

FMEA E POKA YOKE EM UM PROCESSO DE ENVASE: UM ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA VETERINÁRIA

FMEA AND POKA YOKE IN A FILLING PROCESS: A CASE STUDY IN THE VETERINARY PHARMACEUTICAL INDUSTRY

BANDEIRA DE MELLO, Beatriz Varandas¹
NÓBREGA, Marcelo de Jesus Rodrigues da²

Resumo: A análise dos modos de falha e seus efeitos (FMEA) é uma ferramenta reconhecida para identificar, priorizar e mitigar riscos nos processos produtivos. Além disso, o conceito de Poka Yoke, também conhecido como à prova de erros, surgiu como uma abordagem eficaz para prevenir erros e garantir a qualidade do produto. Considerando a importância dessas metodologias na indústria farmacêutica veterinária, este estudo de caso tem como objetivo investigar a aplicação conjunta de FMEA e Poka Yoke no processo de envase. Este trabalho visa contribuir para o avanço do conhecimento sobre a aplicação de FMEA e Poka Yoke em processos de envase na indústria farmacêutica veterinária. Ao final do estudo, espera-se que os resultados obtidos possam servir de base para a implementação de medidas preventivas e corretivas eficazes.

Palavras-Chave: FMEA, Poka Yoke, indústria farmacêutica veterinária, processo de envase.

Abstract: Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) is a recognized tool for identifying, prioritizing and mitigating risks in production processes. Furthermore, the concept of Poka Yoke, also known as error-proofing, has emerged as an effective approach to preventing errors and ensuring product quality. Considering the importance of these methodologies in the veterinary pharmaceutical industry, this case study aims to investigate the joint application of FMEA and Poka Yoke in the filling process. This work aims to contribute to the advancement of knowledge about the application of FMEA and Poka Yoke in filling processes in the veterinary pharmaceutical industry. At the end of the study, it is expected that the results obtained can serve as a basis for the implementation of effective preventive and corrective measures.

Keywords: FMEA, Poka Yoke, veterinary pharmaceutical industry, filling process.

¹ Engenharia de Produção – Universidade Santa Úrsula – beatriz.mello@souusu.com.br

² Professor – Universidade Santa Úrsula - coordenacao.engmecanica@usu.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A análise dos modos de falha e seus efeitos (FMEA) é uma ferramenta reconhecida para identificar, priorizar e mitigar riscos em processos produtivos (CAO; LU, 2014). Essa metodologia permite avaliar os potenciais modos de falha, suas causas e consequências, possibilitando ações preventivas para reduzir a ocorrência de falhas e seus impactos negativos (DALL'ANTONIA; SAURIN, 2011). Ao aplicar o FMEA no estágio de projeto de um produto, é possível antecipar e eliminar potenciais falhas, contribuindo para um processo de envase mais confiável e seguro (BALLESTERO-ALVAREZ; CORTES-ROBLES, 2012).

Além disso, o conceito de Poka Yoke, também conhecido como à prova de erros, tem se destacado como uma abordagem eficaz para prevenir erros e garantir a qualidade dos produtos (CHENG; WONG, 2018). O Poka Yoke busca criar dispositivos ou sistemas que impeçam a ocorrência de erros durante a realização de tarefas, seja por meio de sinais visuais, mecânicos ou eletrônicos (CHEDID, 2012). A aplicação dessa técnica no controle de qualidade é capaz de evitar a introdução de falhas e minimizar a necessidade de retrabalho (MORAES; VANTI, 2015).

Considerando a importância dessas metodologias na indústria farmacêutica veterinária, este estudo de caso tem como objetivo investigar a aplicação conjunta do FMEA e do Poka Yoke no processo de envase, com foco na análise do rompimento de lacre das tampas nos produtos de 10ml e 20ml. Através desse estudo, busca-se identificar as principais causas desse problema, avaliar sua frequência e impacto, e propor soluções que permitam reduzir ou eliminar esse tipo de falha, otimizando a qualidade e a eficiência do processo produtivo.

Dessa forma, este trabalho visa contribuir para o avanço do conhecimento sobre a aplicação do FMEA e do Poka Yoke em processos de envase na indústria farmacêutica veterinária, proporcionando subsídios para a tomada de decisões que visem a melhoria contínua e a excelência operacional nesse setor. Ao final do estudo, espera-se que os resultados obtidos possam servir de base para a implementação de medidas preventivas e corretivas eficazes, contribuindo para a qualidade dos produtos e a satisfação dos clientes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Processo de envase na indústria farmacêutica veterinária

O processo de envase na indústria farmacêutica veterinária desempenha um papel crucial na fabricação de medicamentos e produtos de cuidados veterinários. Esse processo

consiste na transferência controlada de substâncias líquidas ou semi-líquidas para embalagens apropriadas, como frascos, ampolas ou seringas, garantindo a correta dosagem e preservação da qualidade do produto final (ANDERSON et al., 2011).

Inicialmente, é necessário realizar a preparação do ambiente e dos equipamentos utilizados no envase. Isso inclui a limpeza e esterilização das áreas de trabalho, bem como a validação e calibração dos equipamentos envolvidos, como as máquinas de envase (BALLESTERO-ALVAREZ; CORTES-ROBLES, 2012).

Em seguida, ocorre a etapa de preparação das embalagens que serão utilizadas no envase. As embalagens devem ser adequadamente inspecionadas para garantir sua integridade e conformidade com as normas regulatórias (CAMPOS, 2016).

Após a preparação das embalagens, inicia-se o envase propriamente dito. Nessa etapa, a substância a ser envasada é transferida para as embalagens de forma precisa e controlada. A dosagem correta é essencial para garantir a eficácia do medicamento ou produto veterinário, bem como a segurança dos animais que receberão o tratamento (CARPINETTI, 2017). Durante o processo de envase, é importante monitorar o fluxo e a velocidade do líquido para evitar transbordamentos ou subdosagem (CHEDID, 2012).

Durante o envase, também é necessário garantir a correta aplicação de rótulos e etiquetas nas embalagens. Essas informações são indispensáveis para identificar o produto, sua composição, data de fabricação, prazo de validade e instruções de uso (CHENG; WONG, 2018). A aplicação incorreta de rótulos pode levar a erros de identificação e consequentes problemas de segurança para os animais e seus proprietários (COELHO; DINIZ, 2013).

Após o envase, as embalagens são submetidas a processos de inspeção final, nos quais são verificadas sua integridade, selamento adequado e conformidade com as especificações técnicas (CORRÊA et al., 2016). Qualquer falha identificada durante a inspeção final deve ser registrada e avaliada para determinar suas causas e adotar ações corretivas (DALL'ANTONIA; SAURIN, 2011).

É importante ressaltar que, ao longo de todo o processo de envase na indústria farmacêutica veterinária, a qualidade e segurança do produto são aspectos fundamentais. A utilização de metodologias como o FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) e o Poka Yoke contribui para a identificação e prevenção de potenciais falhas, bem como para o desenvolvimento de medidas de controle e correção (GASPERSZ, 2016; GOH; XIE, 2012).

Ao combinar o uso do FMEA e do Poka Yoke, é possível mitigar os riscos e minimizar as falhas no processo de envase, contribuindo para a produção de medicamentos e produtos

veterinários com alta qualidade e segurança (SILVEIRA et al., 2014; SIVALINGAM et al., 2016).

2.2. Fundamentos do FMEA

O FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) é uma ferramenta amplamente utilizada na indústria para identificar e prevenir falhas em processos, produtos ou sistemas. Seu objetivo é analisar os modos de falha, determinar suas causas e avaliar os efeitos que podem resultar dessas falhas (ANDERSON et al., 2011).

O processo de realização do FMEA envolve várias etapas. Inicialmente, é necessário formar uma equipe multidisciplinar composta por especialistas técnicos, engenheiros e profissionais com conhecimento sobre o processo em questão (BALLESTERO-ALVAREZ; CORTES-ROBLES, 2012). Essa equipe será responsável por conduzir a análise e fornecer insights valiosos para a identificação de modos de falha e ações corretivas (CARPINETTI, 2017).

A primeira etapa do FMEA é a identificação dos modos de falha. Nessa etapa, a equipe analisa o processo em detalhes e identifica todos os possíveis modos de falha que podem ocorrer. Esses modos de falha são registrados em uma tabela, juntamente com uma descrição clara de cada um deles (CAO; LU, 2014).

Após a identificação dos modos de falha, é necessário determinar as causas potenciais de cada falha. Isso envolve uma análise cuidadosa dos processos, sistemas e variáveis envolvidas, a fim de identificar as fontes de possíveis problemas (CHEDID, 2012).

Com as causas potenciais identificadas, é necessário avaliar os efeitos que cada falha pode ter. Essa etapa envolve uma análise dos impactos das falhas nos produtos, processos ou sistemas, considerando aspectos como segurança, qualidade, custos e satisfação do cliente (COELHO; DINIZ, 2013). Essa avaliação é realizada com base em critérios pré-definidos, como a gravidade dos efeitos e a probabilidade de ocorrência (CORRÊA et al., 2016).

Após a avaliação dos efeitos, é atribuída uma pontuação para cada modo de falha com base na gravidade, probabilidade e detecção (COSTA et al., 2018). Essa pontuação é calculada multiplicando-se os valores atribuídos a cada critério e resulta em um índice de risco, conhecido como índice de RPN (Risk Priority Number) (D'ANTONIA; SAURIN, 2011).

Com o índice de RPN em mãos, a equipe pode priorizar as ações corretivas. Os modos de falha com os maiores índices de RPN devem ser tratados como prioridade, uma vez que representam os maiores riscos para o processo ou sistema em análise (GASPERSZ, 2016).

Após a implementação das ações corretivas, é importante acompanhar e monitorar os resultados. A equipe deve verificar se as ações adotadas foram eficazes na prevenção ou redução das falhas identificadas. Caso necessário, ajustes adicionais podem ser feitos para aprimorar ainda mais o processo (MORAES; VANTI, 2015).

Sendo assim, o processo de realização do FMEA é composto por etapas sequenciais que envolvem a identificação dos modos de falha, a determinação das causas potenciais, a avaliação dos efeitos, a atribuição de pontuações e a definição de ações corretivas. Essa metodologia permite uma abordagem sistemática e proativa para a identificação e prevenção de falhas, contribuindo para a melhoria contínua e a garantia da qualidade nos processos industriais (OAKLAND, 2014).

2.3. Benefícios e limitações do FMEA

O FMEA oferece uma série de benefícios significativos para as organizações que o utilizam. Primeiramente, ele permite uma identificação antecipada de possíveis modos de falha, o que possibilita a implementação de ações corretivas antes que as falhas ocorram (BALLESTERO-ALVAREZ; CORTES-ROBLES, 2012). Isso contribui para a redução de retrabalho, desperdício de recursos e perda de tempo (CARPINETTI, 2017).

Além disso, o FMEA possibilita uma melhor compreensão dos processos e sistemas, promovendo uma análise aprofundada de suas características e vulnerabilidades (CAO; LU, 2014). Dessa forma, as organizações podem tomar decisões mais embasadas e implementar melhorias para aumentar a eficiência e a confiabilidade de seus produtos e processos (CHEDID, 2012).

Outro benefício importante do FMEA é a promoção de uma cultura de prevenção e qualidade (CHENG; WONG, 2018).

No entanto, o FMEA também apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. Uma delas é a dependência da experiência e do conhecimento da equipe envolvida no processo (COSTA et al., 2018). A eficácia do FMEA está diretamente relacionada à habilidade da equipe em identificar corretamente os modos de falha, suas causas e efeitos (D'ANTONIA; SAURIN, 2011). Portanto, é essencial contar com profissionais capacitados e experientes para obter resultados precisos.

Outra limitação do FMEA é a possibilidade de viés ou subjetividade nas avaliações realizadas pela equipe (GASPERSZ, 2016). As pontuações atribuídas aos modos de falha e aos critérios de gravidade, probabilidade e detecção podem variar entre os membros da equipe, o

que pode afetar a consistência e a confiabilidade dos resultados (GOH; XIE, 2012). Portanto, é importante promover discussões e alinhamentos constantes para minimizar essas variações.

Além disso, o FMEA pode demandar tempo e recursos consideráveis, especialmente em organizações com processos complexos e extensos (MORAES; VANTI, 2015).

Apesar das limitações, os benefícios do FMEA superam os desafios associados à sua implementação. Quando realizado de forma adequada e criteriosa, o FMEA se torna uma ferramenta poderosa para a identificação e prevenção de falhas, contribuindo para a melhoria da qualidade, a redução de custos e o aumento da satisfação do cliente (PINTO; CARPINETTI, 2013).

Nesse sentido, é fundamental que as organizações reconheçam a importância do FMEA como parte de uma abordagem abrangente de gestão da qualidade e estejam dispostas a investir tempo e recursos na sua implementação (SANTOS, 2018).

Portanto, a aplicação do FMEA deve ser considerada como uma estratégia essencial para garantir a qualidade e a confiabilidade dos produtos e processos industriais, permitindo às organizações antecipar e prevenir falhas, otimizar recursos e alcançar altos níveis de desempenho operacional (SIVALINGAM et al., 2016).

2.4. Fundamentos do Poka Yoke

O Poka Yoke é uma técnica desenvolvida no Japão com o objetivo de evitar erros e falhas em processos produtivos. O termo "Poka Yoke" pode ser traduzido como "à prova de erros" ou "à prova de falhas" (ANDERSON et al., 2011). Essa abordagem é baseada na ideia de que a prevenção de erros é mais eficaz e econômica do que a correção posterior (BALLESTERO-ALVAREZ; CORTES-ROBLES, 2012).

O Poka Yoke busca eliminar ou minimizar a possibilidade de erros humanos em etapas críticas dos processos. Para isso, são aplicados dispositivos ou mecanismos simples que alertam os operadores sobre erros potenciais ou impedem que esses erros ocorram (BÖTTCHER et al., 2019).

O processo de implementação do Poka Yoke envolve várias etapas fundamentais. Inicialmente, é necessário identificar os pontos críticos do processo nos quais os erros podem ocorrer e causar problemas (CAMPOS, 2016).

Após a identificação dos pontos críticos, é necessário projetar e implementar os dispositivos Poka Yoke apropriados (CARPINETTI, 2017).

Uma vez implementados os dispositivos Poka Yoke, é fundamental treinar os operadores e demais envolvidos no processo sobre o seu uso correto (CHENG; WONG, 2018). A conscientização e o treinamento adequado são essenciais para garantir que os dispositivos sejam utilizados de forma eficaz e que os erros sejam evitados (COELHO; DINIZ, 2013).

A avaliação contínua do desempenho dos dispositivos Poka Yoke é outra etapa importante do processo (CORRÊA et al., 2016). Isso envolve a análise dos dados coletados durante a operação dos dispositivos, identificando possíveis melhorias ou ajustes necessários (COSTA et al., 2018).

É fundamental ressaltar que a implementação do Poka Yoke requer o comprometimento e a participação de toda a organização (DALL'ANTONIA; SAURIN, 2011). Desde a alta direção até os operadores, todos devem estar engajados na busca pela qualidade e na prevenção de erros (GASPERSZ, 2016).

O processo de implementação do Poka Yoke envolve a identificação dos pontos críticos, o projeto e implementação dos dispositivos apropriados, o treinamento dos operadores, a avaliação contínua e a participação de toda a organização. É uma abordagem que valoriza a prevenção e a eliminação de erros, alinhada com a busca pela excelência operacional e pela satisfação do cliente (MORAES; VANTI, 2015).

2.5. Dispositivos utilizados no Poka Yoke

O Poka Yoke é uma abordagem que visa prevenir erros e falhas em processos produtivos por meio da implementação de dispositivos ou mecanismos simples que alertam os operadores sobre erros potenciais ou impedem que esses erros ocorram (SANTOS, 2018).

Um dos tipos mais comuns de dispositivos Poka Yoke são os dispositivos de verificação ou de detecção de erros (SILVEIRA et al., 2014). Esses dispositivos são projetados para identificar se uma etapa do processo foi executada corretamente ou se um parâmetro está dentro dos limites especificados.

Outro tipo de dispositivo Poka Yoke são os dispositivos de sequenciamento ou de guia (SIVALINGAM et al., 2016). Esses dispositivos são utilizados para orientar os operadores durante o processo, garantindo que as etapas sejam realizadas na ordem correta.

Os dispositivos de restrição ou de bloqueio também são comumente utilizados como Poka Yoke (ANDERSON et al., 2011). Esses dispositivos são projetados para impedir que uma etapa do processo seja realizada de forma incorreta.

Além dos dispositivos mencionados, também existem os dispositivos de advertência ou de sinalização (BALLESTERO-ALVAREZ; CORTES-ROBLES, 2012). Esses dispositivos são projetados para alertar os operadores sobre a ocorrência de uma condição anormal ou potencialmente perigosa.

É importante ressaltar que a escolha do tipo de dispositivo Poka Yoke a ser utilizado depende das características específicas do processo, do tipo de erro que se pretende prevenir e das necessidades e restrições da organização (BÖTTCHER et al., 2019). Cada tipo de dispositivo tem sua aplicação específica e contribui para a melhoria da qualidade, prevenção de erros e aumento da eficiência dos processos produtivos (CHENG; WONG, 2018).

A implementação dos dispositivos Poka Yoke requer uma análise cuidadosa do processo, identificação dos pontos críticos e seleção adequada dos dispositivos mais apropriados (CHEDID, 2012). Além disso, os operadores devem ser treinados e incentivados a utilizar corretamente os dispositivos e a contribuir com sugestões de melhoria (CARPINETTI, 2017).

2.6. Aplicações e benefícios do Poka Yoke

O Poka Yoke é uma abordagem que se destaca por sua ampla aplicação em diversos setores industriais, trazendo benefícios significativos para as organizações. Ao implementar dispositivos Poka Yoke nos processos produtivos, é possível alcançar melhorias notáveis em termos de qualidade, produtividade e eficiência (MORAES; VANTI, 2015).

Uma das principais aplicações do Poka Yoke é na prevenção de erros de montagem e defeitos de fabricação em linhas de produção (CHENG; WONG, 2018).

Além disso, o Poka Yoke também pode ser aplicado em processos de embalagem e logística, garantindo a correta identificação e acondicionamento dos produtos (SANTOS, 2018).

Outra aplicação do Poka Yoke está na área de atendimento ao cliente e serviços (BALLESTERO-ALVAREZ; CORTES-ROBLES, 2012). Ao implementar dispositivos de advertência ou sinalização, é possível alertar os operadores sobre problemas ou condições anormais que possam impactar a qualidade do serviço prestado. Isso contribui para evitar falhas de comunicação, erros de registro de informações e garantir um atendimento eficaz e satisfatório aos clientes (GASPERSZ, 2016).

Ao eliminar erros e falhas desde as etapas iniciais dos processos produtivos, o Poka Yoke contribui para a redução do retrabalho, dos custos de qualidade e dos desperdícios

(ANDERSON et al., 2011). Além disso, ao prevenir a ocorrência de defeitos, o Poka Yoke também promove a satisfação do cliente, aumentando a confiabilidade dos produtos e serviços entregues (CARPINETTI, 2017).

Os benefícios do Poka Yoke são amplos e abrangem diferentes áreas e processos dentro de uma organização. Ao eliminar erros e falhas desde as etapas iniciais dos processos produtivos, o Poka Yoke contribui para a redução do retrabalho, dos custos de qualidade e dos desperdícios (ANDERSON et al., 2011). Além disso, ao prevenir a ocorrência de defeitos, o Poka Yoke também promove a satisfação do cliente, aumentando a confiabilidade dos produtos e serviços entregues (CARPINETTI, 2017).

A implementação do Poka Yoke requer uma análise cuidadosa dos processos e a identificação das oportunidades de aplicação dos dispositivos adequados (SILVEIRA et al., 2014).

Sendo assim, o Poka Yoke é uma abordagem eficaz para prevenção de erros e falhas nos processos produtivos, embalagem, logística e atendimento ao cliente. Sua aplicação proporciona benefícios significativos, como a redução de custos, o aumento da qualidade dos produtos e serviços, a satisfação do cliente e a melhoria da eficiência operacional.

2.7. A importância do FMEA e do Poka Yoke dentro da Engenharia de Produção

A Engenharia de Produção é uma área fundamental para o desenvolvimento e aprimoramento dos processos industriais. Dentro desse contexto, duas ferramentas se destacam por sua importância na identificação e prevenção de falhas e erros: o FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) e o Poka Yoke. Essas abordagens desempenham um papel fundamental na garantia da qualidade, no aumento da eficiência e na redução de custos nas operações industriais.

O FMEA é uma metodologia amplamente utilizada na Engenharia de Produção para identificar e avaliar os modos de falha potenciais em um processo ou produto (CAO; LU, 2014). O objetivo do FMEA é antecipar e prevenir problemas que possam ocorrer durante a fabricação, montagem ou utilização de um produto ou serviço (PINTO; CARPINETTI, 2013).

Já o Poka Yoke é uma abordagem que busca eliminar erros e falhas humanas por meio da adoção de dispositivos ou mecanismos de detecção e prevenção (CHEDID, 2012). Seu objetivo é tornar os processos à prova de erros, garantindo que as etapas sejam realizadas corretamente desde o início, evitando retrabalho, defeitos e perdas (MORAES; VANTI, 2015).

O Poka Yoke pode ser aplicado em diferentes áreas, como montagem de produtos, embalagem, logística e atendimento ao cliente.

Em suma, tanto o FMEA quanto o Poka Yoke desempenham um papel fundamental dentro da Engenharia de Produção. O FMEA permite identificar e analisar os modos de falha potenciais, enquanto o Poka Yoke visa eliminar erros e falhas por meio de dispositivos e mecanismos de detecção e prevenção. Ambas as abordagens contribuem para a melhoria da qualidade, a redução de custos e a satisfação do cliente. A combinação do FMEA e do Poka Yoke proporciona uma visão abrangente das possíveis falhas e ações para sua prevenção, resultando em processos mais eficientes e confiáveis dentro das operações industriais (BOTTCHEER et al., 2019).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo adotou a metodologia de estudo de caso, caracterizando-se por ser uma pesquisa de natureza qualitativa e descritiva. A escolha dessa abordagem metodológica foi fundamentada na necessidade de compreender e descrever de forma detalhada um fenômeno específico, em um contexto real e específico (YIN, 2018).

A natureza quantitativa do estudo de caso se manifesta no sentido de que, apesar de buscar uma compreensão aprofundada e descritiva do fenômeno em questão, também são utilizados dados numéricos e métricas para embasar as análises e conclusões (MERRIAM, 2018). Assim, serão coletados e analisados dados quantitativos para fornecer informações tangíveis e objetivas sobre o problema ou a situação em estudo.

No que diz respeito à abordagem descritiva, o objetivo principal é descrever, de forma sistemática e precisa, as características e peculiaridades do caso em análise (NEUMAN, 2014).

A metodologia de estudo de caso permite uma análise aprofundada e abrangente do objeto de estudo, levando em consideração o contexto em que o fenômeno ocorre (YIN, 2018).

Para a condução do estudo de caso, serão utilizadas várias fontes de dados, como entrevistas, observações, documentos e registros relevantes (MERRIAM, 2018).

A escolha pela metodologia de estudo de caso, de caráter quantitativo e descritivo, visa proporcionar uma compreensão profunda e abrangente do fenômeno em estudo. Através dessa abordagem, será possível explorar as nuances e particularidades do problema, bem como obter insights valiosos para a tomada de decisão e a contribuição para a área de conhecimento em questão.

3.1. Apresentação da empresa estudada

A empresa selecionada para este estudo de caso é a ABC Farmacêutica Veterinária, uma renomada empresa do setor farmacêutico veterinário que atua no mercado há mais de duas décadas. A ABC Farmacêutica Veterinária tem como principal objetivo fornecer medicamentos e produtos de alta qualidade para o cuidado e bem-estar dos animais de estimação.

No entanto, a empresa também enfrenta alguns desafios. Um dos pontos fracos identificados é a ocorrência frequente de rompimento de lacre nas tampas dos produtos de 10ml e 20ml. Esse problema está relacionado ao bocal e ao torque da máquina de envase, causando retrabalho e perda de tempo no processo produtivo. Esse cenário levanta a necessidade de uma investigação mais aprofundada para identificar as causas raiz e propor soluções efetivas.

Diante desse contexto, o problema de pesquisa deste estudo de caso consiste em analisar o impacto do rompimento de lacre das tampas nos produtos de 10ml e 20ml, investigando as causas e propondo melhorias utilizando as ferramentas FMEA e Poka Yoke. O objetivo é reduzir ou eliminar os casos de rompimento de lacre, melhorando a eficiência e a qualidade do processo de envase na ABC Farmacêutica Veterinária.

3.2. Cenário atual da empresa estudada

A ABC Farmacêutica Veterinária enfrenta desafios significativos em virtude do problema de rompimento de lacre nas tampas dos produtos de 10ml e 20ml. Essa ocorrência tem impactos negativos tanto internamente, no processo produtivo, quanto externamente, na percepção dos clientes em relação à qualidade dos produtos.

Uma das principais causas identificadas para o rompimento de lacre está relacionada ao bocal das embalagens. Durante o processo de envase, há uma pressão excessiva exercida sobre o lacre, ocasionando sua ruptura. Além disso, a falta de controle adequado do torque da máquina de envase contribui para o problema, pois o aperto excessivo também pode comprometer a integridade do lacre.

Essa situação gera resultados negativos para a empresa em diversos aspectos. Em primeiro lugar, o retrabalho é um fator que impacta diretamente a eficiência do processo produtivo.

Além disso, os resultados negativos se estendem à percepção dos clientes.

Diante desse cenário, torna-se essencial realizar um estudo aprofundado para compreender as causas do rompimento de lacre e implementar ações corretivas eficazes. A utilização das ferramentas FMEA e Poka Yoke se mostra fundamental nesse processo. O FMEA

permitirá identificar as principais fontes de falhas, avaliar sua gravidade, frequência e detectabilidade, e priorizar as ações de mitigação. Já o Poka Yoke, por sua vez, possibilitará a implementação de dispositivos e mecanismos que previnam ou detectem a ocorrência do problema, garantindo a integridade do lacre.

Ao realizar esse trabalho, a ABC Farmacêutica Veterinária busca alcançar resultados positivos. A solução do problema de rompimento de lacre trará benefícios como a redução do retrabalho, o aumento da eficiência do processo produtivo, a diminuição dos custos operacionais e a melhoria da qualidade dos produtos.

3.3. Coleta de dados a serem estudados

A coleta de dados foi realizada na ABC Farmacêutica Veterinária com o objetivo de obter informações precisas sobre o processo de envase e a ocorrência de lacres rompidos nos frascos produzidos. Foram registrados os seguintes dados: data e hora do início do envase, data e hora do final do envase, total de horas, quantidade de frascos produzidos por minuto, total de frascos produzidos, frascos com lacre rompido, tempo de retrabalho.

A coleta de dados foi feita de forma sistemática e controlada. Para isso, foi estabelecido um procedimento de registro dos dados em um formulário específico. A equipe responsável pelo envase dos produtos foi orientada a registrar a data e hora exatas do início e do término de cada ciclo de envase. Além disso, a quantidade de frascos produzidos por minuto foi calculada, contabilizando o número de frascos preenchidos em um intervalo de tempo determinado.

Durante um período de duas semanas, os dados foram coletados em três turnos de trabalho, abrangendo toda a jornada produtiva da empresa. Essa abordagem permitiu obter informações representativas e abrangentes sobre o desempenho do processo de envase e a ocorrência de lacres rompidos nos frascos.

A integridade dos dados coletados foi garantida por meio de medidas de controle. Os registros foram realizados de forma precisa e legível, evitando erros de anotação ou interpretação equivocada. Além disso, foram implementados mecanismos de revisão e verificação dos dados, a fim de identificar possíveis inconsistências ou falhas.

Os dados coletados incluem a data e hora do início do envase e do final do envase, permitindo calcular o total de horas dedicadas a essa atividade. A quantidade de frascos produzidos por minuto foi registrada, fornecendo uma medida do desempenho do processo produtivo. O total de frascos produzidos durante o período de coleta de dados foi anotado, assim como a quantidade de frascos que apresentaram lacres rompidos.

Além disso, foi registrado o tempo de retrabalho, ou seja, o tempo adicional necessário para refazer o envase dos frascos com lacres rompidos. Essa informação é essencial para avaliar o impacto do problema na eficiência do processo produtivo e nos custos operacionais da empresa.

3.4. Tratamento dos dados a serem estudados

Após a coleta dos dados referentes ao processo de envase na ABC Farmacêutica Veterinária, foi realizado um minucioso tratamento dessas informações com o intuito de obter uma análise detalhada e conclusões relevantes. O tratamento dos dados foi conduzido em etapas, envolvendo cálculos e deduções teóricas que proporcionaram insights valiosos sobre o desempenho do processo de envase e a ocorrência de lacres rompidos nos frascos produzidos.

Inicialmente, foi realizado o cálculo do total de horas de envase, utilizando as informações registradas sobre a data e hora de início e final do envase.

Em seguida, com base na quantidade de frascos produzidos por minuto, foi possível calcular a média de produção por hora.

O próximo passo foi analisar o total de frascos produzidos durante o período de coleta de dados.

Além disso, os dados coletados sobre a quantidade de frascos com laque rompido permitiram calcular a taxa de ocorrência desse problema. Esse cálculo foi fundamental para entender a gravidade do desafio enfrentado pela empresa. Durante a análise, verificou-se que a taxa de lacres rompidos era significativa, indicando a necessidade de investigar as causas subjacentes e implementar ações corretivas para reduzir essa ocorrência.

No que se refere ao tempo de retrabalho, foi realizado o cálculo do tempo adicional necessário para refazer o envase dos frascos com lacres rompidos. Essa informação foi essencial para estimar o impacto financeiro e operacional dessa atividade de retrabalho. Durante a análise, constatou-se que o tempo de retrabalho representava um custo significativo para a empresa.

Ao final do tratamento dos dados, todos os cálculos e deduções teóricas foram cuidadosamente documentados, proporcionando uma visão abrangente e detalhada dos resultados obtidos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando todas as informações prestadas no tópico anterior, tem-se que as ações propostas para a realização deste estudo de caso foram realizadas com sucesso. Conseqüentemente, tem-se os dados dispostos nas tabelas a seguir.

4.1. Produto A (10 ml)

Para este produto, tem-se que seu lote 01 é de 10.000 unidades, onde os dados de seu processo produtivo constam nas Tabelas de 1 a 3.

Tabela 1: Tempo de Envase do Produto A (10 ml)

INÍCIO		FINAL	
DATA	HORA	DATA	HORA
05/04/2022	08:01	05/04/2022	12:27

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 2: Resultados Medidos do Produto A (10 ml)

RESULTADO	VALOR
TOTAL DE HORAS	04:26
QTD FRASCOS POR MIN	36,74
RENDIMENTO TOTAL	9846 (98,46%)
FRASCOS COM LACRE ROMPIDO	2781 (27,81%)

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 3: Tempo de Retrabalho do Produto A (10 ml)

INÍCIO		FINAL	
DATA	HORA	DATA	HORA
06/04/2022	07:45	06/04/2022	09:15

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Na Tabela 1, foram registrados os dados referentes ao tempo de início e final do processo de envase do Produto A. Observamos que o início ocorreu em 05/04/2022 às 08:01, e o final ocorreu no mesmo dia, em 05/04/2022 às 12:27. Com base nesses registros, o total de horas para o envase foi de 04:26.

Na Tabela 2, foram apresentados diversos resultados medidos relacionados ao envase do Produto A. A quantidade de frascos por minuto foi de aproximadamente 36,74. Isso indica uma eficiência relativamente boa no processo de envase. O rendimento total, expresso em porcentagem, foi de 98,46%. Esse valor indica a eficácia do processo de envase em termos de aproveitamento do produto e ausência de falhas significativas.

No entanto, foi registrado que 27,81% dos frascos apresentaram lacre rompido. Esse dado merece atenção, pois indica a ocorrência de um problema na etapa de selagem dos frascos. Possíveis causas para isso podem ser a má qualidade do material de selagem, falhas no equipamento de selagem ou falta de treinamento adequado dos operadores. Essa situação deve ser investigada e corrigida para evitar perdas de produto e garantir a qualidade do Produto A.

Na Tabela 3, temos os dados referentes ao tempo de retrabalho do Produto A. Foi registrado que o retrabalho teve início em 06/04/2022 às 07:45 e finalizou no mesmo dia, em 06/04/2022 às 09:15. O total de horas de retrabalho foi de 01:30. O retrabalho pode ser um indicativo de problemas na qualidade do processo de envase. É importante investigar e identificar as principais causas do retrabalho para implementar melhorias no processo e reduzir o tempo e custo associados a essa etapa.

Por fim, é fundamental que a empresa realize uma análise aprofundada dos dados e tome as medidas necessárias para solucionar as causas dos problemas identificados. Essa abordagem permitirá aprimorar o processo de envase do Produto A e alcançar resultados ainda mais satisfatórios em termos de qualidade, produtividade e eficiência.

4.2. Produto B (10 ml)

Utilizando agora um outro produto, utilizou-se para o mesmo um lote 01 de 20.000 unidades, onde os resultados coletados dentro do estudo de caso realizado podem ser visualizados nas Tabelas de 4 a 6.

Tabela 4: Tempo de Envase do Produto B (10 ml)

INÍCIO		FINAL	
DATA	HORA	DATA	HORA
07/04/2022	07:58	07/04/2022	17:25

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 5: Resultados Medidos do Produto B (10 ml)

RESULTADO	VALOR
TOTAL DE HORAS	08:26
QTD FRASCOS POR MIN	38,45
RENDIMENTO TOTAL	19496 (97,48%)
FRASCOS COM LACRE ROMPIDO	4869 (24,34%)

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 6: Tempo de Retrabalho do Produto B (10 ml)

INÍCIO		FINAL	
DATA	HORA	DATA	HORA
08/04/2022	07:45	08/04/2022	09:25

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Na Tabela 4, observamos que o início do envase ocorreu em 07/04/2022 às 07:58, e o final ocorreu no mesmo dia às 17:25. Isso totaliza um tempo de envase de aproximadamente 8 horas e 26 minutos, lembrando que temos que descontamos 1 hora do horário de almoço dos operadores.

Na Tabela 5, podemos observar diferentes métricas relacionadas ao envase do Produto B. O tempo total de envase foi de 8 horas e 26 minutos, e a quantidade média de frascos produzidos por minuto foi de aproximadamente 38,45. O rendimento total foi de 19.496 frascos, o que representa um rendimento de 97,48%. Por fim, observamos que 4.869 frascos apresentaram lacre rompido, correspondendo a 24,34% do total produzido.

Esses resultados indicam algumas questões importantes a serem consideradas. O rendimento total de 97,48% é considerado satisfatório, pois indica que a maior parte dos frascos produzidos está dentro das especificações desejadas. No entanto, a ocorrência de 24,34% de frascos com lacre rompido é uma preocupação. É necessário investigar essas causas para identificar as principais fontes de lacre rompido e tomar medidas corretivas.

Por fim, na Tabela 6, observamos que o retrabalho ocorreu em 08/04/2022, iniciando às 07:45 e finalizando às 09:25. Isso totaliza um tempo de retrabalho de aproximadamente 1 hora e 40 minutos. A ocorrência de retrabalho pode estar relacionada a diferentes problemas identificados nos frascos durante a etapa de envase, como lacre rompido, contaminação ou outras questões que exigem correções e inspeções adicionais.

Diante desses resultados, é evidente a importância de investigar as possíveis causas dos problemas identificados visando melhorar a qualidade do processo de envase do Produto B (10 ml).

4.3. Produto C (20 ml)

Utilizando agora um outro produto, utilizou-se para o mesmo um lote 01 de 10.000 unidades, onde os resultados coletados dentro do estudo de caso realizado podem ser visualizados nas Tabelas de 7 a 9.

Tabela 7: Tempo de Envase do Produto C (20 ml)

INÍCIO		FINAL	
DATA	HORA	DATA	HORA
09/04/2022	07:36	09/04/2022	13:26

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 8: Resultados Medidos do Produto C (20 ml)

RESULTADO	VALOR
TOTAL DE HORAS	04:50
QTD FRASCOS POR MIN	34,05
RENDIMENTO TOTAL	9875 (98,75%)
FRASCOS COM LACRE ROMPIDO	2159 (21,59%)

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 9: Tempo de Retrabalho do Produto C (20 ml)

INÍCIO		FINAL	
DATA	HORA	DATA	HORA
10/04/2022	07:45	10/04/2022	08:55

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

A Tabela 7 mostra o período de tempo de envase do Produto C, que teve início às 07:36 e término às 13:26 do dia 09/04/2022. Portanto, o tempo total de envase foi de aproximadamente 4 horas e 50 minutos.

Na Tabela 8, temos alguns resultados importantes. O tempo total de envase foi de 4 horas e 50 minutos, o que indica um processo relativamente rápido. A taxa de produção foi de aproximadamente 34,05 frascos por minuto, o que também é considerado um bom desempenho. Quanto ao rendimento total, foi alcançado um valor de 9875 frascos, correspondendo a 98,75% da produção esperada. Isso indica um resultado bastante satisfatório, próximo à meta estabelecida. No entanto, chama a atenção o fato de 2159 frascos apresentarem lacre rompido, o que representa cerca de 21,59% do total produzido. Esse é um ponto que requer atenção, pois o alto número de frascos com lacre rompido pode afetar a qualidade do produto e resultar em perdas.

A Tabela 9 apresenta o tempo de retrabalho do Produto C, que teve início às 07:45 e término às 08:55 do dia 10/04/2022. Portanto, o tempo total de retrabalho foi de aproximadamente 1 hora e 10 minutos.

Considerando a viabilidade dos resultados, é importante ressaltar que o rendimento total próximo a 98,75% é uma indicação positiva de que a produção está próxima da meta estabelecida. No entanto, é essencial tomar medidas para reduzir a quantidade de frascos com lacre rompido, a fim de garantir a qualidade do produto e evitar perdas financeiras.

4.4. Produto D (20 ml)

Utilizando agora um outro produto, utilizou-se para o mesmo um lote 01 de 20.000 unidades, onde os resultados coletados dentro do estudo de caso realizado podem ser visualizados nas Tabelas de 10 a 12.

Tabela 10: Tempo de Envase do Produto D (20 ml)

INÍCIO		FINAL	
DATA	HORA	DATA	HORA
11/04/2022	07:35	11/04/2022	16:55

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 11: Resultados Medidos do Produto D (20 ml)

RESULTADO	VALOR
TOTAL DE HORAS	08:20
QTD FRASCOS POR MIN	39,57
RENDIMENTO TOTAL	19748 (98,74%)
FRASCOS COM LACRE ROMPIDO	3649 (18,24%)

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 12: Tempo de Retrabalho do Produto D (20 ml)

INÍCIO		FINAL	
DATA	HORA	DATA	HORA
12/04/2022	07:45	12/04/2022	09:15

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Os resultados apresentados nas Tabelas 10, 11 e 12 referem-se ao Produto D (20 ml).

A Tabela 10 mostra que o início do envase ocorreu em 11/04/2022 às 07:35 e o final do envase foi registrado em 11/04/2022 às 16:55. O total de horas necessário para o envase foi de 08 horas e 20 minutos, lembrando que foi descontado 1 hora de horário de almoço.

A Tabela 11 revela que a quantidade de frascos produzidos por minuto foi de aproximadamente 39,57. O rendimento total foi de 19748 frascos, o que corresponde a 98,74% do total planejado. No entanto, 3649 frascos apresentaram o lacre rompido, representando 18,24% do total produzido.

Ao analisar os dados da Tabela 11, observa-se que o rendimento do processo de envase do Produto D foi bastante satisfatório, atingindo 98,74%. Isso indica uma boa eficiência na produção em relação à quantidade planejada. No entanto, a ocorrência de 3649 frascos com lacre rompido é uma preocupação, pois representa quase 20% do total produzido. Essa situação pode ser atribuída a diversos fatores, como problemas no fechamento adequado do lacre, falhas na linha de produção ou até mesmo questões relacionadas à manipulação dos frascos.

Por fim, a Tabela 12 mostra que o retrabalho foi iniciado em 12/04/2022 às 07:45 e finalizado em 12/04/2022 às 09:15, totalizando 01 hora e 30 minutos de retrabalho.

Considerando os resultados apresentados nas Tabelas 10, 11 e 12, é possível afirmar que o processo de envase do Produto D (20 ml) apresentou um bom rendimento geral, alcançando uma alta porcentagem do total planejado. No entanto, a ocorrência de frascos com lacre rompido e a necessidade de retrabalho indicam que ainda existem oportunidades de melhoria na qualidade e eficiência do processo.

4.5. Aplicação do Poka Yoke no estudo realizado

Dentro das premissas determinadas pelo Poka Yoke, tem-se que sua aplicação no estudo em caso em questão pode ser relatada da seguinte forma:

4.5.1. Passo 1: Identificação dos pontos críticos do processo

Através da análise dos resultados alcançados dentro deste estudo, é possível identificar os pontos críticos do processo de envase. Os resultados das observações identificaram problemas como o fechamento dos frascos, a ocorrência de lacres rompidos e o tempo de retrabalho.

4.5.2. Passo 2: Análise de possíveis erros

Com base nos resultados, foi possível identificar os erros mais comuns que ocorrem nos processos de envase, sendo eles: lacres rompidos, vedação inadequada dos frascos e falhas nos controles de qualidade.

4.5.3. Passo 3: Desenvolvimento de dispositivos Poka Yoke

Com base nos erros identificados, foi possível sugerir dispositivos de apoio para evitar ou detectar esses erros. Por exemplo, foi sugerida a implementação de dispositivos de verificação automática do posicionamento e vedação dos lacres, sistemas de alarme para falhas nos controles de qualidade e dispositivos de travamento para evitar o envase quando os frascos não estiverem corretamente posicionados.

4.5.4. Passo 4: Implementação dos dispositivos Poka Yoke

Os dispositivos Poka Yoke desenvolvidos podem ser implementados nos processos de envase, visando evitar erros e garantir a qualidade dos produtos.

4.5.5. Passo 5: Monitoramento e melhoria contínua

Após a implementação dos dispositivos Poka Yoke, é fundamental monitorar continuamente os resultados e realizar melhorias contínuas nos processos de envase.

4.6. Aplicação do FMEA no estudo realizado

Da mesma forma como foi feito para o Poka Yoke, será apresentada agora a aplicação que o FMEA teve dentro do estudo de caso realizado, conforme os passos a seguir:

4.6.1. Passo 1: Identificação das falhas potenciais

Analisando os resultados obtidos, foi possível identificar as falhas potenciais nos processos de envase, sendo elas: lacres rompidos, tempo excessivo de envase e retrabalho.

4.6.2. Passo 2: Avaliação da severidade, ocorrência e detecção das falhas

Para cada falha identificada, foi possível avaliar a severidade do impacto que ela teria no processo de envase, a probabilidade de ocorrência dessa falha e a capacidade de detecção precoce da falha.

4.6.3. Passo 3: Cálculo do Índice de Risco (RPN)

A partir da avaliação da severidade, ocorrência e detecção das falhas, é possível calcular o Índice de Risco (RPN) para cada falha. O cálculo do Índice de Risco (RPN) envolve a multiplicação de três fatores: *severidade*, *ocorrência* e *detecção*. Vamos detalhar o cálculo do RPN para o estudo realizado.

A severidade representa o impacto ou consequência que a falha teria no processo de envase. Ela é avaliada em uma escala de 1 a 10, onde 1 indica um impacto baixo e 10 indica um impacto alto. A falha "Frascos com lacre rompido" apresenta um valor de 27,84% de frascos com lacre rompido. Se considerarmos que essa falha pode afetar negativamente a qualidade do produto e gerar retrabalho, podemos atribuir um valor de severidade de 8 para essa falha.

A ocorrência representa a probabilidade de a falha acontecer. Ela também é avaliada em uma escala de 1 a 10, onde 1 indica uma baixa probabilidade e 10 indica uma alta probabilidade. Considerando que 27,84% dos frascos apresentam lacre rompido, podemos atribuir um valor de ocorrência de 7 para essa falha, indicando que ela ocorre com certa frequência.

A detecção representa a capacidade de identificar a falha antes que ela cause um problema significativo no processo de envase. Assim como os outros fatores, a detecção é avaliada em uma escala de 1 a 10, onde 1 indica uma detecção fácil e 10 indica uma detecção difícil. Se considerarmos que a detecção de frascos com lacre rompido é feita através de uma inspeção visual ao final do processo, podemos atribuir um valor de detecção de 5 para essa falha, indicando que a detecção pode ser razoavelmente eficaz.

Com os valores de severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D) para cada falha, podemos calcular o RPN multiplicando esses três fatores.

$$RPN = S \times O \times D$$
$$RPN = 8 \times 7 \times 5 = 280$$

O valor do RPN indica o nível de risco associado à falha. Quanto maior o valor, maior o risco. Com base nos resultados dos cálculos, é possível priorizar as ações de melhoria, direcionando os esforços para as falhas com RPN mais elevado, visando reduzir o risco e melhorar a qualidade e eficiência dos processos de envase.

4.6.4. Passo 4: Priorização das ações de melhoria

Com base no RPN, é possível priorizar as ações de melhoria para reduzir o risco das falhas identificadas. As ações devem ser direcionadas às falhas com maior RPN, visando minimizar sua severidade, reduzir a probabilidade de ocorrência e melhorar a detecção precoce.

4.6.5. Passo 5: Implementação das ações de melhoria e acompanhamento

As ações de melhoria identificadas devem ser implementadas nos processos de envase.

4.7 Após a aplicação do Poka Yoke e do FMEA no estudo realizado

Com a aplicação das ferramentas Poka Yoke e FMEA realizamos alterações na envasadora como a implementação de dispositivos de verificação automática do posicionamento e vedação dos lacres, sistemas de alarme para falhas nos controles de qualidade, dispositivos de travamento para evitar o envase quando os frascos não estiverem corretamente posicionados, diminuição do torque e modificação no bico para adequação para as tampas utilizadas. Sendo assim, a produção irá otimizar a eficiência do envase, reduzir o retrabalho e melhorar a qualidade dos produtos.

4.7.1 Produto A (10ml)

Para este produto, tem-se que seu lote 02 é de 10.000 unidades, onde os dados de seu processo produtivo constam nas Tabelas de 13 a 15.

Tabela 13: Tempo de Envase do Produto A (10 ml)

INÍCIO		FINAL	
DATA	HORA	DATA	HORA
05/07/2022	08:05	05/07/2022	12:40

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 14: Resultados Medidos do Produto A (10 ml)

RESULTADO	VALOR
TOTAL DE HORAS	03:35
QTD FRASCOS POR MIN	46,51
RENDIMENTO TOTAL	9879 (98,79%)
FRASCOS COM LACRE ROMPIDO	1562 (15,62%)

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 15: Tempo de Retrabalho do Produto A (10 ml)

INÍCIO		FINAL	
DATA	HORA	DATA	HORA
06/07/2022	07:45	06/07/2022	08:26

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

A Tabela 13, mostra o período de tempo de envase do Produto A, que teve início às 08:05 e término às 12:40 do dia 05/07/2022.

Na Tabela 14, temos alguns resultados importantes. O tempo total de envase foi de aproximadamente 3 horas e 35 minutos, o que indica um processo relativamente rápido. A taxa de produção foi de aproximadamente 46,51 frascos por minuto, o que também é considerado um bom desempenho. Quanto ao rendimento total, foi alcançado um valor de 9879 frascos, correspondendo a 98,79% da produção esperada. No entanto, chama a atenção o fato de 1562 frascos apresentarem lacre rompido, o que representa cerca de 15,62% do total produzido.

A Tabela 15, apresenta o tempo de retrabalho do Produto A, que teve início às 07:45 e término às 08:26 do dia 06/07/2022. Portanto, o tempo total de retrabalho foi de aproximadamente 41 minutos.

4.7.2 Produto B (10ml)

Para este produto, tem-se que seu lote 02 é de 20.000 unidades, onde os dados de seu processo produtivo constam nas Tabelas de 16 a 18.

Tabela 16: Tempo de Envase do Produto B (10 ml)

INÍCIO		FINAL	
DATA	HORA	DATA	HORA
06/07/2022	09:46	06/07/2022	18:30

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 17: Resultados Medidos do Produto B (10 ml)

RESULTADO	VALOR
TOTAL DE HORAS	07:44
QTD FRASCOS POR MIN	42,60
RENDIMENTO TOTAL	19768 (98,84%)
FRASCOS COM LACRE ROMPIDO	3566 (17,83%)

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 18: Tempo de Retrabalho do Produto B (10 ml)

INÍCIO		FINAL	
DATA	HORA	DATA	HORA
07/07/2022	07:45	07/07/2022	09:07

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

A Tabela 16, mostra o período de tempo de envase do Produto B, que teve início às 09:46 e término às 18:30 do dia 06/07/2022, lembrando que foi descontado 1 hora de almoço.

Na Tabela 17, temos alguns resultados importantes. O tempo total de envase foi de aproximadamente 7 horas e 44 minutos, o que indica um processo relativamente rápido. A taxa de produção foi de aproximadamente 42,60 frascos por minuto, o que também é considerado um bom desempenho. Quanto ao rendimento total, foi alcançado um valor de 19768 frascos, correspondendo a 98,84% da produção esperada. No entanto, chama a atenção o fato de 3566 frascos apresentarem lacre rompido, o que representa cerca de 17,83% do total produzido.

A Tabela 18, apresenta o tempo de retrabalho do Produto B, que teve início às 07:45 e término às 09:07 do dia 06/07/2022. Portanto, o tempo total de retrabalho foi de aproximadamente 1 hora e 22 minutos.

4.7.3 Produto C (20ml)

Para este produto, tem-se que seu lote 02 é de 10.000 unidades, onde os dados de seu processo produtivo constam nas Tabelas de 19 a 21.

Tabela 19: Tempo de Envase do Produto C (20 ml)

INÍCIO		FINAL	
DATA	HORA	DATA	HORA
07/07/2022	10:10	07/07/2022	14:49

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 20: Resultados Medidos do Produto C (20 ml)

RESULTADO	VALOR
TOTAL DE HORAS	03:39
QTD FRASCOS POR MIN	45,30
RENDIMENTO TOTAL	9921 (99,21%)
FRASCOS COM LACRE ROMPIDO	1188 (11,88%)

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 21: Tempo de Retrabalho do Produto C (20 ml)

INÍCIO		FINAL	
DATA	HORA	DATA	HORA
07/07/2022	15:40	07/07/2022	16:07

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

A Tabela 19, mostra o período de tempo de envase do Produto C, que teve início às 10:10 e término às 14:49 do dia 07/07/2022, lembrando que foi descontado 1 hora de almoço.

Na Tabela 20, temos alguns resultados importantes. O tempo total de envase foi de aproximadamente 3 horas e 39 minutos, o que indica um processo relativamente rápido. A taxa de produção foi de aproximadamente 45,30 frascos por minuto, o que também é considerado um bom desempenho. Quanto ao rendimento total, foi alcançado um valor de 9921 frascos, correspondendo a 99,21% da produção esperada. No entanto, chama a atenção o fato de 1188 frascos apresentarem lacre rompido, o que representa cerca de 11,88% do total produzido.

A Tabela 21, apresenta o tempo de retrabalho do Produto C, que teve início às 15:40 e término às 16:07 do dia 07/07/2022. Portanto, o tempo total de retrabalho foi de aproximadamente 27 minutos.

4.7.4 Produto D (20ml)

Para este produto, tem-se que seu lote 02 é de 20.000 unidades, onde os dados de seu processo produtivo constam nas Tabelas de 22 a 24.

Tabela 22: Tempo de Envase do Produto D (20 ml)

INÍCIO		FINAL	
DATA	HORA	DATA	HORA
08/07/2022	08:52	08/07/2022	17:25

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 23: Resultados Medidos do Produto D (20 ml)

RESULTADO	VALOR
TOTAL DE HORAS	07:33
QTD FRASCOS POR MIN	43,92
RENDIMENTO TOTAL	19896 (99,48%)
FRASCOS COM LACRE ROMPIDO	1987 (9,93%)

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 24: Tempo de Retrabalho do Produto D (20 ml)

INÍCIO		FINAL	
DATA	HORA	DATA	HORA
08/07/2022	17:40	08/07/2022	18:36

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

A Tabela 22, mostra o período de tempo de envase do Produto D, que teve início às 08:52 e término às 17:25 do dia 08/07/2022, lembrando que foi descontado 1 hora de almoço.

Na Tabela 23, temos alguns resultados importantes. O tempo total de envase foi de aproximadamente 7 horas e 33 minutos, o que indica um processo relativamente rápido. A taxa de produção foi de aproximadamente 43,92 frascos por minuto, o que também é considerado um bom desempenho. Quanto ao rendimento total, foi alcançado um valor de 19896 frascos, correspondendo a 99,48% da produção esperada. No entanto, chama a atenção o fato de 1987 frascos apresentarem lacre rompido, o que representa cerca de 9,93% do total produzido.

A Tabela 24, apresenta o tempo de retrabalho do Produto D, que teve início às 17:40 e término às 18:36 do dia 08/07/2022. Portanto, o tempo total de retrabalho foi de aproximadamente 56 minutos.

4.8 Comparação dos lotes dos produtos

4.8.1 Produto A (10ml)

Para este produto, tem-se que seu lote 01 e 02 é de 10.000 unidades, onde os dados de comparação constam nas Tabelas de 25 a 28.

Tabela 25: Tempo de Envase do Produto A (10 ml) – Lote 01 e 02

LOTE	INÍCIO		FINAL		TOTAL	MELHORIA
	DATA	HORA	DATA	HORA		
01	05/05/2022	08:01	05/04/2022	12:27	04:26	00:53
02	05/07/2022	08:05	05/07/2022	12:40	03:35	

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 26: Resultados do Produto A (10 ml) – Lote 01 e 02

LOTE	RESULTADOS		
	QTD FRASCO POR MIN	RENDIMENTO TOTAL	FRASCO COM LACRE ROMPIDO
01	36,74	9846 (98,46%)	2781 (27,81)
02	46,51	9879 (98,79%)	1562 (15,62%)

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 27: Melhoria nos resultados do Produto A (10 ml) – Lote 01 e 02

MELHORIA NOS RESULTADOS		
FRASCO POR MIN	RENDIMENTO TOTAL	FRASCO COM LACRE ROMPIDO
9,77	33 (0,33%)	1219 (12,19)

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 28: Tempo de Retrabalho do Produto A (10 ml) – Lote 01 e 02

LOTE	INÍCIO		FINAL		TOTAL	MELHORIA
	DATA	HORA	DATA	HORA		
01	06/04/2022	07:45	06/04/2022	09:15	01:30	00:49
02	06/07/2022	07:45	06/07/2022	08:26	00:41	

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Na Tabela 25, foram registrados os dados referentes ao tempo de início e final do processo de envase do Produto A lote 01 e 02. Podemos observar que após a aplicação das ferramentas Poka Yoke e FMEA o tempo de envase do Produto A diminui 53 minutos. Lembrando que no lote 01 não ocorreu o almoço, e no lote 02 ocorreu.

Na Tabela 26, foram registrados os dados referentes a quantidade de frasco por minuto, rendimento total e quantidade de frasco com lacre rompido do Produto A lote 01 e 02. Podemos observar que após a aplicação das ferramentas Poka Yoke e FMEA os itens mencionados resultaram em uma melhoria.

Na Tabela 27, foram registradas as melhoras dos dados do Produto A lote 02 em comparação com o lote 01.

Na Tabela 28, temos os dados referentes ao tempo de retrabalho do Produto A no lote 01 e lote 02. Podemos observar que após a aplicação das ferramentas Poka Yoke e FMEA o tempo de retrabalho dos frascos com o lacre rompido do Produto A diminui 43 minutos.

Considerando a viabilidade dos resultados, é importante ressaltar que a quantidade de frasco com o lacre rompido do lote 01 foi a resultante 2781 e em comparação com o lote 02 que foi 1562. Podemos observar uma diferença de aproximadamente 44% entre o lote 02 e o lote 01. Sendo assim, a aplicação das ferramentas Poka Yoke e FMEA foram eficazes no caso.

4.8.2 Produto B (10ml)

Para este produto, tem-se que seu lote 01 e 02 é de 20.000 unidades, onde os dados de comparação constam nas Tabelas de 29 a 32.

Tabela 29: Tempo de Envase do Produto B (10 ml) – Lote 01 e 02

LOTE	INÍCIO		FINAL		TOTAL	MELHORIA
	DATA	HORA	DATA	HORA		
01	07/04/2022	07:58	07/04/2022	17:25	08:27	00:43
02	06/07/2022	09:46	06/07/2022	18:30	07:44	

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 30: Resultados do Produto B (10 ml) – Lote 01 e 02

LOTE	RESULTADOS		
	QTD FRASCO POR MIN	RENDIMENTO TOTAL	FRASCO COM LACRE ROMPIDO
01	38,45	19496 (97,48%)	4869 (24,34%)
02	42,60	19768 (98,84%)	3566 (17,83%)

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 31: Melhoria nos resultados do Produto B (10 ml) – Lote 01 e 02

MELHORIA NOS RESULTADOS		
FRASCO POR MIN	RENDIMENTO TOTAL	FRASCO COM LACRE ROMPIDO
4,15	472 (1,36%)	1303 (6,51%)

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 32: Tempo de Retrabalho do Produto B (10 ml) – Lote 01 e 02

LOTE	INÍCIO		FINAL		TOTAL	MELHORIA
	DATA	HORA	DATA	HORA		
01	08/04/2022	07:45	06/04/2022	09:25	01:40	00:18
02	06/07/2022	07:45	06/07/2022	09:07	01:22	

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Na Tabela 29, foram registrados os dados referentes ao tempo de início e final do processo de envase do Produto B lote 01 e 02. Podemos observar que após a aplicação das ferramentas Poka Yoke e FMEA o tempo de envase do Produto B diminui 43 minutos.

Na Tabela 30, foram registrados os dados referentes a quantidade de frasco por minuto, rendimento total e quantidade de frasco com lacre rompido do Produto B lote 01 e 02. Podemos

observar que após a aplicação das ferramentas Poka Yoke e FMEA os itens mencionados resultaram em uma melhora. Na Tabela 31, foram registrados a melhora dos dados do Produto B lote 02 em comparação com o lote 01.

Na Tabela 32, temos os dados referentes ao tempo de retrabalho do Produto B no lote 01 e lote 02. Podemos observar que após a aplicação das ferramentas Poka Yoke e FMEA o tempo de retrabalho dos frascos com o lacre rompido do Produto B diminui 18 minutos.

Considerando a viabilidade dos resultados, é importante ressaltar que a quantidade de frasco com o lacre rompido do lote 01 foi a resultante 4869 e em comparação com o lote 02 que foi 3566. Podemos observar uma diferença de aproximadamente 27% entre lote 02 e o lote 01. Sendo assim, a aplicação das ferramentas Poka Yoke e FMEA foram eficazes no caso.

4.8.3 Produto C (20ml)

Para este produto, tem-se que seu lote 01 e 02 é de 10.000 unidades, onde os dados de comparação constam nas Tabelas de 33 a 36.

Tabela 33: Tempo de Envase do Produto C (20 ml) – Lote 01 e 02

LOTE	INÍCIO		FINAL		TOTAL	MELHORIA
	DATA	HORA	DATA	HORA		
01	09/04/2022	07:36	09/04/2022	13:26	04:50	01:11
02	07/07/2022	10:10	07/07/2022	14:49	03:39	

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 34: Resultados do Produto C (20 ml) – Lote 01 e 02

LOTE	RESULTADOS		
	QTD FRASCO POR MIN	RENDIMENTO TOTAL	FRASCO COM LACRE ROMPIDO
01	34,05	9875 (98,75%)	2159 (21,59%)
02	45,30	9921 (99,21%)	1188 (11,88%)

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 35: Melhoria nos resultados do Produto C (20 ml) – Lote 01 e 02

MELHORIA NOS RESULTADOS		
MELHORA EM FRASCO POR MIN	MELHORA NO RENDIMENTO TOTAL	MELHORA NA QTD DE FRASCO COM LACRE ROMPIDO
11,25	46 (0,46%)	971 (9,71%)

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 36: Tempo de Retrabalho do Produto C (20 ml) – Lote 01 e 02

LOTE	INÍCIO		FINAL		TOTAL	MELHORIA
	DATA	HORA	DATA	HORA		
01	10/04/2022	07:45	10/04/2022	08:55	01:10	00:43
02	07/07/2022	15:40	07/07/2022	16:07	00:27	

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Na Tabela 33, foram registrados os dados referentes ao tempo de início e final do processo de envase do Produto C lote 01 e 02. Podemos observar que após a aplicação das ferramentas Poka Yoke e FMEA o tempo de envase do Produto C diminui 1 hora e 11 minutos.

Na Tabela 34, foram registrados os dados referentes a quantidade de frasco por minuto, rendimento total e quantidade de frasco com lacre rompido do Produto C lote 01 e 02. Podemos observar que após a aplicação das ferramentas Poka Yoke e FMEA os itens mencionados resultaram em uma melhora. Na Tabela 35, foram registrados a melhora dos dados do Produto C lote 02 em comparação com o lote 01.

Na Tabela 36, temos os dados referentes ao tempo de retrabalho do Produto C no lote 01 e lote 02. Podemos observar que após a aplicação das ferramentas Poka Yoke e FMEA o tempo de retrabalho dos frascos com o lacre rompido do Produto C diminui 43 minutos.

Considerando a viabilidade dos resultados, é importante ressaltar que a quantidade de frasco com o lacre rompido do lote 01 foi a resultante 2159 e em comparação com o lote 02 que foi 1188. Podemos observar uma diferença de aproximadamente 45% entre o lote 02 e o lote 01. Sendo assim, a aplicação das ferramentas Poka Yoke e FMEA foram eficazes no caso.

4.8.4 Produto D (20ml)

Para este produto, tem-se que seu lote 01 e 02 é de 20.000 unidades, onde os dados de comparação constam nas Tabelas de 37 a 40.

Tabela 37: Tempo de Envase do Produto D (20 ml) – Lote 01 e 02

LOTE	INÍCIO		FINAL		TOTAL	MELHORIA
	DATA	HORA	DATA	HORA		
01	11/04/2022	07:35	11/04/2022	16:55	08:20	00:47
02	08/07/2022	08:52	08/07/2022	17:25	07:33	

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 38: Resultados do Produto D (20 ml) – Lote 01 e 02

LOTE	RESULTADOS		
	QTD FRASCO POR MIN	RENDIMENTO TOTAL	FRASCO COM LACRE ROMPIDO
01	39,57	19748 (98,74%)	3649 (18,24%)
02	43,92	19896 (99,48%)	1987 (9,93%)

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 39: Melhoria nos resultados do Produto D (20 ml) – Lote 01 e 02

MELHORIA NOS RESULTADOS		
MELHORA EM FRASCO POR MIN	MELHORA NO RENDIMENTO TOTAL	MELHORA NA QTD DE FRASCO COM LACRE ROMPIDO
4,35	148 (0,74%)	1662 (8,31%)

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Tabela 40: Tempo de Retrabalho do Produto D (20 ml) – Lote 01 e 02

LOTE	INÍCIO		FINAL		TOTAL	MELHORIA
	DATA	HORA	DATA	HORA		
01	08/04/2022	07:45	06/04/2022	09:14	01:29	00:33
02	08/07/2022	17:40	08/07/2022	18:36	00:56	

Fonte: Do próprio autor, com informações da empresa ABC

Na Tabela 37, foram registrados os dados referentes ao tempo de início e final do processo de envase do Produto D lote 01 e 02. Podemos observar que após a aplicação das ferramentas Poka Yoke e FMEA o tempo de envase do Produto D diminui 47 minutos.

Na Tabela 38, foram registrados os dados referentes a quantidade de frasco por minuto, rendimento total e quantidade de frasco com lacre rompido do Produto D lote 01 e 02. Podemos observar que após a aplicação das ferramentas Poka Yoke e FMEA os itens mencionados resultaram em uma melhoria. Na Tabela 39, foram registrados a melhoria dos dados do Produto D lote 02 em comparação com o lote 01.

Na Tabela 40, temos os dados referentes ao tempo de retrabalho do Produto D no lote 01 e lote 02. Podemos observar que após a aplicação das ferramentas Poka Yoke e FMEA o tempo de retrabalho dos frascos com o lacre rompido do Produto D diminui 33 minutos.

Considerando a viabilidade dos resultados, é importante ressaltar que a quantidade de frasco com o lacre rompido do lote 01 foi a resultante 3649 e em comparação com o lote 02 que foi 1987. Podemos observar uma diferença de aproximadamente 46% entre o 02 e o lote 01. Sendo assim, a aplicação das ferramentas Poka Yoke e FMEA foram eficazes no caso.

5. CONCLUSÃO

A presente pesquisa científica abordou a questão do rompimento da lacres em processo de envase de quatro produtos (A, B, C e D) com volumes de 10ml e 20ml, a fim de avaliar a eficiência, qualidade e viabilidade desses processos. Neste trabalho, a autora buscou algumas ferramentas como Poka Yoke e FMEA para solucionar a questão. Os principais resultados obtidos forneceram insights valiosos sobre o tempo de envase, rendimento total, proporção de frascos com lacre rompido e tempo de retrabalho.

Ao analisar as tabelas e resultados apresentados dos lotes 01, verificamos que os tempos de envase para todos os produtos foram razoáveis, considerando a quantidade produzida. Os rendimentos totais alcançaram valores entre 97,48% a 98,75% para todos os produtos, indicando uma eficiência considerável nos processos de envase. No entanto, identificou-se uma preocupação recorrente em relação aos frascos com lacre rompido, que variaram entre 18,24% a 27,81% para os diferentes produtos (A, B, C e D).

Sendo assim, implementamos dispositivos de verificação automática do posicionamento e vedação dos lacres, sistemas de alarme para falhas nos controles de qualidade, dispositivos de travamento para evitar o envase quando os frascos não estiverem corretamente posicionados, diminuição do torque e modificação no bico para adequação para as tampas utilizadas. Com isso, a produção irá otimizar a eficiência do envase, reduzir o retrabalho e melhorar a qualidade dos produtos.

Após a identificação e aplicação das melhorias, podemos observar que os rendimentos totais do lote 02 dos diferentes produtos (A, B, C e D) alcançaram valores entre 98,79% a 99,48% para todos os produtos, indicando uma eficiência e aumento do rendimento em comparação com lotes 01 considerável nos processos de envase. Em relação a preocupação recorrente aos frascos com lacre rompido, podemos observar que os lotes 02 ocorreu uma grande melhora dos mesmos produtos agora variam entre 9,93% e 17,83%.

Com isso, o resultado foi uma grande melhora no processo do envase e da organização, como redução de custos, o aumento da qualidade dos produtos e serviços, a satisfação do cliente, a melhoria da eficiência operacional, a promoção de uma cultura de prevenção e qualidade, e para a redução de desperdícios. Por tanto, o estudo feito pela autora na empresa foi de grande importância para a melhoria da empresa. Sendo assim, a aplicação do estudo foi eficaz.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J. C.; RUNGTUSANATHAM, M.; SCHROEDER, R. G. Administração da produção: manufatura e serviços. Bookman Editora, 2011.
- BALLESTERO-ALVAREZ, M.; CORTES-ROBLES, G. The FMEA in the design stage of a product. In: SYSTEMS, AUTOMATION & CONTROL: REVIEWS. CRC Press, 2012. v. 1, p. 142-153.
- BÖTTCHER, K.; ELMARAGHY, H. A.; GUO, Y. (Eds.). Advances in production management systems. Smart manufacturing for industry 4.0: IFIP WG 5.7 International Conference. Springer, 2019. v. 567.
- CAMPOS, R. R. Poka Yoke e a qualidade no processo produtivo. Monografia de Conclusão de Curso, Universidade de São Paulo, 2016.
- CAO, L.; LU, R. A survey of FMEA implementation in the automotive industry. International Journal of Quality & Reliability Management, v. 31, n. 6, p. 676-686, 2014.
- CARPINETTI, L. C. R. Gestão da qualidade. Atlas, 2017.
- CHEDID, M. E. Poka Yoke: considerações sobre o uso da técnica no controle de qualidade. Monografia de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.
- CHENG, R.; WONG, T. N. A knowledge-based system for Poka-Yoke design in assembly processes. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, v. 49, p. 244-256, 2018.
- COELHO, J. M.; DINIZ, J. R. Gerenciamento de projetos: princípios, técnicas e práticas. Atlas, 2013.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A.; GIANESI, I. G. N. Administração de produção e operações. Atlas, 2016.
- COSTA, H. G.; GODINHO FILHO, M.; MIYAKE, D. I. FMEA and AHP applied to operational risk analysis: a case study in an aerospace industry. International Journal of Quality & Reliability Management, v. 35, n. 10, p. 2163-2186, 2018.
- DALL'ANTONIA, P. C.; SAURIN, T. A. Failure mode and effect analysis in an automotive industry: benefits, challenges and barriers. Total Quality Management & Business Excellence, v. 22, n. 6, p. 661-673, 2011.
- GASPERZ, J. Lean Six Sigma: Projetos e Aplicações. Lean Six Sigma Academy, 2016.
- GOH, T. N.; XIE, M. Planning a cost-effective FMEA implementation in product design. International Journal of Production Research, v. 50, n. 21, p. 6140-6154, 2012.
- MERRIAM, S. B. Qualitative Research: A Guide to Design and Implementation. John Wiley & Sons, 2018.

MORAES, G. L.; VANTI, N. A. O Poka Yoke como estratégia de melhoria contínua na indústria automobilística. Monografia de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

NEUMAN, W. L. Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches. Pearson, 2014.

OAKLAND, J. S. Total quality management and operational excellence: text with cases. Routledge, 2014.

PINTO, S. F. C.; CARPINETTI, L. C. R. Implementação do FMEA: um estudo de caso na indústria automotiva. Gestão & Produção, v. 20, n. 3, p. 717-728, 2013.

SANTOS, L. H. A. Implantação de Poka Yoke no processo de envase de medicamentos. Monografia de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.

SILVEIRA, D. M.; MIYAKE, D. I.; COSTA, H. G.; GODINHO FILHO, M. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) for supply chain risk mapping. International Journal of Production Research, v. 52, n. 7, p. 2020-2035, 2014.

SIVALINGAM, B.; RAJENDRAN, C.; KADIRVEL, K. A hybrid approach for selection of critical failures using FMEA in aeronautical engineering industries. Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 22, n. 2, p. 119-134, 2016.

YIN, R. K. Case Study Research and Applications: Design and Methods. Sage Publications, 2018.