

## **APLICAÇÃO DO MÉTODO FMEA NO PROCESSO DE SERIGRAFIA DE UMA EMPRESA DE ACRÍLICOS**

### *APPLICATION OF THE FMEA METHOD IN THE SCREEN PRINTING PROCESS OF AN ACRYLIC COMPANY*

Samanta de Freitas Dalmolini<sup>1</sup>

Wallace Nóbrega Lopo<sup>2</sup>

**RESUMO:** Na fase econômica na qual o mundo está vivendo, uma das vantagens competitivas do mercado está relacionada ao atendimento das necessidades dos clientes no menor tempo possível e na melhor qualidade, pois as organizações lidam com a pressão do mercado e precisam estar preparadas para enfrentar a concorrência. A proposta deste artigo, baseada em pesquisa de campo e aplicada, é analisar o fluxo de informações do processamento de pedidos de uma empresa de materiais acrílicos, que teve como objetivo detectar possíveis falhas no processo de serigrafia da mesma e, para alcançar essa proposta, foi utilizado o método FMEA com o intuito de detectar tais irregularidades na manufatura. Como resultados, foram observadas algumas falhas consideradas críticas, que ocasionavam percas, tanto de produtividade tanto de produtos, ocasionando perda de lucro e rentabilidade, além de possíveis atrasos e retrabalhos, os quais poderiam ser evitados. Foram então elaboradas estratégias para analisar as possíveis ações para corrigir as falhas encontradas no FMEA. Apesar da empresa em questão usar de formas bastante primárias para medições de desperdício e detecção de falhas, considera-se que ainda se sai muito bem em relação aos mesmos, tendo opções viáveis para consertar seus desperdícios sem muitas percas.

**Palavras-chave:** FMEA; serigrafia; qualidade; manufatura.

---

<sup>1</sup> Acadêmica do curso de Engenharia de Produção da UNIFEBE. *E-mail:* sadalmolini@unifebe.edu.br

<sup>2</sup> Professor orientador. *E-mail:* wallace@unifebe.edu.br

**ABSTRACT:** *In the economic phase in which the world is living, one of the competitive advantages of the market is related to meeting customer needs in the shortest possible time and in the best quality, as organizations deal with market pressure and need to be prepared to face competition. The purpose of this article, based on field and applied research, is to analyze the flow of information from the order processing of an acrylic materials company, which aimed to detect possible flaws in the silkscreen printing process of the same and, to achieve this proposal, the FMEA method will be used in order to detect such irregularities in manufacturing. As a result, some critical failures were observed, which caused losses in both productivity and products, causing loss of profit and profitability, in addition to possible delays and rework, which could be avoided. Strategies were then developed to analyze possible actions to correct the flaws found in the FMEA. Despite the fact that the company in question uses very primary ways of measuring waste and detecting failures, it is considered that it still does very well in relation to them, having viable options to fix its waste without much loss.*

**Keywords:** *FMEA; serigraphy; quality; manufacture.*

## 1 INTRODUÇÃO

Na fase econômica na qual o mundo está vivendo, uma das vantagens competitivas do mercado está relacionada ao atendimento das necessidades dos clientes no menor tempo possível e na melhor qualidade, pois as organizações lidam com a pressão do mercado e precisam estar preparadas para enfrentar a concorrência. Devido à importância da sequência das atividades de construção e monitoramento, a fabricação de produtos requer atenção especial para a implementação da gestão da qualidade.

Vários conceitos e técnicas de melhoria contínua de processos foram aplicados a setores de diferentes departamentos e prestadores de serviços. No ambiente de manufatura e gerenciamento, muitas empresas viram oportunidades para aplicar técnicas de melhoria de qualidade e processo, assim como técnicas de Gestão da Qualidade. No entanto, foi apontado que algumas iniciativas de melhoria falharam

porque não foram planejadas e priorizadas adequadamente. Portanto, é importante buscar formas de melhorar a eficácia das medidas de melhoria e aumentar a taxa de sucesso de implementação.

O conceito de qualidade é antigo e, segundo Machado (2012), a visão e o conceito de qualidade mudaram ao longo do tempo, onde inicialmente, a qualidade era vista sob a ótica da inspeção. Com isso, tentava-se alcançar a consistência do produto por meio de instrumentos de medição; em outro momento, buscaram-se ferramentas e técnicas para alcançar o controle estatístico da qualidade; na etapa seguinte, a qualidade estava mais preocupada com sua própria integridade. Já atualmente, o controle de qualidade está orientado para a gestão estratégica da qualidade, em que o foco principal é competir tentando atender às necessidades dos clientes e do mercado.

Segundo Vergueiro (2002) o desenvolvimento de novos produtos é a garantia de sobrevivência das empresas diante da competitividade do mercado. Com isso, a garantia da qualidade é um ponto muito importante a ser assegurado pelas organizações e ela só pode ser efetiva se for adotada e implementada durante o desenvolvimento do produto.

O objetivo desta pesquisa é detectar possíveis falhas no processo de serigrafia em uma empresa de produtos em acrílico e para alcançar essa proposta, será utilizado um método com o intuito de detectar tais irregularidades na manufatura e para isso o FMEA foi escolhido como método.

O método FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*); segundo Souza (2012), é uma técnica consagrada no contexto de melhoria contínua de processos e produtos; e foi aplicado ao processo de serigrafia, processo de impressão à base de estêncil. Esse método determina ações prioritárias com base nos critérios de severidade, ocorrência e detecção para eliminar ou minimizar falhas e desperdícios durante o processo.

Justifica-se a presente pesquisa, pois, o mercado da empresa analisada está exigindo cada vez mais por qualidade, menor preço e menores prazos de entrega e somente com uma análise minuciosa do processo, será possível atender ao cliente. A empresa, em questão, é produtora de materiais acrílicos, através da injeção de plástico do tipo PS em diversas cores. Os itens são personalizáveis pelo processo de

serigrafia, o qual é feito através de um *silk* manual, esse processo ainda não é automatizado. A empresa conta com vendas para clientes finais ou no atacado para redes de lojas.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Gestão da Qualidade

A qualidade existe desde que, no início da sociedade, um artesão desempenhava, sozinho, todas as funções da sua organização em troca de cuidar da sua família e de seu sustento. Logo depois, com a Revolução Industrial, surgiu a produção em massa, ou seja, a produção em grandes escalas para clientes pouco exigentes, onde cada operação de produção começou a ser dividida por operários altamente produtivos que desempenhavam sempre a mesma função e ficavam sob supervisão de um líder. Com o aumento da produtividade e das produções em larga escala, foi observado que os produtos confeccionados estavam sujeitos a muitas falhas e defeitos, e isso, segundo Fernandes (2005), ocasionava a perda da qualidade do produto final.

Diante disso, surgia a necessidade de inspeções de qualidade, pois, segundo Ramos, Chaves e Brandalise (2012), o próximo passo em relação a qualidade foi dado após a Segunda Guerra Mundial, quando o Estados Unidos foi apontado como potência econômica já utilizando técnicas de estatísticas de controle de qualidade. Com isso também surgiram as 7 ferramentas básicas da qualidade utilizadas na produção: Folha de Verificação, Estratificação, Gráfico de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, Histograma, Diagrama de Dispersão e Gráfico de Controle. Novas ferramentas também foram surgindo para garantir a qualidade do processo reduzindo os defeitos como o Seis Sigma e o FMEA.

Hoje em dia, para empresas se tornarem ou continuarem competitivas em seus mercados, elas têm enfrentado um cenário sem precedentes. Taj e Morosan (2011), citam que é necessário que empresas ofereçam produtos e serviços de alta qualidade e, além disso, melhorem suas operações administrativas e de manufatura

para conseguir obter custos baixos de produção. Para obtenção desses baixos custos, é necessário que se eliminem as falhas em processos e desperdícios produtivos.

Diante disso, percebe-se que a necessidade de redução dos custos e melhora no desempenho dos processos internos e na qualidade dos produtos entregues, coincide com a demanda do mercado por produtos de alta qualidade, alto valor agregado e preço adequado. De acordo com o que Corrêa e Corrêa (2005) discutem, a qualidade, em seu conceito atual, de um produto ou serviço, é adquirida durante seus processos, ou seja, não é algo que se possa ser encaixado no final, deve ser acompanhada do início ao fim da produção.

Seguindo esse mesmo raciocínio, Souza (2012) acrescenta que para melhorar a qualidade dos processos de uma empresa e diminuir os custos de maneira sustentável, devem ser tomadas ações que eliminem desperdícios desnecessários existentes no fluxo dos mesmos. Ainda nesse contexto, somam também que, para que isso seja atingido, é importante o aprimoramento de técnicas e metodologias que proporcionem isso junto com a melhoria contínua, entre as quais se encaixam a Gestão da Qualidade e a Produção Enxuta.

Produção Enxuta: tem como objetivo melhorar o desempenho de sistemas produtivos (manufatureiros e de serviços) em termos de redução de custos e aumento da velocidade de entrega por meio da eliminação de desperdícios e perdas (atividades que não agregam valor ao produto ou serviço); e  
Gestão da Qualidade: tem como objetivo melhorar a qualidade dos produtos e serviços por meio do aumento da qualidade e da confiabilidade de seus processos de produção (SOUZA, 2012).

## 2.2 Ferramentas da Qualidade

Segundo Lucinda (2010), uma única pessoa, por mais habilidades e conhecimento que tenha, não irá conseguir solucionar a todos os problemas organizacionais sozinho, com isso, gera-se a necessidade de trabalho em equipe, já que os problemas têm crescido de complexidade com a crescente dificuldade das atividades organizacionais. As ferramentas da qualidade são meios capazes de levar a compreensão e a razão dos problemas de forma a identificá-los e ajudar na busca por soluções para eliminá-los.

Para que as ações sejam pertinentes e de acordo com o problema, é necessário analisá-lo em todos os aspectos e até mesmo analisar potenciais futuras razões de problemas (DANIEL; MURBACK, 2014). A estrutura das ferramentas da qualidade surgiu a partir da década de 1950 e foi baseada em conceitos e práticas existentes. Desde então, o uso de ferramentas gerou enorme valor para o sistema de gestão como sendo um conjunto de ferramentas estatísticas para melhoria de produtos, serviços e processos.

Segundo Ramos, Chaves e Brandelise (2012), “as ferramentas para o controle da qualidade são técnicas que definem, mensuram, analisam e propõem soluções para os problemas que interferem no bom desempenho dos processos, permitindo resolver um grande número de problemas de Controle da Qualidade”. A maior parte das ferramentas são dadas através de gráficos ou tabelas para que as análises sejam evidentes e demonstrem a questão que se pretende estudar e ou solucionar (VERGUEIRO, 2002).

Já Lins (1993, p.153) citado por Vergueiro (2002), diz que as ferramentas da qualidade se diferem em básicas e complementares, sendo as básicas instrumentos para auxiliar na análise e as complementares são as que servem de apoio às primeiras. Meireles (2001) cita Deming dizendo que 94% dos problemas administrativos acontecem devido a causas comuns atribuídas a processos e métodos e somente 6% podem ser relacionados à operários.

Nesse mesmo sentido, o autor ainda cita que Ishikawa afirma que 65% de 80% dos problemas agravantes de uma empresa são de responsabilidade da gerência e que 95% desses mesmos problemas poderiam ser resolvidos com a aplicação prática de ferramentas da qualidade. Segundo Ramos, Chaves e Brandelise (2012), foram criadas primeiramente 7 ferramentas da qualidade que auxiliam na identificação e solução dos problemas já existentes na produção e manutenção de empresas, ou seja, olham para o passado, são elas: Folha de verificação, Estratificação, Gráfico de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, Histograma, Diagrama de Dispersão e Gráfico de Controle.

Como o Controle da Qualidade evoluiu para a redução da variabilidade de processos e na antecipação/prevenção da ocorrência de problemas e falhas, as ferramentas acompanharam a evolução e assim, surgiram novas, as quais focam na

redução e prevenção de falhas especificamente. E são elas: Brainstorming, Seis Sigma, Confiabilidade e FMEA.

### 2.3 Produção Enxuta

De acordo com Elias e Magalhães (2003), a produção enxuta surgiu no Japão em 1950 graças a pesquisa de dois engenheiros, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno. Após visitar os Estados Unidos, e mais especificamente a Ford, que utilizava um sistema de produção em massa, verificou-se que copiar ou melhorar o sistema Ford não era viável, e que seria necessário a criação de um novo sistema de produção. A partir daí, foi criado o Sistema de Produção Lean, também conhecido como Sistema Toyota de Produção.

A Produção Enxuta foi criada com o objetivo de otimizar processos e procedimentos dentro de um sistema de produção, reduzindo continuamente os desperdícios, como o excesso de estoque entre as estações de trabalho, bem como os longos tempos de espera entre operações e também o desperdício de produtos defeituosos. Seus principais objetivos são a qualidade e a flexibilidade dos processos, aumentando sua capacidade de produzir e competir neste cenário globalizado.

Womack & Jones (1996), citado por Nazareno, Rentes e Silva (2001), ressaltam que sete tipos de desperdícios foram identificados por Shigeo Shingo para o Sistema Toyota/Enxuto de Produção:

(1) Superprodução: Produzir excessivamente ou cedo demais, resultando em um fluxo pobre de peças e informações, ou excesso de inventário; (2) Espera: Longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informação, resultando em um fluxo pobre, bem como em lead times longos; (3) Transporte excessivo: Movimento excessivo de pessoas, informação ou peças resultando em dispêndio desnecessário de capital, tempo e energia; (4) Processos Inadequados: Utilização do jogo errado de ferramentas, sistemas ou procedimentos, geralmente quando uma aproximação mais simples pode ser mais efetiva; (5) Inventário desnecessário: Armazenamento excessivo e falta de informação ou produtos, resultando em custos excessivos e baixa performance do serviço prestado ao cliente; (6) Movimentação desnecessária: Desorganização do ambiente de trabalho, resultando baixa performance dos aspectos ergonômicos e perda frequente de itens. (7) Produtos Defeituosos: Problemas frequentes nas cartas de processo, problemas de qualidade do produto, ou baixa performance na entrega (NAZARENO; RENTES; SILVA, 2001).

Dessa forma, o FMEA é uma ferramenta particularmente interessante para a redução contínua dos desperdícios causados por produtos defeituosos, que é o enfoque deste trabalho. A ideia é obter, através do FMEA, uma visualização clara dos processos de produção do setor e de alguns de seus desperdícios causados pela falta de qualidade e erros de processo, bem como diretrizes eficazes de análise que auxiliem no projeto de otimização do fluxo e eliminação destes desperdícios.

## 2.4 FMEA como resolução de problemas de qualidade

O método FMEA é uma técnica consagrada no contexto de melhoria contínua de processos e produtos e tem como objetivo, segundo Sankar e Prabhu (2001), identificar falhas existentes ou potenciais e priorizar a eliminação ou prevenção das mesmas. Ou seja, é um método responsável por analisar modos/tipos de falha e seus efeitos no produto. Segundo August (2002), o FMEA é utilizado para desenvolvimento e melhorias de produtos, e tem sido cada vez mais usado para melhorias em processos de manufatura e manutenção, também para identificação de falhas e suas consequências.

Para obter bons resultados ao utilizar o FMEA, Ramos, Chaves e Brandalise (2012) dizem ser necessário: identificar possíveis tipos de falhas; descrever os efeitos, causas e medidas de controle de cada modo de falha; calcular o risco, gravidade e probabilidade de detecção de cada falha; recomendar ações corretivas; reavaliar os índices de risco; analisar de forma incremental. Além disso, acrescentam que “o formulário do FMEA de Processo consiste em uma análise quantitativa e qualitativa dos defeitos e ações corretivas. Deve ser preenchido pela equipe multidisciplinar, obedecendo aos critérios de clareza e objetividade”.

Ainda citando Ramos, Chaves e Brandalise (2012), as etapas para elaboração da parte qualitativa da construção do FMEA são as seguintes:

- Identificar as etapas do processo e listar as não conformidades encontradas;
- Identificar modos de falha conhecidos e potenciais e listar quais os defeitos que podem ser gerados no produto, geralmente usando Brainstorming;
- Identificar os efeitos de cada modo de falha, ou seja, quais efeitos a falha causará no cliente interno ou final do produto;

- Identificar as causas possíveis para cada modo de falha usando Brainstorming ou Diagrama de Ishikawa;
- Identificar o meio de prevenção e detecção das falhas listadas;  
Já a parte seguinte, da análise quantitativa é dada da seguinte forma:
  - Definição do grau de gravidade de acordo com uma escala que vai de 1 a 10. Sendo 1 um impacto baixíssimo no cliente e 10 um impacto alto;
  - Frequência, dada pela probabilidade de ocorrer o defeito.
  - Detecção, que indica a probabilidade de não detectar o defeito com o plano de monitoramento recomendado. Sendo 1 para uma probabilidade muito pequena de não detectar e 10 para uma probabilidade elevada de não detectar;
  - Determinar o Número de Prioridade de Risco (NPR), que segundo o Manual de Referência do FMEA (2008), a criticidade é o resultado da multiplicação entre a Gravidade (G), Frequência (F) e não detecção (D).
  - Estudo da criticidade limite, que é um limite atribuído pela empresa de acordo com a gravidade. Se a criticidade for maior que o limite, há necessidade de determinar uma ação.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 Apresentação da empresa alvo da pesquisa

A unidade concedente para o desenvolvimento deste trabalho foi a Plasmago Indústria e Comércio de Artefatos Plásticos LTDA., fundada em 26/04/2013 e sob nova direção desde 2018. A empresa atua no comércio de copos, taças, baldes e pegadores de gelo produzidos através da injeção em plástico do tipo PS (poliestireno) de diversas cores. Além dos artefatos de forma básica (lisa), atua também na personalização dos mesmos, tendo um portfólio de personalizados com fitas metálicas, estampados em serigrafia ou ambos.

#### 3.2 Classificação da pesquisa

Segundo Souza (2012), “uma pesquisa é um procedimento racional e sistemático para responder às questões que são propostas”. Este trabalho usa como métodos de pesquisa a pesquisa de campo e a pesquisa aplicada, além de pesquisas bibliográficas para elaboração do referencial teórico.

Segundo Gonsalves (2001, p.67), a pesquisa de campo é definida como:

[...] o tipo de pesquisa que pretende buscar a informação diretamente com a população pesquisada. A pesquisa de campo é aquela que exige do pesquisador um encontro mais direto. Nesse caso, o pesquisador precisa ir ao espaço onde o fenômeno ocorre, ou ocorreu e reunir um conjunto de informações a serem documentadas [...].

Pesquisa aplicada consiste na realização de um trabalho original sobre um tema já estudado ou não com a finalidade de aquisição de novos conhecimentos e com um intuito ou objetivo prático. Ou seja, objetiva gerar conhecimento para aplicação prática dirigida a solução de problemas (TUMELERO, 2019).

Caracteriza-se uma pesquisa bibliográfica pela identificação e análise de dados escritos em livros, artigos de revistas, etc. A sua finalidade é colocar o leitor em contato com o que já se sabe acerca do tema da pesquisa (GONSALVES, 2001).

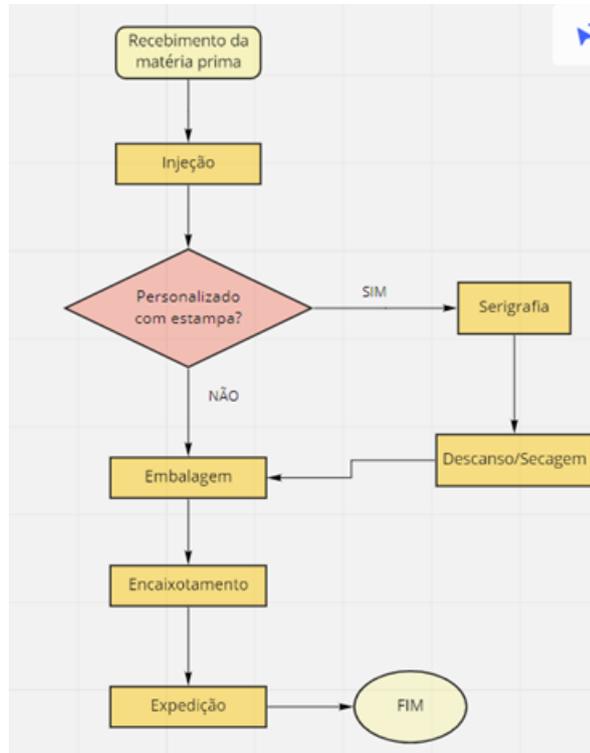
Segundo Boccato (2006, p. 266),

A pesquisa bibliográfica busca a resolução de um problema (hipótese) por meio de referenciais teóricos publicados, analisando e discutindo as várias contribuições científicas. Esse tipo de pesquisa trará subsídios para o conhecimento sobre o que foi pesquisado, como e sob que enfoque e/ou perspectivas foi tratado o assunto apresentado na literatura científica.

### 3.3 O processo

Em uma pesquisa de campo realizada na empresa Plasmago, o fluxo de produção apresentou um fluxograma de processos, conforme a Figura 1:

Figura 1: Fluxograma dos processos



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

O processo analisado durante a pesquisa foi o de serigrafia, que é o processo também conhecido como *silk-screen*, impressão à base de estêncil. A tela, que é a matriz serigráfica é esticada em um quadro de madeira e o processo de impressão consiste em vazar a tinta através da tela preparada no copo, balde ou taça. Esse processo, durante o acompanhamento da produção, foi o que mais apresentou falhas ou potenciais defeitos nos produtos, o que acaba causando a maior parte dos desperdícios apresentados pela empresa.

Com isso, foi listado todas as possibilidades de falhas e defeitos apresentados durante a serigrafia. Após detectar as falhas do processo elaborou-se o FMEA com o objetivo de reduzir as chances de ocorrer novas ou a reincidência das falhas e para melhor visualização dos procedimentos.

#### 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O processo escolhido para ser analisado foi a serigrafia, que é a parte de estampa/*silk* do artefato plástico, podendo ele ser um balde, um copo ou uma taça. Após a escolha do processo produtivo a ser estudado, fez-se uma observação dos tipos de falha que podem ser observados durante a produção e foram encontrados:

- Falha na estampa;
- Estampa torta;
- Estampa borrada;
- Estampa errada.

Com a aplicação do FMEA, foi elaborado um mapeamento para que seja possível encontrar as falhas que podem ocorrer no processo e como são identificadas, além disso, consta como parte do FMEA, ações corretivas para a causa da falha encontrada, conforme pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 – Formulário FMEA no processo de serigrafia

EMPRESA: PLASMAGO		FMEA - Análise do Modo e Efeito de Falha											Data: 30/11/2021		
Coordenador: Samanta		Equipe:							Tipo FMEA: FMEA de Processo						
Local: Plasmago		Setor: Serigrafia			Sistema:				Equipamento:						
Componente/ Processo	Função do componente	Possíveis Falhas			Controle Atual	Índices			NPR	Ações Preventivas		Índices Melhorados			NPR
		Modo(s)	Efeito(s)	Causa(s)		F	G	D		Recomendada	Adotada	F	G	D	
Colocar copo no suporte	Segurar e girar copo para serigrafia	Mal colocado	Estampa torta	Mal colocação do operador	Sensitivo e visual	2	7	1	14	Sempre confirmar o encaixe	Confirmação do encaixe	1	7	1	7
Quadro de estampa	Passar estampa para o copo	Erro de gravação	Estampa errada	Erro no desenho	Visual	1	9	3	27	Confirmar desenho escolhido com cliente e testar em copo teste	Am bas	1	9	2	18
		Falha na gravação	Estampa falhada	Pouco tempo de gravação	Visual	4	9	3	108	Gravar quadro no tempo necessário	Usar o tempo necessário para gravação do quadro	2	9	2	36
Tinta	Gravar estampa no copo	Muita tinta	Estampa borrada	Erro na dosagem	Visual	1	9	1	9	Copo medidor	Medição visual	1	8	1	8
		Pouca tinta	Estampa falhada	Erro na dosagem	Visual	1	9	1	9	Copo medidor	Medição visual	1	8	1	8
Secagem	Fixação da estampa	Não seco	Estampa borrada	Pouco tempo de secagem	Tempo e teste de toque	1	5	1	5	Seguir tempo estabelecido para secagem	Tempo padrão de secagem	1	5	1	5
				Dias úmidos	Análise do tempo	1	5	1	5	Cronometragem	Marcar no relógio	1	5	1	5

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Diante do quadro, pode-se constatar que grande parte das falhas são controladas de forma visual e de formas bastante primárias, ocasionando erros que, por mais que muitas vezes são corrigíveis, ocasionam perda de produtividade e algumas vezes de produtos bons. Nesse caso, pode-se perceber que, de acordo com

o NPR calculado, a falha mais crítica para esse processo seria a falha no quadro de estampa, ocasionado pelo pouco tempo de gravação do quadro, o que causaria falhas graves de estampa e geraria um retrabalho muito maior, que seria a desgravação e nova gravação do quadro a ser utilizado.

Como o número de funcionários da empresa não é alto, devido a demanda de serviço e por serem processos simples, o tempo perdido por um funcionário para desgravação e regravação do novo quadro faria grande falta da produção diária da empresa estudada. Ocasionalmente, assim, uma falha na sequência produtiva e inclusive podendo correr risco de atraso do pedido trabalhado e dos seguintes a serem produzidos.

Para análise completa do FMEA elaborado foi feita uma análise para classificação da gravidade das falhas e frequência de ocorrência. Isso é apresentado no Quadro 2:

Quadro 2 – Tabela de auxílio ao FMEA

Componente do NPR	Classificação	Peso
FREQUÊNCIA DA CORRÊNCIA F	Improvável	1
	Muito Pequena	2 a 3
	Pequena	4 a 6
	Média	7 a 8
	Alta	9 a 10
GRAVIDADE DA FALHA G	Apenas perceptível	1
	Pouca importância	2 a 3
	Moderadamente grave	4 a 6
	Grave	7 a 8
	Extremamente grave	9 a 10
DETECTABILIDADE D	Alta	1
	Média	2 a 5
	Pequena	6 a 8
	Muito pequena	9
	Improvável	10
ÍNDICE DE RISCO NPR	Baixo	1 A 50
	Médio	50 A 100
	Alto	100 A 200
	Muito alto	200 A 1000

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os outros erros observados no quadro 1 podem ser considerados de baixa gravidade de acordo com o NPR calculado e apresentado no quadro 2. E, além de baixo NPR, também foi constatado durante a pesquisa que, os copos com falhas

grotescas e que não são enviados ao cliente sofrem um tipo de reciclagem. Ou seja, cada copo estampado errado (com estampa torta, borrada ou falhada) vai para uma caixa separada que tem como destino o moedor. A moagem dos copos falhados é feita pelo fornecedor do serviço de injeção, e os copos já moídos são usados para nova injeção de outro item na cor preta, pois o corante preto é capaz de cobrir qualquer outra cor de matéria prima.

Como os pedidos são pautados em quantidades solicitadas, não deve haver sobra de produtos já estampados, visto que as produções desses itens são personalizadas. Mas, como qualquer empresa produtiva, nesta também há sempre uma margem de falha calculada para produção. Ou seja, cada pedido produzido é considerado de 5 a 10 itens a mais para caso ocorrer qualquer tipo de falha que só seja observada após a produção pronta, durante o processo de embalagem e conferência, por exemplo. Sendo assim, caso ainda ultrapasse a quantidade do pedido solicitado pelo cliente, os itens sobrantes são oferecidos ao cliente ou enviados como brinde caso a quantidade seja pequena, de 2 a 3 produtos para evitar o desperdício.

O acompanhamento feito para a elaboração do trabalho já serviu como uma grande oportunidade para a empresa de observar suas falhas e suas possibilidades de melhora, podendo ser observado que os próprios operários já ficaram atentos às suas atitudes durante o estudo. Como suas funções são muitas vezes feitas em “modo automático” e repetitivas, isso impede que sejam totalmente fiáveis.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se que a ferramenta FMEA apresenta capacidade de mapear todas as etapas de um processo e suas possíveis falhas, além do tipo de falha, causa e efeito que ela pode causar na produção de um lote total, permitindo uma visão mais ampla de como deve-se agir em relação aos problemas encontrados e qual são as falhas que devem ser corrigidas de forma mais urgente. Ou seja, as falhas mais críticas podem ser motivo de grandes percas, tanto de produtividade tanto de produtos, ocasionando perda de lucro e rentabilidade, além de possíveis atrasos e retrabalhos, os quais poderiam ser evitados.

Para a empresa em questão é possível observar o quão grave seria algumas das falhas analisadas no trabalho, podendo ocasionar falta de produtividade diária e desperdício de produtos. Para trabalhos futuros, sugere-se obter os dados reais (tempo perdido, quantidade de produtos desperdiçados) no processo de serigrafia de um mesmo modelo em que foi aplicada a ferramenta, para que se possa obter um resultado mais preciso, visto que hoje a empresa não possui um sistema com apontamento de tempos de processo.

Além disso, seria interessante formar um plano de ação para correção das falhas listadas no FMEA para analisar as possíveis ações para corrigi-las. Apesar de a empresa em questão usar de formas bastante primárias para medições de desperdício e detecção de falhas, considera-se que ainda se sai muito bem em relação aos mesmos, tendo opções viáveis para consertar seus desperdícios sem muitas percas.

## REFERÊNCIAS

AUGUST, J. Failure Mode and Effect Analysis. CQA, **American Biltrite Inc., Tape Products Division**, Moorestown (USA), 2002.

BOCCATO, V. R. C. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. **Rev. Odontol. Univ. Cidade de São Paulo**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações: manufatura e serviços: um enfoque estratégico**. 1 ed, São Paulo, Atlas, 2005.

DANIEL, E. A.; MURBACK, F. G. R. Levantamento bibliográfico do uso das ferramentas da qualidade. **Gestão e Conhecimento: Revista do curso de Administração**, Poços de Caldas, v. 2014, n. 8, p. 32-23, 29 dez. 2014. Disponível em: [https://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/v2014/Artigo16\\_2014.pdf](https://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/v2014/Artigo16_2014.pdf). Acesso em: 05 abr. 2022.

ELIAS, S. J. B.; MAGALHÃES, L. C. Contribuição da Produção Enxuta para obtenção da Produção mais Limpa. In: **ENEGEP**, 23., 2003, Ouro Preto. ABEPRO, 2003. p. 1-8. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/577/623>. Acesso em: 07 abr. 2022.

FERNADES, J. **Proposição de Abordagem Integrada de Métodos da Qualidade Baseada no FMEA.** 2005. Disponível em: <http://www.produtronica.pucpr.br/sip/conteudo/dissertacoes/pdf/JoseFernandes.pdf> Acesso em: 30 mar. 2022.

GONSALVES, E. P. **Conversas sobre Iniciação à Pesquisa Científica.** 2. ed. Campinas: Alínea, 2001. 78 p. Disponível em: <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbnxIYWRpd2VifGd4OjIzMjI0MmNjODU0OTdlYzZM>. Acesso em: 01 maio 2022.

LUCINDA, M. A. **Qualidade: fundamentos e prática para cursos de graduação.** 3 ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.

MACHADO, S. S. **Gestão da Qualidade.** Inhumas: Sistema Escola Técnica Aberta do Brasil – E-Tec Brasil, 2012. 92 p. Disponível em: [http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/386/gestao\\_da\\_qualidade.pdf?seq](http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/386/gestao_da_qualidade.pdf?seq). Acesso em: 23 mar. 2022.

**Manual de Referência - Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA).** Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation. Editado pelo Instituto da Qualidade Automotiva (IQA). 2008.

MEIRELES, M. **Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas: organizações com foco no cliente.** São Paulo: Arte e Ciência, 2001.

NAZARENO, R. R.; RENTES, A. F.; SILVA, A. L. Implantado técnicas e conceitos da Produção Enxuta integradas à dimensão de análise de custos. In: **ENEGEP**, 21., 2001,

Salvador. Disponível em:  
[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/50692352/ENEGEP2001\\_TR10\\_0846-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1649344522&Signature=E4eLXzFUjYjY1wf7VYy0y01YPrrqpRIYpwrpxxAHRN1IFWOwJ1bjdqs6643UrxoOh1J4b0DabB5XwiiDrCOgVCuPoHTTMTnnHk5fsRM~tIKUNdchKfA-i0nX7leqlx24fkIIca25-Cm~bZ~trGoJBni3qhVfwjtC5riAmBtRD4lJdGJWNMtRCKUORdIJyKanx5pcxlk62Tlp5vWvKIEb1JHZ6ODbzjbnslMB5-QWn7E6oIC1Z-4UHDfRRIQkc7ULXRzyc7MiA7QI04S50ocSw9z01RBOBXEPnP-LnuvtVO6~tDtCcvCdfi78Dzjxq3s~Y0NeCjqXRzuc8n3ODERJFg\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/50692352/ENEGEP2001_TR10_0846-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1649344522&Signature=E4eLXzFUjYjY1wf7VYy0y01YPrrqpRIYpwrpxxAHRN1IFWOwJ1bjdqs6643UrxoOh1J4b0DabB5XwiiDrCOgVCuPoHTTMTnnHk5fsRM~tIKUNdchKfA-i0nX7leqlx24fkIIca25-Cm~bZ~trGoJBni3qhVfwjtC5riAmBtRD4lJdGJWNMtRCKUORdIJyKanx5pcxlk62Tlp5vWvKIEb1JHZ6ODbzjbnslMB5-QWn7E6oIC1Z-4UHDfRRIQkc7ULXRzyc7MiA7QI04S50ocSw9z01RBOBXEPnP-LnuvtVO6~tDtCcvCdfi78Dzjxq3s~Y0NeCjqXRzuc8n3ODERJFg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA). Acesso em: 07 abr. 2022.

RAMOS, H. A.; CHAVES, C. A.; BRANDALISE, N. Aplicação do Método Fmea no Processo de Climatização de uma Indústria Automobilística. In: **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, 9., 2012, Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/551691.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2022.

SANKAR, N. R.; PRABHU, B. S. Modified approach for prioritization of failures in a system Failure mode and Effects Analysis. **International Journal of Quality & Reability Management**. Chennai (India), v. 18, n. 3, p. 324-335, 2001.

SOUZA, R. V. B. **Aplicação do método FMEA para priorização de ações de melhoria em fluxos de processos**. 2012. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18156/tde-15012013-103231/publico/DissertSouzaRuyVictorBdeCorrig.pdf>. Acesso em: 01 maio 2022.

TAJ, S.; MOROSAN, C. The impact of lean operations on the Chinese manufacturing performance. **Journal of Manufacturing Technology Management**. Houston (USA), v. 22, n. 2, p. 223-240, 2011.

TUMELERO, N. **Pesquisa aplicada**: material completo, com exemplos e características. Material completo, com exemplos e características. 2019. Disponível em: <https://blog.metzger.com/pesquisa-aplicada/>. Acesso em: 01 maio 2022.

VERGUEIRO, W. **Qualidade em serviços de informação**. 2002. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=pOhOtn8HOiUC&pg=PA52&dq=Ferramentas+da+Qualidade&hl=pt-BR&sa=X&ei=9Q-hUKi-Ooua8gSypYHwAw&q=Ferramentas+da+Qualidade>. Acesso: 05 mar. 2022.