

Como reduzir o índice de quebras em uma indústria de componentes eletrônicos aplicando as ferramentas da qualidade

Victor Diego Cardoso Bressano¹

Caroline Chagas Prates²

Deisi Luana Diel Weber³

Resumo: O presente artigo tem como objetivo geral propor um plano de ação para redução de quebras em uma indústria de componentes eletrônicos com a utilização das ferramentas da qualidade. Os objetivos específicos definidos foram: analisar os dados atuais da empresa para definir os principais tipos de quebras com o Diagrama de Pareto, após uma pesquisa quantitativa e descritiva nos documentos e indicadores da empresa; identificar as causas dessas quebras, a partir de uma pesquisa qualitativa e exploratória, com roteiro de perguntas para o grupo operacional, além da observação do próprio autor, organizando as informações e dados coletados em um Diagrama de Ishikawa; e sugerir um plano de ação no formato 5W2H que a empresa possa adotar para alcançar uma redução do indicador geral de quebras da linha. A estratégia dessa pesquisa foi um estudo de caso e pesquisa-ação com finalidade aplicada, pois busca explicar as variáveis causais de um fenômeno, diagnosticar problemas e alcançar algum resultado prático, aplicando em uma situação específica. Na análise dos dados verificou-se que os principais problemas estavam relacionados aos defeitos denominados como solda fraca, capacitância fora da tolerância e caneca suja. Após entrevista com o grupo operacional e observação do autor, foram definidas as reais causas dessas falhas para sugestão das respectivas ações descritas nesse documento.

Palavras-chave: Ferramentas da Qualidade; Perdas; Plano de Ação.

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia e otimização das técnicas de produção, a concorrência entre as indústrias está cada vez mais acirrada, fazendo com que elas busquem melhorias em seus produtos e processos de forma cada vez mais rápida e eficiente, com o objetivo de se tornarem mais competitivas e se manterem ou buscarem a liderança no mercado, mantendo uma boa rentabilidade (CASTRO, 2019). Portanto, é imprescindível que os custos sejam cada vez menores, sem impactar na qualidade final do produto. Para redução desses custos busca-se,

¹ Centro Universitário Cesuca. Graduando do curso de Administração. E-mail: victorbressano@gmail.com.

² Centro Universitário Cesuca. Docente do curso de Administração. E-mail: carolineprates@cesuca.edu.br.

³ Centro Universitário Cesuca. Docente do curso de Comércio Exterior. E-mail: deisiweber@cesuca.edu.br.

principalmente, eliminação de desperdícios que, conforme Santos *et al.* (2019), podem ser classificados em vários tipos, sendo um deles o sucateamento de produtos não conformes.

Para buscar a redução da presença de produtos não conformes em uma linha de produção, é necessário alcançar um nível de qualidade satisfatório e estabilidade no processo, aumentando a confiabilidade e certeza de que os produtos serão produzidos com os requisitos mínimos atingidos e com a padronização esperada. Assim sendo, conforme Lizardo e Ribeiro (2020), as ferramentas da qualidade são úteis para encontrar e solucionar um problema que possa prejudicar o bom desempenho de um produto, processo ou serviço.

Com base nesse contexto, essa pesquisa busca analisar uma indústria de componentes eletrônicos, mais especificamente de capacitores, localizada na região metropolitana de Porto Alegre / RS, cujo nome foi ocluído devido a confidencialidade dos dados, e tentar responder a problemática de como reduzir o nível de quebras em uma linha de produção da empresa. O objetivo geral é propor um plano de ação para redução de quebras, através de três objetivos específicos: analisar os dados atuais da empresa e os principais tipos de quebras; identificar as causas dessas quebras e o porquê elas acontecem; sugerir um plano de ação que a empresa possa adotar para obter resultados positivos e redução do indicador geral de quebras da linha.

A justificativa do presente artigo é entender como as ferramentas da qualidade podem auxiliar na redução dos defeitos que ocorrem na produção, sendo relevante para redução de custos da empresa e melhoria de satisfação dos clientes, visto que, conforme Andrade e Rodrigues (2017), as perdas ocasionam grandes prejuízos financeiros e podem reduzir a qualidade do produto final. Conforme destacado pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), produtos com defeitos geram mais custos e retrabalhos, normalmente exigindo mais tempo de mão-de-obra, disponibilidade de equipamentos e maior consumo de materiais e insumos.

A metodologia de pesquisa de acordo com os propósitos é descritiva e exploratória, com abordagem tanto quantitativa, como qualitativa. Já quanto à estratégia, é um estudo de caso, que busca aprofundar o conhecimento sobre um assunto específico e também de uma pesquisa-ação, a qual é associada a uma ação ou à resolução de um problema para alcançar algum resultado prático em que o autor está envolvido.

Além da presente introdução descrita, este artigo contém mais 4 (quatro) tópicos. No tópico 2 (dois) constam as informações pertinentes ao referencial teórico, ou seja, a base de estudo pesquisada e utilizada como referência. O tópico 3 (três) refere-se à metodologia utilizada para o progresso e o desenvolvimento do estudo proposto. No tópico 4 (quatro)

constam as aplicações das ferramentas da qualidade, iniciando por uma busca de dados, seguindo com a identificação das causas e finalizando com um plano de ação proposto. Por fim, no tópico 5 (cinco), constam as considerações finais do trabalho.

2 QUALIDADE E SUAS FERRAMENTAS

De acordo com Lobo (2020), o conceito de qualidade evoluiu e continua evoluindo com o passar do tempo, sendo caracterizado principalmente pela satisfação das necessidades e expectativas dos clientes. Ballestero-Alvarez (2019) também cita outras definições, como adequação a um padrão estabelecido ou ausência de defeitos e anomalias.

Até a Segunda Guerra Mundial, a qualidade era baseada nas características físicas do produto, sendo garantida apenas na inspeção final. Porém, posteriormente, devido às necessidades de mercado, aumento de concorrência e globalização, surgiu a necessidade de se produzir com a maior qualidade e menor custo possível, dando ênfase ao controle do processo ao invés do produto e consequentemente reduzindo a quantidade de falhas (LOBO, 2020). A preocupação com a qualidade se intensificou nos últimos anos, exigindo das empresas técnicas mais modernas e eficazes de gestão, pois além da satisfação dos clientes, a qualidade impacta diretamente nos custos e resultados da empresa (PEZZATTO *et al.*, 2018). Lopes, Cardoso e Faria (2018) também afirmam que a gestão da qualidade melhora a satisfação dos clientes e auxilia na redução de desperdícios, visto que os custos com quebras e retrabalhos normalmente são elevados. Santos e Silva (2018) informam que existem diversas ferramentas direcionadas para a gestão da qualidade.

Conforme De Mello *et al.* (2017), as ferramentas da qualidade são muito utilizadas nas organizações devido à facilidade e efetividade de uso. Doriguetto e Trombine (2020) ainda afirmam que as ferramentas da qualidade proporcionam confiabilidade e assertividade para encontrar e solucionar um problema que possa prejudicar o bom desempenho de um produto, processo ou serviço (LIZARDO, RIBEIRO, 2020). Maniaes, Franciscato e Correr (2017) lembram que o uso não é exclusivo na área operacional e que também podem ser utilizadas na área administrativa e outros setores da empresa.

As ferramentas da qualidade também são amplamente utilizadas para reduzir desperdícios em uma linha de produção (MUNIZ *et al.*, 2019). De acordo com Santos *et al.* (2019), os desperdícios são atividades que não agregam valor ao produto ou custos que o cliente não está disposto a pagar, podendo ser classificados em vários tipos, sendo um deles as perdas por produtos defeituosos. Andrade e Rodrigues (2017) lembram que as perdas ocasionam

grandes prejuízos financeiros e podem reduzir a qualidade do produto final, portanto, conforme Bianchet *et al.* (2021), é importante a busca contínua pelo aprimoramento do produto e eliminação dos desperdícios e perdas na produção, assim como a criação de um plano de ação visando a respectiva eliminação desses fatores, que podem ser resolvidos com algumas das principais ferramentas da qualidade.

As sete ferramentas básicas e principais da qualidade são: folha de verificação, fluxograma, histograma, gráfico de Pareto, diagrama de causa e efeito (Ishikawa), diagrama de dispersão e carta de controle (SANTOS, SILVA, 2018). Almeida *et al.* (2019) explicam, brevemente, no quadro abaixo, a descrição de cada uma das sete ferramentas básicas da qualidade.

Quadro 1 – Descrição das Principais Ferramentas da Qualidade:

Ferramenta	Descrição
Fluxograma	Representação esquemática de um processo de forma sequencial
Diagrama Causa e Efeito	Representação gráfica utilizada para analisar os problemas, identificando quais são as causas principais e secundária, dos problemas, identificando a causa raiz
Folha de Verificação	São formulários estruturados e de fácil interpretação utilizados para registrar dados sobre o processo.
Diagrama de Pareto	Diagrama que mostra por meio de uma métrica matemática, regra 80/20, qual parte dos problemas tem maior representatividade. Utilizado para estabelecer prioridade de ação.
Histograma	Gráfico de distribuição de frequências que demonstra o resumo das variações dos dados.
Diagrama de Dispersão	Modelo gráfico que representa a relação entre duas variáveis do processor. Busca identificar se existe ou não relação entre as variáveis.
Carta de Controle	Tipo de representação gráfica do processo produtivo onde é possível acompanhar visualmente as variações do processo.

Fonte: Almeida *et al.* (2019, p. 4).

Casemiro (2021) também destaca outras ferramentas que são amplamente utilizadas para a gestão da qualidade, como o *brainstorming*, ciclo PDCA, metodologia para análise e solução de problemas (MASP), *Kaizen*, *Kanban*, relatório 8D, *Just-in-time*, programa 5S, 5 porquês, *Lean Manufacturing*, 6 Sigma e certificações de qualidade. A seguir serão abordados mais detalhes sobre o diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa e o 5W2H.

2.1 DIAGRAMA DE PARETO

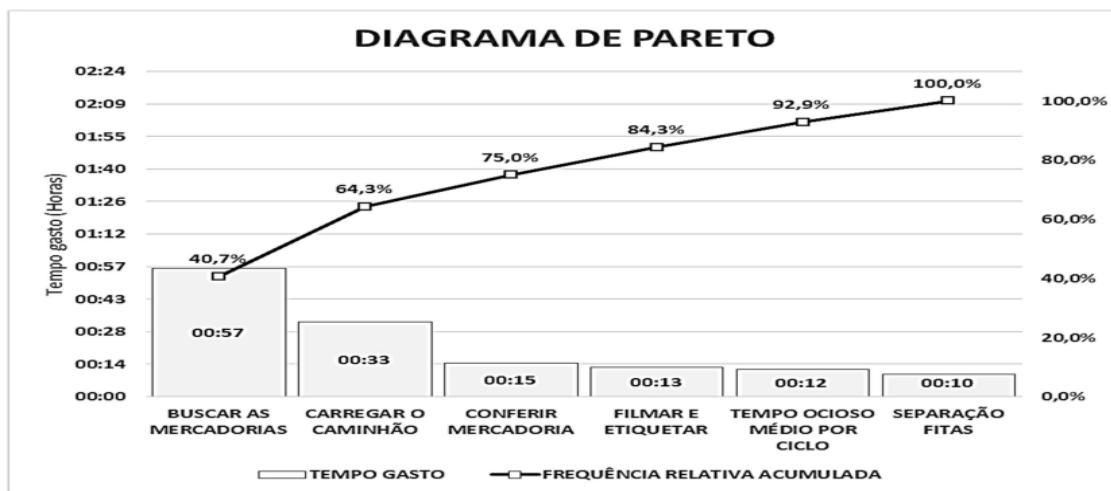
O diagrama de Pareto, que também é conhecido como diagrama ABC, 80-20 ou 70-30, é um gráfico de barras ou colunas que classifica as frequências das ocorrências em ordem decrescente, permitindo uma melhor priorização dos problemas (BALLESTERO-ALVAREZ, 2019). Foi criado em 1897 por Vilfredo Frederico Samaso Pareto (1848-1923), que foi um engenheiro, filósofo, sociólogo e economista italiano (PARIS, 2003). Silva *et al.* (2019)

salientam que o diagrama de Pareto permite que as organizações otimizem a utilização de seus recursos, dedicando esforços nos problemas mais importantes e mais impactantes.

O princípio de Pareto se aplica nas mais diversas áreas e a forma de gráfico facilita a comunicação, principalmente ao tentar convencer a gerência quanto a causa de um problema ou ganhar recurso para determinada ação (JURAN e DEFEO, 2015). Também é uma ferramenta muito utilizada para resolver problemas de qualidade, como identificar principais falhas em equipamentos, itens que apresentam maiores ocorrências de defeitos, motivos das reclamações de clientes, baixa produtividade, assim como principais quebras ou desperdícios na produção (PEZZATTO *et al.*, 2018). Cruz (2021) reforça que 20% dos problemas consomem 80% dos recursos, assim como o contrário também é verdadeiro, indicando que os 20% mais significativos devem ser atacados e resolvidos primeiro.

Conforme Campos (2020) o gráfico de Pareto é uma das ferramentas mais eficientes para identificar problemas. Lima e Alves (2019) mostram, em forma de gráfico, um exemplo da utilização de um diagrama de Pareto.

Figura 1 – Exemplo de Gráfico de Pareto:



Fonte: Lima e Alves (2019, p. 5).

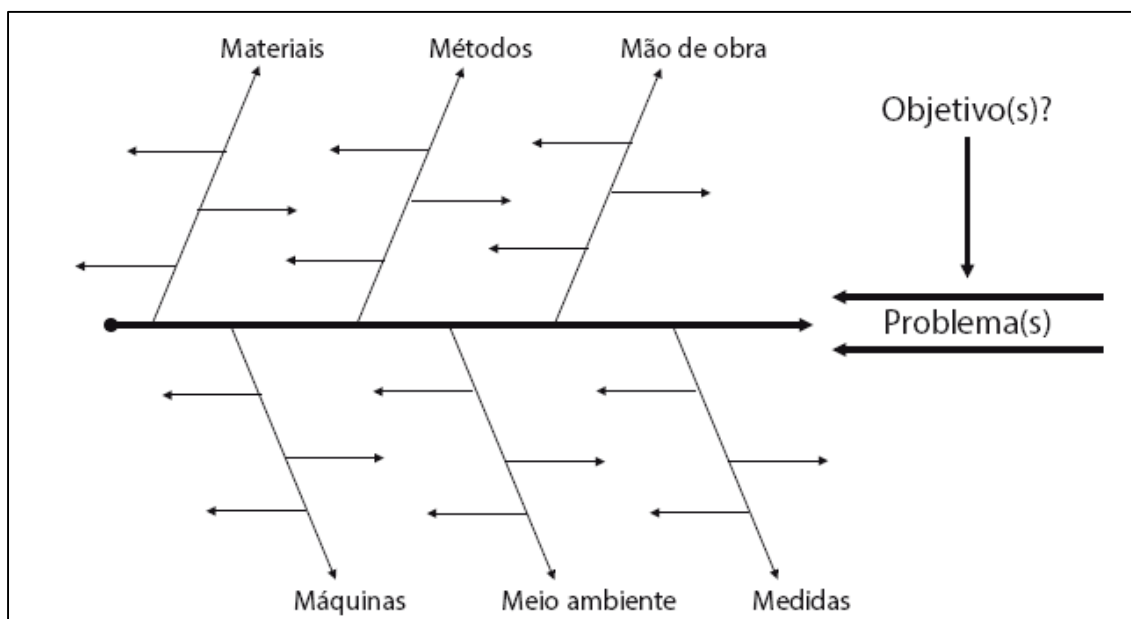
2.2 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

O Diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito, foi criado por Kaoru Ishikawa na década de 60, para mostrar a relação entre o efeito e todas as possíveis causas, normalmente agrupadas em seis categorias: máquina, mão-de-obra, método, medição, material e meio ambiente, também conhecidas como 6 Ms (LOBO, 2020). Ele também pode ser chamado de diagrama espinha de peixe, devido seu formato e representação gráfica (CRUZ, 2018). Costa e Mendes (2018) destacam que os problemas possuem causas

específicas, e que essas causas devem ser analisadas e testadas individualmente, para comprovar qual delas está causando o efeito. Portanto, eliminando as causas, elimina-se também o problema ou efeito.

Cruz (2021) sugere que o diagrama de Ishikawa seja elaborado após uma sessão de brainstorming com um grupo multidisciplinar para levantar o maior número de informações possíveis para posteriormente avaliar todas elas e classificar de acordo com as categorias. Lobo (2020) também reforça que o brainstorming é uma importante ferramenta de apoio para um bom desenvolvimento do diagrama de Ishikawa e que deve ser feito nas etapas iniciais, durante a pesquisa das causas. Conforme Costa e Mendes (2018), brainstorming significa “tempestade de ideias” e tem como objetivo levantar o máximo de ideias e informações do grupo envolvido no assunto ou problema. Na figura abaixo é possível visualizar a estrutura de um diagrama de Ishikawa:

Figura 2 – Exemplo de Diagrama de Ishikawa:



Fonte: Cruz (2021, p. 170).

Também é comum a utilização dos cinco porquês em conjunto com o Ishikawa, para se chegar na causa raiz do problema. O método dos cinco porquês consiste em fazer a pergunta “por quê” cinco vezes para entender detalhadamente o que aconteceu, porém podem haver casos de se chegar na resposta final com mais ou menos de 5 perguntas (COSTA, MENDES, 2018), (LOBO, 2020).

2.3 5W2H

Para Cruz (2021), o 5W2H é uma ferramenta administrativa em forma de planilha, que pode ser utilizada para registrar, de forma organizada, como as ações serão realizadas. Nessa planilha as atividades ficam mapeadas, estabelecendo o que vai ser feito, quem fará cada coisa, quando, em que local, quanto custará e os motivos para as ações serem realizadas. De acordo com Filho (2021), a metodologia 5W2H se origina da utilização de perguntas (elaboradas em inglês), com o objetivo de gerar respostas estratégicas para resolver algum problema e que também pode ser utilizada para criar um plano de ação para atingimento de metas e busca pela melhoria contínua.

Quadro 2 – Exemplo de um plano de ação utilizando o 5W2H:

O quê? (What)	Quem? (Who)	Quando? (When)	Onde? (Where)	Porquê? (Why)	Como? (How)	Quanto? (How much)
Comprar um forno industrial	Sandra Santos	2019	São Paulo	Aumentar e melhorar o processo produtivo	Adquirindo peças separadamente	5.000,00
Alugar outro ponto comercial	Sandra Santos	2020	Bairro Cidade Nova	Para se tornar mais acessível	Procurando uma corretora de imóveis	1.000,00
Divulgação	Aurenice	2019	Internet	Aumentar a visibilidade	Criando perfis nas redes sociais	Sem custos

Fonte: Oliveira (2020, p. 68).

Como é possível observar no exemplo acima, as ações ficam organizadas e de fácil visualização nesse formato, o qual se pretende utilizar posteriormente para atingimento do objetivo geral dessa pesquisa.

3 METODOLOGIA

A finalidade dessa pesquisa é aplicada, a qual, de acordo com Gil (2017), busca resolver problemas nas sociedades onde os pesquisadores vivem e aplicar em uma situação específica. Roesch (2013) também afirma que a pesquisa aplicada serve para gerar soluções potenciais para problemas humanos. Quanto aos propósitos, é descritiva e exploratória, visto que, conforme Gil (2017), a primeira é bastante utilizada com objetivos profissionais, buscando identificar relações entre variáveis e descrever determinado fenômeno. Já a segunda busca maior conhecimento de um problema, levando em consideração a relação da experiência prática das pessoas com determinado assunto.

De acordo com Roesch (2013), em uma pesquisa aplicada é comum a combinação das abordagens quantitativas e qualitativas, portanto foram ambas utilizadas no presente artigo. Roesch (2013) explica que o método quantitativo prioriza a utilização de dados, em que o

pesquisador pode fazer comparações e análises estatísticas, assim como medir alguma coisa de forma objetiva. Matias-Pereira (2016) também afirma que a principal utilização é na coleta de dados e informações. Já no método qualitativo, o pesquisador investiga em campo não estruturado, justamente para descobrir os aspectos e interpretações das pessoas (ROESCH, 2013). Normalmente nesse caso há uma relação dinâmica entre o sujeito com o mundo real e o ambiente natural é a fonte para coleta de dados, sendo que o pesquisador é o instrumento-chave (MATIAS-PEREIRA, 2016). Assim, no final do processo de coleta de dados há uma reflexão teórica sobre os dados obtidos (ROESCH, 2013).

As estratégias de pesquisa foram definidas como um estudo de caso e pesquisa-ação. De acordo com Gil (2017), no estudo de caso é realizado um estudo profundo e detalhado para descrever a situação em que a investigação está sendo realizada e explicar as variáveis causais de algum fenômeno. Conforme Yin (2015), o estudo de caso busca aprofundar o conhecimento sobre um assunto específico. Já na pesquisa-ação há uma relação entre a teoria e a prática (ROESCH 2013). Gil (2017) destaca que a pesquisa-ação busca diagnosticar um problema específico e alcançar algum resultado prático e Matias-Pereira (2016) lembra que normalmente os pesquisadores estão envolvidos com os participantes representativos da situação ou do problema.

A coleta de dados foi realizada através de pesquisa documental com base nos indicadores de quebras e perdas da empresa, observação e análise dos problemas pelo próprio autor e também através de entrevista com roteiro de perguntas pré-determinadas relacionadas às quebras para parte do grupo operacional envolvido, formado por mecânicos e operadores. A entrevista ocorreu em uma amostra não-probabilística de 20 pessoas, visto que elas foram escolhidas com base no grau de envolvimento com os problemas verificados, sendo a população total do setor estudado de aproximadamente 150 colaboradores, divididos entre 3 turnos de produção.

A análise dos dados aconteceu em partes, sendo a primeira a pesquisa documental com base nos dados da empresa, verificada com o auxílio de planilhas, gráficos e observação do autor para definição dos principais problemas trabalhados. Posteriormente as informações e dados coletados nas entrevistas foram analisados e utilizados como *brainstorming* para elaboração do diagrama de Ishikawa e para encontrar as verdadeiras causas dos problemas e poder, a partir de então, sugerir um plano de ação.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

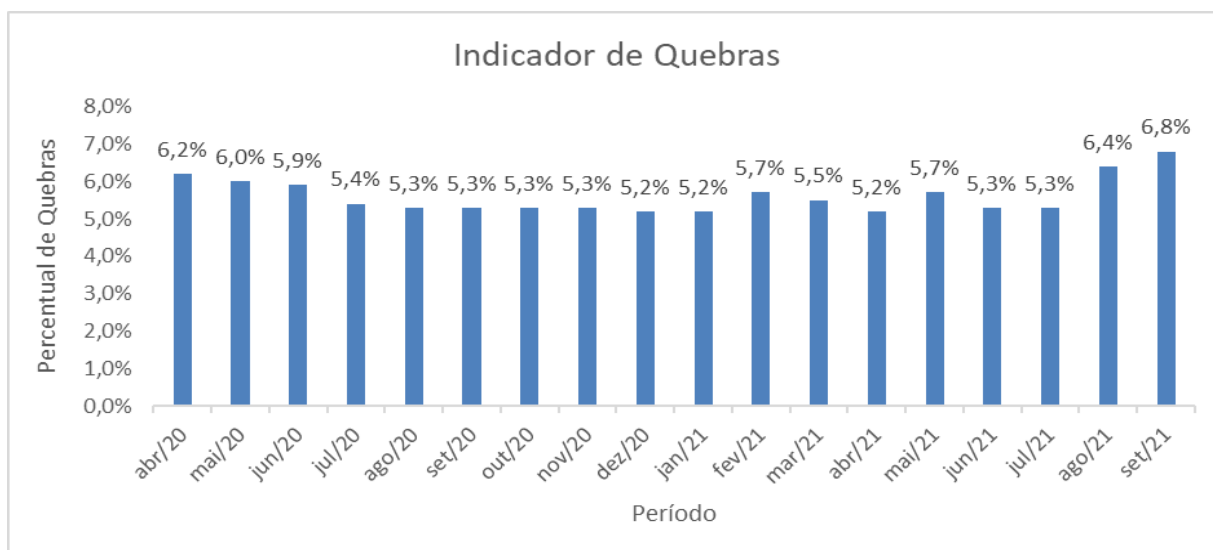
Com o início da produção de novos produtos na indústria de componentes eletrônicos em estudo, foi observado um aumento significativo nos indicadores de quebras que, conforme já evidenciado por Andrade e Rodrigues (2017), ocasionam grandes prejuízos financeiros para a empresa e podem reduzir a qualidade do produto final, gerando um maior risco de aumento também nas reclamações de clientes. Corroborando com Bianchet *et al.* (2021), é importante a busca contínua pelo aprimoramento do produto e eliminação dos desperdícios e perdas na produção, assim como a criação de um plano de ação para atingimento de tal objetivo.

Para comprovar a observação do autor com os dados, buscou-se inicialmente a análise dos indicadores da empresa, afim de descobrir quais os principais defeitos que estavam ocasionando um maior impacto e posteriormente definir a melhor priorização deles, descobrir as causas e propor ações através de ferramentas da qualidade que, conforme Muniz *et al.* (2019), são amplamente utilizadas para redução de desperdícios em uma linha de produção.

4.1 ANÁLISE DOS DADOS ATUAIS DA EMPRESA

A coleta de dados do presente artigo foi iniciada pela parte quantitativa, através de uma pesquisa documental nos indicadores de quebras da empresa, onde confirmou-se o aumento das perdas principalmente nos meses de agosto e setembro de 2021, quando houve o aumento de produção dos novos produtos, conforme é possível observar no gráfico a seguir.

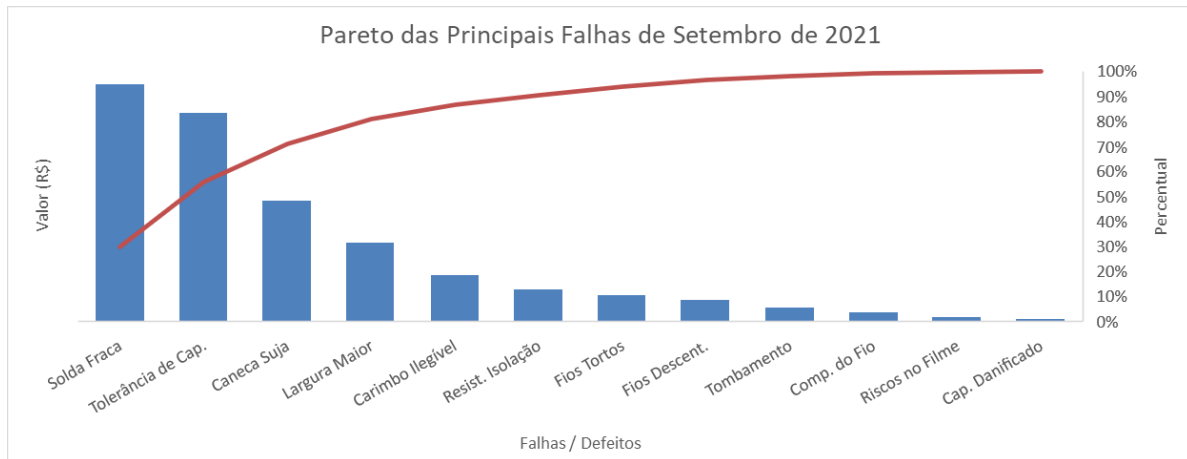
Figura 3 – Indicador de Quebras da Empresa



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Investigando os motivos dessas perdas, ocasionadas por produtos defeituosos, verificou-se que haviam vários motivos diferentes, portanto foi utilizado o Diagrama de Pareto que, conforme destacado por Ballestero-Alvarez (2019), permite uma melhor priorização dos problemas.

Figura 4 – Diagrama de Pareto das Principais Falhas de Setembro de 2021:



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Conforme visto no Pareto, as principais falhas estão relacionadas à solda fraca, capacitância fora da tolerância e caneca suja, contribuindo com quase 80% das quebras totais. Portanto, reduzindo esses 3 principais defeitos, espera-se uma redução significativa do indicador geral.

Para fins de explicação do que significam essas falhas, a solda fraca é caracterizada quando há uma queda dos terminais do corpo do capacitor, inutilizando o mesmo ou quando é detectado na inspeção final que a tração entre eles está abaixo do especificado, podendo vir a cair na aplicação do cliente, portanto sem possibilidade de retrabalhos e seleção, necessitando sucatear todas as peças do lote. As quebras de tolerância de cap ocorrem quando a capacitância, principal característica elétrica de um capacitor, está fora da tolerância especificada, que normalmente é vendida em $\pm 5\%$, $\pm 10\%$ ou $\pm 20\%$. Já as falhas de caneca suja são quando a caneca plástica em que o capacitor é encapsulado fica suja, normalmente da própria resina que é utilizada para selagem do mesmo.

4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS

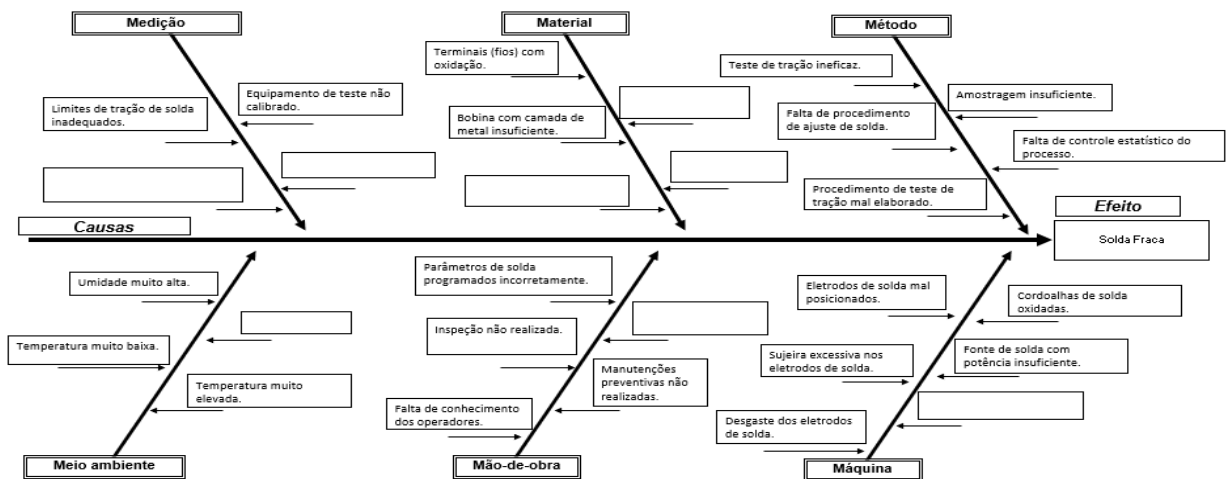
Para melhor identificação das causas dessas falhas, foi elaborada uma entrevista com roteiro de perguntas pré-determinadas relacionadas às principais quebras para parte do grupo

Complexo de Ensino Superior de Cachoeirinha

operacional envolvido, composto por mecânicos e operadores, engenheiros e técnicos escolhidos de acordo com o grau de envolvimento com os problemas verificados, além da observação pelo próprio autor, contribuindo com a parte qualitativa da pesquisa. Além das perguntas pré-determinadas, também foram feitas outras de acordo com as respostas dos entrevistados para se obter o maior detalhamento possível.

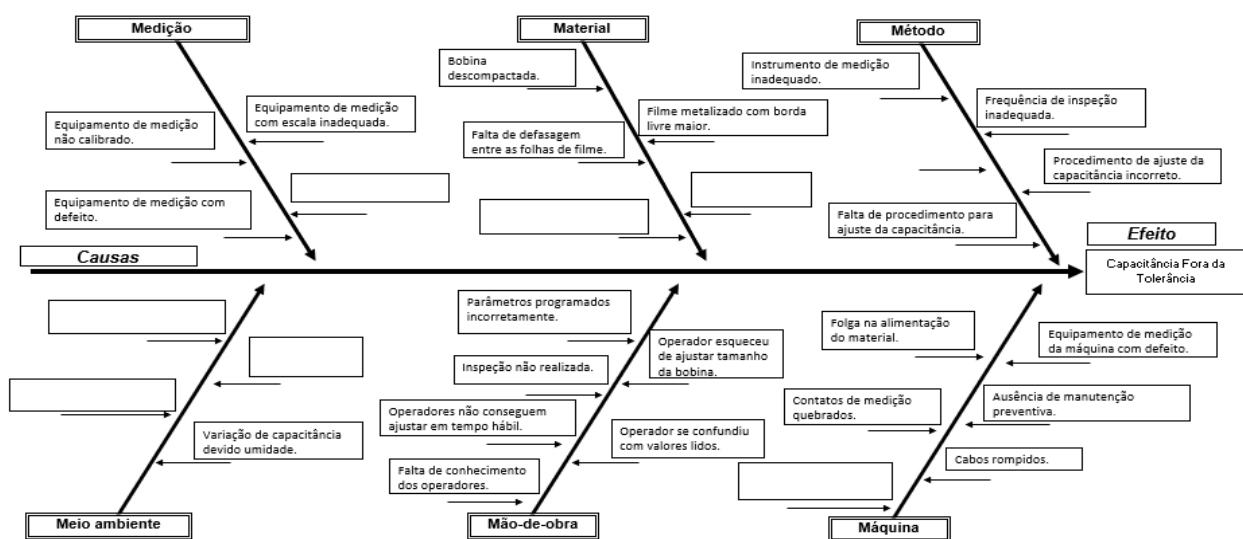
Após isso, os dados coletados serviram como *brainstorming* que, conforme Cruz (2021), pode ser utilizado para criação do Diagrama de Ishikawa, onde as informações são organizadas e classificadas de acordo com as categorias. A seguir são apresentados os diagramas de Ishikawa elaborados para cada uma das principais falhas.

Figura 5: Diagrama de Ishikawa das principais causas da solda fraca:



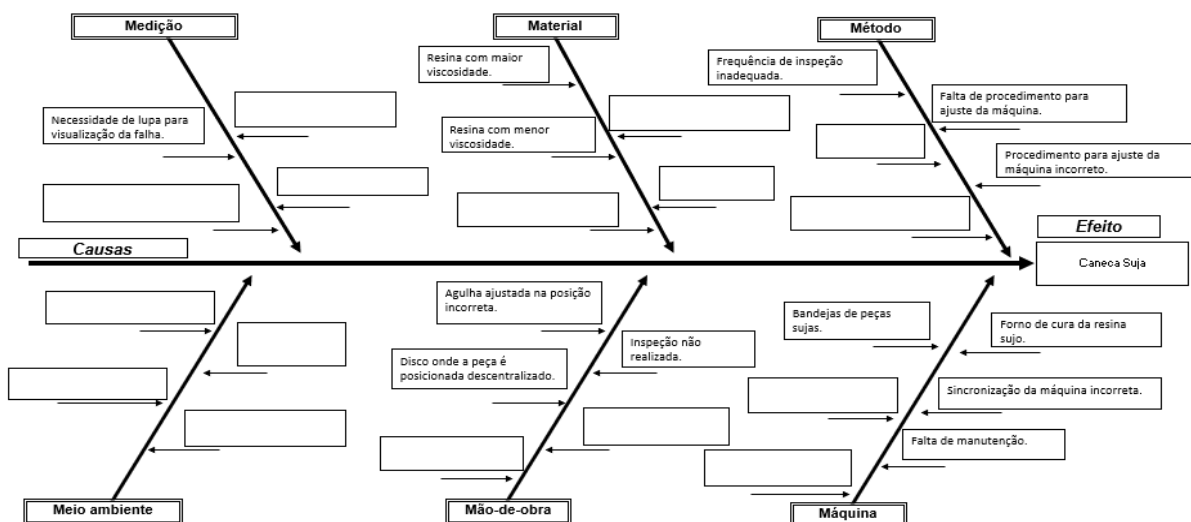
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Figura 6: Diagrama de Ishikawa das principais causas da capacitância fora da tolerância:



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Figura 7: Diagrama de Ishikawa das principais causas da caneca suja:



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

As causas foram analisadas e testadas pelo autor e demais técnicos e engenheiros, conforme afirmação de Costa e Mendes (2018), em que sugere que as causas devem ser analisadas e testadas individualmente, para comprovar qual delas está causando o efeito.

Quanto à solda fraca, verificou-se que as causas que mais contribuíam para a falha eram as seguintes: Desgaste dos eletrodos, visto que os mesmos não possuem troca preventiva, sendo trocados apenas quando estão ruins; variação na corrente de solda devido cordoalhas com oxidação; limites de especificação muito próximos ao limite mínimo e falta de um controle estatístico de processo, impossibilitando a visualização de quando a tendência indica que logo a seguir peças fora do limite de especificação possam começar a ser produzidas. Os 3 mecânicos que trabalham no equipamento com maior índice de falhas relataram que encontram os eletrodos desgastados com frequência e que por não visualizarem uma tendência nas inspeções, quando percebem já estão trabalhando fora do limite especificado.

Já em relação às peças com capacitância fora da tolerância, verificou-se que o principal motivo era o ajuste incorreto do tamanho da bobina, que é feito manualmente pelo operador. Devido à tecnologia utilizada na produção de capacitores de filme plástico, em que os mesmos são bobinados em uma roda maior, recebem a aplicação de camadas de metal, são temperados e posteriormente cortados, cada posição dessa roda terá uma densidade de capacitância diferente, necessitando de inspeção contínua do operador para determinar em que tamanho o mesmo será cortado, onde muitas vezes o mesmo interpreta incorretamente os valores, esquece de alterar o tamanho ou não consegue agir em tempo hábil para evitar o corte de peças fora do

especificado na máquina semiautomática em que o material é alimentado. Conforme relato de uma própria operadora, ainda em período de treinamento, informou ter dificuldades de entendimento de como fazer o ajuste adequado, assim como outra operadora de outro turno, já com aproximadamente 4 anos de experiência, informou que sabe fazer o ajuste correto, porém tem dificuldades em explicar como fazer.

Para a caneca suja, o principal motivo verificado foi em relação ao desalinhamento entre a peça a ser encapsulada e a agulha de injeção de resina, que depende dos cuidados do mecânico para a correta centralização. Como a ferramenta em que a peça fica acomodada nessa posição da máquina necessita ser constantemente substituída devido trocas de tipos (*setup*) e manutenções preventivas, frequentemente acaba ficando mal posicionada em relação à agulha de injeção de resina, somado ao fato de ser de difícil ajuste e visualização por parte do mecânico. Nesse item, dos 9 mecânicos que trabalham com esse modelo de máquina, todos eles apontaram alguma dificuldade em relação ao ajuste de centralização da peça em relação à agulha de injeção de resina.

4.3 PLANO DE AÇÃO PARA REDUÇÃO DE QUEBRAS

Após encontrar as verdadeiras e principais causas dos problemas verificados, buscou-se elaborar um plano de ação no formato 5W2H que, de acordo com Cruz (2021), pode ser utilizado para registrar, de forma organizada, como as ações serão realizadas. A seguir é possível visualizar detalhadamente as ações descritas no quadro 3.

Quadro 3 – Proposta de um plano de ação no formato 5W2H

CAUSA	WHAT	WHY	WHERE	WHEN	WHO	HOW	HOW MUCH
Eletrodos com desgaste.	Trocar os eletrodos preventivamente.	Substituir eletrodos antes que a falha ocorra.	Máquinas de montagem	out/21	Técnico de Manutenção	Alterar o plano de manutenção preventiva, incluindo a atividade de troca preventiva de eletrodos diariamente.	R\$ 300,00 / mês
Variação na corrente de solda.	Substituir cordoalhas de solda por barramentos.	Evitar o uso de cordoalhas com oxidação.	Máquinas de montagem	dez/21	Técnico de Processo	Adquirir e instalar barramentos para substituir as cordoalhas, de forma a evitar oxidação com o tempo e ruídos na passagem de corrente.	R\$ 200,00
Limite de especificação de tração de solda inadequado.	Alterar os limites de especificação de tração de solda.	Limites de tração de solda próximos ao ponto de rompimento da solda.	Plano de Controle	out/21	Técnico de Produto	Alterar os limites de especificação de tração de solda no plano de controle, de forma a ter uma margem de segurança um pouco maior.	R\$ 0,00
Falta de um controle estatístico de processo.	Implementar um controle estatístico de processo de tração de solda.	Monitorar a tendência do processo, permitindo um ajuste de forma preventiva antes que a falha ocorra.	Equipamento de teste de tração de solda	dez/21	Engenheiro de Processo	Adquirir licença de um software de Controle Estatístico de Processo (CEP) para monitoramento e aquisição automática dos dados, implementando também limites de controle, além da especificação.	R\$ 11.000,00
Ajuste incorreto do tamanho da bobina.	Instalar correção automática de corte das bobinas.	Evitar a necessidade de ajuste por parte do operador.	Máquinas de serra	mar/22	Engenheiro de Processo	Encaminhar pedido para setor de projetos para modificar a máquina de forma que ela faça a correção automática do tamanho da bobina de acordo com o valor de capacitância lido.	R\$ 20.000,00 / máquina. Total de R\$ 40.000,00
Desalinhamento entre peça e agulha de injeção de resina.	Pinar posição do disco onde a peça é posicionada.	Evitar regulagens mecânicas, garantindo que o disco e a peça ficarão sempre na mesma posição.	Máquinas de montagem	nov/21	Técnico de Processo	Fazer furação no disco e instalar um pino de forma que permita o mesmo ser instalado apenas em uma única posição.	R\$ 0,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Conforme observado no quadro 3, foi possível propor ações bastante robustas para eliminação ou ao menos redução considerável dos principais defeitos verificados. Algumas ações necessitam de um investimento ou prazo um pouco maior para serem executadas, porém outras possuem baixo custo e podem ser feitas em curto prazo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na análise dos resultados do presente artigo, conclui-se que o objetivo geral da pesquisa foi atingido, que era propor um plano de ação para redução de quebras em uma indústria de componentes eletrônicos com a utilização das ferramentas da qualidade. Também foi possível evidenciar, na prática, que as ferramentas da qualidade realmente são importantes e possuem relevante contribuição para redução de falhas em uma linha de produção. Através do Diagrama de Pareto foi possível priorizar corretamente os defeitos a serem trabalhados, já o Diagrama de Ishikawa permitiu que todas as possíveis causas relatadas fossem classificadas

para posterior definição de ações utilizando o 5W2H, que proporciona uma visualização simples, organizada e objetiva das principais informações sobre elas.

As principais falhas verificadas foram relacionadas à qualidade da solda dos terminais no capacitor, capacitância fora da tolerância e capacitor com a caneca suja, provenientes tanto de falhas operacionais, frequência de manutenção inadequada, falta de controle de processo, dificuldades de ajuste ou especificações com limites marginais. Porém respectivas ações foram definidas para todas essas causas, com o objetivo final de redução geral do indicador de quebras da linha.

Considera-se como limitação dessa pesquisa a utilização de apenas três ferramentas da qualidade, pois existem outras que também poderiam ser utilizadas, como os 5 porquês, assim como maior explanação e detalhamentos sobre técnicas de controle estatístico de processo, princípio de uma das ações propostas. Também houve limitação quanto às causas e defeitos estudados, pois foram escolhidos apenas os principais, com maior impacto, podendo serem aplicadas também as mesmas técnicas nos demais.

Sugere-se que as perdas sejam monitoradas de forma mais próxima do tempo real, com análises diárias das falhas e também a criação em maior quantidade de pequenos grupos de melhoria contínua (Kaizen), de forma a dividir a carga de trabalho e análise com todo grupo operacional e não apenas com a equipe técnica. Recomenda-se também que seja realizada uma pesquisa similar com os outros modos de falhas de menor ocorrência e impacto, visto que também contribuem de alguma forma para o indicador geral de quebras.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Mateus das Neves; FARIA, Carlos Alberto de; ANDRADE, Anderson Mendes; CASELLI, Francisco de Tarso Ribeiro. Aplicação das ferramentas da qualidade para elevar a confiabilidade no processo de transportes de esteira numa linha de envase. Disponível em: http://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/09302019_120910_5d921f46ef7b2.pdf
Acesso em: 29 de agosto de 2021.

ANDRADE, Ronan Sarkis de; RODRIGUES, Adriano. Implementação Da Metodologia De Análise E Solução De Problemas (MASP) Para Redução De Perdas Em Empresas Manufatureiras. Centro Universitário de Lavras (Unilavras) – 2017. Disponível em: <http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/3784>
Acesso em: 05 de setembro de 2021.

BALLESTERO-ALVAREZ, Maria Esmeralda. Gestão de Qualidade, Produção e Operações. São Paulo: Grupo GEN, 2019. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597021523/>.

Acesso em: 29 de agosto de 2021.

BIANCHET, Taís Daiane Soares Assumpção; CAMARGO, Tiago Francisco de; PACASSA, Francieli.; ZANIN, Antônio. MENSURAÇÃO DE CUSTOS DAS PERDAS NORMAIS E ANORMAIS NO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA INDÚSTRIA CERÂMICA - Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECÓ) e Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) - 2021. Disponível em:

<https://revista.abcustos.org.br/abcustos/article/view/601/764>

Acesso em: 05 de setembro de 2021.

CAMPOS, Alexandre De; BARSANO, Paulo Roberto. Administração - Guia Prático e Didático. 3. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2020. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536533728/cfi/6/2!/4/2/2@0:0.0605>.

Acesso em: 29 de agosto de 2021.

CASEMIRO, Camila Delfim França. MATERIAL DE APOIO PARA A IMPLANTAÇÃO DE UMA ENGENHARIA CLÍNICA BASEADA NA FERRAMENTA DE GESTÃO DA QUALIDADE 5W2H. Disponível em:

<https://repositorio.unifesp.br/bitstream/handle/11600/60888/CamilaFranca.pdf?sequence=1&jsAllowed=y>

Acesso em: 29 de agosto de 2021.

CASTRO, Charles Alves de. GESTÃO EMPREENDEDORA NA EMPRESA BETA: EMPREENDEDORISMO, COMPETITIVIDADE E ALCANCE DE METAS. Centro Universitário Estácio Juiz de Fora – Revista Estação Científica – 2019.

Disponível em: <https://portal.estacio.br/media/3733728/gest%C3%A3o-empresadoredora-na-empresa-beta.pdf>

Acesso em: 11 de setembro de 2021.

COSTA, Taiane Barbosa da Silva.; MENDES, Meirivone Alves. Análise da causa raiz: utilização do diagrama de Ishikawa e Método dos 5 Porquês para identificação das causas da baixa produtividade em uma cacauicultura. In: Simpósio De Engenharia De Produção De Sergipe, 10., 2018, São Cristóvão, SE. Anais [...]. São Cristóvão, SE, 2018. p. 1 - 11.

Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10450/2/AnaliseCausaRaiz.pdf>

Acesso em: 29 de agosto de 2021.

CRUZ, Tadeu. Processos Organizacionais e Métodos. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2021.

Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597027488/>.

Acesso em: 28 de agosto de 2021.

DEFEO, Joseph A.; JURAN, Joseph M. Fundamentos da qualidade para líderes. Porto Alegre: Editora Bookman, 2015. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582603468/cfi/6/28!/4/4/188/2@0:100>.

Acesso em: 29 de agosto de 2021.

DE MELLO, Mario Fernando; CUNHA, Luiza Antonia; SILVA, Nilson Josimar da; ARAÚJO, Anderson Cardoso. A importância da utilização de ferramentas da qualidade como suporte para melhoria de processo em indústria metal mecânica – um estudo de caso Exacta, vol. 15,

núm. 4, 2017, pp. 63-75 Universidade Nove de Julho São Paulo, Brasil. Disponível em:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81054651005>
Acesso em: 28 de agosto de 2021.

DORIGUETTO, Maria Thereza de Lima L Doriguetto; TROMBINE, Jéssica de Castro Trombine. CÍRCULO DE CONTROLE DA QUALIDADE EM EMPRESA DO SETOR METALURGICO. Disponível em:
<http://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/1524/1/Maria%20Thereza%20de%20Lima%20L%20Doriguetto.pdf>
Acesso em: 28 de agosto de 2021.

GIL, Antônio Carlos. Como Elaborar Projetos de Pesquisa, 6ª edição. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2017. 9788597012934.
Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597012934/>
Acesso em: 12 de setembro de 2021.

LIMA, Fabiano Roberto Santos de; ALVES, Alexandro Sant'Anna. Mapeamento de processos e diagrama de Pareto para aumento da produtividade - aplicação no setor de expedição logística. Disponível em:
https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:YSnE4-wHrBgJ:scholar.google.com/+diagrama+de+pareto+aplica%C3%A7%C3%A3o&hl=pt-BR&lr=lang_pt&as_sdt=0,5&as_ylo=2017
Acesso em: 28 de agosto de 2021.

LIZARDO, Celina.; RIBEIRO, Paulo. A importância da gestão da qualidade e aplicação das suas ferramentas na logística com vista à satisfação dos clientes. Gestão e Desenvolvimento, n. 28, p. 3-28, 31 jul. 2020. Disponível em:
<https://doi.org/10.34632/gestaoedesenvolvimento.2020.9463>
Acesso em: 29 de agosto de 2021.

LOBO, Renato Nogueirol. GESTÃO DA QUALIDADE. São Paulo: Editora Saraiva, 2019. 9788536532615. Disponível em:
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536532615/>
Acesso em: 29 de agosto de 2021.

LOPES, Lílian Maria Moreira.; CARDOSO, Sarah de Oliveira Teixeira.; DE FARIA, Adriana Ferreira. IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE EM EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVIÇOS DO VALE DO AÇO MINEIRO. The Journal of Engineering and Exact Sciences, Viçosa/MG, BR, v. 4, n. 1, p. 0035-0041, 2018. DOI: 10.18540/jcecvl4iss1pp0035-0041. Disponível em:
<https://periodicos.ufv.br/jcec/article/view/2411>.
Acesso em: 29 de agosto de 2021.

MANIAES, Cesar Augusto; FRANCISCATO, Lucas Scavariello; CORRER, Ivan. USO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA REDUÇÃO DE PERDAS DE PRODUTOS NA MOVIMENTAÇÃO EM CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO. Revista de Administração do Sul do Pará, 2017. Disponível em:
https://www.researchgate.net/profile/Ivan-Correr/publication/324656480_USE_OF_QUALITY_TOOLS_FOR_REDUCING_LOSS_O

[F PRODUCTS IN MOVEMENT IN DISTRIBUTION CENTERS/links/5ada4742458515c60f5c2371/USE-OF-QUALITY-TOOLS-FOR-REDUCING-LOSS-OF-PRODUCTS-IN-MOVEMENT-IN-DISTRIBUTION-CENTERS.pdf](https://www.researchgate.net/publication/354474245/links/5ada4742458515c60f5c2371/USE-OF-QUALITY-TOOLS-FOR-REDUCING-LOSS-OF-PRODUCTS-IN-MOVEMENT-IN-DISTRIBUTION-CENTERS.pdf)

Acesso em: 28 de agosto de 2021.

MATIAS-PEREIRA. Manual de Metodologia da Pesquisa Científica. São Paulo: Grupo GEN, 2016. 9788597008821.

Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597008821/>

Acesso em: 12 de setembro de 2021.

MUNIZ, Emerson Cleister Lima; OLIVEIRA, Helber Bittencourt de Jesus; Neves, Clara Cruz; OLIVEIRA, Victor Hugo Piancó de; SOUZA, João Artur de. Aplicação dos princípios da produção enxuta na eliminação de perdas em um processo produtivo. Universidade Federal do Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE e Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC – 2019.

Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/322526708.pdf>

Acesso em: 05 de setembro de 2021.

OLIVEIRA, Elizângela de Jesus. Tópicos em Administração – Volume 31/ Belo Horizonte - MG: Poisson, 2020. DOI: 10.36229/978-65-86127-75-1. Disponível em:

https://www.poisson.com.br/livros/adm/volume31/Topicos_em_Administracao_vol31.pdf

Acesso em: 29 de agosto de 2021.

PARIS, Wanderson Stael. Proposta de uma metodologia para identificação de causa raiz e solução de problemas complexos em processos industriais: Um estudo de caso. Curitiba, 2003. Disponível em:

http://www.pgmecc.ufpr.br/dissertacoes/dissertacao_019.pdf.

Acesso em: 29 de agosto de 2021.

PEZZATTO, Alan Thomas.; AFFONSO, Ligia Maria Fonseca.; LOZADA, Gisele.; AL., E. Sistema de controle da qualidade. Porto Alegre: Grupo A, 2018. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595026155/>.

Acesso em: 28 de agosto de 2021.

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo. Projetos de Estágio e de Pesquisa em Administração, 3ª edição. São Paulo: Grupo GEN, 2013. 9788522492572. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522492572/>

Acesso em: 12 de setembro de 2021.

SANTOS, Ana Carla, RIBEIRO, Igor Martins, SALVE, Aline dos Santos, JI, Camila Mitie, FERREIRA, Letícia Ali Figueiredo Ferreira, DA HORA, Henrique Rego Monteiro (2019). Indicador OEE e ferramentas da qualidade: uma aplicação integrada no processo de destilação de uma indústria de biotecnologia. Exacta, 17(2), 165-184. Disponível em:

<https://periodicos.uninove.br/exacta/article/view/8183/6739>

Acesso em 05 de setembro de 2021.

SANTOS, Pedro Vieira Souza; SILVA, Eduína Carla da. Gestão estratégica da qualidade aplicada à redução de devoluções – 2019. Disponível em:

<https://pdfs.semanticscholar.org/513a/b12efca9101d33676755e6536caad3a7f6a8.pdf>

Acesso em: 29 de agosto de 2021.

SANTOS FILHO, Paulo Sérgio dos. Uma visão geral da eficiência energética na indústria e contribuições das metodologias: ciclo PDCA, 5W2H e WCM. 2021. 63 f. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2021. Disponível em:
https://200.239.128.125/bitstream/35400000/3139/1/MONOGRRAFIA_Vis%C3%A3oGeralEfici%C3%Aancia.pdf

Acesso em: 29 de agosto de 2021.

SEBRAE - Enxugue sua empresa e lucre mais - 7 dicas para eliminar desperdícios e entregar mais valor ao seu cliente. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) – Brasília / DF. Disponível em:
https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Enxugue%20sua%20empresa%20e%20lucre%20mais_matriz.pdf

Acesso em: 11 de setembro de 2021.

SILVA, Sergio Barbosa. *et al.* Diagrama de Pareto: verificação da ferramenta de qualidade por patentes. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 11., 2019, São Cristóvão, SE. Anais [...]. São Cristóvão, SE, 2019. p. 234-243. Disponível em:
<https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/12564/2/DiagramaParetoVerificacao.pdf>

Acesso em: 28 de agosto de 2021.

YIN, Robert K. Estudo de caso: Planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2015. Disponível em:
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582602324/cfi/3!/4/4@0:41.0>

Acesso em: 12 de setembro de 2021.