

FMEA: COMO IDENTIFICAR E ANALISAR FALHAS EM ENVASE DE ÁGUAS¹

Cecília Rochele Silva de Abreu – UNIFSA, Rhubens Ewald Moura Ribeiro – UNIFSA, Ricardo Martins de Sousa – UNIFSA, Brennda Laís Vasconcelos Ribeiro – UNIFSA, Millena de Sousa Calixto – UNIFSA²

RESUMO

Este artigo aborda a utilização do método de Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos (FMEA) no processo produtivo de uma indústria de águas, onde foi observada a linha de produção das garrafas de 500 ml, por ser o ponto com maior número de falhas. Por meio das técnicas da gestão da qualidade e da metodologia FMEA foram destacados alguns modos de falhas e mediante as análises, propostas algumas melhorias com a finalidade de garantir que futuramente o processo tenha um maior nível de eficiência e lucratividade, trazendo assim maiores benefícios para a organização.

Palavras-Chave: Falhas. FMEA. Gestão da qualidade. Melhoria Continua.

INTRODUÇÃO

No cenário atual, o setor de indústrias de água mineral tem crescido e se tornado abundantemente competitivo, exigindo redução de custos, melhores níveis de produtividade e qualidade do produto. Logo, o anseio das empresas é melhorar a eficiência de suas operações, estabelecendo objetivos claros e adotando estratégias e ferramentas que lhes garantam vantagem competitiva (LOPES, 2014).

O estabelecimento da qualidade nas empresas precisa ser garantido para maior efeito de excelência de seus resultados e para se destacar entre os concorrentes. Deste modo, segundo Juran e Defeo (2015), qualidade é definida como adequação ao objetivo, sendo esse determinado pelas necessidades do cliente. Esta qualidade necessária ou planejada para um produto, bem ou serviço é obtida por meio de práticas associadas ao que se chama de gestão da qualidade (TOLEDO *et al.*, 2014).

Na indústria de envase de água, a qualidade está relacionada à segurança do consumidor e aos riscos de comprometimento de potabilidade estabelecidas pelas normas e legislações

¹ Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro Ciência e Sociedade (CBCS 2019), promovido pelo Centro Universitário Santo Agostinho, de 03 a 05 de outubro de 2019, em Teresina-PI.

² Cecília Rochele Silva de Abreu, Graduanda em Engenharia de Produção – UNIFSA; Rhubens Ewald Moura Ribeiro, Mestre em Administração – UFPR, Docente UNIFSA; Ricardo Martins de Sousa, Graduando em Engenharia de Produção – UNIFSA; Brennda Laís Vasconcelos Ribeiro, Graduanda em Engenharia de Produção – UNIFSA; Millena de Sousa Calixto, Graduanda em Engenharia de Produção – UNIFSA.

sanitárias. Para tanto, a garantia de segurança e confiabilidade da água se dá pela RDC nº 274, da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) que determina que as características microbiológicas devem atender ao Regulamento Técnico específico (BRASIL, 2002).

Para isto, a implementação de sistemas de gestão da qualidade, além de contribuir para a sobrevivência das organizações em ambientes competitivos também permite que produtos e serviços sejam adequados às exigências do mercado. Em contraposição, as empresas de pequeno porte podem apresentar baixo nível tecnológico, mão de obra pouco especializada e dificuldade de introduzir sistemas de controle que possibilitem o gerenciamento eficaz do processo produtivo (MILAN; MATOS, 2009).

A análise de riscos é fundamental para uma tomada de decisão assertiva que visa à minimização ou eliminação dos riscos associados ao processo. O método FMEA tem sido empregado para a análise de produto ou processo utilizado para identificar todos os possíveis modos potenciais de falha e determinar o efeito de cada um sobre o desempenho do sistema, mediante um raciocínio basicamente dedutivo, pois não exige cálculos sofisticados. Assim sendo, um método analítico padronizado para detectar e eliminar problemas potenciais de forma sistemática e completa (STAMATIS, 2003).

O objetivo deste trabalho foi elaborar um formulário de aplicação do FMEA em uma indústria de envase de água na linha de garrafas de 500 ml, portanto a finalidade desta pesquisa é diagnosticar as falhas potenciais do processo de envase de água e determinar o efeito de cada uma sobre o seu desempenho. Além disso, este estudo está estruturado de forma documental, onde se buscou dados sobre a produção da indústria e os reais problemas do processo produtivo da organização.

Aplicação da ferramenta FMEA destaca os modos de falha e os principais efeitos negativos de cada um deles. Portanto a relevância deste trabalho é mapear os potenciais modos de falhas da linha levando em consideração o nível de criticidade e impacto de cada falha no processo produtivo.

O presente trabalho está estruturado em cinco tópicos sendo o primeiro a introdução, o segundo é o referencial teórico abordando os conceitos de Gestão da Qualidade e FMEA, o terceiro aborda os métodos utilizados e suas especificidades aplicadas. Em sequência, apresenta-se o tópico de análise e discussão dos resultados com os diagnósticos das possíveis causas das

falhas. Para finalizar, o tópico conclusão aborda as conclusões, dificuldades técnicas para realizar a pesquisa, possibilidades futuras de continuidade da pesquisa e as propostas de melhoria.

METODOLOGIA

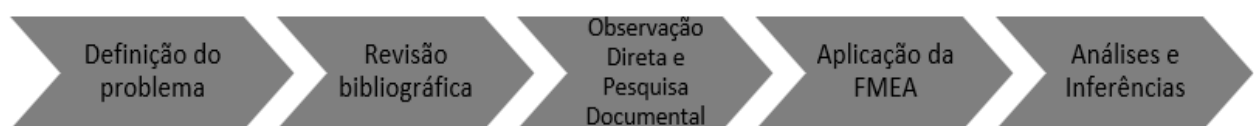
O estudo foi desenvolvido em uma indústria de envase de água, onde se fez uma pesquisa de campo para compreensão do ambiente da empresa pesquisada e uma adequada coleta de dados. Para isso, os procedimentos metodológicos contemplaram abordagem qualitativa e quantitativa na medida em que o foco da análise foi misto. É feito uso de pesquisa descritiva ao detalhar as nuances e características do objeto de estudo por meio da aplicação da ferramenta “FMEA”.

Para coleta de dados foi feito uso de observação direta e pesquisa documental, onde se buscou dados sobre a produção da indústria e os reais problemas do processo produtivo da organização, bem como dados e informações numéricas contidas em relatórios para quantificar, entender e dimensionar o problema de maneira pormenorizada. Os dados coletados foram tabulados, organizados e categorizados para permitir uma análise mais detalhadas e a concepção de inferências realísticas além de mensurar o impacto do problema investigado, bem como foram submetidos à aplicação da ferramenta “FMEA” para um maior aprofundamento de análise do objeto de estudo.

A escolha da ferramenta FMEA se deu pela necessidade de detecção e tratativa de falhas. E para isso Inicialmente foi levantado referencial teórico sobre gestão da qualidade e o método FMEA. Em seguida, aplicou-se o FMEA com o objetivo de identificar os potenciais modos de falha e propor melhorias a serem aplicadas nos processos empresa em questão.

A figura 01 apresenta o desenho metodológico simplificado adotado no estudo desenvolvido:

Figura 01 – Desenho metodológico simplificado da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2019)

Para a definição do problema, foi realizada uma visita técnica no setor produtivo da empresa, com análise de dados disponibilizados para análise do fluxo dos processos e atividades, o que permitiu um primeiro contato e conhecimento geral da realidade a ser investigada. Durante a etapa de revisão bibliográfica, foram levantados os principais conceitos sobre gestão da qualidade e a ferramenta da qualidade FMEA.

A seguir foi feita a observação direta do local para captação de informações sobre o funcionamento e dinâmica da organização, bem como foram coletados diversos documentos e relatórios referentes ao processo produtivo a ser analisado. Continuando com a aplicação da ferramenta FMEA no setor de envase de água, permitindo se conhecer em maior profundidade o ambiente produtivo. Após toda a coleta dos dados foi possível realizar uma análise técnica e científica mais apurada a fim de solucionar o problema e apresentar sugestões de melhorias para a organização.

GESTÃO DA QUALIDADE

Segundo Carvalho e Paladini (2013), em meados dos anos 1980, o modelo de qualidade baseado em controle já evidenciava sinais de esgotamento. A ideia de valor estava ganhando espaço e ia ficando mais claro a cada dia que o controle, em si, não agregava valor à produção. Simultaneamente, o conceito de melhoria ganhava força, influenciado pelo ingresso crescente de técnicas industriais japonesas nas fábricas brasileiras. As técnicas mais comuns e simples de produção da qualidade ficaram conhecidas como ferramentas.

O gerenciamento dos processos através de ferramentas da qualidade minimiza as falhas e desperdícios, dessa forma Falconi (2014) destaca que os desperdícios e retrabalhos traz perda de produtividade e lucratividade para as empresas. O mercado não exige apenas a o requisito qualidade em produtos e processos (FORMENTINI, 2014), e sim a melhoria continua dos processos através de ferramenta de gestão da qualidade.

É notório que as variações em um processo são inevitáveis, dessa forma Werkema (2014) e Marshall Junior, Cierco e Varanda (2010). Afirmam a importância da aplicação de técnicas, metodologias e ferramentas da qualidade para obter processos controlados e monitorados. Dessa forma a gestão da qualidade tem o intuito eliminar ou a simplificar processos que não adicionam valor ao produto.



A gestão da qualidade consiste na aplicação de ferramentas de análise, controle e melhoria de processos e produtos, onde o objetivo da qualidade é o atendimento dos requisitos exigidos visando atender as necessidades do cliente de forma confiável, rápida, acessível e segura (PORSALE, 2014; WERKEMA, 2011).

A inovação, variabilidade e peculiaridade dos processos produtivos das organizações exigem uma gestão da qualidade eficiente que vise a melhoria contínua. Almeida (2013) ressalta a importância da análise contínua dos processos, procedimentos e atividades da organização, a fim de identificar e eliminar atividades desnecessárias aos processos para diminuir os custos e transformar desperdícios e falhas em oportunidades de melhoria e benefícios para a empresa.

Vale ressaltar, que o FMEA é um método preventivo de análise de falhas, portanto apenas a implementação deste não garante processos e produtos com qualidade, pois é necessário aplicação da Gestão da Qualidade Total que inclui conceitos, técnicas, ferramentas, metodologias e métodos da qualidade. Paladini (2012) afirma que a Gestão da Qualidade Total é o processo de investimento e aplicação de mecanismos de melhoria contínua que aumentem a adequação dos bens e serviços às necessidades dos clientes.

Diante deste contexto, foi utilizado o método FMEA, para compreender os gargalos de produção em uma linha de envase de água de embalagens de 500 ml. O FMEA define, analisa e priorizar os modos de falhas, potenciais efeitos e as causas das falhas, priorizando por nível de ocorrência, das hipóteses e gravidade, a fim de levantar os aspectos a serem melhorados e propor as melhorias.

O FMEA é um método sistemático para identificar e prevenir problemas e propor melhorias através de planos de ação com medidas corretivas e preventivas. Deste modo, Silva, Souza e Campos (2016), definem que o foco dessa técnica é a prevenção de problemas e identificação de soluções eficazes, práticas e inovadoras, vale ressaltar que o FMEA é um documento que deve ser verificado constantemente por meio de reuniões (SANT'ANNA; PINTO, 2010).

FMEA: Análise de Modos de Falhas e Efeitos

A metodologia FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) é uma ferramenta preventiva que auxilia com grande eficiência a busca do que é essencial na análise de falhas, que é a causa pela qual aconteceu ou potencialmente acontecerá. Esta técnica visa identificar essas causas de falhas



e propor melhorias e ações preventivas a serem tomadas para assim melhorar o processo ou o produto (PEZZATTO, 2018).

Deste modo, para cada uma das falhas identificadas, que podem ser conhecidas ou potenciais, é feita uma estimativa de sua ocorrência, severidade e detecção. Nesse ponto, é realizada uma avaliação das ações necessárias a serem tomadas, planejadas ou ignoradas. A ênfase é minimizar a probabilidade de falha ou minimizar o efeito da falha (STAMATIS, 2003).

Segundo Toledo (2014) a FMEA pode ser classificada em dois tipos, apresentados a seguir:

- **FMEA de produto ou de projeto:** onde são consideradas falhas que poderão ocorrer num produto quando o mesmo está dentro das especificações do projeto. O objetivo é evitar falhas no produto;
- **FMEA de processo:** quando consideradas as falhas que o produto pode apresentar, causado no planejamento ou na execução do processo. O objetivo é evitar falhas do processo.

Para Franceschini e Galetto (2001), a FMEA é aplicada por uma equipe de trabalho interfuncional, juntamente com o know-how exato para analisar todo o ciclo de vida do produto. Permitindo assim, quantificar o quão perigoso é um modo de falha e também fornece uma classificação de prioridades desses riscos e uma lista de ações corretivas para removê-los.

Segundo Liu (2016), a ferramenta FMEA pode ser empregada seguindo algumas atividades, conforme é mostrado a seguir:

- Determinar o modo de análises do FMEA;
- Definir a equipe que executará o FMEA;
- Entender qual sistema FMEA será utilizado;
- Efetuar um *brainstorming* de cada falha e seus efeitos;
- Determinar as escalas de Ocorrência, Severidade e Detecção dos modos de falhas;
- Realizar o cálculo do RPN (*Risk Priority Number*) ou Número de Prioridade de Risco de cada modo de falha;
- Priorizar os modos de falha para realizar ações de prevenção.

Para Stamatis (2003), a realização correta e adequada do método FMEA pode fornecer ao profissional, informações pertinentes que levam à redução de risco no sistema, no design, no

processo e no serviço. Isso é possível por ser um método de análise de potencial lógico e progressivo que possibilita a melhoria contínua e que a tarefa seja executada de forma mais eficaz.

IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE FALHAS POR MEIO DA APLICAÇÃO DO FMEA

Mediante a observação do processo produtivo, bem como análise dos relatórios de produção e de falhas foram identificados os cinco principais problemas que atingem a eficiência, gestão e produtividade da indústria. Desse modo, Tabela 1 foi elaborada com o intuito de Identificar, analisar e mensurar os pontos críticos do processo para assim definir a priorização das ações corretivas.



Tabela 1 – FMEA (Análise dos modos de falha e seus efeitos em uma linha de Envase de água de 500 ml)

Nº	Modo de Falha Potencial	Efeito(s) Potencial(is) da Falha(s)	SEVER	Causa(s) e Mecanismo(s) Potencial(is) da Falha(s)	OCOR	Controles Atuais do Processo Prevenção	Controles Atuais do Processo Detecção	DETEC	RPN
1	Matéria prima inadequada	Perca de produtividade/ refugo de produção	5	Corte de custos	5	Sem controles de prevenção	Relatórios de produção	6	150
2	Maquinário com falhas/ paradas para manutenção	Perca da produtividade e custos elevados	7	Maquinário obsoleto	7	Manutenção	Não existem controles para detecção	4	196
3	Equipamentos sem manutenção preventiva e periódica	Paradas constantes	7	Falta de manutenção	5	Sem controles de prevenção	Não existem controles para detecção	7	245
4	Tampador com falhas	Produtos com vazamento (recall)	5	Falta de manutenção	5	Sem controles de prevenção	Não existem controles para detecção	7	175
5	Transporte manual	Desgaste físico do colaborador	5	Falta de investimento	7	Sem controles de prevenção	Não existem controles para detecção	1	35

Fonte: Os Autores (2019)

A Tabela 1 apresenta as falhas e as análises feitas de maneira a se ter um quadro geral das falhas e seus efeitos.

A primeira falha elencada diz respeito à matéria prima que é a garrafa descartável (pet) onde a mesma não possui as especificações e parâmetros que correspondem aos exigidos pelo maquinário, isso leva a inadequação do processo e as futuras perdas em consequência da irregularidade. Foi percebido que a gramatura da garrafa estava sendo operada com 13,8g, enquanto o maquinário exige uma gramatura mínima de 15 gramas, ou seja, não são atendidas as dimensões exigidas para a fabricação do produto.

O segundo erro analisado foram às falhas e as paradas das máquinas que atrasam o processo de produção, isso se deve ao fato de as máquinas serem obsoletas. A linha de produção



da empresa observada não possui seus processos totalmente automatizados, e a presença do trabalho manual ainda é muito forte. Logo, o fato de as máquinas existentes serem antigas gera perda de tempo dentro fluxo e baixo desempenho no processo. Em seguida foi percebido que os equipamentos sem manutenção preventiva ocasionam paradas não programadas, resultando assim, em altos custos de produção. As paradas ocorridas na linha acarretam em lentidão gerando falhas externas e até atrasos na entrega do produto para o cliente.

No modo de falha tampador ocorre a falta da utilização do equipamento chamado torquímetro para medir o torque adequado na vedação da garrafa. O fator ligado a esta falha é a falta de treinamento do operador para realizar os ajustes, além disso, a tampa utilizada no processo é inadequada em relação aos parâmetros e dimensões exigidos pelo maquinário utilizado para lacrar, causando vazamento nos mesmos.

Outro ponto observado foi que os fardos de 500 ml (cerca de 6 kg cada) são encaminhados para estoque ou para carregamento dos veículos, por meio de transporte manual, pelos colaboradores. Foi observado que há desgaste físico nos colaboradores, devido a maneira incorreta de transporte dos produtos que por muitas vezes são levantados de forma incorreta, bem como a ausência dos EPI'S de uso obrigatório para quem exerce atividades de transporte e levantamento de carga. Nesse caso, sugeriu-se a aquisição de uma empilhadeira ou carrinho para a realização dos carregamentos, e aquisição dos EPI'S necessários.

Para finalizar a parte quantitativa do método, é necessário fazer o cálculo do RPN (*Risk Priority Number*). Para IQA (2008), o RPN pode ser encontrado através da multiplicação dos índices de severidade, ocorrência e detecção, conforme fórmula da Equação 1 apresentada a seguir:

$$RPN = S * O * D \quad (1)$$

Na tabela 01 estão descritos os principais modos de falha da linha de produção, os quais foram elencados conforme o peso definido para três fatores abaixo:

- **Severidade:** corresponde ao impacto causado ao processo;
- **Ocorrência:** é a frequência com que ocorre;
- **Detectibilidade:** é a facilidade com que são detectadas.



O FMEA tem objetivo de garantir a priorização dos modos de falha mais críticos, visando a redução dos impactos por eles causados, um correto estabelecimento desses parâmetros, aumenta a credibilidade do estudo, e, também as chances de sucesso do projeto de melhoria do processo ao qual está sendo aplicada a ferramenta. Desse modo, para esclarecer melhor como cada um desses fatores é mesurado e o peso estabelecido para os modos de falha foi construída a tabela 02 apresentada a seguir:

Tabela 2 – Definição de Parâmetros para RPN

PESO	ÍNDICE	DEFINIÇÃO
	SEVERIDADE	GRAVIDADE DA FALHA
1	MÍNIMA	impacto insignificante
2	POUCA IMPORTÂNCIA	atraso de fácil reparo
5	MODERADA	atraso de difícil reparo
7	GRAVE	parada total de fácil reparo
10	MUITO GRAVE	parada total de difícil reparo ou que gera prejuízos consideráveis
	OCORRÊNCIA	REPETIÇÃO
1	IMPROVAVÉL	Acima de 6 meses
2	MUITO PEQUENA	entre 3 e 6 meses
4	PEQUENA	entre 2 e 3 meses
5	MÉDIA	entre 1 e 2 meses
7	ALTA	entre 1 e 4 semanas
10	MUITO ALTA	menos de 1 semana
	DETECTIBILIDADE	IDENTIFICAÇÃO DA FALHA
1	ALTA	apresenta sinais antes de ocorrer
2	MODERADA	é perceptível ao operador
6	PEQUENA	perceptível por meio de inspeção de rotina
7	MUITO PEQUENA	perceptível somente com a linha parada
10	IMPROVAVÉL	difícilmente será detectada sem uma análise detalhada
RPN	BAIXO	1 a 50
	MÉDIO	50 a 100
	ALTO	101 a 200
	MUITO ALTO	201 a 1000

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Campos e Ferro (2018)

ISBN: 978-65-80968-11-4
DOI: 10.17648/cbcs-2019-110671

A partir da definição dos pesos dos parâmetros do FMEA é possível a mensuração das falhas e a propor as melhorias para os gaps mapeados e sinalizados destacando os pontos mais críticos que devem ser tratados imediatamente dentro do processo. O cálculo do RPN permite a análise do sistema. Sobre sua grandeza, quanto mais alto o valor para o RPN significa que a falha detectada representa maior risco e deve ser priorizada. Diante disto, observa-se na tabela construída que os “Equipamentos sem manutenção preventiva e periódica” são as falhas mais sérias e que devem ser adotadas as soluções para minimizar a gravidade do problema. Seguido desta, vem o “Maquinário com falhas e paradas para manutenção”, esta apresenta perda da produtividade devido as quebras das maquinas por serem obsoletas.

Foi relatado que para essas falhas devem ser tomadas medidas mais radicais para a melhoria dos processos, como a compra de maquinários mais avançados e que possam atender uma demanda maior. Em contrapartida, outra resolução seria a prática de realização de manutenção preventiva nos dispositivos, feitos pelo profissional adequado a isto.

É importante ressaltar que a confiabilidade das informações e dados coletados para a aplicação da ferramenta deve ser alta, também e de extrema importância o total conhecimento da realidade da empresa para garantir tanto que os resultados sejam assertivos, bem como a aplicação das correções e sugestões de melhoria serão mais assertivas e condizentes com a realidade da organização.

Após o desenvolvimento do trabalho foi possível identificar as falhas na linha de envase. Desse modo, visando o aumento do desempenho e a redução das paradas foi elaborado um plano de ação com base na FMEA. A metodologia PDCA foi aplicada com o intuito de mapear as causas e definir as ações necessárias para solucionar os gargalos identificados no FMEA. Diante disso, o quadro 1 é apresentado a seguir contendo o plano de ação elaborado:



Quadro 01 - Plano de Ação com base no FMEA

PLANO DE AÇÃO 						
CAUSA	EFEITOS POTENCIAIS DA CAUSA	AÇÃO (O QUE FAZER)	COMO	RESPONSÁVEL	INÍCIO (P)	TÉRMINO (P)
Matéria-prima inadequada	Perca de produtividade e refugo de produção	Pesquisar junto ao fornecedor qual o material mais adequado para o maquinário conforme as especificações técnicas (buscar outro fornecedor das embalagens?)	Através de análise das especificações da matéria-prima versus manual de operação do maquinário	Gerente de Produção	-	-
Maquinário com falhas	Perca de produtividade e e custos elevados	Elaborar e executar Plano de manutenção preventiva e detectiva	1º Elaborar relatórios de falhas de maquinário 2º Fazer as devidas manutenções e adequações ao maquinário	Gerente de Produção	-	-
Equipamentos sem manutenção preventiva e periódica	Paradas constantes	Realizar levantamento do custo da manutenção com mão-de-obra técnica especializada sendo própria ou terceira	Através de análise custo versus benefício da mão de obra terceira ou própria	Gerente de Produção	-	-
Tampador com falhas	Produtos com vazamentos	Fazer as devidas manutenções e adequações no maquinário	Detectar as principais causas das falhas e corrigir de acordo a um plano de manutenção	Equipe de manutenção contratada	-	-
Transporte manual	Desgaste físico do colaborador	Elaborar relatórios de Lesões por Esforços Repetitivos (LER) e Afastamentos por Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT)	Solicitar a compra de carros de carga e cinta de ergonômica	Gerente de Produção	-	-

Fonte: Os autores (2019)

O Ciclo PDCA, foi abordado neste trabalho, pois esta metodologia é capaz manter ou melhorar os resultados de um processo. Vale salientar a importância de elaborar um procedimento operacional padrão, oferecer treinamentos para os operadores, elaborar um plano

de manutenção preventiva visando agir antes que a parada ocorra definir plano de monitoramento dos equipamentos.

CONCLUSÃO

O presente estudo utilizou o método de análise de modo e efeito de falhas para identificar os principais gargalos na linha de produção de uma indústria de envase de águas. O principal modo de falha detectado foi a ausência de mecanismos de controle e prevenção á defeitos, mas vale ressaltar que a obsolescência dos equipamentos, inadequação da matéria prima ao maquinário, falta de treinamento da mão de obra também interferem diretamente na qualidade do processo e do produto. Desse modo, o primeiro passo para a melhoria da qualidade é a implementação de mecanismos de controle e padronização.

Dentro do contexto da proposta as principais barreiras encontradas dizem respeito ao conhecimento do maquinário, onde foram gerados desafios, para uma busca externa de informações sobre como podem ser corrigidas e evitadas as falhas, também houve uma limitação em relação às informações internas do processo, pois o mesmo não possuía tanta documentação a respeito das falhas e problemas de produção como já mencionado, outro ponto foi o tempo de pesquisa, como recurso, bastante limitado.

Dessa forma, a execução de medidas, programas e ferramentas de acompanhamento e controle são fundamentais para minimizar os riscos de falhas que podem levar á problemas sérios com os stakeholders. Conforme o relatório do FMEA os maquinários estão descalibrados, pois a empresa não conta com relatórios que informe os dados recorrentes às falhas ocorridas durante o processo impossibilitando a capacidade prever possíveis quebras, ocasionando prejuízos com máquina, mão-de-obra parada, atrasos na linha de produção, tempo ocioso, entre outros.

Recomenda-se, adoção das seguintes ações: Contratação ou terceirização de um profissional qualificado responsável por fazer o controle de manutenção preventiva através de relatórios; Troca da matéria-prima, por uma matéria-prima adequada ao equipamento e a aquisição de carros de cargas, para substituir o transporte manual, pois a aquisição do carros de carga reduziriam bastante do tempo de locomoção dos garrafões, podendo com isso realocar os colaboradores a outras funções do processo produtivo aumentando a produtividade, e aumentando a preservação dos garrafões, diminuirá também os riscos ergonômicos sofridos pelos

colaboradores, prevenindo-os de futuras lesões que podendo prejudicar a empresa com suas ausências.

Diante disso, os autores sugerem a implementação do plano de manutenção preventiva para os maquinários para assim evitar tantas paradas e falhas na linha de produção. Para isso necessita-se de um profissional capacitado para realizar o procedimento. Ainda nas soluções apresentadas, há a recomendação de aquisição de novas máquinas mais avançadas e atuais que possam atender uma quantidade maior de demanda, aumentando assim a produtividade e que possam reduzir os índices de paradas constantes.

A pesquisa conseguiu abranger grande parte da amostra ao qual propôs analisar, deixando aberta a premissa para continuação, onde os outros problemas existentes poderão ser tratados de forma efetiva, para garantir um controle maior do processo, otimizando a utilização de mão de obra, maquinário e assim reduzindo custos, garantindo sempre a qualidade do produto final para o consumidor.

Vale ressaltar que o FMEA é uma ferramenta que auxilia à tomada de decisões e análise dos modos de falha de uma linha. Dessa forma há possibilidades futuras do aprimoramento da pesquisa através da aplicação da ferramenta Diagrama de Ishikawa nos efeitos potenciais de falhas mapeadas no FMEA, pois o diagrama de causa e efeito é um gráfico cuja finalidade é identificar as causas de um problema prioritário seguindo a metodologia dos 6M's (máquina, materiais, mão de obra, meio ambiente, método).

O Conhecimento, mapeamento e definição das principais causas dos gargalos da empresa é o passo inicial para uma gestão da qualidade eficiente, portanto é fundamental a implantação de ferramentas que possibilitem o aumento da produtividade, lucratividade e confiabilidade do processo e produto, desse modo, para estudos futuros recomenda-se a construção e implementação dos POP (Procedimento Operacional Padrão) para todas as atividades da linha. É notória, a oportunidade da aplicação da ferramenta Cartas de Controle na produção com o intuito de acompanhamento e monitoramento contínuo do processo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. **Produção Enxuta**: Eliminação de Desperdícios nos Processos de uma Empresa de Confeção. Disponível em: Monografia (Engenharia de Produção) – Universidade Estadual de Maringá, UEM. Maringá, 2013.



BRASIL, Resolução RDC, nº 274 da ANVISA, de 15 de outubro de 2002. **Diário Oficial da União, Brasília**, v. 16.

CAMPOS, Leonardo Lopes de; FERRO, Newton José. Aplicação da Análise de Modo e Efeitos da Falha (FMEA) para aumento de produtividade: um estudo para revisão da manutenção de uma linha de galvanização a quente. **XXXVIII Encontro Nacional De Engenharia De Produção: “a engenharia de produção e suas contribuições para o desenvolvimento do Brasil”**, Maceió, Alagoas, Brasil, ano 2018, ed. 38.

CARVALHO, Marly; PALADINI, Edson. **Gestão da qualidade: teoria e casos**. Elsevier Brasil, 2013.

FALCONI, V. **TQC Controle da qualidade total no estilo japonês**. 9. ed. Nova Lima (MG): INDG Tecnologia e Serviços, 2014.

FORMENTINI, Fabiano. **Utilização do MASP (método de análise e solução de problemas) em uma empresa calçadista**. 2014. 72 f. Monografia (Especialização) - Curso de Administração, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2014.

FRANCESCHINI, Fiorenzo; GALETTO, Maurizio. A new approach for evaluation of risk priorities of failure modes in FMEA. **International Journal of Production Research**, v. 39, n. 13, p. 2991-3002, 2001.

IQA. Instituto da Qualidade Automotiva. **Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA)**. Manual de Referência. 4ª Edição. São Paulo, 2008.

JURAN, Joseph M.; DEFEO, Joseph A. **Fundamentos da qualidade para líderes**. Bookman Editora, 2015.

LIU, H. **FMEA Using uncertainly theories and MCDM methods**. 1.ed. Shanghai: Springer, 2016.

LOPES, Janice Correia da Costa. **Gestão da qualidade: decisão ou constrangimento estratégico**. Lisboa: 2014. 76p. Dissertação (Mestrado em Estratégia Empresarial), Universidade Europeia, Laureate International Universities, 2014. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/62705662.pdf>. Acesso em: 08 de agosto de 2019.

MILAN, Marcos; MATOS, Roselane Biangaman. Aplicação sistêmica do modo de análise de falhas e efeitos (FMEA) para o desenvolvimento de indicadores de desempenho de empresas de pequeno porte. **Revista Árvore**, v. 33, n. 5, p. 977-985, 2009.

MARSHALL JUNIOR, Isnard; CIERCO, Agliberto Alves; VARANDA, Alexandre. **Gestão da qualidade**. 10. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2010.

PALADINI, E.P. **Gestão da Qualidade: teoria e prática**. São Paulo: Editora Atlas, 3 ed., 2012.

PEZZATTO, Thomas; et al. **Sistemas de controle da qualidade**. Porto Alegre: Sagah, 2018.



PORSALE, Roberto. **Ferramentas da qualidade**. São Paulo: Senais - Sp, 2014.

SANT'ANNA, A. P.; PINTO, R. P. S. **Composição probabilística no cálculo das prioridades na FMEA**. v. 5, n. 3, p. 179-191, 2010.

STAMATIS, Diomidis H. **Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution**. ASQ Quality press, 2003.

SILVA, J. P. S.; SOUZA, A. A. S.; CAMPOS, B. N. S. Análise da aplicação de ferramentas básicas da qualidade para o monitoramento do processo em uma indústria do setor cerâmico. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP**, 36, João Pessoa, 2016.

TOLEDO, J.C. de; *et al.* **Qualidade: gestão e métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

WERKEMA, Cristina. **Ferramentas estatísticas básicas do lean seis sigmas integradas ao PDCA e DMAIC**. Rio de Janeiro: Campus, 2014.

WERKEMA, C., **Lean Seis Sigma: Introdução às ferramentas do lean manufacturing - 2ª ed.** - Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.