocação das doses de vacinas.

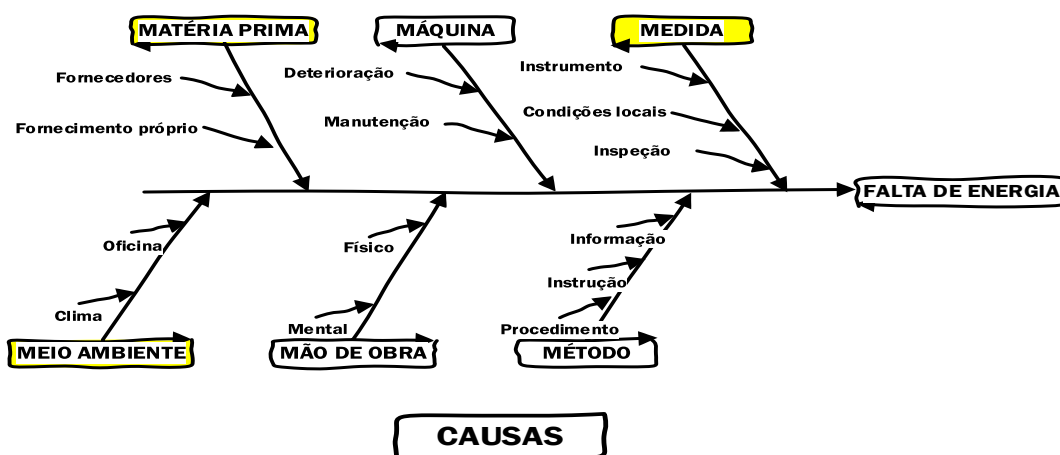
Figura 2 – Diagrama de Ishikawa para falha de equipamento



Fonte: Elaborado pelos autores

De acordo com a Figura 3, para a falha de energia, foram levantadas como possíveis causas-raízes: falta de inspeções nos geradores (medida); alterações climáticas: ventania, fortes chuvas ou queda de árvores (meio ambiente); queda de energia no fornecedor do local causando prejuízo na estabilidade da refrigeração (matéria-prima).

Figura 3 - Diagrama de Ishikawa para falha de energia



Fonte: Elaborado pelos autores

3.3 Ações para evitar recorrências das falhas

As atividades de manutenção têm o objetivo de manter as condições originais de operação e desempenho e nunca exceder estas condições (XENOS, 2014). Estas atividades são derivadas de decisões do dia a dia para prevenir ou corrigir potenciais anomalias ou falhas identificadas pelos operadores de produção ou pelas equipes de manutenção e podem ser resolvidas com apenas uma lubrificação, reparação de uma falha, substituição periódica de uma peça ou se certificar de que a operação ocorra de forma correta.

Os autores Azevedo e Moura (2018) defendem que o controle da temperatura interna dos equipamentos de armazenagem deve ser constante, tendo em vista que a variação da temperatura interna pode alterar a conservação do produto que estiver alocado. Sendo assim, os autores sugerem que, além do uso do termômetro, também é recomendado utilizar termo registradores que farão o registro das variações de temperatura ao longo do tempo. Essa recomendação vai ao encontro do que foi discutido por Oliveira *et al.* (2019), que indicam: a exposição à alta temperatura reduz a vida útil de uma vacina, enquanto a baixa temperatura causa perda irreversível da potência.

Já as atividades de melhoria têm o propósito de melhorar as condições originais da operação, desempenho e confiabilidade intrínseca, através da implementação de alterações ou modificações no seu projeto ou configuração inicial (XENOS, 2014). As atividades de melhoria demandam ações específicas, tanto técnicas quanto gerenciais, que desenham na modificação de padrões e procedimentos existentes para aumentar a capacidade de produção, melhorar a qualidade dos produtos ou reduzir os custos de manutenção.

Como planos de ação, os autores Azevedo e Moura (2018) julgam a realização dos seguintes tipos de manutenção: a preventiva e a preditiva. Conforme apontado pelo autor Xenos (2014), a primeira deve ser realizada em intervalos predeterminados por meio de inspeções, reformas e troca de peças. Em harmonia, os autores Azevedo e Moura (2018) sugerem que, durante as inspeções, deve-se verificar nos refrigeradores/câmaras refrigeradas: a borracha e as dobradiças da porta; o nivelamento; se o cabo de alimentação está íntegro; se as tomadas (parede e cabo) estão em bom estado; observar se há oscilação excessiva de energia elétrica no local; em caso positivo, instalar um nobreak adequado à potência da câmara refrigerada/refrigerador, ou solicitar verificação na instalação elétrica.

Já a manutenção preditiva visa otimizar a troca das peças ou reforma dos equipamentos através do monitoramento da vida útil da peça ou do componente. Sendo assim, os autores Azevedo e Moura (2018) propõem a realização do monitoramento dos indicadores previamente estabelecidos, para que não ultrapassem os limites e tolerâncias admissíveis como, por exemplo, limites de vibração, desgaste de componentes e alterações na temperatura. Por meio da ferramenta 5W1H, foi desenvolvido plano de ação visando a solução das falhas identificadas e evitando as respectivas recorrências. O Quadro 1 apresenta o modelo elaborado.

Quadro 1 – Plano de ação

O QUE (WHAT)	PARA QUE (WHY)	QUEM (WHO)	QUANDO (WHEN)	ONDE (WHERE)	COMO (HOW)
Necessidade de atuação	Justificativa/ benefícios	Responsável	Prioridade	Qual área	Atividades necessárias
Realizar inspeções periódicas nos equipamentos / câmaras refrigeradoras	Para evitar potenciais falhas de funcionamento e perda de vacinas	Colaboradores da Rede Frio da Instância local com autonomia quanto à manutenção de equipamentos	Mínimo 1x por dia	Instância local (sala de vacinação)	Elaboração de cronograma, e <i>checklist</i> com os principais pontos a serem verificados.
Instalação de geradores de energia	Garantir pleno funcionamento dos equipamentos/câmaras refrigeradoras em caso de eventuais falhas de energia elétrica nos fornecedores	Gerente/Coordenador da Instância Local	Após chegada de remessa de vacinas	Instância local (sala de vacinação)	Aquisição de gerador; Contratação de mão de obra especializada para instalação

Fonte: Elaborado pelos autores

Considerações Finais

A avaliação das falhas das perdas físicas das vacinas no estado de Minas Gerais aponta recorrências durante o período avaliado. Essas falhas, além de onerar o orçamento do SUS, podem afetar de forma negativa a imagem das campanhas de vacinação do Estado, desperdiçam

recursos de extrema relevância para prevenção de doenças de nível epidêmico que afetam a saúde pública no Brasil como o sarampo.

De acordo com os autores Souza e Pereira (2020), sarampo é uma doença infecciosa aguda que, antes de a vacina contra a doença estar disponível em 1963, causou aproximadamente 2,6 milhões de mortes ao ano. A sua prevenção se dá somente através da aplicação da vacina, disponível no SUS.

Os dados preliminares deste estudo apontam que é recomendado maior investimento na manutenção da infraestrutura de armazenamento das vacinas para que as ocorrências das falhas sejam eliminadas e/ou reduzidas. É sugerido também que sejam estabelecidas parcerias com os fornecedores de energia elétrica da região para se ter acesso previamente a informações a respeito das interrupções programadas no fornecimento de energia elétrica, e poder estabelecer algum plano de armazenamento dos imunobiológicos em outro local antes que ocorra a queda de energia e, conseqüentemente, a alteração de temperatura das vacinas.

Pode-se sugerir, também, que as Redes de Frio regionais de Minas Gerais direcionem recursos para implantação ou adoção de práticas de gestão da qualidade para que se evite que as falhas identificadas em determinado período não ocorram novamente ou que ocorram com menor frequência futuramente. Pela ferramenta Diagrama de Pareto, foi demonstrado que o mau funcionamento da câmara fria ou do refrigerador e a falta de energia foram as principais causas das perdas de vacinas entre os anos 2017 e 2019. Sendo assim, é possível concluir que as Redes de Frio não fizeram o tratamento adequado das falhas ou as ações realizadas não foram eficazes.

Pelo Diagrama de Ishikawa, foram identificadas possíveis causas-raízes. Para a falha de equipamento, foi apontada a possível falta de manutenções preventivas nas câmaras frias e nos refrigeradores. Já para a falta de energia, foram identificados como possíveis causas falta de inspeções nos geradores, alterações climáticas, queda de energia no fornecedor da região.

Como plano de ação, é sugerido que seja criado um plano de manutenção baseado em um checklist com os procedimentos de verificação do status de cada equipamento após uma intervenção preventiva para que seja realizado em intervalos planejados. Outro plano de ação sugerido é a implantação de controles operacionais como aquisição de geradores de energia ou de placas solares para casos de queda de energia.

Por fim, para estudos futuros é sugerido que seja feito estudo de aplicação de indicadores de performance (KPIs) para monitoramento e avaliação das Redes de Frio, estabelecimento de metas regionais, desenvolvimento de projetos e processos, e identificação de necessidade de correções e ajustes. Outro campo interessante a ser explanado é o estudo de levantamento de riscos para minimização dos impactos e de oportunidades de melhoria no processo de armazenamento de vacinas.

Referências

ANDRADE, Nathália da Costa Melo de Andrade; COSTA, Rachel de Araujo; ALVES, Maria Eduarda Fernandes; DURAN, Isabelle Oliveira; SIQUEIRA, Janaina Moreno de; FARIAS, Sheila Nascimento Pereira de. A enfermagem no enfrentamento do sarampo e outras doenças imunopreveníveis. **Revista Nursing**, 2020; 23 (263): 3721-3728. Disponível em:<<http://www.revistanursing.com.br/revistas/263/pg64.pdf>>. Acesso em: 01 maio 2021.

ARANDA, Clelia Maria Sarmiento de Souza; MORAES, José Cássio de. Rede de frio para a conservação de vacinas em unidades públicas do município de São Paulo: conhecimento e prática. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, 2006; 9(2): 172-85. Disponível em:<scielosp.org/article/rbepid/2006.v9n2/172-185/>. Acesso em: 28 set. 2021.

AZEVEDO, Alexandre Moreno; MOURA, Pedro Luiz da Silva. Refrigeração e equipamentos da rede de frio. In: **Rede de frio: gestão, especificidades e atividades**. SILVA, Marileide do Nascimento; FLAUZINO, Regina Fernandes. RJ: CDEAD/ENSP/EPJSV/ Editora FIOCRUZ, 2017. Disponível em:<<http://books.scielo.org/id/9qkyp/pdf/silva-9786557080962.pdf#page=148>>. Acesso em: 01 out. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual de Rede de Frio do Programa Nacional de Imunização**. Departamento de Vigilância Epidemiológica. 5. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2017. Disponível em:<https://portal.arquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2017/dezembro/15/rede_frio_2017_web_VF.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2021.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Controle da qualidade total** (no estilo japonês). 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

CARDOSO, André Silva; COSTA, Clayton Bernardo da; BARROS, Cristiane Pereira de; FURTADO, Felipe da Silva; ESTERY, João Leonel Batista; TELES, Walquíria Gonçalves dos Santos; EUGÊNIO, Yeda Célia Silva. Gestão da rede de frio de imunobiológicos. In: **Rede de frio: gestão, especificidades e atividades**. SILVA, Marileide do Nascimento; FLAUZINO, Regina Fernandes. RJ: CDEAD/ENSP/EPJSV/ Editora FIOCRUZ, 2017. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/9qkyp/pdf/silva-9786557080962.pdf#page=176>>. Acesso em: 01 out. 2021.

COSTA, Taiane Barbosa da Silva; MENDES, Meirivone Alves. Análise da causa raiz: Utilização do diagrama de Ishikawa e Método dos 5 Porquês para identificação das causas da baixa produtividade em uma cacauicultura. X SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE (2018) – Sustentabilidade e Meio Ambiente. **Anais...** Disponível em:<<https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10450/2/AnaliseCausaRaiz.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2021.

CROSEWSKI, Fernanda; LAROCCA, Liliana Müller; CHAVES, Maria Marta Nolasco. Perdas evitáveis de imunobiológicos na instância local: reflexões acerca do processo de trabalho da enfermagem. **Saúde em Debate**, Volume: 42, Número: 116, Publicado: 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-11042018000100203&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 14 mar. 2021.

DUTRA, Francisco Clécio da Silva; VASCONCELOS, Patrícia Freire de; MONTEIRO, Flávia Paula Magalhães; FREIRE, Vanessa Emille Carvalho de Sousa; NETO, Pedro Holanda Souza. Falhas na administração de imunobiológicos: análise de causa raiz. **Revista de Enfermagem UFPE on**

line (REUOL), Volume 13, Publicado em 14 junho 2019. Disponível em:<<https://doi.org/10.5205/1981-8963.2019.239254>>. Acesso em: 18 ago. 2021

FIGUEIREDO, Danielle Lima de. Gestão da manutenção: Metodologias e Ferramentas para Análises de Falhas. IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO. Ponta Grossa, PR, Brasil, 04 a 06 de dezembro de 2019. **Anais...** Disponível em:<http://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/10202019_011052_5dabdc30a9927.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Minas Gerais – Panorama.** Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/panorama>>. Acesso em: 21 set. 2021

MACHADO, Lauren De Oliveira; MAGALHÃES, José Pedro Custódio. Aspectos legais na imunização de crianças e adolescentes. 5ª MoEduCiTec 2019. UNIJUÍ, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em:<<https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/moeducitec/article/view/12515>>. Acesso em: 12 out. 2021.

MUNIZ, Gabriel Ferreira; MONTEIRO, Mauro Pereira; DIAS, Wellington Carvalho; Fioravante, Igor Alexandre; FERNANDES, Luiz Fernando Vargas Malerba; RIBEIRO, Rosinei Batista. **Análise da causa raiz no processo produtivo por meio do uso das ferramentas da qualidade.** Disponível em: <<http://fatea.br/seer3/index.php/Difactum/article/view/24/20>>. Acesso em: 14 out. 2021.

OLIVEIRA, Valéria Conceição de; DUARTE, Deborah Correia; SILVA, Suelem Santos; PESSOA, Marco Túlio Corrêa; GONTIJO, Tarcisio Laerte; GUIMARÃES, Eliete Albano de Azevedo. Avaliação da cadeia de frio do transporte de vacina: estudo transversal em Minas Gerais, Brasil. **Rev. APS.** 2019; jul./set.; 22(3). Disponível em:<<https://periodicos.ufjf.br/index.php/aps/article/view/16032/22824>>. Acesso em: 07 out. 2021

PAIM, Jairnilson Silva. **O Que é o SUS.** 3. ed. Rio de Janeiro: Fio Cruz, 2009. 148p.

PEREIRA, Diego Daniel dos Santos; NEVES, Eduardo Borba; GEMELLI, Mauro; ULBRICHT, Leandra. Análise da taxa de utilização e perda de vacinas no programa nacional de imunização. **Cad. saúde colet.** 21 (4), 2013. Disponível em:<https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-462X2013000400010&script=sci_abstract&lng=pt#:~:text=Foram%20distribuídas%20no%20município%202.101,71%2C96%25%20de%20perdas.>. Acesso em: 28 fev. 2021.

PEREIRA, Matheus Rodrigues; AMARAL, Mateus Carvalho; BARROS, Carlos Frederico De Oliveira; OLIVEIRA, Vanessa End De; SILVA, Maria Helena Teixeira Da; CHAVES, Luiz Antônio De Oliveira; SILVA, Uilson Alves da; MACHADO, Flávio Silva. Aplicação de métodos de análise de falhas no tratamento de não conformidades no setor de óleo e gás / Application of fault analysis methods for treatment of non-conformity in the oil and gas sector. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 5, n. 11, p. 26058-26075, nov. 2019. Disponível em:<<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/4770/4397>>. Acesso em: 05 jul. 2021.

RIBEIRO, Divina Ozania; CASTRO, Fabiane de; FERREIRA, Gilmara Cristiane; SANTOS, Janaína Cristina; COUTINHO, Raquel Machado Cavalca. Qualidade da conservação e armazenamento dos imunobiológicos da rede básica do Distrito Sul de Campinas. **J Health Sci Inst.** 2010; 28(1): 21-8. Disponível em:<https://repositorio.unip.br/wp-content/uploads/2020/12/V28_n1_2010_p21-28.pdf>. Acesso em: 28 set. 2021.

SEABRA FILHO, Francisco Tarcísio; MOURA, Ana Débora Assis; BRAGA, Ana Vilma Leite; JEREISSATI, Nayara de Castro Costa; CÂNCIO, Kariny Santos; SILVA, Marcelo Gurgel Carlos da. Perdas físicas de imunobiológicos no estado do Ceará, 2014-2016. **Epidemiol. Serv. Saúde**, 29 (2), 2020. Disponível em:<https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2237-

96222020000200703#:~:text=Em%202014-2016%2C%20foram%20perdidas,%24%201.834.604%2C75.>. Acesso em: 14 mar. 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE, Minas Gerais. Saúde.mg.gov. SUS. Disponível em:<<https://www.saude.mg.gov.br/sus>>. Acesso em: 28 abr. 2021.

SILVA, Viviane Lima; FERREIRA, Diego Veras; PEREIRA, Rodrigo Teixeira; SILVA, Thaís Batista e; ALENCAR, Bruno Martins; SILVA, Moisés Monteiro da, SOUSA, Jorge Luís Silva de; RIBEIRO, João Vítor Saraiva; IBIAPINA, Jaderson Osvaldo Oliveira. Gestão da Qualidade: Conceitos e Perspectivas em Segurança nos Serviços de Saúde Pública. **Semana Acadêmica Revista Científica ISSN 2236 - 6717**, 2018. Unieducar Inteligência Educacional, Fortaleza - Ceará. Disponível em:<https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/sst192_artigo_cientifico_.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2021.

SOUZA, Ludmilla Gomes de; PEREIRA, Mayara Cândida. Evolução do surto de sarampo no Brasil e as ações de combate e de prevenção praticadas. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos** - Ano III (2020), volume III, n.6 (jan./jun.). Disponível em:<<http://www.revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/119/195>>. Acesso em: 13 dez. 2021.

SISTEMA ELETRÔNICO DO SERVIÇO DE INFORMAÇÕES AO CIDADÃO – e-SIC. **Acesso à Informação**. Disponível em: <<https://www.gov.br/acessoainformacao/pt-br>>. Acesso em: 21 set. 2021.

VIEIRA, Alynny Fernandes; SOARES, Maíra Hosana Coelho; SILVA, Maria Bárbara da; AMORIM, Natália dos Santos. Estudo analítico sobre a aplicação das ferramentas 5s e 5 porquês: uma revisão literária. II SIMPÓSIO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Universidade Federal da Grande Dourados, 29 de outubro a 01 de novembro de 2019, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. Disponível em:<<https://ocs.ufgd.edu.br/index.php?conference=sinep&schedConf=IISINEP&page=paper&op=viewFile&path%5B%5D=1200&path%5B%5D=1187>>. Acesso em: 05 jul. 2021.

Recebido em 21/08/2022

Aceito em 26/04/2022