

# PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC EM UMA EMPRESA NO SETOR ELETRÔNICO DE PRODUTOS PARA USOS DOMÉSTICOS

Denislaine Regina Cordeiro<sup>1</sup>, Priscilla Bassetto<sup>2</sup>, Rony Peterson da Rocha<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Acadêmica do Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial, Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR. Bolsista Fundação Araucária. denislaine.rc@gmail.com

<sup>2</sup>Acadêmica do Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial, Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR. Bolsista PIBIC/CNPq. pri\_bass@hotmail.com

<sup>3</sup>Professor do curso de Engenharia de Produção Agroindustrial, Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR. ronypeterson\_eng@hotmail.com

## RESUMO

Com o aumento da competitividade, as empresas estão em busca de melhorias em seus processos produtivos. As Ferramentas da qualidade com auxílio de métodos e técnicas (ex: DMAIC) enquadram-se dentro desta perspectiva de melhoria. Sendo assim, o trabalho tem como objetivo aplicar a metodologia DMAIC para reduzir as ocorrências de defeitos em um produto, comercializado por uma empresa do ramo eletroeletrônico e realizar uma revisão de literatura de trabalhos publicados no âmbito nacional e internacional sobre metodologia DMAIC. A pesquisa classifica-se quanto ao método de abordagem, qualitativa, no qual os dados da pesquisa foram obtidos a partir de observação na empresa e entrevista junto ao responsável pela qualidade da empresa, as bases de dados pesquisadas para revisão bibliográfica foram, *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, Evento Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) e Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção (Conbrepro), onde foram identificados 38 artigos que apresentam essa abordagem. Ao realizar o estudo aplicado, utilizou-se as quatro primeiras fases do método DMAIC em que se constatou os principais problemas que proporcionam defeitos no produto e por fim, propôs um plano de ação com as melhorias. Após a implementação do modelo, constatou-se os principais problemas que proporcionam defeitos: “carcaça derretida e liga e não aquece” sendo a causa relacionada a matéria-prima inferior vinda do fornecedor e a pré e pós inspeção não realizada. Quanto a revisão de literatura verificou-se que o DMAIC fornece uma estrutura consistente para melhoria de um processo, visando maximizar o lucro e tornando a empresa mais competitiva.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ferramentas da qualidade; Produção; Eletrônico.

## 1. INTRODUÇÃO

Com a crescente competitividade, as organizações buscam priorizar a qualidade em seus processos produtivos focando nos rendimentos e nas necessidades de satisfazer seus clientes. Nesse Contexto, a área de Engenharia da Qualidade, mais especificamente o Controle da Qualidade, tem grande relevância, pois, é composto por várias técnicas, métodos e ferramentas que auxiliam na conformidade, no acompanhamento e controle das causas, proporcionando a redução de algum tipo de perdas e/ou defeito de um produto.

Uma metodologia muito utilizada na redução de problemas é o DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*). A metodologia DMAIC primeiramente define o problema para posteriormente com auxílios de ferramentas da qualidade ao decorrer das etapas, propor melhorias. A segunda etapa, busca medir os problemas com o propósito de se interagir com o mesmo para obter informações importantes. Terceira etapa, analisar as informações e dados levantados para propor melhorias. Quarta e última etapa, é fazer o controle do processo visando as melhorias propostas.

Sendo assim, o trabalho tem como objetivo a aplicação da metodologia DMAIC para a redução das ocorrências de defeitos em um produto, comercializado por uma empresa do ramo eletroeletrônico e realizar uma revisão de literatura de trabalhos publicados no âmbito nacional e internacional sobre metodologia DMAIC.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O seis sigma é uma metodologia que busca o aperfeiçoamento de processos, produtos e serviços nas companhias, de forma que as auxilia no melhoramento de sua competência, ao passo que reduz a variabilidade (CEREZEL; GEREZ, 2008).

O cerne da metodologia seis sigma é a consolidação de confiança para que as organizações tenham maior êxito na busca de seus objetivos, na condução de seus processos e para o seu crescimento (CHRISTIANSEN, 2011). O seis sigma não é aplicado apenas visando o melhoramento da eficácia organizacional e para o agrado do cliente, mas é eficiente também na redução de custos operacionais fazendo com que haja maximização dos lucros (LAUREANI, et al, 2013; HARRY et al, 2010).

A metodologia seis sigma está relacionado a metodologia DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve and Control*) que consiste em um rigoroso conjunto de métodos que garantem uma sequência ordenada e eficaz no gerenciamento do trabalho (DUARTE, 2011).

As cinco etapas do DMAIC, são realizadas ciclicamente de forma que sempre se volte para a etapa de Measure para analisar se houve progresso ou falhas na determinação do estudo. Seguindo o conceito de melhoria contínua do processo, deve-se também retornar a etapa de analyse e improve para a contínua padronização do processo.

De acordo com Werkema (2012), as etapas do DMAIC se resumem da seguinte forma: (D) *Define* ou definir: define-se o problema em questão e os objetivos a serem alcançados. As ferramentas recomendadas para essa etapa são, *Brainstorming*, *Project Charter* e Análises econômicas (BRAITT; FERTERMANN, 2014); (M) *Measure* ou medir: etapa de quantificação do problema de forma a obter-se um direcionamento para análise. Indica-se nessa etapa, ferramentas de fluxograma, diagrama de Pareto, mapeamento do processo e técnicas de coleta de dados; (A) – *Analyze* ou analisar: etapa voltada as buscas das causas do problema identificado, suas classificações e quantificação de quanto estas interferem no resultado final. Indica-se ferramentas como diagrama de *Ishikawa*, fluxogramas, 5W2H e os 5 porquês; (I) *Improve* ou melhorar: etapa onde são apresentadas propostas de intervenção que busquem a solução para o problema ou minimizem seus efeitos, deve haver padronização das soluções pois as mesmas implicarão em modificações no processo produtivo; e (C) *Control* ou controlar: etapa de controle e verificação que busca garantir a eficiência e melhorias do problema em longo prazo.

O sucesso da metodologia DMAIC resulta da atenção voltada ao planejamento e organização para o desenvolvimento de um projeto, evitando assim, ações precipitadas e desnecessárias. Dessa forma, as chances de se alcançar os objetivos pretendidos são maiores e facilitadas (WERKEMA, 2012).

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

Silva et al. (2016) buscam expor o uso da metodologia DMAIC numa linha de dispositivos médicos por meio de um estudo de tempo. O retiro de tal inspeção acarretou a diminuição de 31,18% no tempo total de produção, sendo, uma medida eficaz e eficiente em relação à proposta original. Gonçalves; Lizarelli e Toledo (2016) aplicam o método DMAIC para melhoria nos processos de fabricação de produtos para área de energia em uma empresa do setor metalúrgico. Com a implementação, resultou em melhoria do produto que influenciaram diretamente na qualidade. Xavier et al. (2016) analisaram de forma quantitativa a produção científica acerca do Lean Seis Sigma nos últimos 10 anos em uma base de dados, através de um estudo bibliométrico. A pesquisa foi satisfatória, mesmo utilizando apenas uma base de dados.

Barbosa; Tomaszewski e Silva (2016) aplicaram a metodologia DMAIC como ferramenta de gestão para solucionar problemas de rentabilidade e perda numa indústria de corte e dobra de aço. A metodologia se fez eficaz sobre gestão da produção. Alves et al. (2016) verificaram a importância do método DMAIC como ferramenta de qualidade em

processos industriais. A empresa estudada atende os requisitos do método, capacitando profissionais, para que todos os objetivos traçados sejam alcançados. Lopes e Tinoco (2016) aplicaram o método DMAIC para solução e a obtenção de resultados estruturados na melhoria de processos em um Laticínio. O emprego da metodologia foi relevante para detectar as possíveis causas que modificam o processo e propor melhorias.

Souza; Milani; Gambi (2016) utilizaram a metodologia DMAIC para avaliar perdas do processo produtivo numa empresa alimentícia. Por fim, identificou-se os desperdícios e causas e posteriormente proposto melhorias. Leite e Montesco (2016) aplicaram o DMAIC na operação de venda e entrega de gás liquefeito de petróleo de uma distribuidora, com objetivo de aumentar a margem líquida (ML) e reduzir o tempo médio (TM). Por fim, conseguiu aumentar a ML = 50% e TM=30%. Reis et al. (2016) utilizaram a metodologia DMAIC para reduzir o número de reclamações de uma empresa de telecomunicação. Os principais problemas encontrados foram: erros de mão de obra, método, medida, material, máquinas e fatores externos. Besteiro et al. (2016) demonstraram como o DMAIC contribui para a melhoria de desempenho da qualidade aplicando em uma empresa eletroeletrônica. O estudo resultou em proposição e desenvolvimento de melhorias e demonstração dos controles efetuados. Bressan et al. (2016) buscaram propor melhorias em um processo de produção de pães, utilizando a Ferramenta Seis sigma. De acordo com o nível Seis Sigma a empresa está classificada como competitiva, porém, existem problemas de qualidade. Ortega; Serrato, Morales (2017) apresentam um modelo dinâmico no sistema de produção têxtil, os resultados mostram uma melhoria no desempenho do processo, aumentando o nível de sigma, permitindo a validação da abordagem proposta.

Silva; Losekann e Hoppe (2017) utilizaram a metodologia DMAIC para reduzir o alto índice de assistência técnica dos produtos de uma indústria do ramo de refrigeração. Com a implementação do método houve melhoramento do produto, reduzindo custos e aumentando a satisfação do cliente. Silva et al. (2017) apresentaram as principais variáveis que influenciam na formação do bulk filamentos, utilizando a técnica kaizen, operacionalizada com a ferramenta DMAIC. A implantação do sistema proporcionou estabilidade operacional em todas as etapas do processo. Papa e Simon (2017) aplicam o método DMAIC para solucionar o problema de alto consumo de energia elétrica no sistema de bombeamento da estação, e reduzir o consumo de energia elétrica do processo. Os resultados permitiram superar a meta de 5% de redução de consumo de energia.

Oliveira; Carvalho e Filho (2017) utilizaram a metodologia DMAIC para reduzir o índice de latas com *blowout* de refrigerante numa indústria de bebidas. A utilização do método levou a redução de 52% de devoluções de latas *blowout*. Leite; Reis e Valença (2017) Buscaram identificar e mudar o nível *sigma* dos processos de lavagem de uma lavanderia industrial para reduzir o *lead time* em 50%. Utilizaram o DMAIC e obtiveram tempo de processamento reduzido. Camino e Bergiante (2017) visam incrementar o volume de vendas de um produto de uma indústria cervejeira utilizando a metodologia DMAIC. Foram traçadas ações que podem trazer ganhos financeiros. Borges; Ferreira e Santolin (2017) utilizaram a metodologia DMAIC para modelagem de uma linha de fabricação de medicamentos. O método determinou os gargalos e as linhas com baixa eficiência e propor melhorias. Polli; Ourique e Santolin (2017) Com auxílio do DMAIC modelaram o fluxo de informações da área administrativa de uma distribuidora de medicamentos. Os resultados demonstraram melhoria no fluxo dos processos e nas informações. Silva; Melo e Sanolin (2017) realizaram uma análise comparativa entre o fluxo do processo de recuperação (utilização da metodologia DMAIC) com o fluxo existente na empresa. Comparando os fluxos, o *Software TSMS Voicer* é considerado a solução mais viável.

Porto et al. (2017) buscaram reduzir o número de reclamações de consumidores por ausência de recheio em biscoitos em uma empresa de alimentos com auxílio do DMAIC. A utilização do método DMAIC foi eficaz, identificando as falhas e propondo melhorias. Santos; Perissoto e Franciscato (2017) visam à redução da variação do peso final de um

produto utilizando a metodologia DMAIC, em uma empresa química. foi obtido uma redução da variação do peso de 1,17%. Silva e Uchoa (2017) implementaram alguns equipamentos para a melhoria ergonômica no posto de embalagem de barbeadores, após análises observou-se uma dificuldade ergonômica, propondo poltronas com inserção de apoio para pés com regulagem de altura. Pinto et al (2017) implementaram o método DMAIC no setor de manutenção numa empresa metalúrgica. Os resultados demonstraram-se positivos, proporcionando a redução dos custos, do tempo de manutenção, além do aumento da vida útil dos equipamentos. Júnior et al. (2018) estudaram a importância da ferramenta disponibilizada pelo Método Seis Sigma, denominada Mapa de Raciocínio, o qual acompanha e se implementa em cada fase. Santos e Queiroz (2018) aplicaram o método Lean Six Sigma, visando o aumento da produtividade em uma indústria do setor tecnológico. Obteve-se um aumento da produtividade superior a 50%.

Luiz et al. (2018) propõem a implementação parcial do método DMAIC em uma unidade de saúde, um plano de ação foi desenvolvido podendo ser aceito ou adaptado de acordo com as necessidades identificadas pela organização. Soares et al. (2018) apresentam a melhoria obtida no processo de cimentação de poços, baseando-se no uso do método DMAIC no qual otimizou as atividades desenvolvidas obtendo maior eficiência. Silva et al. (2018) apresentam a aplicação da metodologia DMAIC no processo de perfuração de poços. Obteve-se como resultado o aumento projetado da eficiência em 11,52%, e a redução de 50% de custos relacionados a paradas da operação. Guimarães et al. (2018) utilizaram o método DMAIC para redução da variabilidade em um processo produtivo de uma indústria de defensivos agrícolas. Os resultados obtidos foram satisfatórios, pois, houve a redução da variabilidade e a centralidade do processo. Araújo et al. (2018) apresentam um projeto em uma empresa de embalagens para analisar as paradas não planejadas e reduzir as perdas do processo, utilizando a metodologia DMAIC. Obteve-se redução das paradas e redução de custos. Luz et al. (2018) analisam as possíveis causas de uma anomalia no teor de dióxido de enxofre em um processo químico em uma indústria cervejeira implementando o método DMAIC. Elaborou-se um plano de ação (5W1H) para propor melhorias no processo.

Alves e Araújo (2018) procuram aumentar o tempo produtivo de uma linha de produção através da redução do tempo de *setup* utilizando entre as ferramentas, o DMAIC. Aplicou-se melhorias para reduzir o tempo de *setup* e aumentar o tempo de produção. Silva et al. (2018) buscam as causas da baixa produtividade com auxílio do DMAIC em uma indústria de beneficiamento de coco. Propôs-se a mudança de layout da fábrica, melhorando a movimentação dos funcionários e reduzindo a perda de tempo dos mesmos. Muñoz (2018) Procura-se utilizar os passos da metodologia DMAIC no caso real de um projeto de desenvolvimento de provedores (PDP) em uma empresa de manufatura. O projeto aplicado pode ser catalogado como um projeto de desenvolvimento de provedores. Acosta et al. (2018) mostram uma análise da forma como os projetos de melhoria são realizados nas Instituições de Ensino Superior no México, utilizando a método DMAIC para o desenvolvimento de tais projetos. Os mesmos, impactaram positivamente os processos das Instituições de Ensino Superior.

#### 4. METODOLOGIA

A presente pesquisa classifica-se quanto aos fins como descritiva devido as várias informações levantadas nesse estudo, explicativa, pois visou identificar os fatores que contribuíram para a ocorrência de defeitos no produto X para por fim, propor uma solução para ele, quanto aos meios como bibliográfica. Quanto ao método de abordagem, a pesquisa pode ser considerada como de ordem qualitativa, no qual os dados da pesquisa foram obtidos a partir de observação na empresa e entrevista junto ao responsável pela qualidade da empresa. Os relatórios de defeitos do produto X correspondem ao período de

01 de setembro a 31 de dezembro 2018 e os demais dados coletados correspondem ao período de 01 de agosto a 31 de dezembro de 2018. Os instrumentos de pesquisas utilizados foram os recursos de software, Microsoft Office Word e Excel. Para o tratamento de dados foram utilizadas as quatro primeiras fases do método DMAIC e ferramentas da qualidade. Na fase *define*, utilizou-se o *brainstorming*; na fase *measure*, utilizou-se o gráfico de Pareto, *brainstorming* e diagrama de causa-efeito; na fase *analyze* foi utilizado os “5 por quês”; e na fase *improve*, foi utilizado o 5W1H. A busca por informações sobre a Metodologia DMAIC realizaram-se através de livros, artigos, teses e dissertações. Os artigos que compuseram a pesquisa bibliográfica foram encontrados nas bases de dados: Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção (CONBREPRO), *Scientific Electronic Library Online (SCIELO)*, entre os anos de 2016 a 2018.

## 5. APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC

### 5.1 *Define*

5.1.1 Descrever o problema do projeto e definir a meta: um dos problemas enfrentados pela empresa é o aumento de reclamações de defeitos dos produtos vinda dos clientes externos. Observou-se por meio de conversas com os operadores e análises no processo de produção, que após a entrega do produto aos clientes muitos produtos eram devolvidos por vários tipos de defeitos, com isso, foram realizados os registros de devoluções desses produtos e as possíveis causas desse problema para posteriormente reduzi-los. Sendo assim, a meta é a redução das causas que ocasionam defeitos no produto.

5.1.2 Avaliar o histórico do problema, o retorno econômico, os impactos sobre os clientes e as estratégias da empresa: analisando-se os dados históricos de possíveis ocorrências do problema, alguns eventos aconteciam, como: não ter matérias-primas necessária em estoques no ato da produção de uma determinada ordem e matérias-primas vinda dos fornecedores com defeitos. Com base ao número de ocorrências de defeitos registrados no sistema da empresa, analisou-se no período de 4 meses de trabalho, a quantidade de ocorrência registrado, totalizando 469 Produtos X com defeitos. Tendo o mesmo um custo de R\$ 50,00 por unidade e multiplicando esse valor com a quantidade de defeitos (469) e por fim multiplicando novamente por 2, pode-se concluir que nesse período de 4 meses a empresa apresentou um custo de R\$ 46.900,00, ou seja, a empresa deixou de receber a mais do total da receita em relação as vendas do produto X, um valor de R\$ 23.450,00. Logo, buscar reduzir esse número de defeitos torna-se relevante, pois, além de apresentar um alto custo econômico para a empresa, consequentemente, perderá a confiança de seus clientes em relação aos seus produtos.

5.1.3 Avaliar se o projeto é prioritário para a empresa: é prioritário, pois, quando o problema é defeitos nos produtos entregue ao consumidor final, isso acarretará tanto em custos (direto e indireto) para a empresa, como também perda da confiança e credibilidade com o cliente, sendo assim, é viável para a mesma reduzir essas causas para não perder seus clientes.

5.1.4 Definir os participantes da equipe e suas responsabilidades, as possíveis restrições e suposições e o cronograma preliminar: dentre os setores que compõe a empresa, os principais setores participantes e suas responsabilidades são: SAC - Serviço de Atendimento ao Consumidor, responsável em registrar todas as ocorrências de defeitos identificado pelo consumidor; ASITEC – Assistência Técnica Autorizada pela Empresa, responsável em concertos de produtos que apresentaram defeitos pôs venda; Gestão da Qualidade, responsável analisar esses defeitos e investigar a sua causa raiz, para posteriormente propor ações corretivas para solucionar o problema; e Expedição, responsável por enviar os produtos no prazo estabelecido. Em relação as restrições, são

referentes à análise e a aprovação dos responsáveis por cada setor, para os investimentos necessários.

5.1.5 Identificar as necessidades dos principais clientes: O setor de SAC, necessita que o responsável pelo setor de Gestão da Qualidade, realize a inspeção corretamente dos produtos para não haver registros de ocorrências de defeitos. O setor de ASITEC necessita dos relatórios de reclamações dos clientes e da disponibilidade dos produtos defeituosos para realizar o conserto. A Gestão da Qualidade também dependerá ter acesso aos relatórios de reclamações dos clientes registrados no sistema para analisar o problema e propor ações corretivas para ele. E por fim, a Expedição dependerá da transferência dos equipamentos consertados para despachar aos clientes.

5.1.6 Definir o principal processo envolvido no projeto: os processos envolvidos são: O atendimento ao cliente realizado pelo SAC em que durante o atendimento, o mesmo é registrado no sistema; concerto de produtos pós venda realizado por ASITEC; a inspeção, aprovação e transferência dos itens, realizada pelo responsável pela Gestão da Qualidade; e a transferência de peças e equipamentos e transporte realizados pela Expedição.

## 5.2 Measure

5.2.1. Decidir entre as alternativas de coletar novos dados ou utilizar os já existentes na empresa: A coleta dos dados referente as ocorrências de defeitos puseram venda da Prancha, realizou-se no período de 01 de Setembro á 31 de Dezembro de 2018.

5.2.2. Identificar a forma de estratificação para o problema de defeitos pós venda do produto Prancha: coletar os dados do número de ocorrência registrado pelo setor SAC, elaborar um gráfico de Pareto para auxiliar na tomada de decisão, priorização, mensuração, para identificar os problemas que causam os defeitos. Após identificar os maiores Problemas, elabora-se os diagramas de causa-efeito para discutir quais são as causas potenciais dos principais problemas identificados no gráfico de Pareto.

5.2.3. Planejar a coleta de dados: os dados foram coletados a partir dos relatórios de defeitos registrados no sistema pelo SAC no período de 4 meses. Outros eventuais dados que forem necessários, serão por meio de entrevistas aos colaboradores envolvidos no processo.

5.2.4. Preparar e testar os sistemas de medição/inspeção: primeiramente elaborou-se o gráfico de Pareto para priorizar os principais defeitos que apresentou maiores ocorrências do produto. O gráfico pode ser observado na Figura 4.

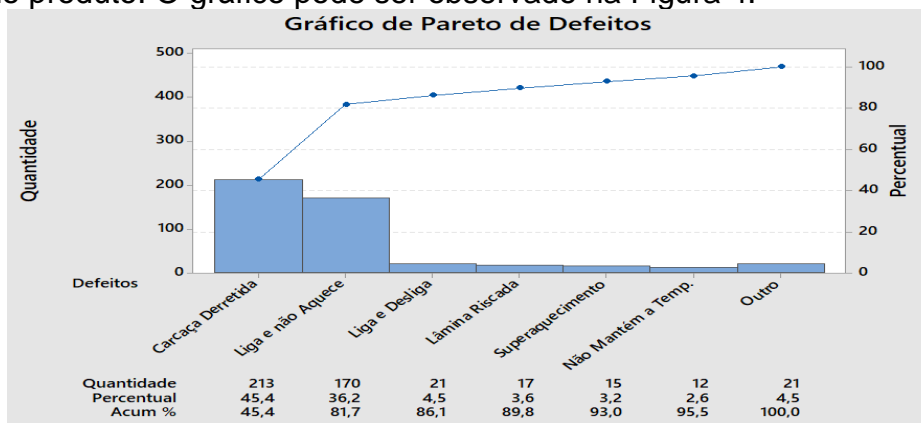


Figura 4: Gráfico de Pareto dos defeitos do produto no mês de setembro a dezembro de 2018

Nota-se na figura 4, que o problema de mais impactos nos números de ocorrências na empresa são os defeitos: Carcaça derretida e Liga e não aquece, acumulando um percentual de 81,7%. De acordo com essas análises, utilizou-se a ferramenta *brainstorming* para propor as possíveis causas que ocasiona esses defeitos. Assim, elaborou-se para cada um dos defeitos (Carcaça derretida e Liga e não aquece) um diagrama de causa-efeito para identificar quais as variáveis que estão causando os defeitos no produto. Na figura 5

observa-se o diagrama causa-efeito para a identificação das causas da “Carcaça derretida e Liga e não aquece”.

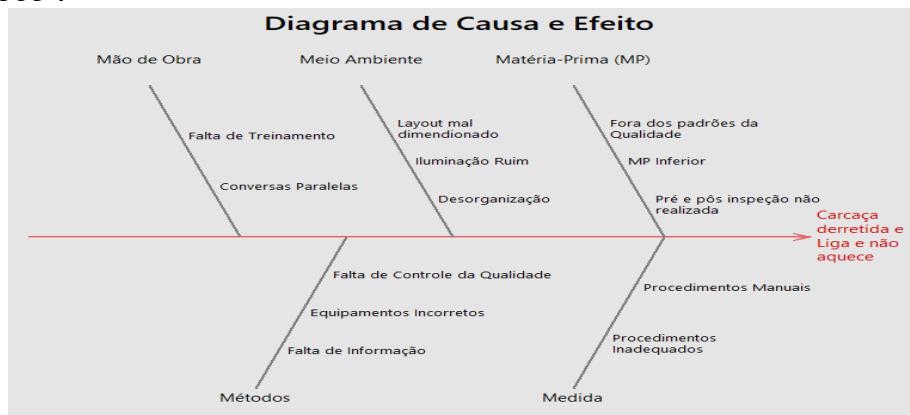


Figura 5: Diagrama de causa-efeito das causas da Carcaça derretida e Liga e não aquece

Com a análise da *matéria-prima*, verificou-se que diversos produtos quando estavam na linha de produção ou após a sua venda, apresentavam defeitos, pois, não havia a realização da pré e pós inspeção nos produtos após chegada e saída do mesmo da empresa, apresentando assim, causas do tipo: material e componentes/ itens com qualidades inferiores utilizado no processo.

As causas observadas no *meio ambiente* foram com relação ao *Layout* mal dimensionado no chão de fábrica, pois, cada equipamento se encontrava em um local diferente, ocasionando em desorganização em relação as etapas de cada processo, tais como, a não realização dos testes em alguns produtos durante a produção. Em relação a iluminação ruim, verificou-se que os agentes responsáveis pelo processo recebiam pouco fluxo luminoso no local de trabalho.

Com relação a causa *mão de obra*, analisou-se que a falta de treinamento é consequência da não realização de treinamentos adequados para os funcionários oferecido pela empresa, na realidade, os mesmos aprendem as atividades relacionadas a cada setor com os demais colegas de trabalhos, ocasionando pela inexperiência, defeitos nos produtos que resultará em retrabalho. Já as conversas paralelas, são decorrentes aos postos de trabalhos na linha de produção serem próximos entre si, resultando em diálogos que proporcionará em falta de atenção e erros na produção.

No que diz respeito ao *método*, por se tratar de produzir equipamentos eletrônicos e procedimentos manuais, os trabalhadores não utilizam equipamentos corretos durante o processo de montagem dos produtos, sendo necessário neste caso, material antiestáticos utilizados pelos agentes envolvidos na produção, evitando assim, componentes eletrônicos danificados por queimas indesejadas e posteriormente custos para a empresa. A falta de controle da qualidade, é que durante o processo não ocorriam testes (etapa relevante do processo) para a verificação do funcionamento do produto, e informações adequadas, como “a não realização da pré inspeção da MP” não era repassado para o gerente da produção resultando assim, em retrabalhos e defeitos nos produtos.

Referente à estrutura de *medição* da empresa, verificou-se a ocorrência de procedimentos inadequados em relação a problemas dimensionais nos equipamentos por não ser fornecido padrões de medidas para o produto, e pelo fato do processo ser manual com alta nível de montagem.

Conforme o diagrama (figura 5) pode-se observar que os defeitos possuem as mesmas categorias e que uma considerável parte das causas dos efeitos são ocasionados por “qualidade inferior de matéria-prima vinda do fornecedor” e por “falta de inspeção das matérias primas”. Assim, nota-se que as causas dos efeitos apresentadas, são simples de serem resolvidas, visto que uma considerável parte está relacionada ao controle.

### 5.3 Analyse

5.3.1. analisar o processo gerador das causas dos problemas de defeitos dos produtos pós venda: de acordo com as causas diagnosticada dos efeitos “Carcaça derretida e Liga e não aquece” (figura 5), foi possível determiná-las como sendo as principais causas-raízes do problema de defeitos no produto X após venda. Para encontrar a causa principal das ocorrências de defeitos, utilizou-se a ferramenta “5 por quês” apresentadas na Figura 6.

Causas-raízes Identificadas	1° Por quê?	2° Por quê?	3° Por quê?	4° Por quê?	5° Por quê?
MP Inferior	Porque houve ocorrências de reclamações do cliente.	Porque resultou em defeitos do tipo: “carcaça derretida” e “liga e não aquece”.	Porque a MP vinda do fornecedor era de má qualidade.	Porque ocasionou defeitos no produto por conta da carcaça e fusível feito de materiais inferiores vinda do fornecedor.	Porque não houve verificação adequada dos componentes eletrônicos e da matéria prima, pelo setor do PED e CQ respectivamente.
Pré e pós inspeção não realizada	Porque apresentou defeitos nos produtos na linha de produção e pós venda.	Porque não ocorreu a inspeção adequada nos produtos.	Porque o responsável não estava totalmente capacitado para a função.	Porque houve falta de treinamento e informação.	Porque o responsável pela inspeção da qualidade estava ausente, sendo substituído por outro funcionário sem capacitação adequada.
Equipamento incorreto	Porque houve casos de queima de componentes eletrônicos durante o processo de produção dos produtos.	Porque os agentes envolvidos no processo não utilizam materiais adequados, como, materiais antiestáticos durante o manuseio da montagem dos produtos.	Porque, a falta de treinamentos adequados partindo da empresa, que auxilie a utilização desses materiais corretos durante o processo produtivo.	-	-
Falta de informação	Porque houve retrabalho e paradas na produção	Porque falta diálogo de informações em relação ao processo entre os envolvidos.	Porque as informações pertinentes sobre as MP, como “a não realização da pré inspeção” não eram passadas para a gerente da produção.	Porque não havia um planejamento adequado no fluxo de informação entre os setores envolvidos no processo.	-

Figura 6: análise dos 5 “Porquês”. Fonte: Elaborado pelos autores.

5.3.2. analisar os dados do problema prioritário (envio de informações atrasadas para pré-montagem) e de seu processo gerador: como pode-se observar o quadro 12, o que causa a matéria-prima vinda do fornecedor ser inferior é devido a não verificação adequada dos componentes eletrônicos e da matéria prima, pelo setor do PED e CQ respectivamente. A não realização da pré e pós inspeção, é causada por falta do responsável pela inspeção da qualidade estar ausente, sendo substituído por outro funcionário sem capacitação adequada. O equipamento incorreto ocorre porque a falta de treinamentos adequados partindo da empresa, que auxilie a utilização desses materiais corretos durante o processo produtivo. A falta de informação acontece devido a não haver um planejamento adequado no fluxo de informação entre os setores envolvidos no processo.

5.3.3. identificar e organizar as causas-raízes do problema prioritário: A causa-raiz do problema identificado é a matéria-prima inferior vinda do fornecedor, em que está e as demais causas são ocasionadas por fatores como: falta de inspeção, capacitação/treinamento e planejamento adequado no processo.



5.3.4. priorizar as causas-raízes do problema prioritário: portanto as causas-raízes prioritárias são a matéria-prima inferior vinda do fornecedor e a pré e pós inspeção não realizada.

5.3.5. quantificar a importância das causas-raízes prioritárias: a pré e pós inspeção não realizada e a matéria-prima inferior vinda do fornecedor são causas-raízes prioritárias do efeito: CARÇAÇA DERRETIDA E LIGA E NÃO AQUECE, pois, são responsáveis em ocasionar o problema de “reclamações dos clientes em relação ao produto X após venda.

**5.4 Improve**

5.4.1. gerar ideias de soluções potenciais para a eliminação das causas-raízes do problema de reclamações dos clientes em relação ao produto X após venda: elaborou-se um plano de ação 5W1H (Figura 7), com o objetivo de solucionar as principais causas do problema.

What (O que?)	Where? (Onde)	Why? (Por quê?)	Who? (Quem?)	When? (Quando?)	How? (Como?)
Escolher fornecedores potenciais, que atendam a demanda e enviar MP com qualidade no prazo determinado.	Na empresa	Para atender a demanda, entregar a MP na data estabelecida e na qualidade desejada.	Setor de compras	Imediatamente	Desenvolver pesquisas por fornecedores e parcerias.
Realizar capacitação e treinamentos para que não ocorram erros no manuseio da montagem no processo produtivo e na inspeção da MP.	Na empresa	Para não acontecer erros na produção e na inspeção da MP e no Produto.	Setor de produção, PED e CQ	Imediatamente	Desenvolver treinamentos e capacitações anualmente ou quando for necessário para resolver problemas que demanda conhecimentos técnicos em relação a itens eletrônicos, qualidade e boas práticas de fabricação.
Utilização de materiais antiestático nos procedimentos de montagem dos equipamentos	No setor da produção	Para evitar queima dos componentes eletrônicos	Para os operadores envolvidos na produção	Imediatamente	Entrar em contato com fornecedores e concluir a compra desses materiais.
Implantação de um departamento de PPCP	Na empresa	Para manter relações entre os setores e suas funções e transformando o fluxo de informações em uma sequência de operações dentro da organização de modo a auxiliar no entendimento dos gestores em relação ao processo	Engenheiro de Produção	Imediatamente	Contratando um Engenheiro de Produção que atue na área de PPCP

Figura 7: Plano de ação. Fonte: Elaborado pelos autores.

5.4.2. priorizar as soluções potenciais: Após concluído o plano de ação (Figura7), observa-se que as medidas propostas são simples de serem resolvidas, podendo assim, reduzir os defeitos apresentados no produto para conseqüentemente eliminar o índice de ocorrências de insatisfação dos clientes registrada pelo SAC.

**6. CONCLUSÃO**

Após o desenvolvimento do estudo de caso, o objetivo foi atingido, sendo ele, identificar por meio da aplicação do método DMAIC as principais causas-raízes que proporciona as ocorrências de defeitos no produto vinda do cliente final. Constatou-se que os principais problemas que proporcionam defeitos é a “carcaça derretida e liga e não

aquece” sendo causada relacionada a matéria-prima inferior vinda do fornecedor e a pré e pós inspeção não realizada. Com as análises realizadas nos 38 trabalhos levantadas, foi possível identificar a importância que a metodologia DMAIC proporciona no processo produtivo de uma organização sendo um tema muito explorado e importante por aumentar a produtividade, redução de custos e melhorias no processo produtivo em geral de uma empresa.

## REFERÊNCIAS

- ACOSTA, C. G.; ROMERO, J. L.; MONTEON, M. M.; LOPEZ, Y. B. Seis Sigma en Instituciones de Educación Superior en México. *Información Tecnológica* Vol. 29(5), 91-100(2018).
- ALVES, J. L. L. XAVIER, A. S. SILVA, A. A. Albuquerque, R. M. Alencar, T. C. B. D. Seis Sigma E Sua Aplicabilidade Como Ferramenta De Qualidade Em Processos Industriais. XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2016.
- ALVES, L.; ARAUJO, A. Análise da diminuição do tempo de setup em uma empresa de tratamento de superfícies para atendimento da demanda. XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO “A Engenharia de Produção e suas contribuições para o desenvolvimento do Brasil” Maceió, Alagoas, Brasil, 16 a 19 de outubro de 2018.
- ARAUJO, A. S.; OLIVEIRA, D. N.; MILHOMEM, D. A.; ARAUJO, J. B.; FERREIRA, M. L. O. Análise Do Processo Produtivo Por Meio Da Abordagem Seis Sigma Em Uma Empresa De Cerâmica Calizada No Município De Marabá-PA. XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2017.
- BARBOSA, F. C.; TOMASZEWSKI, L. A.; SILVA, M. M. S. Implantação da Metodologia DMAIC em uma Indústria de Corte e Dobra de Aço para a Construção Civil: Um Estudo de Caso. XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2016.
- BESTEIRO, E. N. C.; CALADO, R. D.; BOOG, E. G. SOUSA, T. F. Metodologia Seis Sigma: Aumento Da Qualidade Aplicado A Uma Empresa De Tecnologia. XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2016.
- BORGES, B. A.; FERREIRA, V. L. S.; SANTOLIN, R. C. Proposta De Implementação Da Metodologia Dmaic Na Área De Produção De Sólidos Orais De Uma Indústria De Medicamentos: Um Estudo De Caso. XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO “A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção” Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.
- BRAITT, B. A.; FETTERMANN, D. C. Aplicação do método DMAIC para análise de problemas de produção: Um estudo de caso. *e-xacta*, v. 7, n. 1, 2014.
- BRESSAN, M. B.; VIEIRA, J. A. S.; OLIVEIRA, T. F. A.; PERALTE, R. M. OLIVEIRA, W. S. Aperfeiçoamento Do Processo Produtivo De Uma Padaria No Município De Marabá-PA: Lean Seis Sigma Na Gestão Da Qualidade. XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2016.
- CALDAS, J. C. M.; NOLI, R. A importância da Qualidade nas organizações. *Administradores*, 2009. Disponível em: < <http://www.administradores.com.br/artigos/economia-e-financas/a-importancia-da-qualidade-nas-organizacoes/28891/>> Acesso em: 27 de julho de 2019.
- CAMINO, L. E.; BERGIANTE, N. C. R. Aplicação De Conceitos De Lean Seis Sigma Para Incremento De Volume De Vendas: Um Estudo De Caso Em Uma Indústria De Bebidas. XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO “A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção” Joinville, C, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.
- CEREZEL, M. F.; GEREZ, H. G. Aplicação da metodologia Seis Sigma na redução de perdas de um processo produtivo. Monografia de conclusão de Curso. Graduação em Administração pela Faculdade Cenecista de Capivari, p.33,2008. Disponível em: <<http://www.cneccapivari.br>>. Acesso em: 26 de julho de 2019.

CHRISTIANSEN, Ó. Rethinking “quality” by classic grounded theory. *International Journal of Quality and Service Sciences*, Vol. 3, p. 199-210, 2011.

DUARTE, D. R. Aplicação da metodologia seis sigma – Modelo DMAIC – Na operação de uma empresa do setor ferroviário. Disponível em: <[http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2011\\_3\\_Douglas.pdf](http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2011_3_Douglas.pdf)>. Acesso em: 26 de julho de 2019.

GONÇALVES, C. L.; FABIANE LETÍCIA LIZARELLI, F. L.; TOLEDO, C. Utilização do método DMAIC para melhoria dos processos de fabricação e do produto: Estudo de Caso em uma empresa do ramo metalúrgico. VI Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção – Conbrepro. 2016.

GUIMARÃES, L. ABREU, M. M.; MAIA, P. T. NASCIMENTO, L. A. Utilizando A Metodologia Seis Sigma Para Redução Da Variabilidade No Processo De Fabricação De Um Produto Crítico De Uma Empresa De Defensivos Agrícolas. XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO “A Engenharia de Produção e suas contribuições para o desenvolvimento do Brasil” Maceió, Alagoas, Brasil, 16 a 19 de outubro de 2018.

HARRY, M. J.; MANN, P. S.; DE HODGINS, O. C.; HULBERT, R. L.; LACKE, C. J. *Practitioner's Guide to Statistics and Lean Six Sigma for Process Improvements*. New York: John Wiley & Sons, 2010.

JÚNIOR, E. R. C.; PAIVA, E. J.; BRITO, T. C.; OLIVEIRA, J. F. R.; NUNES, T. C A Importância Da Aplicação Da Ferramenta Mapa De Raciocínio Em Um Projeto De Seis Sigma. XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO “A Engenharia de Produção e suas contribuições para o desenvolvimento do Brasil” Maceió, Alagoas, Brasil, 16 a 19 de outubro de 2018.

LAUREANI, A.; BRADY, M.; ANTONY, J. Applications of Lean Six Sigma in an Irish hospital. *Leadership in Health Services*, Vol 26, n. 4, p. 322-337, 2013.

LEITE, D. G. MONTESCO, R. A. E. Aplicação Do Lean Seis Sigma Na Melhoria De Processo De Uma Distribuidora De Glp Em Aracaju/SE. XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2016.

LEITE, D. G.; REIS, P. S. A.; VALENCA, A. K. A. Aplicação Das Técnicas Do Lean Seis Sigma Na Redução Do Lead Time De Uma Lavanderia Industrial Hospitalar. XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO “A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção” Joinville, C, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

LOPES, J. D.; TINOCO, C. M. M. Aplicação Da Metodologia Seis Sigma Em Uma Indústria De Lácteos. XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2016.

LUIZ, C. L.; DONIN, M.; LARA, J. M.; CHIROLI, D. M. G. Proposta de melhoria baseada na metodologia DMAIC em uma unidade de pronto atendimento de saúde VIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção – Conbrepro. 2018.

LUZ, J. M. S.; MOTA, R. O. SIMÕES, A. Análise Das Causas De Uma Anomalia No Processo De Fermentação Em Uma Indústria Cervejeira. XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO “A Engenharia de Produção e suas contribuições para o desenvolvimento do Brasil” Maceió, Alagoas, Brasil, 16 a 19 de outubro de 2018.

Muñoz, W. Z. (2018) Proyectos de desarrollo de proveedores que usan Six Sigma: un análisis de caso en Schneider Electric Colombia S.A. *Revista EAN*, Edición especial, pp 173-184.

OLIVEIRA, G. K. S. CARVALHO, J. D. A.; FILHO, J. A. R. Utilização Do Ciclo Dmaic Pela Abordagem Do Lean Six Sigma Para Solucionar Devoluções De Refrigerantes Do Mercado Com Problemas De Rompimento Involuntário Do Lacre (Blowout). XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO “A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção” Joinville, C, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

Ortega, C. J. J., Serrato, B. R, Morales, L. R. A.. Development of a system dynamics model based on Six Sigma methodology. *Ingeniería e Investigación*. 37 n.º 1, abril - 2017 (80-90).

PAPA, G. O.; SIMON, A. T. Aplicação da metodologia DMAIC para redução do consumo de energia elétrica em uma estação de tratamento de água. VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção – Conbrepro. 2017.

POLLI, F. P. B.; OURIQUE, M. C.; SANTOLIN, R. C. Proposta De Implementação Da Metodologia Dmaic Na Avaliação Dos Processos Administrativos De Uma Distribuidora De Medicamentos: Um Estudo De Caso.

XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO “A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção” Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

PORTO, L. E.; FILHO, E. D.; OLIVEIRA, L. L. HERRERA, V. E.; FILHO, J. A. P. Aplicação Da Metodologia Dmaic Para Redução De Reclamações De Consumidores Por Ausência De Recheio Em Biscoitos. XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2017.

REIS, M. F.; SALES, T. S.; PAIXAO, A. C.; SANTOS, C. DIAS, F. C. Uso Da Metodologia DMAIC Para Análise Dos Reparos Atrasados Em Uma Empresa De Telefonia. XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2016.

SANTOS, C. H.; QUEIROZ, J. A, Proposta De Integração Dos Princípios Lean, Six Sigma E Simulação A Eventos Discretos Baseada No Roadmap Dmaic: Uma Aplicação Em Uma Indústria Do Setor Tecnológico. XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO “A Engenharia de Produção e suas contribuições para o desenvolvimento do Brasil” Maceió, Alagoas, Brasil, 16 a 19 de outubro de 2018.

SANTOS, L. A.; PERISSOTO, G. A.; FRANCISCATO, L. S. Aplicação do DMAIC na estruturação de um projeto de melhoria com o uso do doe: uma pesquisa-ação em uma empresa química. XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2017.

SILVA, A. C.; ASSALIN, A. G.; REIS, A. P. DÍZERO, B. L.; MORAES, B. Aplicação da Ferramenta DMAIC para eliminação de Bulk Filamentoso em uma Estação de Tratamento de Efluentes na Indústria de Papel e Celulose. VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção – Conbrepro. 2017.

SILVA, A. L. E.; LOSEKANN, P. R. HOPPE, D. A. Aplicação da metodologia DMAIC em empresa de refrigeração visando diminuir ocorrências observadas no SAC. VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção – Conbrepro. 2017.

SILVA, K. O. A. N.; MAIA, D. M. A.; GOMES, W. M.; SOUSA, W. T. Aplicação de ferramentas DMAIC na indústria de dispositivos médicos. VI Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção – Conbrepro. 2016.

SILVA, L. G. B.; FERREIRA, D. V.; FILHO, L. H. R. S.; NASCIMENTO, E. V. ANDRADE, T. F. C. Aplicação Da Metodologia Dmaic Para A Redução De Tempos Na Perfuração De Poços. XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO “A Engenharia de Produção e suas contribuições para o desenvolvimento do Brasil” Maceió, Alagoas, Brasil, 16 a 19 de outubro de 2018.

SILVA, N. MELO, S. ROCHA, L. G. DUARTE, A. P. Aplicação Da Metodologia Dmaic Em Uma Indústria De Beneficiamento De Coco Babaçu. XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO “A Engenharia de Produção e suas contribuições para o desenvolvimento do Brasil” Maceió, Alagoas, Brasil, 16 a 19 de outubro de 2018.

SILVA, P. F. MELO, V. F.; SANOLIN, M. C. Modelagem Do Processo De Controle Da Inadimplência: Um Estudo De Caso Usando A Metodologia Dmaic. XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO “A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção” Joinville, SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

SILVA, S. R.; UCHOA, G. M. Análise Ergonômica Em Posto De Montagem De Cartelas. XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2017.

SOARES, T. B. S.; SILVA, C. C. M. MENDES, F. B. PIXIOLINI, J. CARDOSO, R. Aplicação Do Dmaic E Técnica De Modelagem Para Melhoria Do Processo De Fabricação De Sapata. XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO “A Engenharia de Produção e suas contribuições para o desenvolvimento do Brasil” Maceió, Alagoas, Brasil, 16 a 19 de outubro de 2018.

SOUZA, L. B.; MILANI, I. L.; GAMBI, L. N. Ferramentas Da Qualidade Na Identificação Dos Desperdícios E Suas Causas: Estudo De Caso Numa Microempresa Do Setor Alimentício. . XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2016.

WERKEMA, C. **Criando uma Cultura Lean Seis Sigma**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.