

APLICAÇÃO DA FERRAMENTA FMEA EM UMA MONTADORA DE VEÍCULOS AUTOMOTIVOS: UM ESTUDO DE CASO

APPLICATION OF THE FMEA TOOL IN AN AUTOMOTIVE VEHICLE ASSEMBLY PLANT: A CASE STUDY

Tatiane dos Santos Anacleto Comidar¹

Fernanda Cristina Pierre²

RESUMO

Este trabalho aplica a ferramenta FMEA (Análise de Modo e Efeitos de Falha) em uma montadora de veículos, especificamente no processo de fabricação de para-lamas traseiros. O objetivo foi identificar falhas que comprometessem a qualidade do produto e implementar ações corretivas para melhorar os processos de fabricação, alinhando-se às normas internacionais de qualidade. Após a análise de dados coletados por entrevistas e registros de manutenção, a FMEA identificou falhas críticas, como deformações nas chapas, espessura inadequada e dificuldades na extração das peças dos moldes. Ações corretivas incluíram a padronização de processos, automação e controles rigorosos de qualidade. Como resultado, observou-se uma redução significativa nas taxas de retrabalho e redução considerável nas reclamações de clientes. Uma nova FMEA, realizada após três meses, mostrou uma melhoria substancial nos principais indicadores de qualidade, demonstrando a eficácia das medidas adotadas.

Palavras-chave: Melhoria Contínua. Qualidade Automotiva. Para-Lamas.

ABSTRACT

This study applies the FMEA tool (Failure Modes and Effects Analysis) in an automotive assembly plant, specifically focusing on the manufacturing process of rear fenders. The objective was to identify failure modes that could compromise product quality and implement corrective actions to improve manufacturing processes in accordance with international quality standards. Based on analysis of data collected through interviews and maintenance records, FMEA identified critical failure modes, including sheet-metal deformation, incorrect thickness, and difficulties removing parts from the mold. Corrective actions included process standardization, automation, and stricter quality controls. Results showed significant reduction in rework rates and customer complaints. A follow-up FMEA conducted three months later indicated substantial improvements in key quality indicators, demonstrating the effectiveness of implemented measures.

Keywords: Continuous Improvement. Automotive Quality. Rear Fenders.

¹Graduanda no Curso de Produção Industrial, Fatec Botucatu.

²Docente na Faculdade de Tecnologia de Botucatu, Av. José Ítalo Bacchi, s/nº; e-mail. fernanda.pierre@fatec.sp.gov.br.

1 INTRODUÇÃO

A busca por competitividade no mercado globalizado faz com que as organizações procurem formas de aperfeiçoar seus processos, com o objetivo de diminuir custos e alavancar lucros. Os processos e as atividades são os meios de agregação de valores aos produtos e serviços (Zanchet *et al.*, 2024).

Diante do cenário de crescente competitividade entre as organizações e de clientes cada vez mais exigentes, com especificações mais rigorosas, as considerações dos requisitos de qualidade tornam-se críticas (Lira *et al.*, 2023).

Com o desenvolvimento dos processos produtivos nas organizações, a busca por ferramentas de qualidade que possam aumentar a confiabilidade e disponibilidade dos ativos tem sido crescente. O FMEA (Análise de modos e efeitos de falha) é uma ferramenta que tem como função a identificação de potenciais modos de falha de um produto ou processo, permitindo a análise preventiva das possíveis causas de falhas (Ribeiro; Silva Neta, 2023). Corroborando, de acordo com Mirando, Morett e Souza (2024), a utilização dessa ferramenta de forma incorreta pode levar ao desperdício de recursos de prevenção dentro das empresas.

A indústria automotiva enfrenta desafios constantes para manter e melhorar a qualidade e a confiabilidade de seus produtos. No entanto, alguma ferramenta da qualidade tem sido utilizada para melhorar o processo na produção a fim de obter melhoramento constante no produto a ser fabricado. Uma dessas ferramentas é a FMEA (Análise de Modo e Efeitos de Falha) utilizada na indústria automotiva e já demonstrou benefícios significativos, conforme relatado por (Andonov, 2018).

A confiabilidade tem se tornado muito importante para clientes e empresas. Para os clientes, pois se relaciona com sua satisfação e para as empresas para garantir sua estabilidade no mercado competitivo. Baseando-se nisto, as empresas estão utilizando de ferramentas da qualidade para aumentar a confiabilidade de seus bens comercializados. Uma destas ferramentas é a Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos (FMEA), a qual identifica potenciais modos de falha de um produto ou processo (Oliveira, 2017).

No contexto das montadoras de veículos, a FMEA é especialmente relevante devido à complexidade dos sistemas automotivos e à alta exigência de segurança e conformidade regulatória. Quando aplicada ao desenvolvimento de componentes automotivos pode identificar potenciais falhas que, se não tratadas, podem resultar em defeitos catastróficos durante o uso do veículo. Essa capacidade de prever e reduzir riscos antes que eles se materializem é de grande

importância para garantir a segurança dos consumidores e evitar custos elevados associados a reparos (Banduka, 2016).

Dessa forma, a importância deste estudo também está embasada na contribuição para o avanço do conhecimento técnico e gerencial no setor automotivo. A identificação precisa de modos de falha e a implementação de ações corretivas eficazes podem reduzir significativamente a incidência de defeitos, melhorando a eficiência dos processos de produção e a qualidade final dos veículos. Nesse cenário, a ferramenta se destaca como um método eficaz para identificar, avaliar e reduzir modos de falhas potenciais, auxiliando na implementação de ações corretivas que visam a melhoria contínua dos processos (Jung, 2004).

Ao utilizar um FMEA, é possível conduzir uma análise sistemática dos processos produtivos, permitindo que as principais falhas, suas causas e efeitos sejam detectados de maneira detalhada. Esse tipo de análise contribui para a criação de medidas corretivas assertivas, proporcionando rupturas na ocorrência de falhas e aumentando a segurança e a qualidade dos produtos. Além disso, a implementação de uma metodologia robusta como o FMEA nas etapas produtivas permite que as montadoras aprimorem não apenas seus processos, mas também a confiabilidade de seus veículos, o que, por sua vez, fortalece a relação com os consumidores.

De acordo com Slack (2002), a FMEA funciona seguindo um processo de sete passos:

1. Identificar todas as partes componentes dos serviços;
2. Listar todas as formas possíveis segundo as quais os componentes poderiam falhar (os modos de falhas);
3. Identificar os efeitos possíveis das falhas (tempo parado, insegurança, necessidade de ajustes e/ou consertos, efeitos para os clientes);
4. Identificar todas as causas possíveis das falhas para cada modo de falha;
5. Avaliar a probabilidade de falha, a severidade dos efeitos da falha e a probabilidade de detecção;
6. Identificar o número de prioridade de risco (NPR);
7. Desenvolver e implementar ações para minimizar as falhas identificadas.

O presente trabalho tem como objetivo aplicar a ferramenta FMEA em uma montadora de veículos automotivos para identificar e reduzir potenciais modos de falha nas peças, melhorando a qualidade e confiabilidade dos produtos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma linha de montagem de para-lamas em uma montadora de veículo automotivos no município de Botucatu.

A pesquisa é exploratória pois visa examinar problemas, a fim de descobrir novas práticas, melhorias de processos ou produtos, e coletar dados que possam ser utilizados no desenvolvimento de novos modelos (Jung, 2004).

O processo de fabricação do para-lamas segue as seguintes etapas: recebimento de matéria-prima, extrusão de chapas, moldagem, usinagem resfriamento, pré-corte de perímetro, teste de dispositivo de controle, acabamento, liberação, embalagem e expedição.

O processo escolhido para estudo e aplicação da ferramenta de qualidade FMEA foi a moldagem da chapa para fabricação do para-lama, devido a criticidade para a segurança do veículo e à complexidade envolvida.

A coleta de dados foi realizada através da análise *in loco*, análise dos relatórios de qualidade, registros de manutenção, históricos de falhas no processo de peças e por meio de entrevista não estruturada com os engenheiros de qualidade, operadores de linha e gerentes de produção da empresa em estudo.

Por fim, uma equipe multidisciplinar foi formada, incluindo especialistas de engenharia, qualidade e produção onde identificaram os modos de falha da moldagem da chapa na fabricação do para-lamas e, para cada modo de falha, foram analisadas suas causas e efeitos.

Com base nos resultados da FMEA foram propostas e implementadas ações corretivas específicas para os modos de falha identificados. Essas ações incluíram a revisão e aprimoramento de procedimentos de montagem, treinamento adicional para os operadores, atualização de ferramentas e equipamentos, e a implementação de controles de qualidade mais rigorosos.

O preenchimento da FMEA segue alguns critérios, conforme Figura 1. Para preenchimento dos itens de severidade, ocorrência e detecção, deve-se observar cuidadosamente qual índice mais adequado para cada falha e sua respectiva causa.

Figura 1. Índices de severidade, ocorrência e detecção.

Índice	Severidade	Ocorrência	Deteção
1	Mínima - o cliente mal percebe que a falha ocorreu	Remota – dificilmente ocorre a causa que leva a falha	Muito Grande - Certamente será detectado
2 3	Pequena - ligeira deterioração no desempenho com leve descontentamento do cliente	Pequena – ocorre a causa da falha em pequena escala	Grande - Grande probabilidade de ser detectado
4 5 6	Moderada - Deterioração significativa no desempenho de um sistema com descontentamento do cliente	Moderada – às vezes ocorre a causa que leva a falha	Moderada - Provavelmente será detectado
7 8	Alta – o sistema deixa de funcionar e grande descontentamento do cliente	Alta – ocorre a causa da falha com certa frequência	Pequena - Provavelmente não será detectado
9 10	Muito Alta - idem ao anterior, porém afeta a segurança	Muito Alta – ocorre a causa da falha em vários momentos	Muito Pequena - Certamente não será detectado

Fonte: Adaptado de Toledo e Amaral, 2006.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A ferramenta FMEA foi aplicada no processo de moldagem da chapa na fabricação do para-lamas, conforme Figura 2.

Figura 2. Causas e efeitos de falhas utilizando a ferramenta FMEA em uma montadora de veículos automotivos.

Tipo:			Código do Produto:			Denominação do Produto:			Nº Desenho Cliente:		Revisão Desenho:		Nº do FMEA					
Projeto			253.678			Para-lama Traseiro			DAF 569785		5		14.563					
Preparado por:			Responsável pelo Processo:			Cliente:			Data de Emissão:	Data de Revisão:	Revisão FMEA:	Resp. pela última revisão:						
Colaborador E			Colaborador F			DAF Caminhões			15/06/2020	30/07/2024	06	Tatiane						
Equipe Multifuncional de Elaboração da PFMEA:									Equipe Auxiliar de Elaboração									
Nome			Setor						Nome Convidado			Setor						
Colaborador A			Eng. Produto															
Colaborador B			Eng. Desenvolvimento															
Colaborador C			Eng. Métodos e Processos															
Colaborador D			Manufatura (Moldagem e Acabamento)															
Função	Item	Modo de Falha Potencial	Efeito (s) Potencial (is) da Falha	Severidade Classificação	Causa (s) Potencial (is) da Falha	Ocorrência	Controles Atuais de Prevenção	Controles Atuais de Detecção	Detecção	NPR	Ações Recomendadas	Responsável e Prazo	RESULTADOS DA AÇÃO					
OPERAÇÃO 300 EXTRUSÃO DE CHAPAS VER FMEA DE EXTRUSÃO Nº EXT-100																		
Moldar peça (Conformação)	1	Espessura menor que 2,5mm (Especificação 3,5 + 2,5 - 1,0)	Efeito no Cliente (Degradação da função secundária) (Pode gerar espessura fina na peça) A função apresenta nível reduzido de desempenho.	5	Material não direcionado corretamente no molde pelo operador	7	Padronização do tempo de aquecimento de chapas (Implementação de sistema de alerta ao operador). Ficha de parâmetro FP-A256	Medição por variável, medição com medidor de espessura, detecção do modo de falha na operação origem.	5	175	Incluir direcionador de material automático no molde	Colaborador G 11/02/2024	Incluído direcionar com atuador pneumático no molde	5	4	5	100	
					Excesso de estiramento da chapa ao ser posicionada no molde	4								100	-	-	-	-
					Utilização de chapa com espessura menor que o especificado	4				Medição de espessura na operação anterior (Extrusão)				100	-	-	-	-
	2	Espessura maior que 6,0 mm (Especificação: 3,5 + 2,5 - 1,0)	Efeito no Cliente (Degradação da função secundária) (Pode dificultar na montagem de componentes na linha do cliente) A função apresenta nível reduzido de desempenho.	5	Utilização de chapa com espessura maior que o especificado	4	Medição de espessura na operação anterior (Extrusão)	Detecção por meio de analise visual comparativa com padrão, detecção do modo de falha na operação origem.	7	84				-	-	-	-	
					Chapa utilizada fora da tonalidade especificada.	3	Controle de cor na operação anterior (Extrusão)			112				-	-	-	-	
					Furos de vácuo obstruídos e/ou insuficientes	4	Cronograma de manutenção preventiva dos moldes.			112				-	-	-	-	
	4	Aspecto superficial (risco)	Efeito no Cliente (Incomodo) (Característica de aparência) Item não conforme e percebido pela maioria dos clientes (>75%).	4	Utilização de chapa com riscos	4	Análise visual na operação anterior (Extrusão)	Detecção por meio de analise visual conforme (PIV-M15) detecção do modo de falha na operação origem.	7	112	Desenvolver sistema de extração automática da peça do molde	Colaborador H 16/04/2024	Desenvolvi do sistema pneumático de extração	-	-	-	-	
					Dificuldade de extração da peça do molde	7	Utilização de desmoldante para facilitar a extração da peça			196				4	3	7	84	
	5	Aspecto superficial (mancha)	Efeito no Cliente (Incomodo) (Característica de aparência) Item não conforme e percebido pela maioria dos clientes (>75%).	4	Excesso de temperatura do molde	4	Utilização de chiller e controlador de temperatura conforme parâmetros do POP-12		7	112				-	-	-	-	
					Excesso de temperatura da estufa	4	Fichas de parâmetros FP-A256								-	-	-	-

Ao analisar a Figura 2, observa-se que os dois principais modos de falha potenciais identificados foram, em ordem do NPR, o aspecto superficial risco e espessura abaixo do especificado.

Quanto ao modo de falha problema de riscos na superfície, os efeitos possíveis de falha são o incômodo devido aparência, gerando insatisfação aos clientes. Quanto as causas possíveis desta falha têm-se a dificuldade na remoção das peças do molde, resultando em marcas superficiais. Referente ao controle atual de prevenção e de detecção, foram propostos uma inspeção visual das chapas antes da moldagem e do uso de desmoldante, para facilitar a retirada das peças sem danificar sua superfície. Após a avaliação da probabilidade de falha, a severidade dos efeitos da falha e a probabilidade de detecção, obteve-se o número de prioridade de risco (NPR) 196.

Como ações recomendadas para minimizar a falha identificada, propõe-se desenvolver sistema de extração automática da peça do molde.

Complementando, a dificuldade na extração da peça do molde causava interrupções frequentes no processo e resultava em danos à peça ou ao molde. Esse problema foi atribuído ao excesso de temperatura nos moldes e à falta de um sistema automatizado de extração.

Para isso, um sistema pneumático de extração automatizada foi implementado, facilitando a remoção da peça do molde de forma eficiente. Além disso, o uso de desmoldantes e controladores de temperatura foi ajustado conforme os parâmetros recomendados.

Após a implementação dessas melhorias, o processo de extração das peças se tornou mais eficiente, resultando em uma redução de melhoria moderada no tempo de ciclo de produção e uma queda significativa nos danos às peças. A introdução do sistema automatizado também minimizou o risco de falhas operacionais.

Quanto ao modo de falha espessura menor que o especificado, os efeitos possíveis de falha verificam-se que esse desvio pode resultar de uma distribuição concentrada do material no molde. Quanto as causas possíveis desta falha têm-se o material não direcionado corretamente no molde pelo operador. Referente ao controle atual de prevenção e de detecção, foi a padronização do tempo de aquecimento das chapas, o que ajuda a evitar variações na espessura das peças produzidas e implementação de sistema de alerta ao operador. Além disso, tem-se a medição por variável, medição com medidor de espessura, detecção do modo de falha na operação origem. Após a avaliação da probabilidade de falha, a severidade dos efeitos da falha e a probabilidade de detecção, obteve-se o número de prioridade de risco (NPR) 175.

Como ações recomendadas para minimizar a falha identificada, tem-se de incluir direcionador de material automático no molde.

Complementando, foram identificadas chapas com espessura maior ou menor que o especificado, causando problemas tanto na montagem quanto no desempenho funcional dos para-lamas. Esse problema era decorrente de uma falta de controle no processo de extrusão das chapas. Para as correções, os sensores de controle de espessura foram instalados na etapa de extrusão, e o tempo de aquecimento das chapas foi padronizado para garantir uniformidade. Além disso, fichas de parâmetros de controle foram implementadas para garantir a precisão em cada lote produzido. Desse modo, a ação reduziu em redução significativa o número de peças com espessura fora das especificações, conforme demonstrado na Figura 1. Isso também contribuiu para a redução de rejeições durante a fase de montagem, tornando o processo mais eficiente e econômico.

Quanto a deformação irregular das chapas durante a conformação foi identificada como um dos principais modos de falha nesta etapa. Esse problema foi atribuído à variação na qualidade da matéria-prima e ao desgaste das ferramentas de moldagem, sendo considerado crítico devido ao impacto negativo na funcionalidade e estética do para-lama conforme demonstrado nas Figura 3 e 4.

Figura 3. Irregularidades das chapas do para-lama



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 4. Deformação irregular das chapas do para-lama



Fonte: Autoria própria, 2024.

As etapas críticas do processo revelaram modos de falha que comprometeriam a qualidade do produto final, sendo a deformação irregular das chapas durante a conformação um dos principais problemas. Essa falha foi atribuída à variação da matéria-prima e ao desgaste das ferramentas, com impacto significativo na funcionalidade e estética do para-lama.

Durante o processo de conformação, observou-se uma alta incidência de deformações irregulares nas chapas, resultando em peças fora das especificações de design. Essa falha foi atribuída à variação na qualidade da matéria-prima, aliada ao desgaste das ferramentas de moldagem.

Para a ação corretiva, conforme Figura 5, implementou-se um controle mais rigoroso sobre o recebimento e inspeção da matéria-prima, com a inclusão de sensores que verificam as propriedades das chapas antes do início do processo.

Além disso, foi aprimorado o cronograma de manutenção das ferramentas de moldagem para evitar desgaste excessivo.

Com isso, os resultados observados foram que após três meses de implementação das medidas corretivas, houve uma redução de redução considerável na incidência de peças deformadas. A melhoria no controle da matéria-prima e o uso adequado das ferramentas resultaram em maior precisão no processo de conformação.

Figura 5. Correção das irregularidades das chapas do para-lama.



Fonte: Autoria própria (2024).

Os defeitos de cor e textura foram observados com frequência, sendo percebidos pelos clientes como itens não conformes. Esses defeitos estavam relacionados a problemas no resfriamento das chapas e na limpeza dos moldes utilizados no processo. Para isso, a empresa adotou um cronograma rigoroso de manutenção preventiva para os moldes, garantindo a limpeza e desobstrução dos furos de vácuo, essenciais para uma conformação adequada. Além disso, controles mais rigorosos de temperatura foram implementados no processo de resfriamento. Assim, houve uma redução de 20% nas reclamações de clientes relacionadas à aparência dos para-lamas, conforme mostrado na Figura 2. Isso resultou em um produto final com melhor acabamento, aumentando a satisfação dos clientes e diminuindo a necessidade de retrabalho.

Vale ressaltar que quanto aos riscos e manchas nas superfícies das peças foram identificados como problemas recorrentes que impactavam negativamente a qualidade

percebida pelos clientes. Esses defeitos eram causados principalmente por altas temperaturas nos moldes e na estufa de cura. A implementação de um sistema de controle de temperatura mais preciso, juntamente com o uso adequado de chillers, permitiu uma melhor regulação da temperatura dos moldes e da estufa de cura. Essas medidas resultaram em uma redução de redução considerável nos casos de peças com defeitos superficiais. Isso não apenas melhorou a aparência das peças, mas também aumentou a taxa de aceitação final, reduzindo significativamente os custos associados ao retrabalho.

A implementação das ações corretivas resultou em melhorias expressivas ao longo de todo o processo produtivo, conforme observado nos indicadores de qualidade, houve redução de redução significativa nas taxas de retrabalho. As melhorias nas fases de conformação, usinagem e controle de qualidade permitiram uma redução significativa nos retrabalhos necessários, aumentando a eficiência operacional. Foi observado queda de redução considerável nas reclamações de clientes.

Com a redução dos defeitos estéticos e funcionais, o número de reclamações de clientes também diminuiu, refletindo um aumento na satisfação e na confiabilidade percebida do produto final. Por fim, houve melhoria na eficiência da linha de produção, sendo que o tempo de ciclo foi otimizado com a automatização do sistema de extração e o melhor controle dos processos de moldagem e resfriamento, resultando em um aumento na produtividade sem comprometer a qualidade.

Três meses após a implementação das ações corretivas, uma nova FMEA foi realizada para avaliar a eficácia das mudanças. O acompanhamento contínuo dos indicadores de qualidade mostrou uma redução de melhoria substancial no número total de falhas em comparação com a avaliação inicial. Isso confirma a eficácia das ações tomadas e destaca a importância da FMEA como ferramenta para a melhoria contínua.

4 CONCLUSÃO

A aplicação da FMEA na linha de produção dos para-lamas traseiros de uma montadora de veículos automotivos demonstrou ser uma abordagem eficaz para identificar e mitigar falhas críticas no processo.

As ações corretivas implementadas resultaram em melhorias substanciais na qualidade do produto final, redução de custos com retrabalho e aumento da satisfação dos clientes. A análise final demonstrou uma melhoria de melhoria substancial nos principais indicadores de qualidade, reforçando a eficácia da FMEA como uma ferramenta de gestão proativa.

Este estudo reafirma a importância de monitorar continuamente os processos produtivos e adotar ações preventivas e corretivas para garantir a excelência operacional e a conformidade com os padrões de qualidade exigidos pela indústria automotiva.

REFERÊNCIAS

ANDONOV, S. B. **Methodology: A Guide for Practitioners**. Boca Raton: CRC Press, 2018.

BANDUKA, N.; VEZA, I.; BILIC, B. An integrated lean approach to Process Failure Mode and Effect Analysis (PFMEA): a case study from automotive industry. **Advances in Production Engineering & Management**, Slovenia, v. 11, n. 4, p. 355-365, 2016.

JUNG, C. F. **Metodologia para pesquisa & desenvolvimento: aplicada a novas tecnologias, produtos e processos**. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2004.

LIRA, S. A. *et al.* Desenvolvimento e implementação da metodologia FTA-FMEA6 para melhoria de processos na manufatura. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v.9, n.4, p. 208–224, 2023. <https://doi.org/10.47456/bjpe.v9i4.42594>.

MIRANDA, S. S. S.; MORETT, A. J.; Souza, R. K. S. (2024). Aplicação da ferramenta FMEA para análise de riscos na qualidade do processo de produção em uma empresa de tecnologia localizada no polo industrial de Ilhéus. **International Journal of Scientific Management and Tourism**, v.10, n.2, e739. <https://doi.org/10.55905/ijstvtv10n2-004>

OLIVEIRA, I. *et al.* Análise dos modos de falha e seus efeitos (FMEA): uma avaliação das publicações em periódicos nacionais e internacionais. Anais do **IX Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe** (2017). Disponível em: www.simprod.ufs.br. Acesso em: 01 nov. 2024.

RIBEIRO, L. M. G.; SILVA NETA, M. T. Aplicação do FMEA para a análise de riscos no processo de produção de queijo ralado em uma indústria do leste de Minas Gerais. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. v. 01, n. 01, p.16-39. Jan., 2023. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-de-producao/processo-de-producao>.

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

TOLEDO, J. C.; AMARAL, D. C. **FMEA: Análise do tipo e efeito de falha**. Disponível em: <<http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2024.

ZANCHET, V. *et al.* A importância da ferramenta MASP e FMEA para redução de custo nas organizações. **Pensamento & Realidade**, v. 38, n. 1, p. 75-96, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.23925/2237-4418.2023v38i1.p75-96>.