



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MIRELLY LIMA FERREIRA

**APLICAÇÃO DO MASP PARA ANÁLISE DE PERDAS E PROPOSIÇÃO DE
MELHORIAS EM UMA INDÚSTRIA DE ARTEFATOS CERÂMICOS NO AGRESTE
PERNAMBUCANO**

Caruaru

2023

MIRELLY LIMA FERREIRA

**APLICAÇÃO DO MASP PARA ANÁLISE DE PERDAS E PROPOSIÇÃO DE
MELHORIAS EM UMA INDÚSTRIA DE ARTEFATOS CERÂMICOS NO AGRESTE
PERNAMBUCANO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
de Produção da Universidade Federal
de Pernambuco - CAA, como requisito
parcial para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Gestão da
Qualidade

Orientador: Prof^o. Dr. Isaac Pergher

Caruaru

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Ferreira, Mirelly Lima.

Aplicação do MASP para análise de perdas e proposição de melhorias em uma indústria de artefatos cerâmicos no agreste pernambucano / Mirelly Lima Ferreira. - Caruaru, 2023.

54 p. : il.

Orientador(a): Isaac Pergher

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Engenharia de Produção, 2023.

1. MASP. 2. PDCA. 3. Produtividade. 4. Artefatos Cerâmicos. I. Pergher, Isaac. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

MIRELLY LIMA FERREIRA

**APLICAÇÃO DO MASP PARA ANÁLISE DE PERDAS E PROPOSIÇÃO DE
MELHORIAS EM UMA INDÚSTRIA DE ARTEFATOS CERÂMICOS NO AGRESTE
PERNAMBUCANO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Engenharia de Produção da Universidade
Federal de Pernambuco - CAA, como
requisito parcial para a obtenção do título
de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 12 /04 /2023.

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. Isaac Pergher (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Lucimário Gois de Oliveira Silva (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Thalles Vitelli Garcez (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pelo dom da vida e pelas pessoas amigas que Ele colocou em meu caminho, fazendo com que essa caminhada se tornasse menos árdua.

Agradeço à minha mãe, Bernadete, por todo cuidado e incentivo nas horas difíceis dessa jornada. Ao meu pai, José (*in memoriam*), o meu maior exemplo de honestidade, que infelizmente não conseguiu me ver ingressando em uma Universidade, mas que em vida sempre me incentivou e acreditou no meu potencial. À minha irmã Michelle, por se fazer presente nos melhores e piores momentos, sempre me aconselhando. À minha irmã Millena, que não mede distância para me ajudar e a que mais me incentiva a não desistir dos meus sonhos. Sem vocês eu não teria conseguido. Vocês são essenciais!

Gratidão a todos os amigos da graduação, mas em especial à essas pessoas que se tornaram mais que amigos, se tornaram uma família para mim, Maria Eduarda, Laís, Mayara, Mykaelle, Edja, Vitor e Gabriel, vocês me ensinaram a importância e o verdadeiro significado de equipe. Apesar das nossas opiniões muitas vezes divergentes, ninguém nunca soltou a mão de ninguém, por esses e muitos outros motivos, o meu muito obrigada.

À Weslla e Everaldo, pela amizade, preocupação e suporte dado na disciplina de Eletrotécnica Geral, vocês foram sensacionais. Muito obrigada! Ao meu orientador, Profº Dr.º Isaac Pergher, pela confiança, paciência, incentivo e toda ajuda ofertada para que este trabalho fosse concretizado. Obrigada de coração.

Não poderia deixar de agradecer também às minhas primeiras amigas do curso de Licenciatura em Matemática: Tamires, Rayza, Danielle, Íris, Francielle, Rayane e Bruna, que sempre souberam da minha vontade de cursar Engenharia e foram as primeiras a me incentivar na mudança de curso. Obrigada por tudo.

E a toda equipe da empresa estudada, pelo suporte oferecido durante o meu período de estágio e por possibilitar a elaboração do meu projeto final na empresa. Enfim, gratidão a todos que direta ou indiretamente, citados aqui ou não, contribuíram para que este sonho se tornasse uma realidade para mim.

RESUMO

A análise de perdas em sistemas produtivos, seja de produtividade ou qualidade, tem se tornado relevante nos últimos tempos, dado o impacto que isso traz no desempenho da empresa frente aos seus concorrentes. Neste sentido, o referido trabalho apresenta a aplicação do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) para nortear ações de melhoria em uma empresa produtora de artefatos cerâmicos. Foram analisados os setores de secagem e queima, onde as perdas mais relevantes encontradas foram por empeno, trinca, furo e acabamento. O objetivo é reduzir o patamar de perdas que geram ineficiência nas fases do processo. Para isso, o desenvolvimento do trabalho se deu com base nos pilares do Ciclo PDCA em consonância com as oito etapas do MASP. Além disso, foi realizada uma avaliação estatística do desempenho antes e depois da melhoria, considerando dados coletados nos dois setores em estudo. Quanto aos resultados, eles mostram um efeito significativo entre as médias de desempenho com o uso da metodologia. Como sugestão de aprofundamento deste trabalho, sugere-se estender essa metodologia para outros setores da empresa.

Palavras-chave: MASP; PDCA; Produtividade; Artefatos Cerâmicos.

ABSTRACT

The analysis of losses in productive systems, either in productivity or quality, has become relevant in recent times, given the impact this has on the company's performance when compared to its competitors. In this sense, this work presents the application of the Problem Analysis and Solution Method (MASP - abbreviation in Portuguese) to guide improvement actions in a company that produces ceramic artifacts. The drying and firing sectors were analyzed, where the most relevant losses found were for warping, cracks, holes and finishing. The objective is to reduce the level of losses that generate inefficiency in the process phases. To this end, the development of the work was based on the PDCA Cycle pillars in line with the eight steps of MASP. In addition, a statistical evaluation of the performance before and after the improvement was carried out, considering data collected in the two sectors under study. As for the results, they show a significant effect between the performance averages with the use of the methodology. As a suggestion for deepening this work, it is suggested to extend this methodology to other sectors of the company.

Keywords: MASP; PDCA; Productivity; Ceramic Artifacts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Relação entre o PDCA e o MASP	18
Figura 2 –	Processo de fabricação da telha paulistinha na empresa estudada.....	31
Figura 3 –	Arranjo físico do setor de extrusão da telha paulistinha na empresa estudada.....	33
Figura 4 –	Matriz impacto x esforço para solução das perdas na etapa de secagem.....	42
Figura 5 –	Matriz impacto x esforço para solução das perdas na etapa de queima.....	42
Figura 6 –	Estatística descritiva dos dados na etapa de secagem antes da melhoria.....	47
Figura 7 –	Estatística descritiva dos dados na etapa de secagem depois da melhoria.....	47
Figura 8 –	Estatística descritiva dos dados na etapa de queima antes da melhoria.....	48
Figura 9 –	Estatística descritiva dos dados na etapa de queima depois da melhoria.....	48
Figura 10 –	Análise de homogeneidade de variância na etapa de secagem antes e depois da melhoria.....	49
Figura 11 –	Análise de homogeneidade de variância na etapa de queima antes e depois da melhoria.....	49
Figura 12 –	Teste de Mann-Whitney para a etapa de secagem antes e depois da melhoria.....	50
Figura 13 –	Teste de Kruskal-Wallis para a etapa de queima antes e depois da melhoria.....	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Percentual de perda na etapa de secagem no 1º semestre de 2022	35
Gráfico 2 –	Percentual de perda na etapa de queima no 1º semestre de 2022.....	35
Gráfico 3 –	Gráfico de Pareto para análise dos defeitos gerais da telha.....	36
Gráfico 4 –	Gráfico de Pareto para análise dos causadores de perdas na etapa crua.....	38
Gráfico 5 –	Representação do status de cumprimento das ações.....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Detalhamento das perdas gerais.....	36
Quadro 2 –	Detalhamento dos ofensores de perdas e suas causas.....	38
Quadro 3 –	Aplicação dos 5 Porquês na etapa crua.....	39
Quadro 4 –	Aplicação dos 5 Porquês na etapa de queima	40
Quadro 5 –	<i>Brainstorming</i> para solução das perdas nas etapas de secagem e queima.....	41
Quadro 6 –	Aplicação do 5w1h	43

LISTA DE ABREVIATURAS

ANICER	Associação Nacional da Indústria Cerâmica
CEP	Controle Estatístico de Processos
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
GUT	Gravidade, Urgência, Tendência
MASP	Método de Análise e Solução de Problemas
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
POP	Procedimento Operacional Padrão
PSQ	Programa Setorial de Qualidade
SINDICER-PE	Sindicato da Indústria de Cerâmica para Construção do Estado de Pernambuco
WCM	<i>World Class Manufacturing</i>
5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>
5W1H	<i>What, Why, Where, When, Who, How</i>
5W2H	<i>What, Why, Where, When, Who, How, How Much</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	14
1.2	OBJETIVOS.....	14
1.2.1	Objetivo Geral.....	14
1.2.2	Objetivos Específicos.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	CONCEITOS GERAIS SOBRE QUALIDADE.....	16
2.2	MASP.....	17
2.2.1	Etapas do MASP ligadas ao Planejamento (<i>Plan</i>).....	18
2.2.2	Etapa do MASP ligadas ao Fazer (<i>Do</i>).....	21
2.2.3	Etapa do MASP ligadas ao Checar (<i>Check</i>).....	21
2.2.4	Etapas do MASP ligadas ao Agir (<i>Act</i>).....	22
2.3	SÍNTESE DO ESTADO DA ARTE.....	23
3	METODOLOGIA.....	27
3.1	TIPO DE PESQUISA.....	27
3.2	OBJETO DE ESTUDO.....	28
3.3	COLETA DE DADOS.....	28
3.4	ANÁLISE DOS DADOS.....	28
4	ESTUDO DE CASO.....	30
4.1	DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	30
4.2	ANÁLISE DO ESTADO ATUAL DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO.....	30
5	APLICAÇÃO DO MASP NO CONTEXTO DE ESTUDO.....	34
5.1	ETAPAS DO MASP.....	34
5.1.1	Identificação do problema.....	34
5.1.2	Observação do problema.....	37
5.1.3	Análise do problema.....	39
5.1.4	Plano de ação.....	41
5.1.5	Execução das ações.....	43
5.1.6	Verificação.....	46
5.1.7	Padronização e fechamento da aplicação (conclusão).....	46
5.2	COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO.....	46

5.3	IMPLICAÇÕES GERENCIAIS.....	51
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
	REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

Ao analisar o mercado atual, é possível perceber que as empresas estão inseridas em um ciclo contínuo de competitividade. Isso faz com que elas cada vez mais tenham como objetivo a geração de ganho, redução de perdas, aumento de produtividade e qualidade dos seus produtos, bem como a redução no tempo de entrega ao cliente final. Com isso, as empresas estão buscando otimizar os seus processos produtivos para conciliar às novas exigências do mercado com eficiência em suas operações, a fim de garantir o maior escoamento do produto. Para isso, torna-se relevante o uso das metodologias de melhoria contínua, que devem fazer parte do dia a dia das empresas que querem obter melhores resultados, como por exemplo, o Ciclo PDCA (do inglês: *Plan - Do - Check - Act*) e o Método de Análise e Solução de Problemas (MASP), associados às ferramentas de qualidade.

De acordo com Santos, Christo e Motta (2010), a metodologia MASP é uma ferramenta completa, pois utiliza o PDCA como complemento de sua aplicação para a resolução de problemas. Ainda enfatiza que essa metodologia permite à organização manter-se focada na busca por melhoria contínua, a fim de manter o foco na padronização e na busca pelas causas raízes dos problemas. Além disso, o MASP é um método simples que possibilita solucionar os problemas de forma ordenada e coesa, através de diagnósticos, análises, resolução de suas causas raízes e planos de ação.

A adoção dessa metodologia pelas empresas vem se demonstrando bastante eficiente, alcançando resultados significativos naquelas que a adotam. Por isso, realizar um estudo detalhado que busque listar possíveis causas raízes no problema de perdas da produção é imprescindível para se obter resultados positivos, como aumento de produtividade, menor retrabalho e um maior aproveitamento produtivo.

Diante disso, o presente estudo tem a finalidade de aplicar o MASP para subsidiar ações de melhoria nos processos de secagem e queima em uma indústria produtora de artefatos cerâmicos, mais especificamente na produção de telhas. Designados para essa função, será feito o uso das ferramentas clássicas da qualidade, que serão operacionalizadas dentro da ótica do PDCA, mas estendidas pelas etapas do MASP.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

A empresa em estudo está localizada no agreste pernambucano, e encontra-se no mercado industrial há mais de 45 anos produzindo tijolos e telhas cerâmicas, mas atualmente atua apenas na fabricação de telhas: a telha paulistinha. Os setores de fabricação são interligados entre si, mas em especial, dois deles vem enfrentando um alto índice de perdas na linha de produção.

A primeira perda observada se apresenta devido ao alto índice de retrabalho de telha defeituosa na etapa de secagem que, mesmo retornando à fase inicial do processo, influencia no baixo desempenho de fabricação. Enquanto a segunda perda refere-se à fase de queima da telha, na qual a matéria-prima não consegue ser reintegrada ao processo, acarretando no aumento dos custos de fabricação. Devido à essas perdas, a empresa está em busca de solucionar tais problemas.

Inicialmente, foram realizadas observações nas duas áreas, tanto na saída da estufa, para avaliar o grau de perda das telhas para retrabalho, quanto na desenforma, para observar a dimensão de telhas defeituosas que não podem ser reaproveitadas. Em seguida, um estudo focado em ambas as áreas foi realizado, onde dados foram levantados a fim de identificar o real motivo que leva à perda expressiva de telhas.

Esse estudo aborda perdas que causam um impacto direto na quantidade final de produtos produzidos ao fim do período de trabalho. Nesse sentido, sabendo dos possíveis impactos que essas perdas podem trazer, o estudo se concentra na busca de meios para solucionar tais perdas, estando focado nos dois setores citados anteriormente. Com isso, o desenvolvimento deste estudo busca identificar e tratar as causas raízes geradoras dessas perdas, propor melhorias para o processo produtivo e, consequentemente, com os benefícios adquiridos padronizar os sistemas produtivos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é fazer o uso do MASP para detecção e redução do índice de telhas defeituosas na área de secagem e queima das telhas.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Fazer o levantamento da situação atual das perdas no processo produtivo;
- Implementar o MASP a fim de identificar, solucionar e propor melhorias para redução das telhas defeituosas no processo de secagem e queima;
- Analisar e comparar os resultados antes e depois da aplicação da ferramenta.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, são abordados os conceitos necessários para compreensão do trabalho e a síntese do estado da arte, reunindo temas interligados às ferramentas relevantes para atuais e futuras melhorias na execução das atividades de produção.

2.1 CONCEITOS GERAIS SOBRE QUALIDADE

A dimensão qualidade em uma organização pode provocar impactos na forma como a gestão de bens e serviços é direcionada ao mercado, pois ela deixou de se mostrar como responsabilidade de um departamento específico, e passou a abranger todos os aspectos de sua operação. Nesse sentido, existem vários autores que apresentam definições distintas sobre esse tema.

Deming (1990) define qualidade como o nível de satisfação dos clientes, apresentando que a qualidade é construída e não apenas inspecionada. Ressalta ainda que para ele a qualidade é atender continuamente às necessidades e expectativas dos clientes a um preço que eles estejam dispostos a pagar, pois eles são a figura principal de todo processo organizacional. Mas para isso, é necessário que as decisões gerenciais tomadas e as atividades operacionais trabalhem juntas, e levem em consideração tais necessidades e expectativas tentando superá-las.

Enquanto para Paladini (2004), a qualidade tem em sua definição o envolvimento de diversos elementos, com diferentes níveis de importância, mas sempre com foco no cliente. O consumidor deve sempre ser atendido levando em consideração os diversos itens que ele considera importante. Por outro lado, o conceito de qualidade passa por um processo evolutivo, ou seja, sofre alterações ao longo do tempo para acompanhar as mudanças nas necessidades e preferências dos clientes. Logo, para ele, o conceito correto é aquele que envolve, além da variedade de itens, a evolução do processo também.

Juran (1992), aborda duas definições distintas para a qualidade: a primeira tem relação com as características do produto, na qual a qualidade será mais alta quando o produto tiver características melhores; e a segunda é com relação à ausência de deficiências, na qual a qualidade será melhor quando as deficiências forem menores. Então, ao se considerar essas duas definições, percebe-se que o

cliente também será sempre o centro da qualidade, é ele quem decide o grau de qualidade que o produto tem.

Trazendo uma interpretação de qualidade mais ampla, Ishikawa (1993) aponta que ela significa qualidade de trabalho, de serviço, de informação, de processo, de divisão, pessoal, de sistema, de empresa, entre outros, onde seu enfoque é controlar a qualidade em todas essas manifestações. Ele ainda enfatiza o papel social da empresa no instante em que educa e treina os seus integrantes, promovendo a qualidade de vida de cada um deles.

Para Falconi (1989), a qualidade de um produto ou serviço está diretamente ligada à satisfação total do consumidor, pois ela é a base da sobrevivência de qualquer empresa, podendo ser buscada nas formas defensiva ou ofensiva. Na forma defensiva a preocupação é eliminar os fatores que desagradam o consumidor, por meio dos *feedbacks* das informações do mercado. Já na forma ofensiva, busca-se precipitar as necessidades do consumidor e acrescentar esses fatores ao produto ou serviço.

Diante do exposto, é possível perceber que o conceito de qualidade está ligado à capacidade que um produto ou serviço deve possuir em prol de atender às exigências dos consumidores, manifestando excelência sob a ótica de quem oferece, bem como de quem o adquire.

2.2 MASP

O MASP é um método empregado pelas empresas para encontrar, de forma sistematizada, estruturada e eficiente, as soluções mais adequadas para os problemas e/ou oportunidades de melhoria de desempenho, embasado no PDCA e em outras ferramentas da qualidade. Esse método é composto por 8 etapas, nas quais temos: quatro etapas ligadas ao Planejamento (*Plan*), uma ligada ao Fazer (*Do*), uma ao Checar (*Check*) e duas ao Agir (*Act*), podendo ser estruturado conforme Figura 1.

Figura 1 – Relação entre o PDCA e o MASP

PDCA	FLUXO	ETAPA	OBJETIVO
P	1	Identificação do problema	Definir de forma clara e sucinta a situação indesejável e compreender sua relevância
	2	Observação	Explorar as características específicas da situação indesejável com uma visão macro e sob diversas perspectivas
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais
	4	Plano de ação	Elaborar um plano para sanar, atenuar ou bloquear as causas fundamentais
D	5	Ação	Sanar, atenuar ou bloquear as causas fundamentais
C	6	Verificação	Verificar se as ações de bloqueio realizadas foram efetivas, cumprindo com o seu propósito
	?	(Bloqueio foi efetivo?)	
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento da situação indesejável
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução da situação indesejável para trabalhos posteriores

Fonte: Da pesquisa (2023)

Nos subtópicos seguintes, são definidas as etapas do MASP.

2.2.1 Etapas do MASP ligadas ao Planejamento (*Plan*)

A primeira etapa consiste na identificação do problema, a partir de uma criteriosa análise inicial, na qual deve-se reconhecer a importância do problema e determinar como pretende-se resolvê-lo. Além disso, deve-se nessa fase formar uma equipe e delegar responsabilidades. Ferramentas como folha de verificação, Gráfico de Pareto e Gráfico de Controle são algumas das ferramentas utilizadas nessa etapa.

A folha de verificação é uma ferramenta utilizada para facilitar a coleta e análise de dados, bem como para checar se os processos estão em conformidade. Visa a padronização e organização desses dados no processo da coleta trazendo benefícios, como a eliminação de possíveis retrabalhos, organização das informações coletadas, redução do tempo do processo e de erros e capacidade de uma rápida interpretação do processo. Quanto ao Gráfico de Pareto, essa é uma ferramenta que auxilia na tomada de decisão, pois permite que uma empresa priorize problemas a serem resolvidos quando se apresentam em grande número.

Esse modelo de gráfico foi proposto por Juran e é conhecido também como o princípio 80/20, no qual 80% dos efeitos derivam de 20% das causas (MELLO, 2011). Ou seja, este princípio mostra que se as empresas solucionarem esses 20% de causas principais, boa parte dos problemas são resolvidos. Por fim, uma outra ferramenta utilizada é o Gráfico de Controle, que é muito importante para o processo gerencial, pois permite que a empresa monitore e controle os seus processos. A partir de uma referência, os gráficos de controle servem para que as empresas consigam visualizar informações relevantes sobre um processo e a sua qualidade. É formado por dois eixos, o primeiro Limite Superior de Controle (LSC) e o segundo Limite Inferior de Controle (LIC), nos quais amostras são verificadas a fim de avaliar a eficiência e a produtividade.

A segunda etapa ligada ao planejamento corresponde à etapa de observação, na qual são investigadas as características específicas do problema, com uma visão mais ampla, buscando-se levantar o maior número possível de dados e informações sobre ele, já que somente agora o problema é realmente compreendido. Depois de coletados e validados os dados e informações sobre o problema, é importante avaliá-lo e analisá-lo sob outros pontos de observação, com o uso de outras ferramentas, como Gráfico de Pareto, Diagrama de Dispersão, Histograma e Gráfico de Controle.

O Diagrama de Dispersão é uma ferramenta que tem como objetivo determinar se existe uma relação de dependência entre duas variáveis quaisquer. Ao entender essa relação e como uma pode influenciar a outra, pode-se determinar o melhor uso delas para melhorar a qualidade e produtividade da empresa. Fornecer dados para afirmar a hipótese de que ambas têm relação, ou se há uma relação de causa e efeito, e informações para visualizar a intensidade da força de relação dessas variáveis, são outros objetivos desta ferramenta. O Histograma traz consigo gráficos de barras que mostram a oscilação dos dados sobre uma determinada faixa, com o objetivo de se ter um entendimento maior do problema. A forma como se distribuem sobre essas faixas contribui de uma forma precisa e concludente na identificação dos dados. Eles descrevem a frequência com que variam os processos e a forma de distribuição dos dados como um todo (PALADINI, 1994). Se aplica em situações de análise de processos que necessitam de ações

corretivas, verificação do quantitativo de produtos divergentes da especificação, entre outros.

A terceira etapa traz consigo a análise, que tem como objetivo encontrar a causa raiz do problema a fim de observá-la e, após as observações feitas, realizar uma avaliação crítica sobre ela. Para descobri-la e depois priorizá-la, ferramentas como *Brainstorming*, Diagrama de Ishikawa, 5 Porquês, FMEA, Gráfico de Pareto e Matriz de Prioridades, por exemplo, podem ser empregadas e ajudam nesta missão, tornando essa etapa a mais objetiva possível. O *Brainstorming*, que em português significa “tempestade de ideias”, tem o objetivo de produzir o maior número possível de ideias acerca de um determinado tema. Para Bond, Busse e Pustilnick (2012), essa técnica proporciona aos funcionários uma participação de maneira ativa na organização, colaborando com sugestões de solução ou melhoria de determinado assunto. Já o Diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe tem a finalidade de indicar as possíveis causas de um problema específico. Também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito, é um diagrama que estabelece o que está relacionado entre os efeitos e as causas do processo, em que cada efeito tem uma variedade de categorias de causas que podem ser compostas por outras causas. Para a ferramenta dos 5 Porquês, o objetivo é chegar à causa-raiz de um problema através do questionamento sucessivo de “porquês”, onde deve ser repetido até encontrá-la definitivamente, podendo levar aos cinco ou mais porquês. Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), não se deve ficar rapidamente satisfeito com as causas que foram levantadas, devendo-se ir até a raiz do problema de fato, para só assim poder resolver as causas fundamentais do problema. Uma outra ferramenta para essa etapa é a Matriz de Prioridades ou Matriz GUT, ferramenta gerencial da qualidade que tem o objetivo de priorizar a tomada de decisão, levando em consideração a gravidade, a urgência e a tendência do evento relacionado (OLIVEIRA; CISLAGHI, 2020). Para Gomes (2006), esses três fatores representam, respectivamente: impacto e consequência do problema caso ele ocorra; necessidade de solução do problema, quanto maior a urgência, mais rápido deverá ser a solução; e desenvolvimento do problema, seja de crescimento, redução ou extinção dele.

A quarta e última etapa traz consigo o plano de ação, nessa etapa uma estratégia de ação é pensada com o objetivo de bloquear e solucionar as causas

fundamentais que foram descobertas e priorizadas na fase anterior, além de metas a serem alcançadas. Ferramentas como *Brainstorming*, Gráfico de Pareto, 5W2H, entre outras, podem auxiliar no cumprimento desta etapa. O 5W2H é uma ferramenta que foi desenvolvida a fim de auxiliar a utilização do ciclo PDCA, principalmente em seu planejamento, e é um plano de ação para que as atividades possam ser executadas com mais eficiência e eficácia. O seu uso envolve responder à sete questões básicas e organizar as informações que foram obtidas (POLACINSKI, 2012). É considerado um *checklist* que visa solucionar um problema, onde consta prazo e responsabilidades de quem irá executá-lo, bem como a determinação dos métodos.

2.2.2 Etapa do MASP ligada ao Fazer (Do)

A etapa ligada ao Fazer (Do) corresponde à ação, que se concentra em executar o que foi planejado na fase anterior. No entanto, deve-se apresentar o plano a todos e realizar o treinamento necessário. As soluções de melhoria para o problema já são conhecidas e com base nelas, contidas no plano de ação, os responsáveis por todas as tarefas propostas deverão seguir conforme o planejamento e executá-las. E para avaliar se os prazos estão sendo cumpridos, o Gráfico de Gantt, contido no próprio plano de ação, pode facilitar esse controle. Para Slack, Chambers e Johnston (2002), esse gráfico é um método de programação muito utilizado, no qual em uma barra no gráfico está representado o tempo, onde será demarcado o início e fim das atividades assim como também o seu progresso real. Além disso, segundo Mattos (2010), é uma ferramenta importante de controle e de fácil leitura, apresentando de maneira simples e imediata a posição das atividades ao longo do tempo.

2.2.3 Etapa do MASP ligada ao Checar (Check)

Nesta etapa, são checados e comparados os dados coletados antes e após a ação, podendo assim verificar o resultado alcançado com o esperado pelas soluções implantadas. Caso o problema não tenha sido solucionado, ou seja, o resultado esperado não foi alcançado, deverão ser avaliados os motivos que interferiram no processo voltando à etapa de observação. Ferramentas como

Histograma e Gráfico de Controle, já mencionados anteriormente, podem colaborar nesta etapa.

2.2.4 Etapas do MASP ligadas ao Agir (Act)

A primeira etapa ligada ao Agir (Act) consiste na padronização, necessária para prevenir o ressurgimento do problema pela falta de padrão. Devem ser feitas revisões nos documentos e todos os envolvidos devem ser comunicados e treinados nesse novo procedimento, assim como haver o acompanhamento através de verificações periódicas para garantir o cumprimento deste novo padrão. Ferramentas como Controle Estatístico de Processos (CEP), Fluxograma, além do Procedimento Operacional Padrão (POP), podem ajudar nesta etapa. O Fluxograma serve para descrever os processos, sendo os seus símbolos todos padronizados, para as pessoas que os conheçam, consigam compreender com facilidade o funcionamento do processo, por causa disso é útil no controle da qualidade na empresa (MELLO, 2011). Fornecer uma representação gráfica dos elementos, componentes ou tarefas associadas a um processo, proporcionando o conhecimento das suas etapas e relações de dependência, analisar e comparar os fluxos de processos para identificar oportunidades de melhorias, são alguns dos objetivos desta ferramenta. Os Procedimentos Operacionais Padrão (POP), são documentos criados e utilizados pelas mais diversas áreas e tem como objetivo padronizar a maneira de execução de um determinado trabalho, trazendo mais confiabilidade e qualidade por meio dessa padronização. Logo, é imprescindível que na criação de um POP apareçam informações suficientes para auxiliar o profissional na execução de sua tarefa. De acordo com Campos (2004), fazer o acompanhamento da rotina do trabalho executando ações de verificações diárias, auxilia o colaborador a desempenhar sua função com facilidade e em tempo hábil.

A segunda e última etapa está associada à conclusão do projeto, a qual tem como objetivo rever todo o processo de solução de problemas e deixar recomendações de projetos futuros, identificando oportunidades de melhoria no processo avaliado e no modo de condução deste método. O projeto de melhoria em si já se encerrou, restando uma última reunião, em que todos os responsáveis na resolução do problema pertinente deverão debater entre si sobre práticas mais sustentáveis de aplicação da própria metodologia de resolução de problemas.

2.3 SÍNTESE DO ESTADO DA ARTE

Neste tópico, são apresentadas pesquisas que utilizaram a metodologia MASP para solucionar problemas. Embora o trabalho em questão esteja voltado à indústria de cerâmica vermelha, existe uma escassez de estudos sobre esse tema nessa área. Contudo, vamos apresentar a aplicação do MASP de modo a ressaltar os possíveis pontos positivos e negativos que alguns autores encontraram, seja voltado à linha de indústria de cerâmica, seja voltado para outras áreas.

É possível observar estudos com o intuito de comparar o antes e o depois da aplicação dessa metodologia, bem como a eficácia trazida por ela em diversos âmbitos. Dentre esses, destaca-se o trabalho desenvolvido por Pereira (2019), que utilizou o MASP para identificar as causas de um gargalo no processo produtivo, a fim de propor possíveis soluções em uma linha de produção de revestimentos cerâmicos de porcelanato de uma indústria cerâmica. Esse estudo trouxe como vantagem a descoberta do real gargalo a ser tratado, o que ajudou, significativamente, no entendimento do funcionamento do processo, pois para a proposição de melhorias é necessário o conhecimento da situação atual. Com isso, os objetivos do trabalho foram alcançados e concluiu-se que o MASP é uma ferramenta eficaz, fundamental e indispensável para toda empresa que deseja buscar as causas e propor soluções aos problemas. A empresa estudada ressalta ainda que após os resultados positivos obtidos, deve continuar mantendo o conceito da metodologia MASP e aplicá-lo para os outros processos.

Um outro estudo relevante é o de Nascimento (2021), que trata sobre a utilização do MASP para aumento de produtividade em uma fábrica de louças sanitárias. O objetivo era alcançar, após a sua aplicação, um aumento de 28% de produtividade na geração de peças e uma entrega de armazém de 100%, além da redução de perdas. Após a aplicação dessa metodologia, o estudo realizado trouxe como resultados positivos um retorno financeiro médio de 250.000 reais, além do aumento da geração de peças e eliminação de perdas, aumento da qualidade, bem como da entrega de armazém. Além dos benefícios obtidos, a metodologia levou a empresa ao reconhecimento de maior produtora de louças do Brasil dentre as unidades do grupo. Um diferencial permitido pelo estudo foi conhecer o quão adepto é o time à metodologia, o que facilitou mapear quem necessitaria de apoio nas fases do estudo. Mas em contrapartida, apesar do objetivo principal ser

atendido, percebeu-se que algumas lacunas não foram fechadas e que desafios maiores que eram vislumbrados não foram alcançados, necessitando assim de uma nova análise e estruturação para esses problemas. Contudo, o estudo ainda sugeriu que, seria de extrema importância fazer uso de outras metodologias mais recentes para estruturar o mesmo problema, como o *World Class Manufacturing* (WCM), por exemplo.

Um outro estudo realizado em uma empresa varejista e prestadora de serviço da área de refrigeração e eletrodomésticos em geral, apresentado em Martins (2018), enfatiza que a essência do estudo foi obter soluções para os problemas que foram encontrados. O objetivo era melhorar a organização das instalações e qualidade dos serviços prestados. Ao final do estudo, o autor traz a importância individual tanto das ferramentas da qualidade, como do PDCA e do MASP na identificação dos problemas e suas soluções, assim como quando elas se complementam. A utilização das ferramentas no estudo foi de suma importância para a estruturação dos planos de ação. Apesar dos benefícios trazidos pela aplicação das ferramentas, o estudo considera que há um alto índice de fracassos da continuidade do 5S em empresas brasileiras de pequeno porte. Com isso, o estudo ainda sugere uma investigação dos fatores de resistências à continuidade desse programa nas empresas, buscando identificar também, os facilitadores do programa. Um outro objetivo que se espera é que o desenvolvimento desse trabalho possa contribuir para com futuros trabalhos envolvendo o tema.

Diferentemente dos estudos apresentados até o momento, o artigo de Turner (2008) trouxe como objetivo principal investigar e comparar a utilização do MASP no chão de fábrica de uma empresa do setor automotivo com os modelos teóricos. A ideia principal foi comparar os modelos teóricos com os aplicados na empresa, para que resultasse desta análise as proposições e conclusões. Em seus resultados, se confirmam outros estudos sobre o assunto, mostrando uma lacuna entre os modelos teóricos e a eficácia de sua aplicação, com isso são sugeridas propostas de melhorias para minimizar esta lacuna. Um exemplo disso é que, durante a investigação dos trabalhos de análise e solução de problemas se observou pouca adesão às metodologias e que as ferramentas são aplicadas de forma isolada. Propostas foram apresentadas para melhorar a adesão dessa empresa aos princípios de análise e solução de problemas, uma delas é a interação

entre os conhecimentos implícito e explícito que pode ser melhorada através da participação dos novatos em grupos liderados por analistas mais experientes. O estudo ainda sugere para trabalhos futuros o desenvolvimento de técnicas de aprendizagem para o MASP, assim como o desenvolvimento de parâmetros de comparação da adesão às metodologias de análise e solução de problemas.

Um outro estudo, dessa vez na construção civil, busca estudar a viabilidade da aplicação do MASP, uma vez que ele já é muito empregado nas indústrias de diversos segmentos, mas ainda desconhecido por boa parte das empresas da área de construção civil. Com isso, o estudo desenvolvido por Ihme (2018) busca, com a aplicação dessa metodologia, solucionar dois problemas encontrados em um canteiro de obras. Na primeira aplicação, após o levantamento de dados, o método foi eficaz e trouxe vários avanços que acarretaram mudança dos procedimentos no serviço de instalação de esquadrias de alumínio. Mesmo com limitação e resistência por parte da companhia em mudar o tipo de material utilizado na fabricação, com essa alteração foi possível notar que a causa raiz do problema foi resolvida. Em contrapartida, a segunda aplicação que trata do deslocamento de cerâmicas, já foi mais complicada, visto que por terem tido várias mudanças de procedimentos durante a aplicação, dificultou a identificação da causa raiz e resultou numa aplicação inconclusiva. Mas, mesmo com a inconclusão, o estudo mostra que há viabilidade em aplicar o MASP, principalmente se aliado às ferramentas da qualidade, em toda e qualquer empresa da construção civil, além de direcionar a equipe a buscar tratar a causa raiz do problema.

O artigo de Piechnicki e Kowaleski (2011), traz a utilização do MASP através do Ciclo PDCA, no combate às perdas de produção em um processo de fabricação de molduras de uma empresa do setor madeireiro. A aplicação do MASP foi justificada por comprovar-se que as pequenas paradas em um processo de fabricação é um problema crítico, impactando diretamente na produtividade da empresa em questão. A partir da análise das perdas, os ganhos foram viabilizados através de ações simples, proporcionando o atingimento da meta de melhoria do projeto, e o melhor, tudo isso sem acarretar custos para a empresa. Com a aplicação de ferramentas da qualidade, foram descobertas as causas raízes das anomalias e a partir delas foi possível propor soluções para a redução e eliminação das perdas de produtividade apresentadas neste tipo de processo produtivo.

Com base no que foi exposto, é possível perceber que todos os estudos apresentados, em seus mais diferentes ramos de atuação, mostram a importância da utilização da ferramenta MASP não apenas no problema em si, mas da sua atuação sobre a causa raiz. Esses estudos trouxeram uma visão mais ampla de que as ações abordadas por essa metodologia são de fácil execução, exigindo apenas o controle e a conscientização dos operadores para a necessidade de se eliminar perdas em seu processo. Enquanto uns trouxeram a boa adaptação dos seus colaboradores, outros trouxeram a resistência. Além disso, os estudos abordaram também os benefícios e as vantagens adquiridos com a sua aplicação, bem como a desvantagem em um deles.

Com base nos estudos apresentados, é possível observar os benefícios que o uso dessa metodologia traz no contexto de melhoria contínua, visando proposições de ações para eliminar desperdícios de processo produtivo e sugestão de aplicação em outras áreas de atuação de suas respectivas empresas.

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE PESQUISA

Quanto à sua abordagem, esta pesquisa é caracterizada como pesquisa qualitativa e quantitativa. Pesquisa qualitativa, pois, oportuniza analisar a frequência dos fenômenos observados, categorizando-os. É também considerada uma pesquisa quantitativa, visto que, os dados que foram coletados e, posteriormente analisados, são numéricos, e tem como objetivo realizar interpretações do contexto do problema através de dados mensuráveis.

Segundo Knechtel (2014), pesquisa qualitativa é aquela que tem como principais características ressaltar a natureza socialmente construída a partir da realidade, a relação entre o pesquisador e o objeto de estudo, bem como as qualidades e os processos da experiência social. Para Jacobsen (2009), a pesquisa quantitativa preocupa-se com a quantificação dos dados coletados e utiliza-se de técnicas estatísticas para a medição dos dados.

No que tange aos objetivos, esta pesquisa é considerada exploratória, pois, conforme Gil (2002), visa proporcionar maior familiaridade com o ambiente ou objeto de estudo, com objetivo de torná-lo mais explícito para assim conseguir construir as hipóteses.

Referente aos procedimentos técnicos é possível classificar este estudo como:

- **Pesquisa bibliográfica:** este tipo de pesquisa perpassa todos os momentos do trabalho e é utilizado em todas as pesquisas. Consiste na seleção e análise de materiais acessíveis ao público e que sejam capazes de fornecer dados atuais e relevantes ao tema a ser pesquisado (VERGARA, 2010). Para fazer a fundamentação teórica desta pesquisa, foram utilizados livros e artigos que abordam os temas concernentes às questões norteadoras propostas sobre o uso integrado da metodologia MASP, bem como das ferramentas da qualidade;
- **Documental:** pois utiliza relatórios e documentos arquivados da empresa em estudo, visando coletar informações que auxiliem no entendimento da situação atual das atividades que circundam a produção;

- **Estudo de caso:** conforme Gil (2002), o estudo de caso procura estudar profunda e exaustivamente um ou poucos objetos, de modo que permita seu amplo e detalhado conhecimento, sendo utilizado tanto em pesquisas exploratórias quanto descritivas e explicativas.

3.2 OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo foi uma indústria de artefatos cerâmicos localizada no agreste pernambucano, e os sujeitos de estudo foram o gestor da empresa e o gerente do setor de produção. Os sujeitos da pesquisa são as pessoas que tem participação no estudo, pois fornecerão os dados necessários ao pesquisador.

3.3 COLETA DE DADOS

Diz respeito à descrição das técnicas utilizadas para a coleta de dados (primários e secundários). Como técnicas, foram realizadas reuniões com a utilização de *Brainstorming* (compartilhamento de ideias), observação pessoal, coleta de dados em arquivos próprios da empresa, os quais possuem informações relativas ao processo produtivo, entre outros. O horizonte de coleta dos dados se dá entre o período de janeiro a junho de 2022.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados ocorreu à luz dos conceitos do referencial teórico, visando determinar possíveis pontos de divergência, nos quais serão fundamentadas as sugestões de melhoria, atendendo deste modo, ao objetivo geral desta pesquisa. Além disso, foi realizada uma análise de comparação de desempenho antes e depois da melhoria utilizando técnicas da estatística inferencial. A escolha da técnica a ser utilizada vai depender do modo pelo qual os dados atendem aos pressupostos de uso das ferramentas como, por exemplo, os pressupostos relacionados a normalidade dos dados.

Nessa pesquisa, os dados foram analisados de forma quantitativa. Segundo Knechtel (2014), a análise quantitativa atua sobre um problema baseando-se em uma teoria, com variáveis que podem ser quantificadas acerca de um determinado

objeto de estudo, ou seja, quando ele busca, estatisticamente, quantificar as informações e opiniões colhidas.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa estudada é uma indústria de telha cerâmica localizada no agreste pernambucano, atuante no mercado industrial de telhas há mais de 45 anos e que conta, atualmente, com 45 colaboradores. Atualmente, a empresa oferece solução em produto de cerâmica vermelha, como a telha paulistinha, seu produto único e principal, destinada à construção civil e arquitetura.

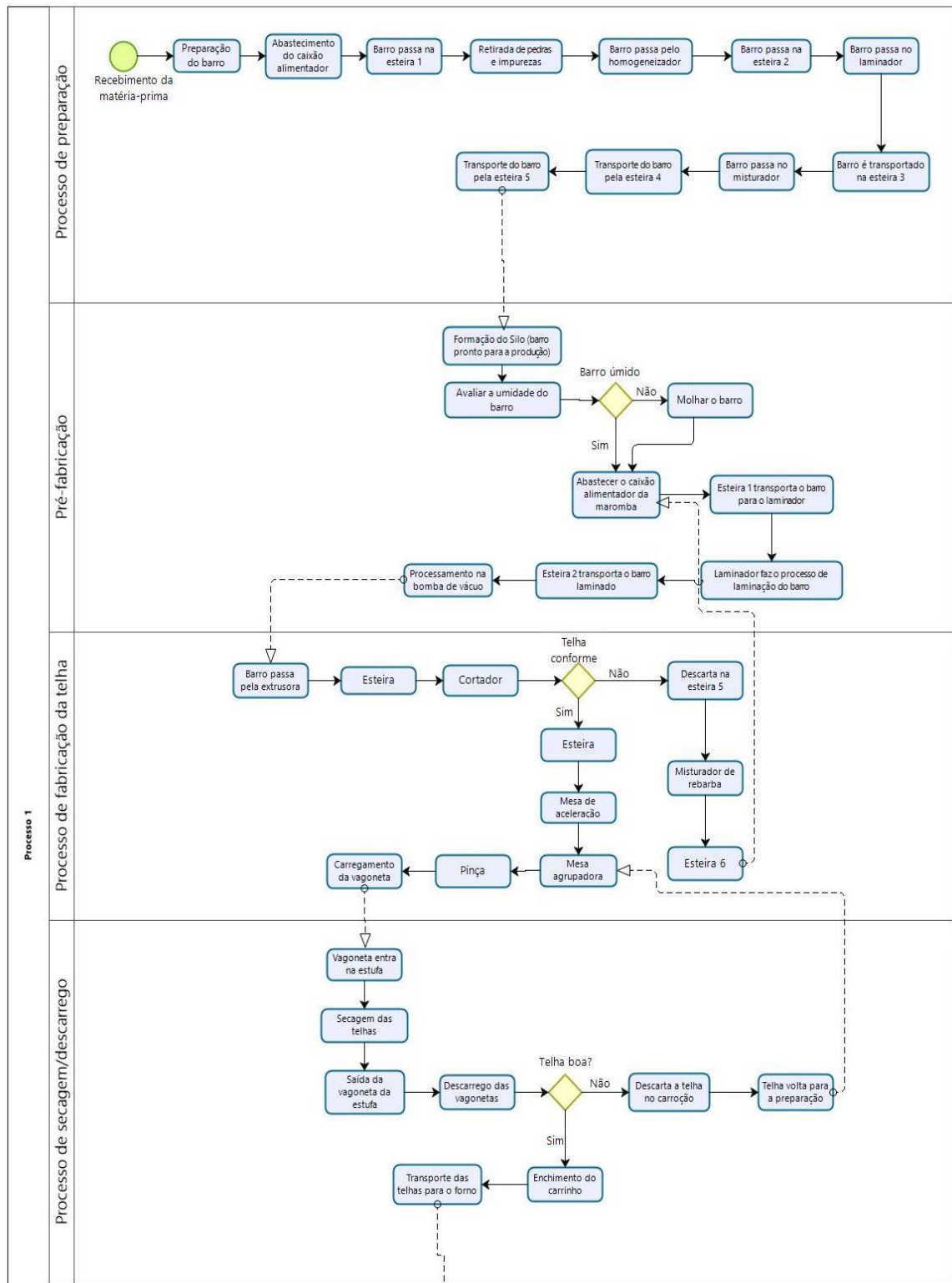
A empresa é capaz de fabricar atualmente uma média de até 640.000 telhas/mês, através do sistema de produção empurrada, do inglês “*push system*”, um processo produtivo planejado baseado em uma previsão da demanda, onde cada processo produz uma determinada quantidade independente do consumo do processo seguinte.

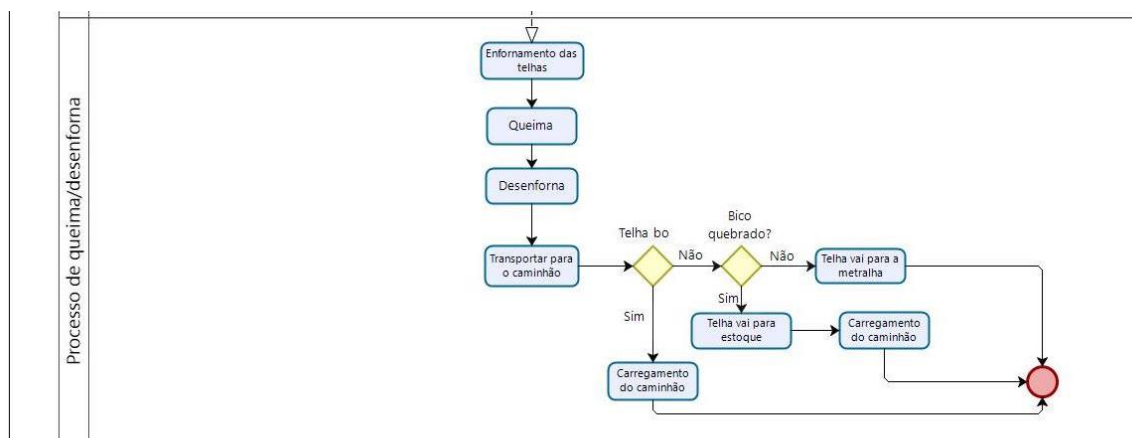
A empresa possui uma iniciativa voltada para melhoria contínua e está em busca de aumentar a sua produtividade. É sinônimo de inovação, elemento que a diferencia das demais empresas do segmento no mercado e que a destaca entre os concorrentes. Algumas provas disso são: a associação com a Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER) e com o Sindicato da Indústria de Cerâmica para Construção do Estado de Pernambuco (SINDICER-PE); ser a primeira fabricante de telhas do Nordeste a receber o certificado de Sustainable Carbon no mercado voluntário; aderir ao Programa Setorial de Qualidade (PSQ); ter recebido diversos prêmios como o João de Barro, VI Prêmio Sistema FIEPE de Sustentabilidade Ambiental – Pequena Empresa; entre outros.

4.2 ANÁLISE DO ESTADO ATUAL DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO

Para a produção da telha paulistinha existem algumas etapas no processo para que ela seja fabricada em condições ideais. Essas etapas são apresentadas no fluxograma abaixo (figura 2).

Figura 2 – Processo de fabricação da telha paulistinha na empresa estudada





Powered by
bizagi
Modeler

Fonte: Da pesquisa (2023)

O processo de produção da telha se inicia já no recebimento da matéria-prima que abrange 3 tipos de argilas para a sua composição: argila preta, argila amarela e argila vermelha. A etapa de recebimento, apesar de não fazer parte diretamente da produção, é importante, pois ela irá impactar fortemente na qualidade do produto. Para tal conhecimento, ensaios de qualidade de cada argila precisam ser feitos diariamente para apurar o resíduo obtido em cada uma delas. São esses ensaios que nos dirão se o produto será durável e resistente, capaz de abarcar às suas necessidades e, ainda, se ele terá uma baixa absorção de água e boa impermeabilidade.

Após análise laboratorial, o traço é preparado e o abastecimento do caixão alimentador é feito. Em seguida, o barro já traçado passa pelo homogeneizador, laminador e misturador, respectivamente, e é conduzido por uma esteira até chegar ao local destinado para a formação do silo. Após essa etapa, o barro é transportado através de uma carregadeira até um outro caixão alimentador, onde o barro é depositado. É um equipamento robusto e suporta grandes pesos, além de ser responsável por abastecer toda a linha de produção de maneira eficaz e uniforme.

Em seguida, o barro passa por um novo processo de laminação, mistura, compactação do barro em uma câmara de alta pressão equipada com sistema de vácuo e extrusão. A telha já extrusada, mas ainda em formato de bastão contínuo, passa pela máquina de corte e marcação dos pinos para ganhar a sua forma real (esta última feita manualmente), gerando rebarbas que são descartadas em esteiras para retornar ao caixão alimentador. Após o corte e a marcação, as telhas seguem por uma esteira até a mesa de aceleração onde é conduzida por um

colaborador até a mesa agrupada, esta última responsável por unir as telhas e formar um “pacote” (agrupamento de 18 telhas). Esses pacotes são conduzidos por uma outra esteira até a pinça, que fica responsável por carregar cada piso das vagonetas. Responsável por punir a produtividade desde o momento de formação da peça até o processo de enformamento, essa etapa onde a telha ainda está crua requer uma atenção especial.

Após carregada, cada vagoneta sai do elevador e segue até a estufa onde passa por uma secagem artificial para que possa estar no ponto ideal após 24h. Apesar do controle diário em analisar o % de umidade da telha após secagem, a saída das telhas da estufa é um ponto crucial, pois nela as telhas se quebram mais facilmente. Em seguida, as telhas são descarregadas das vagonetas, colocadas em carrinhos (não automatizados) e conduzidas até o forno onde são enformadas.

Após a enforma, a próxima etapa é a de queima. É uma das etapas mais importantes do processo, pois é nela que a telha irá obter a resistência necessária e a coloração ideal. Para que se tenha um produto de alta qualidade é indispensável nessa etapa o controle rigoroso e constante das temperaturas, para que a queima real se aproxime o máximo possível da queima ideal. Em seguida, e em seu último processo, a telha é desenformada e transportada até a plataforma, onde ficará disponível para entregas ao cliente final. O arranjo físico do setor de extrusão está representado na figura 3.

Figura 3 – Arranjo físico do setor de extrusão da telha paulistinha na empresa estudada



Fonte: Reprodução/Instagram da empresa (2023)

A seguir, são apresentados detalhes sobre a aplicação do MASP para o estudo em questão.

5 APLICAÇÃO DO MASP NO CONTEXTO DE ESTUDO

Para fins de estudo, foram utilizadas as oito etapas de desenvolvimento do MASP, em acordo com as fases do PDCA. Em cada etapa, foram utilizadas ferramentas de qualidade a fim de dar apoio ao levantamento dos dados e à tomada de decisão.

5.1 ETAPAS DO MASP

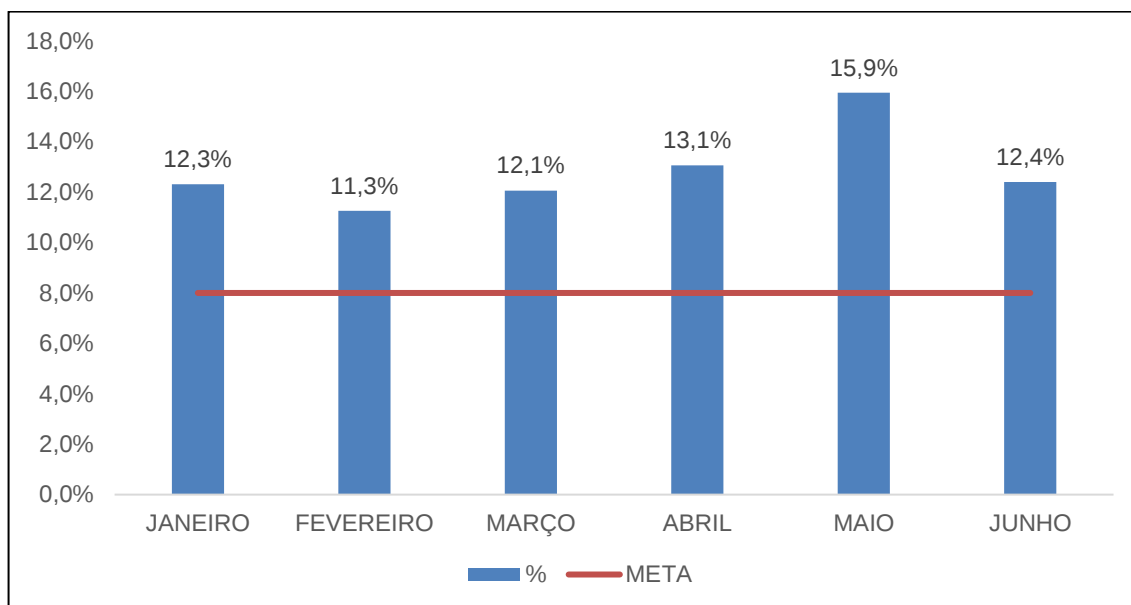
5.1.1 Identificação do problema

No estudo em questão, a empresa detém de duas etapas com perdas significativas em seu processo produtivo (secagem e queima) que necessitam serem analisadas e estudadas, buscando assim o aumento da sua produtividade e, conseqüentemente, a redução do alto índice de refugo. Uma vez que ambas as etapas possuem correlação, elas foram estudadas em conjunto, onde as ações e decisões tomadas para a fase queimada serão executadas ainda na sua fase crua.

Em decorrência do nível de dificuldade do processo produtivo das telhas, o índice de perda na fase de secagem, ou seja, antes de entrar no forno, é de em média 13,0% no período da análise. Isso mostra que de todo o volume de produção, esse percentual de fabricação mensal é descartado de alguma forma antes de finalizar o fluxo. As perdas após a queima também são expressivas, e isso nos mostra que estão sendo cometidas possíveis falhas no processo de fabricação, porém, essas anomalias só podem ser encontradas com maior nitidez após a queima, ou seja, na desenforna das telhas.

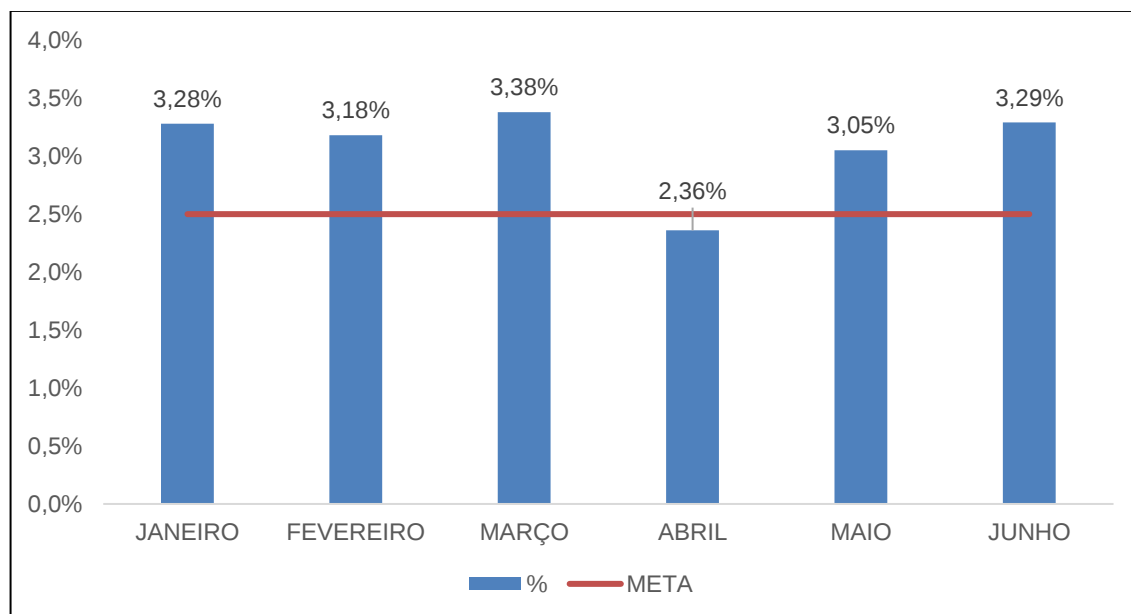
Os gráficos 1 e 2, respectivamente, mostram o percentual de telhas defeituosas nas duas etapas no 1º semestre de 2022. É importante destacar que para a empresa o que representa uma perda aceitável na fase crua ou de secagem como é chamada internamente, é de no máximo 8,0% e na queima de 2,5%.

Gráfico 1 – Percentual de perda na etapa de secagem no 1º semestre de 2022



Fonte: Da pesquisa (2023)

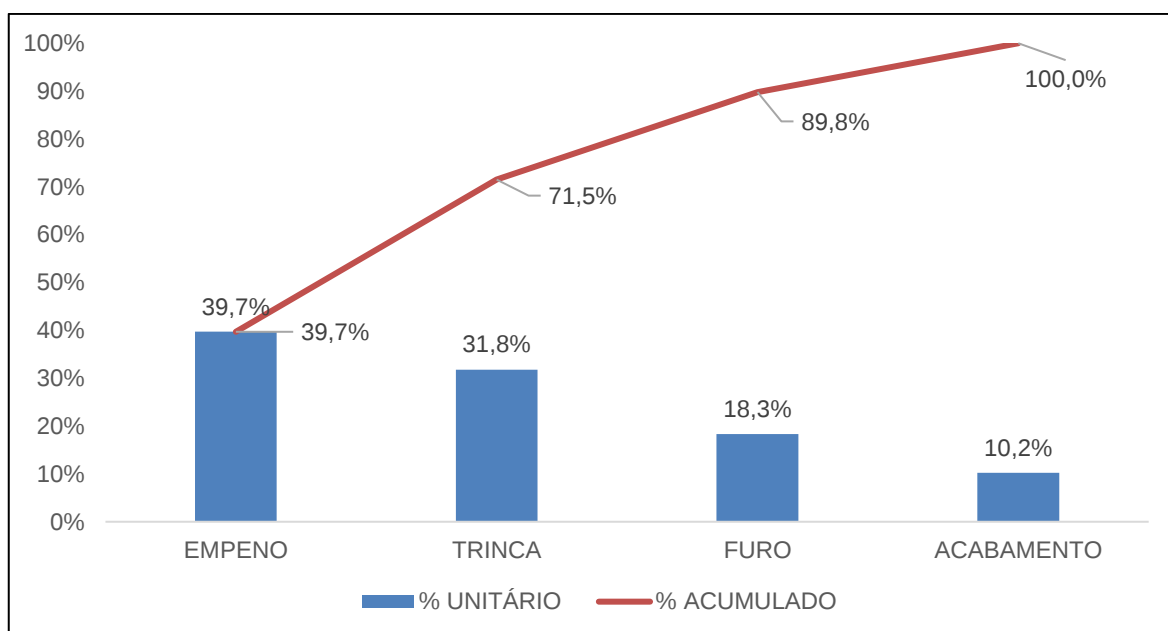
Gráfico 2 – Percentual de perda na etapa de queima no 1º semestre de 2022



Fonte: Da pesquisa (2023)

A partir dos dados apresentados nos gráficos 1 e 2, é possível notar que há um impacto causado por ambas as etapas no indicador de produtividade. Como apoio para uma análise mais bem estruturada e direcionada, através do uso do Gráfico de Pareto, foi possível identificar os principais e possíveis causadores dessas perdas, considerando inicialmente os defeitos oriundos da área da maromba (ou extrusora), onde a telha nasce de fato. O gráfico 3 mostra a relevância dos defeitos causadores das perdas que impactam na qualidade final das telhas.

Gráfico 3 – Gráfico de Pareto para análise dos defeitos gerais da telha



Fonte: Da pesquisa (2023)

Durante a etapa de fabricação da telha, podem ocorrer empenos e trincas (não visíveis e aparentes nesta fase) que geralmente iniciam-se nas bordas e se propagam até o centro da peça, no caso da trinca. Na etapa de secagem, foi identificada uma quantidade expressiva de telhas empenadas que estavam sendo desperdiçadas por não estarem em boas condições para continuar o processo, e esse desperdício se dá devido a problemas que surgem no momento de fabricação da telha. O quadro 1 apresenta com mais detalhe cada tipo de perda e suas características, a fim de mostrar que o setor da maromba deve ser uma área prioritária no tratamento das não conformidades.

Quadro 1 – Detalhamento das perdas gerais

TIPO DA PERDA	CARACTERÍSTICA DA PERDA
Empeno	Perda que, além de comprometer a estabilidade da telha, ainda gera perda na sua estética e funcionalidade.
Trinca	Perda gerada por uma fissura visível capaz de comprometer a resistência da telha e gerar risco à segurança do cliente, uma vez que a telha trincada pode vir a quebrar.
Furo	Perda causada pela presença de impurezas no barro (pedras e raízes), que passaram despercebidas pelo operador ainda na fase crua, e, por não terem sido notadas, seguiram no processo.
Acabamento	Perda gerada por possível falha operacional, onde um leve desajuste do cortador ou no posicionamento dos arames, faz com que o corte da telha não saia perfeito e gere assim mal acabamento em suas laterais.

Fonte: Da pesquisa (2023)

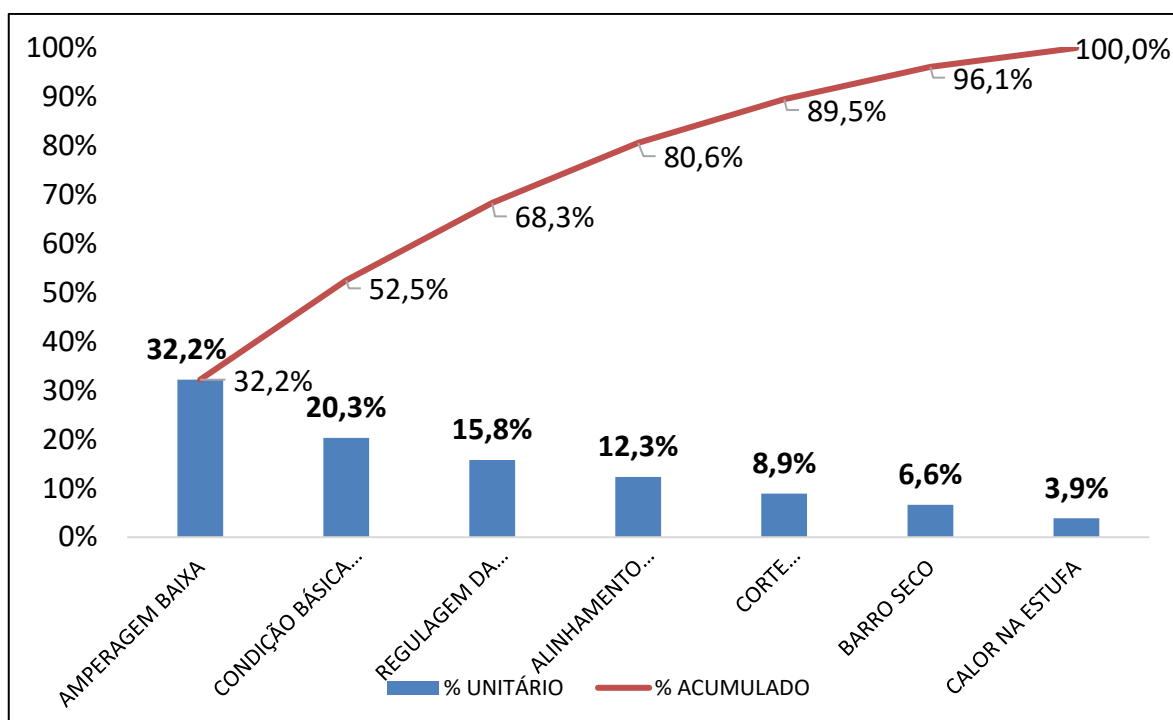
Com base na análise apresentada, é possível perceber que a maromba contribui, de fato, significativamente com as perdas geradas nas etapas de secagem e queima, respectivamente.

5.1.2 Observação do problema

É importante, nessa fase, buscar direcionamentos estratégicos que auxiliem na tomada de decisão focada em uma área mais apropriada da fabricação. A etapa inicial da fabricação é a fase ideal para a detecção do maior número de não conformidades, pois nela, a matéria-prima pode retornar ao processo. A percepção das não conformidades nesta fase é um fator chave e de extrema importância, pois é nela que podemos alavancar a produtividade e mitigar, ou até mesmo eliminar, a geração de defeitos.

A perda na etapa em que a telha se encontra ainda crua, em sua grande maioria, tem relação com defeitos que surgem quando a telha está em movimento, tendo em vista a sua fragilidade em deformar antes mesmo do enformamento. A partir da apresentação do gráfico 3, foi possível observar o empeno e as trincas como os dois fatores que lideraram como sendo os principais causadores de anomalias nas telhas. Com isso, será focado esforço nesses dois fatores para aumentar a qualidade da telha e eliminar perdas. A seguir, foi realizada uma análise nos fatores que mais impactam para essas perdas, e no gráfico 4 é possível visualizar o resultado.

Gráfico 4 – Gráfico de Pareto para análise dos causadores de perdas na etapa crua



Fonte: Da pesquisa (2023)

No gráfico 4, é possível observar que amperagem baixa, condição básica das vagonetas, regulagem da boquilha e alinhamento das pinças, além de estarem correlacionados, juntos, representam mais de 80% das perdas. Para um maior e melhor entendimento, no quadro 2 será descrito as causas de cada um desses ofensores.

Quadro 2 – Detalhamento dos ofensores de perdas e suas causas

FENSOR	CAUSA
Amperagem baixa	A dosagem de água em excesso no misturador faz com que a telha chegue à pinça sem a dureza necessária, causando assim deformação (empeno) da peça.
Condição básica das vagonetas	O calor excessivo e diário que as vagonetas recebem na estufa, causa danos à sua estrutura, por isso, a falta de manutenção periódica faz com que os tubos desgastados e desalinhados, gerem empeno nas telhas.
Regulagem da boquilha	A falha mecânica na regulagem dos freios da boquilha, que controlam o fino fluxo da argila no interior da boquilha, causa empeno na telha e, posteriormente, perda na etapa seguinte.
Alinhamento das pinças	O desalinhamento das pinças compromete a estabilidade da telha ao ser carregada na vagoneta, gerando assim empeno e, conseqüentemente, perda na etapa seguinte.
Corte desregulado	O desajuste no cortador faz com que o arame não corte a telha com precisão, gerando assim pequenos defeitos na telha.
Barro seco	A presença de impurezas no barro (pedras e raízes) faz com que ocorram pequenos furos nas telhas, e elas sigam no processo sem que sejam notadas e retiradas pelo operador, chegando à etapa seguinte.

Calor na estufa	A ausência de calor na estufa, seja pelo mal funcionamento do soprador ou falta de calor vindo dos fornos, faz com que as telhas não sequem o suficiente e saiam da estufa ainda úmidas, acarretando assim no aumento das quebras.
-----------------	--

Fonte: Da pesquisa (2023)

Uma vez observado o problema, deve-se na fase seguinte analisar os fatores que levaram à tal causa do problema.

5.1.3 Análise do problema

Com base nas informações coletadas, os defeitos mais evidentes também passaram por uma análise, sendo ela feita através da aplicação da metodologia dos 5 Porquês para construir e implementar um plano de ação. É de suma importância destacar que, para a identificação das causas raízes, considerou-se os 80% dos efeitos, trazendo em uma ordem de impacto decrescente: amperagem baixa, condição básica das vagonetas, regulagem da boquilha e alinhamento das pinças.

Com os dados em mãos, foi então realizado um *Brainstorming* com alguns dos operadores e líderes da área para que eles pudessem expor as suas ideias de forma livre e sem críticas e, assim, contribuir na busca por ações para solucionar os problemas. O quadro 3, apresenta a aplicação dos 5 Porquês a fim de encontrar as causas raízes que geram os principais problemas causadores das perdas abordados na fase de observação. Cabe observar que, nesse estudo, utilizou-se a ferramenta dos 5 Porquês, pois possui uma visão filosófica que permite encontrar a causa raiz do problema. Além de ser uma ferramenta que está sendo utilizada mais frequentemente na empresa com o objetivo de tratar diferentes problemas, desejando assim reforçar seu uso.

Quadro 3 – Aplicação dos 5 Porquês na etapa crua

PROBLEMA	Porquê?	Porquê?	Porquê?	Porquê?	Porquê?
<i>Amperagem baixa</i>	Barro muito úmido.	Não há uniformidade no fluxo de água utilizado.	Operador realiza o controle visualmente e manualmente da água.	Falta de sistema automatizado para medição e controle da água.	Não há investimento para a aquisição.
<i>Condição básica das vagonetas</i>	Desgaste da estrutura devido ao calor recebido diariamente na estufa.	São utilizadas as mesmas vagonetas todos os dias.	Falta de rotatividade com as vagonetas reserva.	Não há um controle de manutenção preventiva das vagonetas.	Falta de liberação de recursos financeiros para a compra de material.

<i>Regulagem da boquilha</i>	Desgaste nos freios das boquilhas.	Alta pressão do barro na região central na boquilha.	Barro com alto teor de resíduos.	Jazidas não possuem uniformidade no barro.	Características da região.
<i>Alinhamento das pinças</i>	Desgaste do alinhamento devido ao uso contínuo.	Aumento do peso das telhas força o nivelamento das pinças.	Não há uma substituição periódica da boquilha.	Dificuldade na regulagem da boquilha.	Algumas peças são compradas separadamente e não possuem compatibilidade com o maquinário.

Fonte: Da pesquisa (2023)

Após a aplicação da metodologia dos 5 Porquês na etapa crua, foi realizada uma nova aplicação, dessa vez com a etapa de queima.

Quadro 4 – Aplicação dos 5 Porquês na etapa de queima

PROBLEMA	Porquê?	Porquê?	Porquê?	Porquê?	Porquê?
<i>Empeno</i>	Deformação da telha no instante do carregamento.	Vagoneta com tubos deteriorados.	Não houve a retirada da vagoneta da linha.	Ausência de vagonetas reservas para a substituição.	Falta de material para a manutenção das vagonetas.
<i>Trinca</i>	Barro muito forte.	Não resiste às altas temperaturas postas pelos foguistas.	Foguistas não queimam com estabilidade.	Aplica um carregamento maior do que o padrão para se beneficiar.	Não possui um POP.
<i>Furo</i>	Telha seguiu com furo por todo o processo.	Falha do operador.	Alto índice de impurezas no barro impossibilita a visualização de todas as telhas com furo.	A área de extração é escassa de argila com poucas impurezas.	Característica da região.
<i>Acabamento</i>	Arame inserido com folga.	Cortador fora de esquadro.	Manutenção na máquina é corretiva.	Falta peça de reposição para se ter uma manutenção preventiva.	Compra só é realizada após autorização do setor financeiro.

Fonte: Da pesquisa (2023)

Conforme os resultados obtidos, após a aplicação da metodologia, é possível perceber que algumas das causas raízes são de natureza gerencial, porém, as ações irão envolver não apenas as lideranças, mas as equipes operacionais também. Com isso, foi realizado um *Brainstorming* com toda a equipe para alçar possíveis ideias das causas raízes apresentadas pela ferramenta dos 5 Porquês e proporcionar a esses colaboradores uma participação mais ativa.

Quadro 5 – *Brainstorming* para solução das perdas nas etapas de secagem e queima

PROBLEMA	IDEIA
<i>Amperagem baixa</i>	Implantar controle de água com um sistema automatizado.
<i>Condição básica das vagonetas</i>	Monitorar e controlar a manutenção, periodicamente, a fim de não acumular vagonetas deterioradas fora da linha de produção.
<i>Regulagem da boquilha</i>	Ter peças de reposição em estoque para testar as boquilhas mais previamente e em um intervalo de tempo menor.
<i>Alinhamento das pinças</i>	Controlar o peso das telhas e a manutenção das pinças.
<i>Empeno</i>	Monitorar o carregamento das telhas nas vagonetas e o mantimento de uma manutenção preventiva nas vagonetas.
<i>Trinca</i>	Acompanhar e controlar a queima até o resfriamento, assim como as mudanças dos traços.
<i>Furo</i>	Instalar um poka-yoke que identifique telhas fora do padrão especificado a fim de auxiliar na visualização do operador.
<i>Acabamento</i>	Substituir o cortador e acompanhar a periodicidade de manutenção das peças de reposição.

Fonte: Da pesquisa (2023)

5.1.4 Plano de ação

Apesar de apresentarem correlação, as análises das etapas foram realizadas de forma separada. Dessa forma, o plano de ação foi construído com base em ações designadas para as causas raízes dos problemas nas duas etapas estudadas. Partindo das ideias levantadas após o *Brainstorming*, foi realizada uma matriz de impacto x esforço a fim de priorizar as ideias que se tornariam ações. A seguir, nas figuras 4 e 5, respectivamente, serão apresentadas as matrizes de impacto x esforço para solução das perdas nas etapas de secagem e queima.

Figura 4 - Matriz impacto x esforço para solução das perdas na etapa de secagem

+ IMPACTO -	* Monitorar e controlar a manutenção, periodicamente, a fim de não acumular vagonetas deterioradas fora da linha de produção; * Controlar o peso das telhas e a manutenção das pinças.	* Implantar controle de água com um sistema automatizado; * Ter peças de reposição em estoque para testar as boquilhas mais previamente e em um intervalo de tempo menor.
	- ESFORÇO +	

Fonte: Da pesquisa (2023)

Figura 5 - Matriz impacto x esforço para solução das perdas na etapa de queima

+ IMPACTO -	* Monitorar o carregamento das telhas nas vagonetas e o mantimento de uma manutenção preventiva nas vagonetas; * Acompanhar e controlar a queima até o resfriamento, assim como as mudanças dos traços.	* Instalar um poka-yoke que identifique telhas fora do padrão especificado a fim de auxiliar na visualização do operador; * Substituir o cortador e acompanhar a periodicidade de manutenção das peças de reposição.
	- ESFORÇO +	

Fonte: Da pesquisa (2023)

Diante das ações expostas para a solução das perdas nas etapas de secagem e queima, é possível observar que elas foram caracterizadas como ações impactantes. Porém, devido a necessidade de recursos, nem todas poderão ser finalizadas de imediato, por isso, o plano de ação irá focar em priorizar as ações do

1º quadrante em ambas as etapas, pensando na geração de resultados mais rápidos para a empresa. A depender dos recursos, as ações do 2º quadrante também serão priorizadas, tendo em vista que, apesar de serem mais complexas, irão trazer um retorno positivo ainda maior para a empresa.

Com o mapeamento das causas raízes das perdas que impedem o aumento da produtividade, com as ideias expostas e, posteriormente, com as suas priorizações, é possível estruturar um plano de ações.

5.1.5 Execução das ações

A partir da utilização da matriz impacto x esforço, será apresentado um plano com as ações que foram executadas conforme as priorizações expostas, porém, em acordo com a situação atual da empresa.

Quadro 6 – Aplicação do 5W1H

Problema	What? (O que será feito?)	Who? (Quem é responsável?)	When? (Quando será feito?)	Where? (Onde será feito?)	Why? (Por que será feito?)	How? (Como será feito?)
Operagem baixa	Implantar controle de água com sistema automatizado.	Equipe de manutenção	Jun/2022	Misturador da maromba	Evitar que haja água em excesso e o barro fique muito úmido.	Mudança na estrutura do misturador para melhor instalação do sistema.
Condição básica das vagonetas	Monitorar e controlar a manutenção das vagonetas.	Estagiária de manutenção / Soldador	Jan/2022	Sala de solda	Evitar que as vagonetas se deteriorem todas ao mesmo tempo e causem empeno nas telhas.	Planilha alimentada semanalmente com a descrição do estado físico das vagonetas e o que está sendo realizado nelas.
Regulagem da boquilha	Adquirir peças de reposição para testar as boquilhas.	Gerente de produção	Mai/2022	Oficina	Auxiliar na troca de boquilhas, em um curto espaço de tempo, a fim de evitar o aumento do peso das telhas e	Realizar um cronograma onde será datada todas as trocas de peças realizadas, assim como o tempo de

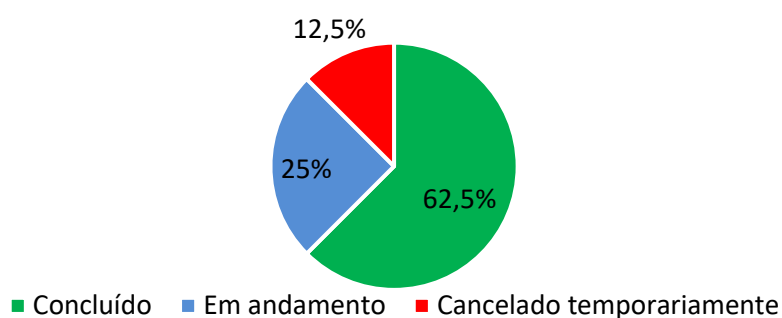
					assegurar o controle do processo.	uso e substituição de uma boquilha para outra.
Alinhamento das pinças	Controlar o peso das telhas e a manutenção das pinças.	Gerente de produção/ Equipe de manutenção	Jan/2022	No chão de fábrica	Evitar que as telhas ultrapassem o limite de peso e sobrecarreguem as pinças, garantindo maior desempenho na execução da sua atividade.	Através de checklist, será monitorado, diariamente, o estado das pinças.
Empeno	Monitorar o carregamento das telhas nas vagonetas e a manutenção preventiva delas.	Analista de PCP/ Soldador	Fev/2022	No chão de fábrica/ sala de solda	Diminuir o impacto de perdas de telhas secas gerado por um mal carregamento e por vagonetas deterioradas.	Controlar, através de registros em planilhas, o período de manutenção das vagonetas e supervisionar o processo de carregamento das vagonetas durante o período de produção.
Trinca	Acompanhar e controlar a queima até o resfriamento, e as mudanças dos traços.	Gerente de produção, encarregados de produção e analista de PCP	Diariamente	Fornos	Manter conformidade e do procedimento e monitorar operadores que estão se desviando dele.	Reunião com os operadores da área, seguido de treinamento do POP, bem como o controle em planilha alimentada a cada queima com as etapas do processo.
Furo	Instalação do poka-yoke para identificar telhas fora do	Equipe terceirizada	Mai/2022	Maromba	Auxiliar e melhorar a visualização do operador.	Através de um sistema elétrico programado, o poka-

	padrão especificado.					yoke será instalado sobre o gravador das telhas, onde um jato de tinta será lançado toda vez que realizar uma leitura de telha fora do padrão programado.
Acabamento	Substituição do cortador e acompanhamento da periodicidade de manutenção das peças de reposição.	Equipe de manutenção o/ Estagiária de manutenção	Jun/2022	Cortador	Evitar o corte desigual e o retrabalho.	Regulando a linha de corte e alimentando o planilha diariamente como forma de controle.

Fonte: Da pesquisa (2023)

A seguir, será apresentado o status do cumprimento das ações como forma de acompanhamento.

Gráfico 5 – Representação do status de cumprimento das ações



Fonte: Da pesquisa (2023)

É importante destacar que 12,5% das ações ainda não foram cumpridas até a conclusão dessa pesquisa. Porém, este percentual se refere às ações que, por necessitarem de investimento e demandarem mais esforço por parte da empresa, precisaram ser canceladas temporariamente. Com isso, temos 87,5% das ações em curso, onde 62,5% estão concluídas e 25% em andamento, mas, todas em acompanhamento contínuo.

5.1.6 Verificação

Mensurar a eficácia do plano de ação é de extrema importância, pois, além de enriquecer o planejamento e a condução do projeto, traduz, a partir dos números, a transparência das informações para a tomada de decisão da equipe. Com essa segurança nas informações do plano, é possível corrigir problemas no processo produtivo. Portanto, das ações aplicadas, a eficácia obtida por elas gerou, além dos resultados positivos para a redução no percentual de telhas defeituosas, o aumento da produtividade e o ganho de qualidade final da telha.

5.1.7 Padronização e fechamento da aplicação (Conclusão)

A partir da execução do plano, algumas das atividades precisam da padronização, ou seja, devem ser inseridas na rotina da empresa e contar com a participação de todos os envolvidos. Visto a relevância e o retorno positivo que os procedimentos geraram e ainda podem gerar para a empresa, o gestor se comprometeu junto aos colaboradores, manter a utilização de POP's, assim como o controle e monitoramento das áreas estudadas no decorrer da análise. A aplicação do MASP se mostrou útil para o estudo em questão, onde proporcionou a análise e solução do problema através do desenvolvimento das etapas e com o suporte de algumas das ferramentas da qualidade, como Gráfico de Pareto, *Brainstorming* e 5w1h. Com isso, foi possível perceber a efetividade da sua utilização, trazendo redução satisfatória para a empresa, tanto no índice de telhas defeituosas como no aumento da produtividade e da sua qualidade, garantindo assim a competitividade da empresa no mercado em que ela se encontra. Mas para isso, é fundamental que, para a empresa continuar alcançando essas reduções, ela possa dar continuidade na utilização do método.

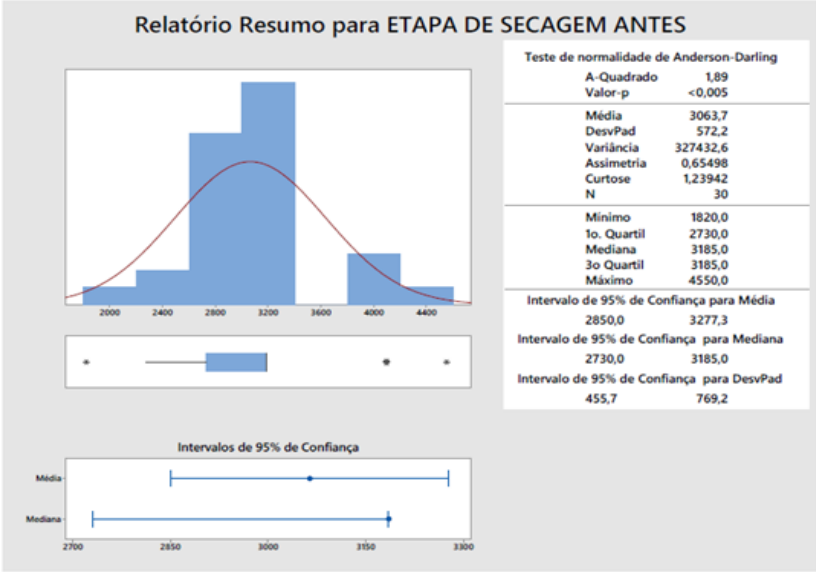
5.2 COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO

Esta seção tem por objetivo realizar uma análise estatística do quantitativo de telhas defeituosas na etapa de secagem e queima. Para isso, foram coletadas amostras de tamanho 30 na etapa de secagem antes e depois da melhoria, assim como na etapa de queima, sendo essas amostras relativas às perdas diárias nos dois setores, onde a variável utilizada refere-se à quantidade produzida. Inicialmente, foram levantadas as estatísticas descritivas dos dados e dentre os

resultados obtidos, é possível notar que os dados da etapa de secagem antes da melhoria não seguem uma distribuição normal.

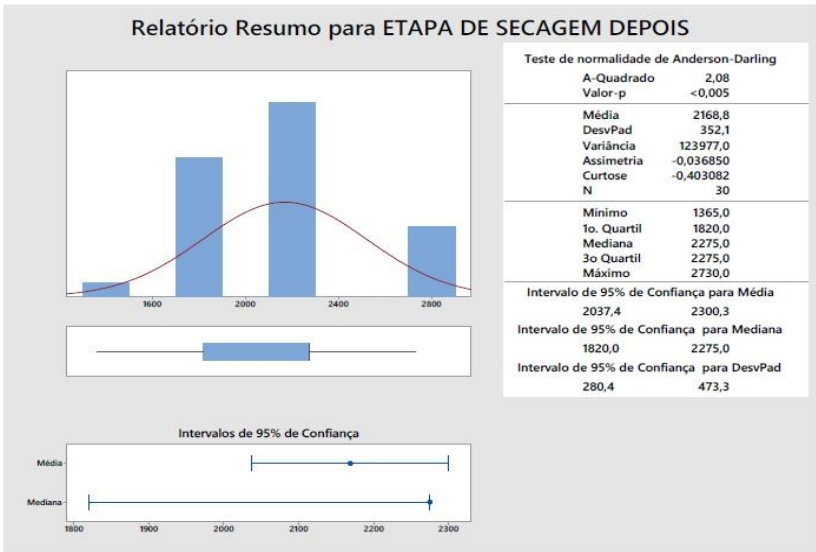
O Teste de Normalidade de Anderson-Darling foi utilizado para testar a hipótese nula, e na etapa de secagem, tanto antes quanto depois da melhoria, rejeita-se H0, ou seja, nessa etapa os dados não seguem uma normal. Já na etapa de queima, antes da melhoria, os dados também não seguem uma distribuição normal, mas em contrapartida, após a melhoria os dados seguem uma distribuição normal, e por isso aceita-se H0.

Figura 6 – Estatística descritiva dos dados na etapa de secagem antes da melhoria



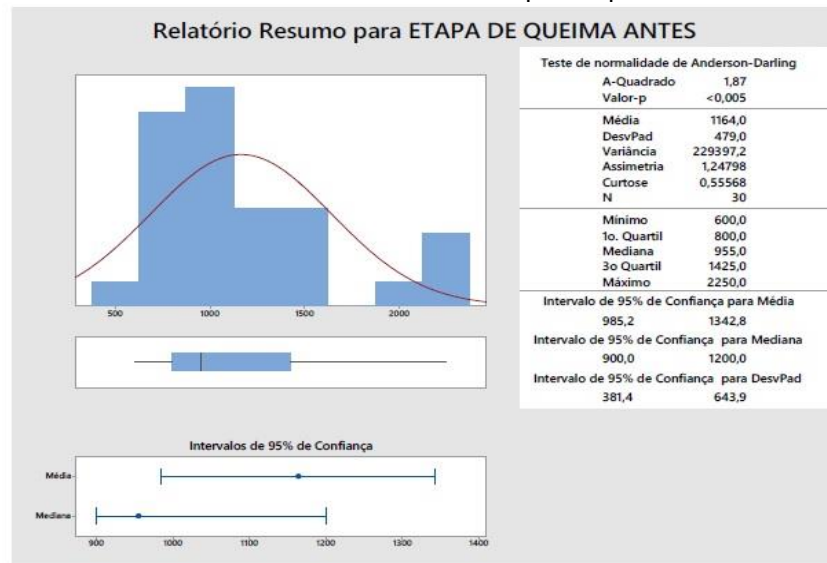
Fonte: Da pesquisa (2023)

Figura 7 – Estatística descritiva dos dados na etapa de secagem depois da melhoria



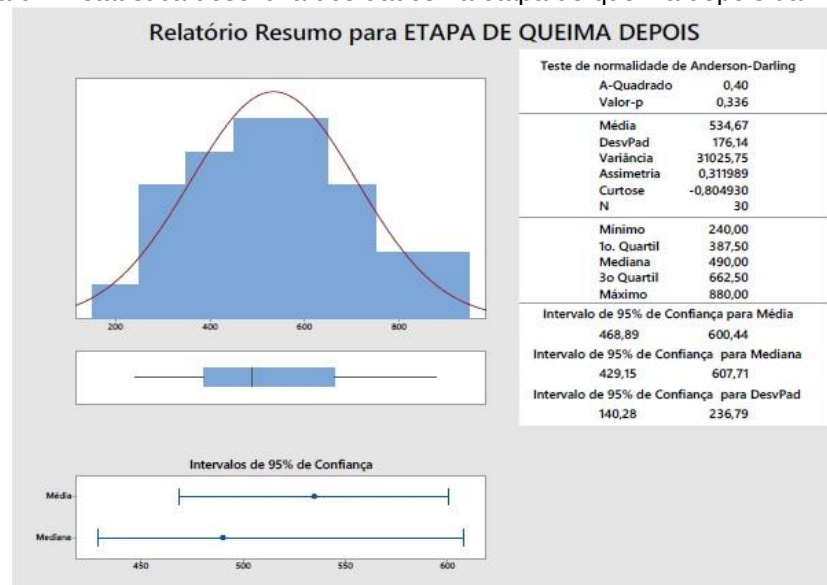
Fonte: Da pesquisa (2023)

Figura 8 – Estatística descritiva dos dados na etapa de queima antes da melhoria



Fonte: Da pesquisa (2023)

Figura 9 – Estatística descritiva dos dados na etapa de queima depois da melhoria



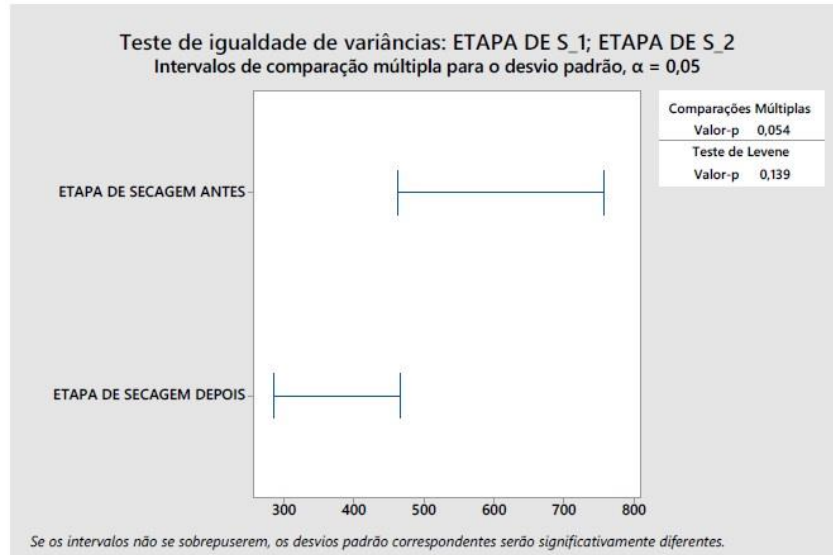
Fonte: Da pesquisa (2023)

De posse da análise de aderência das amostras à uma distribuição normal, a próxima etapa é verificar se as amostras possuem uma homogeneidade de variância. A estatística descritiva e análise de homogeneidade de variância são feitas para subsidiar a escolha da técnica de estatística paramétrica ou estatística não paramétrica a fim de detectar a diferença significativa dos dados.

A Figura 10, referente à homogeneidade de variância, mostra que para a etapa de secagem as amostras possuem variância homogênea, onde se aceita a hipótese nula. Já para a etapa de queima, o Teste de Comparação Múltipla e o

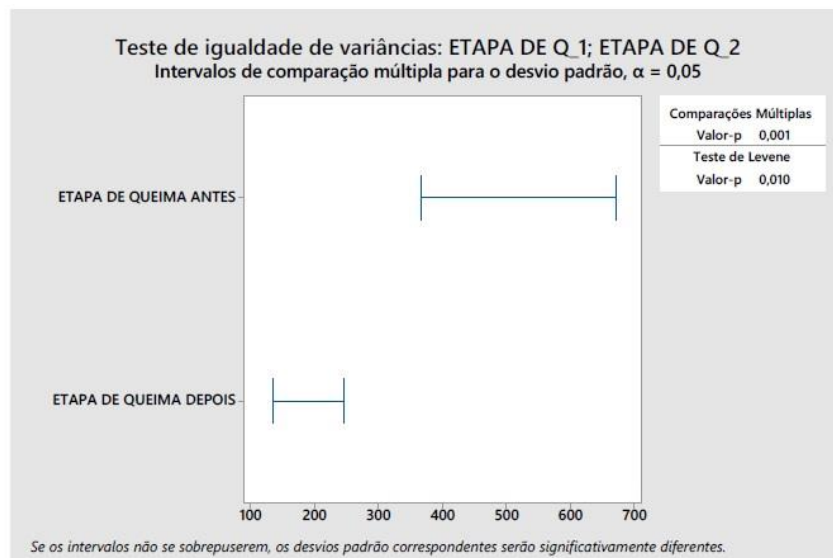
Teste de Levene, rejeitam H_0 , ou seja, as variâncias não são homogêneas (figura 11).

Figura 10 – Análise de homogeneidade de variância na etapa de secagem antes e depois da melhoria



Fonte: Da pesquisa (2023)

Figura 11 – Análise de homogeneidade de variância na etapa de queima antes e depois da melhoria



Fonte: Da pesquisa (2023)

Em seguida, para o processo de secagem a luz dos resultados obtidos na avaliação dos pressupostos anteriores, será selecionado o Teste de Mann-Whitney. Ele é um teste não paramétrico para comparar duas populações utilizando somente os postos dos dados de duas amostras independentes, não requer normalidade dos dados, mas assume variâncias iguais (DOANE, SEWARD, 2014).

Levando em consideração a hipótese nula, ele mostra que a etapa de secagem, antes da melhoria, possui o quantitativo de telhas defeituosas estatisticamente igual ao quantitativo de telhas defeituosas depois da melhoria. Em contrapartida, o *Software Minitab* utilizado no estudo, permite fazer uma configuração de hipótese alternativa para testar se o quantitativo de telhas antes da melhoria é realmente maior do que o quantitativo de telhas depois da melhoria. E como resultado obtido, a hipótese nula foi rejeitada, ou seja, o quantitativo de telhas defeituosas depois da melhoria é realmente menor do que o quantitativo de telhas antes da melhoria.

Figura 12 – Teste de Mann-Whitney para a etapa de secagem antes e depois da melhoria

```

      N  Mediana
ETAPA DE SECAGEM ANTES  30  3185,0
ETAPA DE SECAGEM DEPOIS 30  2275,0

A estimativa pontual para  $\eta_1 - \eta_2$  é 910,0
O IC percentílico de 95,2 para  $\eta_1 - \eta_2$  é (455,2;910,2)
D = 1292,0
Teste de  $\eta_1 = \eta_2$  versus  $\eta_1 > \eta_2$  significativo a 0,0000
O teste é significativo a 0,0000 (ajustado para empates)

```

Fonte: Da pesquisa (2023)

Por fim, na Figura 13, o Teste de Kruskal-Wallis é utilizado para a etapa de queima por ser um Teste de Comparação entre as medianas de amostras independentes, podendo ser visto como a generalização do Teste de Mann-Whitney. De posse dos dados apresentados, pode-se dizer que existe subsídios que sustentam a existência de diferenças relevantes entre as medianas, ou seja, H_0 foi rejeitado e os resultados são significativos, gerando assim uma nova população.

Figura 13 – Teste de Kruskal-Wallis para a etapa de queima antes e depois da melhoria

```

Teste de Kruskal-Wallis em Queima

Cenario  N  Mediana  Posto Méd  Z
1 (antes)  30  955,0  44,2  6,06
2 (depois) 30  490,0  16,8 -6,06
Global    60  30,5

H = 36,74  GL = 1  P = 0,000
H = 36,80  GL = 1  P = 0,000 (ajustado para empates)

```

Fonte: Da pesquisa (2023)

5.3 IMPLICAÇÕES GERENCIAIS

A partir dos resultados obtidos com a aplicação do MASP, a ideia é estender para outras áreas da empresa, bem como replicá-la nesses 2 setores no sentido de reduzir ainda mais as perdas, com intuito de alcançar uma meta de 5% na secagem e 2% na queima. É importante destacar que após a aplicação, a média percentual de telhas defeituosas na fase de secagem reduziu de 18,5% para 10,7%. Apesar de não ter atingido o objetivo alvo de perda, as telhas defeituosas nessa fase não penalizaram o resultado. E a etapa de queima apresentou resultados expressivos, tendo como uma média, antes da aplicação, de 3,09% e após a aplicação uma redução de refugo para 2,29%.

Além disso, a aplicação gerou novos avanços nos procedimentos gerenciais e operacionais, onde a equipe teve um bom envolvimento com o MASP, gerando assim o desenvolvimento de novos indicadores, bem como a elaboração de relatórios de acompanhamento através de quadro de gestão à vista e dashboards. Por fim, é importante salientar que a equipe envolvida neste projeto não possuiu dificuldades para compreender a metodologia proposta neste estudo, o que pode contribuir com a maturidade desta empresa no que diz respeito ao uso de outras metodologias relativas à qualidade e o gerenciamento operacional

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por finalidade identificar as causas das perdas no processo produtivo e aplicar o MASP para nortear ações de melhoria em uma indústria de artefatos cerâmicos. Os principais causadores de telhas defeituosas encontrados foram: amperagem baixa, condição básica das vagonetas, regulagem da boquilha e alinhamento das pinças. Utilizou-se a técnica dos 5 Porquês para auxiliar nas etapas de secagem e queima, nas quais foi realizada uma análise estatística para verificar diferenças significativas entre as médias dos dados relativos à quantidade produzida.

Os resultados sustentam o uso do MASP nesse tipo de contexto produtivo, afirmando que ele é uma ferramenta fundamental e útil para buscar as causas e propor as soluções aos problemas de toda organização. Como sugestão para trabalhos futuros, podemos utilizar o MASP em outras áreas da empresa não contempladas neste trabalho, a fim de continuar mantendo o conceito da metodologia. Além dos 5 Porquês, outras técnicas podem ser utilizadas para nortear o processo de pensamento como, por exemplo, a Árvore da Realidade Atual, uma ferramenta da Teoria das Restrições que possibilita nortear o processo de pensamento para encontrar a causa raiz do problema.

REFERÊNCIAS

- BOND, Maria T.; BUSSE, Angela; PUSTILNICK, Renato. **Qualidade Total: O que é e como alcançar**. Curitiba: Intersaberes, 2012.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerência de Qualidade Total: Estratégia para aumentar a competitividade da empresa brasileira** Belo Horizonte, Fundação Cristiano Ottoni. 1989.
- DEMING, W. Edwards; **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.
- DOANE, David P.; SEWARD, Lori E. **Estatística aplicada à administração e economia**. 4ª ed. AMGH Editora Ltda. 2014.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- Gomes, L. G. dos S. Reavaliação e melhoria dos processos de beneficiamento de não tecidos com base em reclamações de clientes. **Revista Produção Online**, v. 6 n. 2, 2006.
- IHME, Lana Ott. A aplicação do método de análise e solução de problemas (MASP) em empreendimentos da construção civil: estudo de caso. **Trabalho de conclusão de (graduação)**. UFRGS, 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/189393>> Acesso em: 30 novembro 2022.
- JACOBSEN, Alessandra de Linhares. **Gestão por Resultados, Produtividade e Inovação**. Florianópolis, UFSC, 2009.
- JURAN, J. M.; **Planejamento para a Qualidade**; 2ª Ed. São Paulo: Pioneira. 1992.
- KNECHTEL, Maria do Rosário. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. Curitiba: Intersaberes, 2014. 193 p.
- MARTINS, Thayná Souza Coelho. Aplicação de ferramentas da qualidade em empresa varejista e prestadora de serviços. **Trabalho de conclusão de (graduação)**. UFU, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/24334>> Acesso em: 26 setembro 2022.
- MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Editora Pini Ltda, 2010.
- MELLO, Carlos Henrique Pereira. **Gestão da qualidade** / Carlos Henrique Pereira Mello. – São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.
- NASCIMENTO, Vinícius Silva do. Utilização do método de análise e solução de problemas para aumento de produtividade em geração de peças de exportação: estudo de caso em uma fábrica de louças sanitárias. **Trabalho de conclusão de (graduação)**. UFPE, 2021. Disponível em:

<<https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/42517/1/TCC%20-%202021.1%20%28VERS%C3%83O%20FINAL%29%20-%20Vin%C3%ADcius%20Silva%20do%20Nascimento.pdf>>. Acesso em: 26 setembro 2022.

OLIVEIRA, Lucas Domingues de; CISLAGHI, Tatiane Pellin. Aplicação de ferramentas da qualidade: um estudo de caso em uma agropecuária da serra gaúcha. **Produto & Produção**, vol. 21, n.1, p. 43 - 64. 2020.

PALADINI, E. P. **Qualidade Total na Prática: Implantação e Avaliação de Sistemas de Qualidade Total**. S. Paulo: Ed. Atlas, 1994.

PALADINI, Edson Pacheco; **Gestão da qualidade: teoria e prática**, 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2004.

PEREIRA, Wagner. Utilização do MASP na melhoria do processo produtivo de uma empresa cerâmica. **Trabalho de conclusão de (graduação)**. UNISUL, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4224/1/TCC%20oficial%20-%20Copia.pdf>>. Acesso em: 16 agosto 2022.

PIECHNICKI, Ademir Stefano; KOVALESKI, João Luiz. Roteiro de aplicação do Masp: um Estudo de Caso na Indústria Madeireira. **SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA**, v. 8, 2011. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos11/36414372.pdf>>. Acesso em: 11 dezembro 2022.

POLACINSKI, E.; Veiga, R. S.; Silva, Vilmar Bueno; Tauchen, Joel. Implantação dos 5Ss e proposição de um SGQ para uma indústria de erva-mate. **Gestão Estratégica: Empreendedorismo e Sustentabilidade - Congresso Internacional de Administração**, 2012.

SANTOS, Felipe Horácio do Carmo; CHRISTO, Eliane da Silva; MOTTA, Eduardo Amorim. **Roteiro de aplicação do MASP no processo de laminação a frio e análise de suas principais implicações**. Anais XVII Simpep 2010, Bauru – São Paulo.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.. **Administração da Produção**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

TERNER, Gilberto Luís Kupper. Avaliação da aplicação dos métodos de análise e solução de problemas em uma empresa metal-mecânica. **Dissertação de Mestrado**. UFRGS, 2008. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/15589>>. Acesso em: 28 novembro 2022.

VERGARA, Sylvia Constant. **Gestão da Qualidade**. Editora FGV. 3ª Edição. Rio de Janeiro, 2006.