



LEAN SIX SIGMA PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE MATERIAL INDIRETO NA MONTAGEM EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR METAL MECÂNICO

André Luís Pereira Santiago¹ (Universidade Regional do Cariri - URCA)
andresantiago.eng@gmail.com

Francisca Jeanne Sidrim de Figueiredo Mendonça² (Universidade Regional do Cariri - URCA)
jeanne.sidrim@urca.br

José Francisco de Sousa Figueredo³ (Universidade Regional do Cariri - URCA)
jose.figueiredo@urca.br

Teresa Rachel Costa de Oliveira⁴ (Universidade Regional do Cariri - URCA)
rachel.oliveira@urca.br

João Batista Mendes Barbosa⁵ (Universidade Regional do Cariri - URCA)
joao.mendes@urca.br

A estratégia de gestão Lean Six Sigma tem sido utilizada nas empresas para traçar ações voltadas à redução de custos, eficiência e maior confiabilidade nos processos. Este trabalho tem como objetivo usar o Lean Six Sigma em um projeto para reduzir o consumo indireto de materiais em uma empresa manufatureira. O método utilizado foi um estudo de caso aplicado, junto de uma pesquisa bibliográfica. O estudo seguiu as etapas do DMAIC, e com o apoio de ferramentas da qualidade foi possível definir as metas a serem alcançadas em relação à redução do consumo de materiais indiretos, identificou-se o item com maior consumo no indicador, realizando então uma série de medições e análises dos dados obtidos, onde foi traçado um plano de ação para os responsáveis estabelecendo prazos. Após a execução das intervenções foi possível fazer uma comparação da situação antes e após o projeto, dessa forma percebeu-se que em um volume de 82.909 máquinas foi possível economizar cerca de R\$ 9.119,99, atingindo a meta estabelecida na fase inicial. A pesquisa mostrou o quanto é eficiente e eficaz a aplicação do Lean Six Sigma, tendo em vista que os resultados obtidos proporcionam uma economia significativa para empresa.

Palavras-chave: Lean Six Sigma. DMAIC. Redução Custos. Material Indireto.

1. Introdução

O *Lean Six Sigma* é uma estratégia de gestão que tem como foco a qualidade e desempenho de sistemas produtivos. A metodologia *Lean Six Sigma* é aplicada com o intuito de otimizar os processos, diagnosticando as causas raízes e obtendo o nível de qualidade exigido pelos clientes (ARIENTE et al., 2005).

O *Six Sigma* fornece mecanismos capazes de levantar dados para transformar em indicadores estatísticos, dando destaque as variações ocorridas para análise e atingir metas propostas por meio de ferramentas bem estruturadas. Empresas que atuam no setor metal mecânico enfrentam constantes avanços tecnológicos e necessidades de atualizações periódicas em sua produção para manterem sua competitividade e eficiência, deste modo, se faz necessário identificar as causas raízes e suas possíveis soluções para os problemas industriais (PICCIRILLO; DE GENARO CHIROLI; MELLO, 2016).

Para Jasti e Kodali (2016) a implementação de melhorias com o *Lean Six Sigma* requer um esforço também por parte da organização, pois a planta fabril deve estar organizada e preparada, logo deve se permitir a mudanças necessárias para atender as demandas dos clientes como alta qualidade, baixo custo e menor tempo.

Este artigo, justifica-se pela real necessidade em se utilizar ferramentas e estratégias, que garantam a melhoria contínua dos processos produtivos, além da redução de custos e desperdícios, bem como o aprimoramento da qualidade dos produtos/serviços oferecidos pelas organizações. A pesquisa se objetiva em elaborar um projeto com base na estratégia de gestão *Lean Six Sigma* e implementa-lo com a finalidade de reduzir o consumo de material indireto na linha de montagem em uma indústria de máquinas.

Dessa forma foi aplicado um projeto de redução do consumo de isoparafina, no processo de lavagem das máquinas em uma linha de montagem de uma determinada empresa da região do Cariri. Houve previamente um levantamento de dados acerca do custo médio do item e o impacto financeiro desse material indireto no departamento em análise. Para a visualização do projeto foi necessária a elaboração de gráficos e indicadores de consumo e estabelecimento de uma métrica a ser usada no projeto, definindo uma meta e mostrando o retorno financeiro a longo prazo. Por intermédio do DMAIC foi possível diagnosticar e atuar na causa raiz para a redução de custos e readequação orçamental da empresa.

2. Metodologia

O estudo de caso vem sendo considerado um dos mais importantes métodos de pesquisa na engenharia de produção, particularmente no desenvolvimento de novas teorias (MARTINS; MELLO; TURRIONI, 2014). O presente estudo trabalhou com dados quantitativos, que se constituem em levantamentos estatísticos, análises comportamentais, cenários e ambientes (PEROVANO, 2016). O estudo foi realizado também com observações de campo, por meio de visitas à empresa estudada, onde ocorriam análises qualitativas do ambiente de trabalho, na linha de montagem, dos funcionários e do método de produção utilizado.

Para Yin (2015), o estudo de caso é uma estratégia que possui ênfase em fenômenos contemporâneos inclusos em um contexto da vida real. A natureza desta pesquisa é classificada como aplicada, pois abrange situações práticas reais ocorridos na empresa em estudo.

O Lean Six Sigma possui metodologia própria já definida, que de acordo com Rotondaro, et al. (2015) a estrutura de otimização desse sistema usa de ferramentas e métodos estatísticos para definir os problemas, coletar os dados, analisar os resultados encontrados, fazer melhorias nos processos e ajudar no controle dos ciclos otimizados.

A metodologia em questão tem como objetivo eliminar perdas, reduzir custos através da melhoria da qualidade de produtos e processos, aumentando a lucratividade da empresa. Inicialmente, foi definida a equipe do projeto de forma que todos os integrantes estivessem diretamente envolvidos no processo, e que tivessem competência para a realização das atividades propostas. Diversos departamentos foram agregados ao plano, sendo eles a qualidade, linha de montagem e engenharia.

Foram levantados dados históricos em relação ao gasto com material indireto em cada posto de trabalho. Para isso foi necessário a elaboração de um mapa de utilização para diagnosticar todos os lugares onde estavam sendo usados os materiais indiretos.

O andamento do projeto seguirá as etapas do DMAIC com o auxílio de ferramentas da qualidade. O objetivo é elaborar um diagnóstico da situação estudada em questão e traçar sugestões de ações, estabelecendo assim um quadro comparativo entre a situação anterior e a situação proposta pela equipe do projeto. O quadro a seguir mostra todas as ações tomadas no projeto:

Quadro 1 – Ações executadas no projeto

ANDAMENTO DO PROJETO	AÇÃO TOMADA
Define	Definição da métrica (R\$/Máquina), estabelecendo a meta e retorno financeiro e escolha do material indireto a ser medido.
Measure	Medição em todos os postos de trabalho e levantamento médio de quantas máquinas eram lavadas mais de uma vez, bem como a requisição diária de Isoparafina.

Analyze	Identificação das causas raízes para compor o plano de ação.
Improve	Ações estabelecidas com prazos e responsáveis, bem como a viabilidade de cada tomada de decisão.
Control	Gestão de ações, retroalimentação do plano e acompanhamento das execuções.

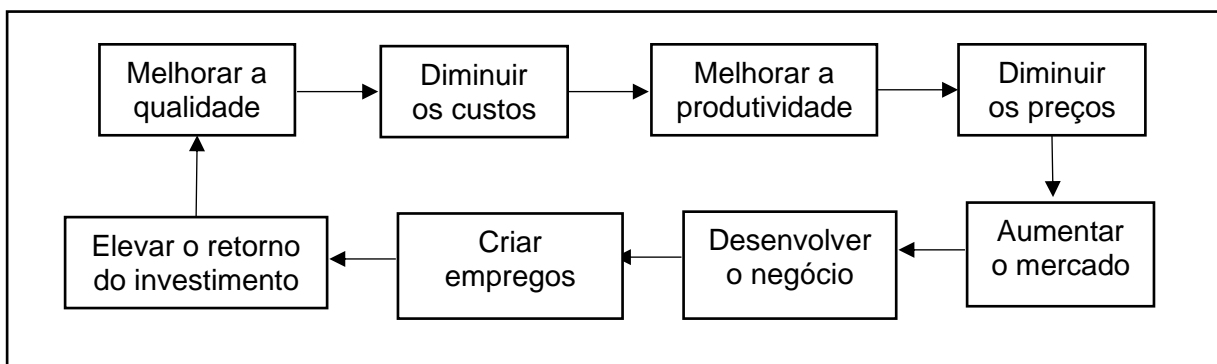
Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

3. Referencial Teórico

3.1. Definições de Qualidade

A qualidade é fundamental para a melhoria contínua dos processos e serviços dentro de uma organização. Esse conceito de qualidade foi sendo moldado historicamente e hoje consiste num conjunto de técnicas e ferramentas capazes de fazer com que os produtos saiam para o mercado de forma mais competitiva. Para Deming (1990), a qualidade prioriza os resultados, trabalhando nos métodos, dando prioridade máxima às exigências do cliente para estudar e melhorar constantemente todos os processos de trabalho (Figura1).

Figura 1 - Modelo de reação em cadeia de Deming



Fonte: Adaptado de SCHOLTES (1990)

A qualidade consiste nas características dos produtos que vão ao encontro das necessidades dos clientes, e dessa forma proporcionam satisfação em relação ao produto. A qualidade é a ausência de falhas (JURAN, 1992).

Para Oliveira (2014), a maior parte das teorias e ferramentas da qualidade tiveram origem com o que os gurus viveram e definiram tais mecanismos de controle. O autor afirma ainda que a influência destes gurus não se limitou apenas às empresas, como foram de grande importância para o desenvolvimento da ciência, bem como a aplicação em indústrias de alguns países aumentando assim a qualidade de vida da população

As várias facetas da qualidade definem o quanto o produto ou serviço deverá chegar de forma mais competitiva ao mercado, possibilitando uma boa aceitação por parte do mercado consumidor. Investir em qualidade é essencial para benefícios a curto e logo prazo.

Segundo Živojinović (2009), o Sistema de Gestão da Qualidade (SGC), foi definido como o sistema gerencial que aponta e controla uma organização através do fundamento da qualidade.

3.2 Six Sigma

Segundo Ziegler (2014), o sistema de medição e controle é crucial para a vida das organizações e seu desenvolvimento. É ele que contém as regras e formula condições de acompanhamento das operações e processos. A estratégia de gestão Six Sigma ganha ênfase na atualidade pois permite que o gestor aplique meios de melhoria contínua nos processos, reduzindo os defeitos e aumentando a eficiência. Essa estratégia foi desenvolvida nos anos 80, pela Motorola e com 10 anos de aplicação conseguiu economizar cerca de US\$ 11 bilhões (ROTONDARO et al, 2010), o seu princípio fundamental é a abordagem para o cliente.

Como define ROTONDARO et al (2010), a estratégia de gestão *Six Sigma* por ter seu método bem estruturado, busca de forma rápida e eficiente uma série de benefícios para as empresas, tais como aumento da qualidade, redução da variabilidade do processo, maior envolvimento da equipe de trabalho, entre outros.

Werkema (2010) destaca que a implantação de um projeto *Six Sigma* geralmente é guiada por especialistas denominados Black Belts ou Green Belts que coordenam as equipes. No Quadro 2 podemos ver as atribuições inerentes a cada membro do que irá compor a equipe para implantação do projeto.

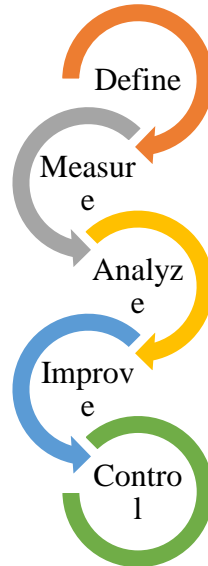
Quadro 2 - Time do Projeto Six Sigma

PATROCINADORES/ ESPECIALISTAS	NÍVEL DE ATRIBUIÇÃO	FUNÇÕES
Sponsor	Principal executivo da empresa	Promover e definir as diretrizes para implementação da estratégia de gestão Six Sigma.
Sponsor Facilitador	Diretoria	Assessorar o Sponsor na implementação da estratégia de gestão.
Champion	Gerência	Apoiar os projetos e remover possíveis barreiras para seu desenvolvimento.
Master Black Belt	Especialista	Assessorar os Sponsors e Champions e atuar como mentores dos Black Belts e Green Belts.
Black Belt	Especialistas	Liderar equipes na condução de projetos multifuncionais
Green Belt	Especialista	Liderar ou participar de equipes lideradas pelos Black Belts.
Yellow Belt	Supervisão	Supervisionar a utilização das ferramentas da estratégia de gestão Six Sigma na rotina da empresa e executar projetos mais focados e de desenvolvimento mais rápido que os executados pelos Green Belts.
White Belt	Operacional	Executar ações na operação de rotina da empresa que irão garantir a manutenção, a longo prazo, dos resultados obtidos por meio dos projetos.

Fonte: Adaptado de Werkema (2010)

No estudo de caso em questão, iremos utilizar o ciclo DMAIC e métodos estatísticos que para Arnheiter e Maleyeff (2005) segue a sequência estabelecida conforme a Figura 2.

Figura 2 - Ciclo DMAIC



Fonte: Adaptado de Werkema (2006)

- 1- (Define): Definir os problemas e situações a melhorar;
- 2- (Measure): Medir para obter informações e dados;
- 3- (Analyze): Analisar as informações coletadas;
- 4- (Improve): Implementar melhorias nos processos;
- 5- (Control): Controlar os processos.

Seguindo as etapas já estabelecidas pelo DMAIC, irá ser formado o time de execução do projeto, composto pelo gestor da qualidade, integrantes da engenharia industrial, estagiários, coordenadores e operários.

2.3 Ferramentas da Qualidade

Com a evolução das organizações, melhoria contínua dos processos produtivos e busca pela competitividade, várias técnicas e ferramentas foram incorporadas as empresas a fim de propiciarem uma forma matemática de verificar falhas no processo. Com isso, ferramentas de controle da qualidade visam auxiliar os gestores em tomadas de decisões, buscando solucionar os problemas de forma mais eficiente.

Conforme define Kume (1993, p. 245):

“Os métodos estatísticos são ferramentas eficazes para a melhoria do processo produtivo e redução de gastos desnecessários. Entretanto, é preciso que se tenha em mente que as

ferramentas estatísticas são apenas ferramentas elas podem não funcionar, caso sejam aplicadas inadequadamente”.

Para Freitas (2014), após os anos de 1950 as ferramentas da qualidade foram estruturadas com base em conceitos e práticas existentes, e atualmente tem sido de grande importância para o gerenciamento de sistemas que visam à melhoria contínua de produtos, serviços e processos.

2.3.1 Diagrama de Pareto (Classificação ABC)

Também chamado de Classificação ABC, o Diagrama de Pareto tem como finalidade ordenar as frequências das ocorrências de forma decrescente em um gráfico de barras, bem como um acumulador percentual das causas do problema. É uma ferramenta representada a partir de um gráfico de barras (80% - 20%) utilizado para priorizar as causas ou problemas mais relevantes de um processo (MARSHALL JUNIOR et al, 2010).

O Gráfico de Pareto disponibiliza as informações de maneira que torna evidente e visual o principal sobre o tema. Objetivamente usado para identificar os problemas mais importantes e esclarecer as metas de ataque nas atividades de solução de problemas (VIEIRA FILHO, 2007). Segundo Vieira (2014) o Diagrama de Pareto é uma ferramenta para estudar as perdas, pois estas constituem a grande preocupação de quem procura gerir a qualidade.

2.3.2 Folha de verificação

É usada para planejar a coleta de dados a partir da necessidade de análise desses números futuros. Para Valle (2007), as folhas de verificação são tabelas ou planilhas usadas para mediar a coleta de dados num formato mais simples para compilação e análise. Seu uso permite reduzir o tempo, pois elimina o trabalho de se desenharem figuras ou escrever números repetitivos, evitando comprometer a utilização futura dos dados. Serve para a observação de fenômenos, permitindo uma visualização da existência dos diversos fatores envolvidos e seus padrões de comportamento.

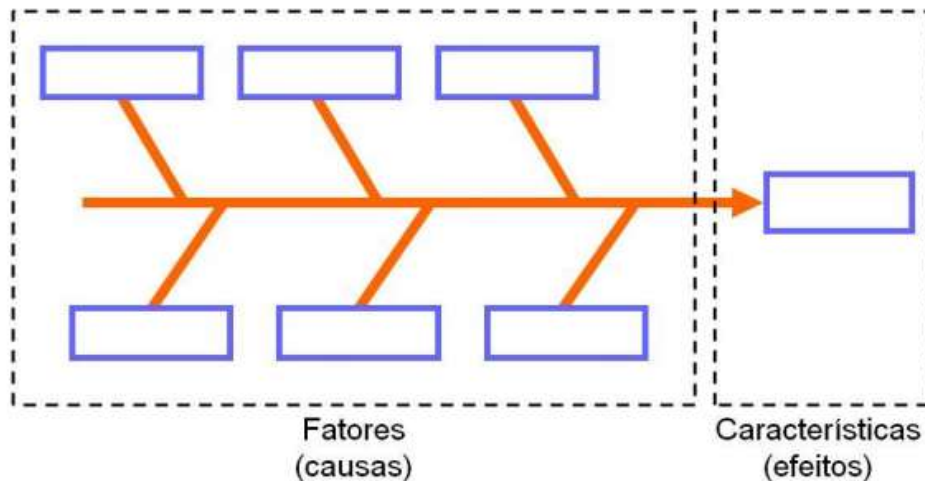
Com a utilização dessa folha, fica mais fácil para os gestores do processo identificar as causas raízes do problema. Esta folha de verificação é capaz de evidenciar para análises de eventuais problemas envolvendo a prestação de serviços de higienização hospitalar.

2.3.3 Diagrama de Causa e Efeito

A utilização do Diagrama de Causa e Efeito tem como finalidade identificar as causas por meio do processo de observação traçando um diagnóstico (MELLO et al, 2017). O Diagrama de

Ishikawa, como também é conhecido, é uma ferramenta representada por gráfico que possibilita organizar as causas de um defeito e traçar a raiz do problema. Na Figura 3, temos uma representação do diagrama:

Figura 3 - Representação do Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: Adaptado de Trivellato (2010)

Para o preenchimento do diagrama, segundo Ishikawa (1993), o gestor deve analisar alguns fatores como o método, matéria prima, mão de obra, máquina, medidas e meio ambiente. Esta ferramenta define-se como um instrumento para se aplicar no controle da qualidade, aplicável em atividades diversas, de forma que contribui na identificação de desvios no fluxo produtivo. É possível também observar a existência e localização dos gargalos na organização em que se aplicar essa a ferramenta (ISHIKAWA, 1993).

2.3.4 Círculos de Controle da Qualidade

Círculo de Controle da Qualidade (CCQ) é um pequeno grupo de cinco a doze pessoas que se reúnem voluntariamente e com regularidade para identificar, analisar e propor soluções para problemas de qualidade e de produção. Para que essas reuniões ocorram de maneira periódica, é necessário que o gestor da qualidade organize um cronograma de encontros, sejam eles, semanais, mensais ou bimestrais. São discutidos indicadores, andamento de projetos fabris, além de *feedbacks* das melhorias anteriores. Para formação do time do CCQ é necessário engajar colaboradores de diversas competências do chão de fábrica, tais como engenharia industrial, expedição, linha de montagem por exemplo.

2.3.5 5W2H

Para Coletti; Bonduelle; Iwakiri (2010), essa ferramenta tem por objetivo a análise direcionando a discussão em um único foco, evitando a dispersão das ideias. É útil em duas situações:

I - Verificação da ocorrência de um problema;

II - Elaboração de um Plano de Ação.

O 5W2H é uma abreviação de várias palavras em inglês, usadas como auxílio na elaboração plano de ação. A Utilização dessa ferramenta da qualidade objetiva maneiras mais diretas de identificar e delegar atividades para serem executadas. O seu entendimento e a visualização são mais diretos, logo sua aplicação é simples. Conforme mostra no Quadro 2, são elas:

Quadro 3 – Estrutura do 5W2H

FERRAMENTA 5W2H			
5W	What?	O que?	Que ação será executada?
	Who?	Quem?	Quem irá participar/executar a ação?
	Where?	Onde?	Onde será executada a ação?
	When?	Quando?	Quando a ação será executada?
	Why?	Por quê?	Por que a ação será executada?
2H	How?	Como?	Como será executada a ação?
	How much?	Quanto custa?	Quanto custa para executar a ação?

Fonte: Adaptado de Meira (2003)

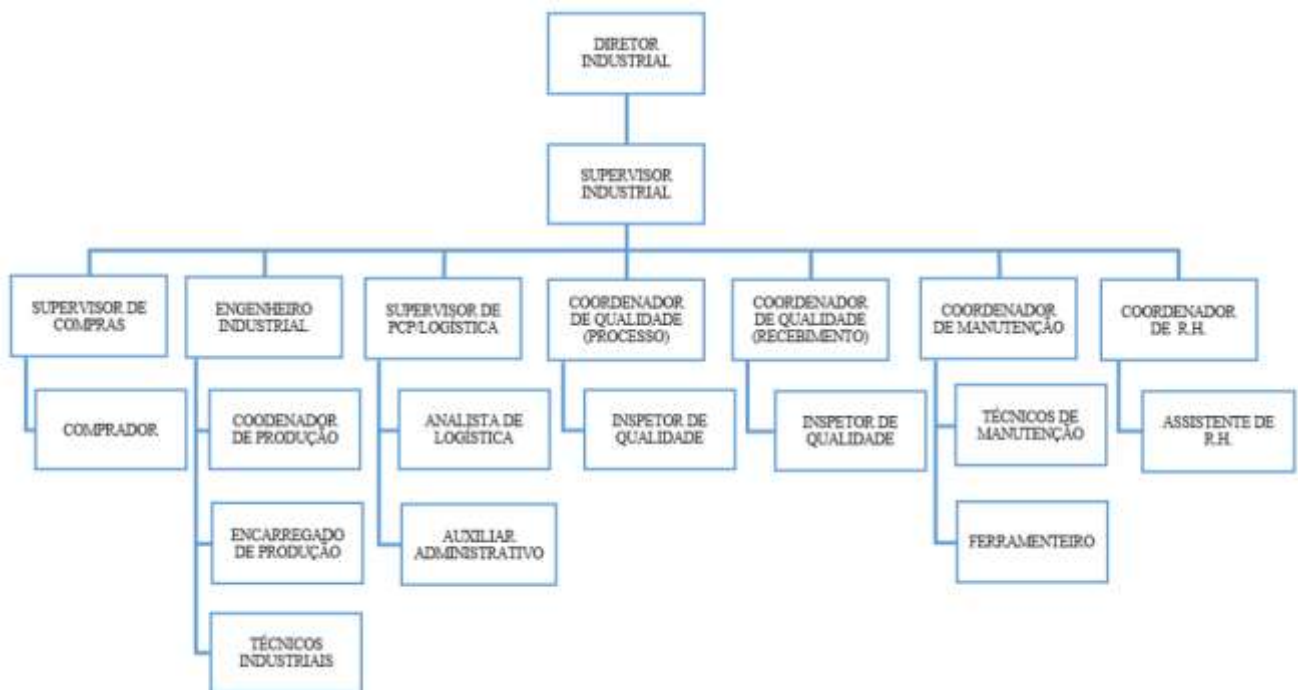
4. Estudo de caso

A empresa em questão surgiu a cerca de 170 anos, período quando foi patenteado o seu primeiro produto que viria a revolucionar os processos que até então não se acreditava ser possível fazer produtos com qualidade por intermédio de uma máquina. Com o passar dos anos a empresa veio ganhando nome e espaço no mercado e cada vez mais adquirindo novos clientes ficando conhecida mundialmente pela qualidade do seu produto e por ser o maior fabricante do seu ramo.

4.1 Estrutura Organizacional Da Empresa

A organização possui, além da fábrica em estudo na cidade de Juazeiro do Norte/CE outras unidades operando no Brasil. A Figura 4 mostra o organograma da unidade onde foi realizada o estudo.

Figura 4 - Organograma da empresa



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

A empresa conta com um quadro de 250 funcionários no total, estes se dividem em terceirizados, efetivos, estagiários e aprendizes do SENAI. A equipe de segurança predial, serviços gerais e de refeição compõe o time terceirizado pela qual atuam 3 empresas referente a essa prestação de serviço.

Há 198 funcionários efetivos em várias áreas da empresa, 11 menores aprendizes do SENAI que prestam apoio a diversos setores no chão de fábrica e 10 estagiários de nível superior como engenharia de produção, engenharia ambiental, administração, economia, sistemas de informação e recursos humanos que também auxiliam os departamentos.

Foi observado que em alguns departamentos produtivos estava havendo um consumo acima do planejado em relação ao material de uso indireto, e que todo mês ultrapassava a meta estabelecida em relação a esse gasto. Logo, houve a necessidade então da realização de um projeto de *Lean Six Sigma* para reduzir o consumo desses materiais, pois estava impactando diretamente no custo final da máquina.

4.2 Produto

A empresa possui 3 linhas de montagens diferenciando-se pelo modelo um do outro, de acordo com o país para o qual será exportado, além de apresentar distinção quanto a voltagem, potência

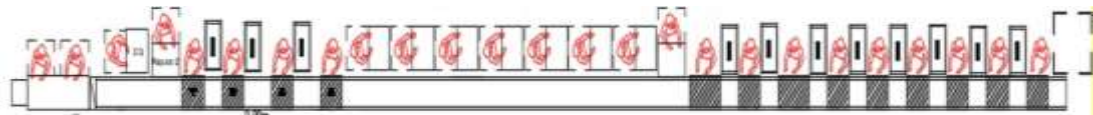
e outras funcionalidades. O produto que possui maior demanda é a Máquina do tipo A, outros modelos de máquinas fabricados são os tipos B e C.

A fábrica também produz peças de reposição de loja para os produtos que estão no mercado e precisam de alguma forma dos componentes, e itens para as unidades localizadas no estado de São Paulo, tais acessórios são caixas e tampas fabricadas no departamento de injeção plástica. Esses conjuntos são usados para armazenamento de agulhas das outras sedes.

4.3 Processo De Fabricação

A fábrica possui duas linhas de montagem da máquina do tipo A, estando ativa apenas uma. A Figura 7 mostra a parte final do layout desse processo produtivo.

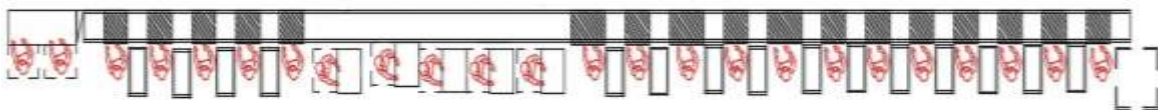
Figura 5 - Layout do processo produtivo da máquina do tipo A



Fonte: Acervo da Empresa

Possui também outras duas linhas de montagem da máquina tipo B, com uma linha em atividade, variando apenas algumas peças e acessórios do modelo mostrado anteriormente. A Figura 8 mostra esse layout descrito:

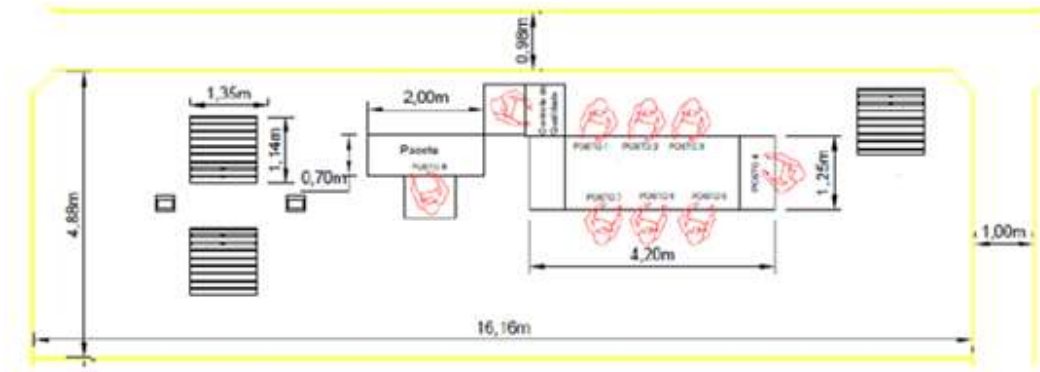
Figura 6 - Layout do processo produtivo da máquina tipo B



Fonte: Acervo da Empresa

Cada linha de produção dessa tem capacidade de 300 produtos acabados por dia. A unidade de Juazeiro do Norte/CE, também possui uma linha de máquinas mais sofisticadas chamada de tipo C, onde o seu layout é em célula U. O layout da célula de montagem das máquinas tipo C é representado na Figura 9.

Figura 7 - Layout da Linha de Montagem da máquina tipo C



Fonte: Acervo da Empresa

A fabricação desta máquina é minuciosa, pois os acessórios são aprimorados e possuem maior qualidade na operação. Tem capacidade de produção diária de 64 máquinas. O sistema de fabricação adotado pela empresa é produção por lotes, em que o departamento de planejamento e controle da produção envia a programação semanal de produção com base na demanda do departamento de comercial. Logo, estipula-se o tipo de máquina que deverá ser produzido e as quantidades, podendo sofrer algum tipo de ajuste devido a imprevistos ou por alguma demanda emergencial.

5 Análise e diagnóstico

A motivação para o desenvolvimento do projeto foi o excedente mensal do *forecast* (previsão) destinado a material indireto na fábrica, logo houve a necessidade de um estudo mais aprofundado para investigar às causas e propor ações para redução e readequação para o plano de custos.

Para elaboração do estudo foi considerado o horário do turno comercial de trabalho e a composição das ações teve como base o que foi apresentado no referencial teórico sobre a estratégia de gestão *Lean Six Sigma*. O estudo de caso terá fases relatadas por ações práticas, desenvolvidas seguindo o método do ciclo DMAIC.

5.1 DEFINE (Definição)

A primeira fase para elaboração do projeto *Lean Six Sigma* foi definir com exatidão o que seria feito, estabelecendo um objetivo real e a equipe de trabalho. A definição do time para execução do projeto foi mediante a experiência e relação direta com a produção. O grupo foi definido da seguinte forma: o gestor industrial, 2 operadores e 1 encarregado da linha de montagem, 1 funcionário e 1 estagiário da engenharia industrial.

No começo foram definidas as métricas, onde foi estipulado como meta primária a redução do consumo com material de uso indireto nas máquinas. Dentre os diversos materiais indiretos usados na fabricação, foi elaborada uma matriz de utilização dos principais custos com material indireto, bem como um gráfico mostrando o gasto mensal de cada um. No Quadro 4 podemos ver os departamentos que utilizam os materiais indiretos mais caros da fábrica.

Quadro 4 - Uso de material indireto por Departamento

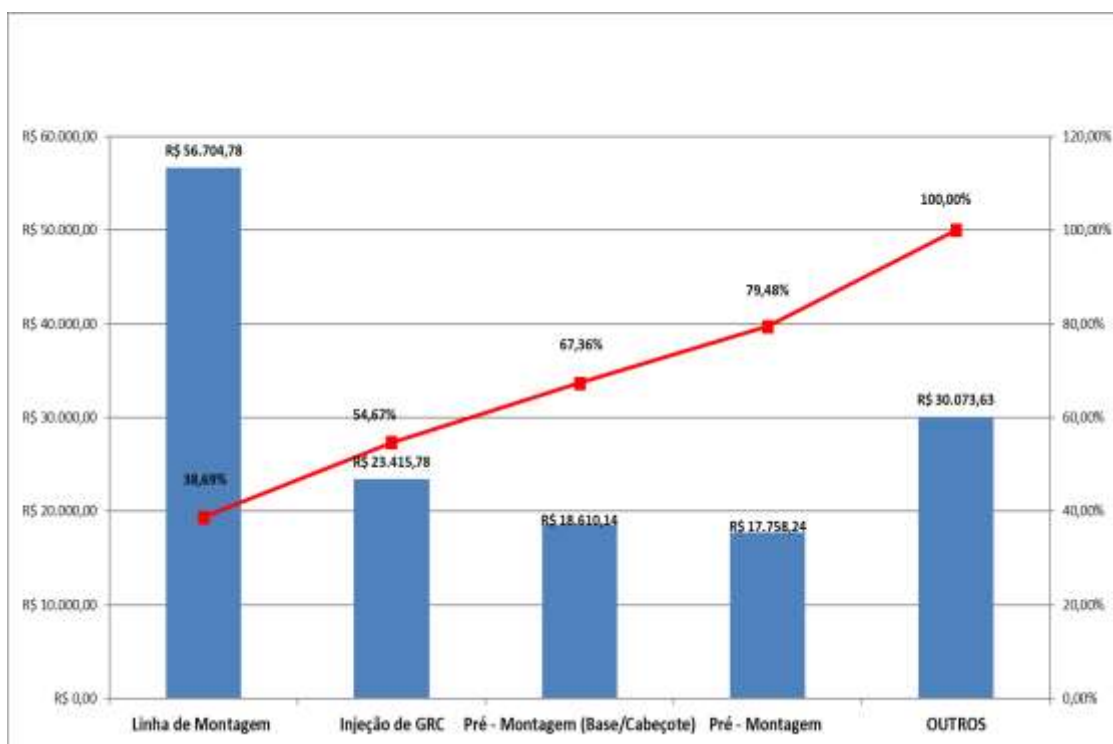
MATRIZ DE UTILIZAÇÃO	DEPARTAMENTOS PRODUTIVOS					
	Injeção de Baquelite	Injeção Plástica	Injeção de GRC	Pré-montagem (Base/cabeçote)	Linha de Produção	Pré-Montagem
Isoparafina					X	X
Óleo hidráulico	X		X	X		
Graxa móbil temp. 01	X		X		X	X
Tecido cambraia					X	
Linha de sol amarela					X	
Diluyente para tinta tampog.			X			X
Fita plástica		X				X
Detergente auto. concent.	X		X	X	X	
Graxa branca molicote				X	X	
Óleo mobil		X		X	X	
Etiqueta polyester					X	
Resist. 12.7X3”X250W - 280V	X	X				
Linha vermelha					X	
Disco pluma A-275 80MM GR120 sem furo			X			
Macho M2 X 0,25 4H laminador 73045 OSG				X		
Lâmpada de LED 120cm	X	X	X	X	X	X
Luva algod.	X	X	X	X	X	
Resist. Tub. Tipo “W” 440 V 7000W*		X	X			
Morim (3 marias)					X	
Serra Circular (40X10X0,5) mm 80 dentes				X		
Pano industrial		X		X	X	X

Fita adesivada 3M Tartan 2314 32MM X 50M			X			
--	--	--	---	--	--	--

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Mediante a análise de matriz de utilização, não foi encontrado nenhum material que estava sendo aplicado de forma inadequada em algum departamento. Foi necessária também uma revisão dos procedimentos operacionais padrão (POP) de todas as operações de fabricação a fim de encontrar algum consumo desnecessário. A Figura 10 mostra o gasto com material indireto por departamento produtivo, no semestre.

Figura 8 - Levantamento do gasto com material indireto por departamento



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Percebe-se que o maior consumo com material indireto era oriundo da Linha de Montagem de máquinas, logo a equipe do projeto decidiu estratificar todos os itens de maior consumo e verificar a presença deles no departamento em questão. Na Tabela 1 podemos perceber todos os materiais indiretos de maior consumo no semestre.

Tabela 1 - Materiais indiretos de maior consumo

Nº	Novos alunos	Alunos de graduação	de Alterar	Valor Total	%	%ACUM
1º	ISOPARAFINA	1007,5	L	R\$16.545,20	15,26%	15,26%
2º	OLÉO HIDRÁULICO	649,32	L	R\$ 4.304,00	3,97%	19,23%

3º	GRAXA MOBIL TEMP N.1	139	KG	R\$4.109,69	3,79%	23,02%
4º	TECIDO CAMBRAIA	450	M	R\$ 3.455,74	3,19%	26,21%
5ª	LINHA DE SOL AMARELA	951	PC	R\$ 3.427,29	3,16%	29,37%
6ª	DILUENTE PARA TINTA TAMPOG.	53	L	R\$ 3.023,68	2,79%	32,16%
7ª	FITA PLÁSTICA	702	ROL	R\$ 2.905,59	2,68%	34,84%
8ª	DETERGENTE AUTO. CONCENT.	83,5	L	R\$ 2.356,70	2,17%	37,02%
9º	GRAXA BRANCA MOLICOTE	29	KG	R\$ 2.154,94	1,99%	39,01%
10º	ÓLEO MÓBIL	150	L	R\$ 2.150,13	1,98%	40,99%
11º	ETIQUETA POLIYESTER	59500	PC	R\$ 2.075,95	1,92%	42,91%
12º	RESIST. 12,7 X 3'X 250W -280V	61	PC	R\$ 1943,17	1,79%	44,70%
13º	LINHA VERMELHA	108	PC	R\$ 1914,35	1,77%	46,46%
14º	DISCO PLUMA	4400	PC	R\$ 1850,73	1,71%	48,17%
15º	MACHO LAMINADOR	5	PC	R\$ 1.580,35	1,46%	49,63%
16º	LAMPADA LED 120 CM	69	PC	R\$1.527,38	1,41%	51,04%
17º	LUVA ALGOD.	553	PAR	R\$ 1.483,08	1,37%	52,41%
18º	RESIST. TUB. TIPO 'W' 440 V 7000W*	6	PC	R\$1.297,26	1,20%	53,60%
19ª	MORIM	716	M	R\$ 1.267,96	1,17%	54,77%
20º	SERRA CIRCULAR	33	PC	R\$1.155,66	1,07%	55,84%
21º	PANO IND	1152	PC	R\$1.151,97	1,06%	56,90%
22º	FITA ADESIVA TARTAN	133	PC	R\$ 1.048,73	0,97%	57,87%
23º	TECIDO 33% ALGODÃO 67 % POLIESTER - 14SH	72,5	M	R\$1.003,15	0,93%	58,79%
	OUTROS	-	-	R\$44.667,03	41,21%	100,00%

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

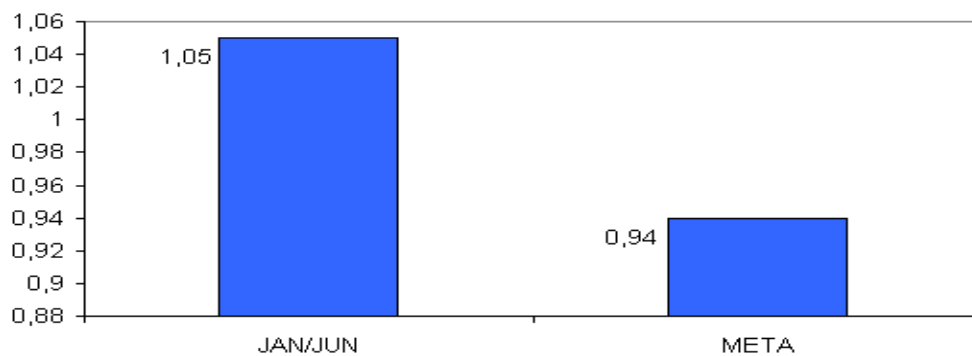
Com base na informação da Tabela 1, foi decidido pela equipe responsável pelo projeto que o objetivo seria a redução no consumo do item que estava impactando de forma mais direta no indicador. Pode-se perceber que o gasto com Isoparafina corresponde a 15,3% de tudo o que é destinado a material indireto na fábrica e esse item tinha maior consumo no departamento de Linha de Montagem de Máquinas. Para definição da métrica, foi utilizado o gasto mensal com material indireto por máquina produzida na seguinte fórmula:

Índice de Material Indireto = Gastos mensal com Material Indireto em R\$ / Máquinas Produzidas em unidades.

Para definição do valor, utilizou-se o gasto total nos últimos 6 meses com a linha de montagem R\$ 56.704,78 e transformou-se em valor mensal, totalizando R\$ 9.450,79. Para adequar a produção de 300 máquinas por dia, o valor foi dividido pela produção e por 30 dias do mês.

Logo chegou-se a um valor de R\$ 1,05/máquina. Então, o objetivo passou a ser reduzir o índice de material indireto de 1,05 R\$ para 0,94 R\$ por máquina, ou seja, reduzir o índice de material indireto em 10,5%, gerando um ganho anual para um volume de 82.909 máquinas de R\$ 9.119,99 para assim se adequar ao plano dos gastos destinados a esses materiais. A Figura 11 ilustra a real finalidade definida para este projeto *Lean Six Sigma*.

Figura 9 - Meta estabelecida para o projeto



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

5.2 MEASURE (Medição)

Mediante a definição do objetivo do projeto, a etapa seguinte foi *Measure*. Nessa fase foram feitas várias medições de consumo de isoparafina na linha de montagem e identificação de todos os postos de trabalho que usavam tal produto para lavagem da máquina ou de algum item.

O posto de trabalho que fazia o uso desse produto em maior quantidade era na lavagem da máquina propriamente dita, na qual a Figura 12 mostra o local de armazenamento do produto para a operação descrita.

Figura 10 - Recipiente que armazenava Isoparafina na linha de montagem



Fonte: Elaborado pelo autor

Nesse local foi visto que em média eram solicitados 9,0 litros de Isoparafina por dia e que as máquinas que avançavam no processo de montagem, por algum motivo técnico ou estrutural voltavam para a avaliação dos mecânicos da produção retornavam para a lavagem e esse processo poderia a vim acontecer mais de uma vez. Decidiu-se então fazer uma folha de verificação para avaliar em média quantas máquinas retornavam para uma segunda lavagem. A Tabela 2 mostra a folha de verificação usada para identificar quantas máquinas retornavam para o processo de lavagem no turno normal de trabalho em uma semana.

Tabela 2 - Folha de verificação do processo de retorno a lavagem

Quantidades					Total
Horários	07:40h às 09:10h	09:20h às 12:00h	13:00h às 15:10h	15:00h às 17:18h	
Segunda	17	34	36	25	112
Terça	19	34	32	31	116
Quarta	14	29	33	36	112
Quinta	20	33	32	32	117
Sexta	12	28	33	25	98
Retorno médio total					111

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Outros postos de trabalho que também usam a Isoparafina identificados, estavam na mecânica das máquinas, onde oito mecânicos fazem testes de funcionamento, checagem de aparência, verificação de barulhos estranhos e enchimento de bobina para corrigir possíveis anomalias. O Quadro 9 mostra todas as inspeções feitas por essa equipe em cada máquina.

Nestes postos de trabalho a Isoparafina é utilizada em menor escala para limpezas pontuais em itens internos da máquina. A equipe de projetos também mediu o consumo nesses postos durante uma semana para avaliar o uso.

Foi estabelecido que cada mecânico iria receber um tubo completo de plástico de isoparafina que deveria ser pesado e retirado a tara antes de ser posto na linha de montagem para o uso e só deveria ser preenchido novamente mediante o término do produto no vasilhame para assim, realizar uma nova pesagem. Com base no acompanhamento, a Tabela 3 mostra todos os postos da mecânica com os pesos dos recipientes e a inclusão de Isoparafina durante a semana para os postos que solicitavam a reposição.

Tabela 3 - Pesos em Kg dos recipientes com isoparafina na mecânica

DATAS		16 - Jul	19 - Jul	23 - Jul	24 - Jul	25 - Jul	27- Jul
IDENTIFICAÇÃO DOS MECÂNICOS	1	0,260				0,132	0,181
	2	0,268	0,209	0,143			0,069
	3	0,260	0,211	0,093		0,157	0,081
	4	0,260					0,210
	5	0,265				0,182	0,170
	6	0,269					0,166
	7	0,264		0,191		0,226	0,191
	8	0,261				0,206	0,149

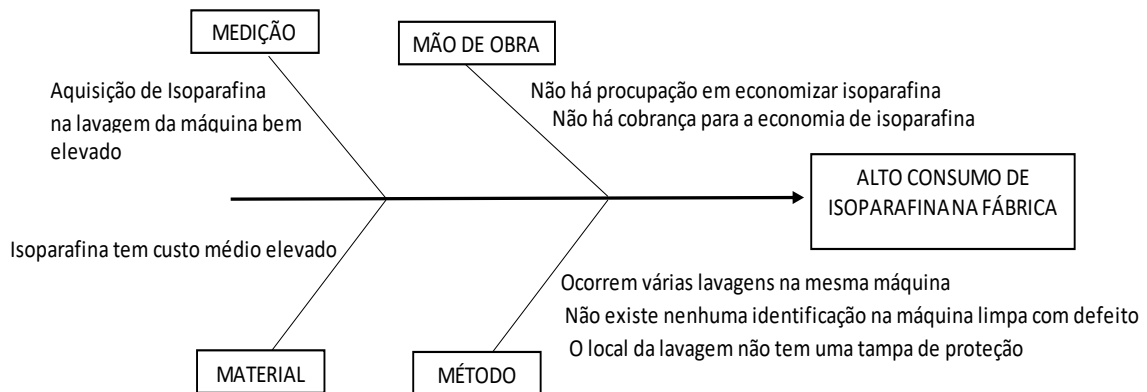
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Vale salientar que, pelo cálculo de densidade, a cada 200ml de Isoparafina corresponde a 168g do produto. Com a medição nos postos da mecânica durante o período de 16 a 27 de julho, totalizando 10 dias de trabalho em turno comercial pode-se perceber uma média diária de 519,3g que equivalia a aproximadamente 618,2 ml distribuídos diariamente em 8 postos de trabalho.

5.3 ANALYZE (Análise)

Nessa etapa foram analisados os resultados das medições da etapa anterior a fim de obter a causa raiz e traçar ações para a problemática. Pela análise dos dados pode-se perceber que uma das principais causas do consumo elevado de Isoparafina era o fato das máquinas após a lavagem estabelecida no procedimento operacional padrão da montagem, quando diagnosticada com defeito, voltava para a etapa de testes e passava novamente por uma lavagem com o mesmo critério. Foi feito pela equipe do projeto um *brainstorming* para identificar as principais causa e com isso foi montado um diagrama de Ishikawa, conforme mostra a Figura 13.

Figura 11 - Diagrama de Ishikawa para gasto elevado



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Diante do diagrama apresentado acima foi possível fazer algumas análises e utilizado também nessa análise a ferramenta dos cinco porquês a fim de se obter um melhor diagnóstico:

- O litro de Isoparafina tem custo de R\$ 16,42 reais por litro.
- A lavagem da máquina para retirar impurezas externas era feito sem nenhuma preocupação de consumo.
- A supervisão de produção não cobrava economia dos operadores.
- A máquina limpa e com anomalia, voltava para o reparo dos mecânicos e era totalmente suja de graxa e óleo no ato da manutenção.
- O local da lavagem não possuía tampa, e sendo a Isoparafina um produto extremamente volátil sua evaporação fazia com que houvesse perda considerável desse insumo.

Logo a melhoria foi feita em especial no posto de trabalho onde usava em maior quantidade a isoparafina, a lavagem da máquina, os demais postos de trabalho sofreram apenas melhorias na estrutura permanecendo inalterado as quantidades solicitadas de isoparafina por se tratar de quantidades insignificantes.

5.4 IMPROVE (Implementação)

De acordo com as análises feitas na etapa anterior, foi possível elaborar um plano de ação indicando algumas atividades, mostrando sua viabilidade e os departamentos responsáveis.

A primeira ação a ser tomada foi referente a tentar de alguma forma baratear o custo do litro de Isoparafina, logo o departamento de Engenharia fez a solicitação de amostras grátis de produtos no mercado de diversos fornecedores. Após a aplicação dessas substâncias na máquina houveram algumas observações feitas pelos testes de qualidade. O quadro 6 mostra a reprovação de todos os produtos em função de não atender os parâmetros solicitados.

Quadro 5 - Parâmetros dos produtos encontrados

PRODUTO	PARÂMETROS ANALISADOS					LEGENDA	
	CHEIRO	COR	QUALIDADE DA LIMPEZA	VISCOSIDADE	APÓS A LIMPEZA	CONFORME	
A						NÃO CONFORME	
B							
C							
D							

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Com a reprovação de todos os produtos, decidiu-se misturar a Isoparafina já usada na fábrica com 200ml de água para tentar de alguma forma minimizar o custo de aquisição. Porém com essa ação a lavagem da máquina ficava comprometida, pois com a mistura desses dois itens fazia com que se perdesse algumas propriedades de limpeza, tais como adesão a superfície, eficácia na remoção de óleos e graxas e demora no procedimento da lavagem. Então a equipe do projeto decidiu não modificar a Isoparafina e traçar intervenções eficazes para a otimização do recurso.

Uma segunda ação a ser tomada foi a criação de um Procedimento Operacional Padrão para o processo de lavagem da máquina, pois a mesma estava sendo limpa sem nenhum método sequencial. Então o departamento de Engenharia criou esse procedimento e treinou os operadores para instruir em uma lavagem mais eficiente. Para que essa medida adotada ganhasse mais força ainda foi necessário que o encarregado de produção cobrasse do chão de fábrica a execução correta da instrução de trabalho, bem como a economia de Isoparafina.

A criação de uma etiqueta de identificação foi uma medida importante adotada pela equipe de execução do projeto, pois a máquina após o processo da lavagem passava por alguns testes de funcionamento e caso apresentasse alguma não conformidade retornava para os postos de trabalho da mecânica para reparação ou substituição do componente danificado.

Com isso, as máquinas poderiam passar por até 3 lavagens com o mesmo critério de limpeza, então foi-se criada uma etiqueta de cor vermelha para ser colocada na máquina defeituosa e assim que fosse levada ao posto da mecânica o operador teria por obrigação zelar pela limpeza da máquina. Outra ação foi instalar uma pia com sabonete líquido próximo ao posto da mecânica e fazer com que todos os operadores lavassem a mão a cada 1h de trabalho, fazendo com que minimizasse o contato de óleos e graxas na superfície externa da máquina por conta das mãos sujas.

Por fim, foi visto que o recipiente de armazenagem da Isoparafina não possuía uma tampa e por se tratar de um produto extremamente volátil a tendência é a evaporação, principalmente nos horários de almoço e intervalos. Foi destinado ao departamento de Engenharia a demanda da confecção de uma tampa para o recipiente descoberto. A Figura 14 mostra o vasilhame devidamente coberto.

Figura 12 - Confecção de tampa para recipiente



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

5.5 CONTROL (Controle)

Esta etapa buscou gerir as ações adotadas, fazer um acompanhamento semanal pelo time de supervisão e engenharia e mostrar um comparativo da situação anterior e a modificada com implementação do projeto.

Houve uma resistência por parte dos operadores da mecânica da linha de montagem pelo fato do procedimento de revisão da máquina ser modificado e obrigar a lavagem das mãos a cada uma hora ou se necessário lavar quando estivesse muito suja. Então foi destinado ao encarregado de produção garantir com que os operadores estivessem todos alinhados para não sujar tanto a máquina de graxas e óleos.

Outra ação estabelecida foi a de requisição de Isoparafina no almoxarifado, pois em média eram requisitados 9,0 litros do produto e com as melhorias feitas tais como etiquetagem para máquina limpa e tampa para o recipiente evitando evaporação, houve uma queda significativa na solicitação desse item tendo valor médio diário de 7,0 litros.

No Quadro 7 foi traçado um comparativo de todas as ações executadas no projeto:

Quadro 6 - Comparativo entre os métodos antes e depois da intervenção

Nº	ANTES DO PROJETO	DEPOIS DO PROJETO
1	Requisição sem controle de Isoparafina;	O almoxarifado só libera 7,0 litros por dia;
2	Recipiente na lavagem de máquinas não possuía tampa;	Confecção de tampa para o recipiente;
3	Não havia uma pia próxima para lavar as mãos;	Instalação de pia em local estratégico;
4	Mecânicos da montagem de máquinas não tinha preocupação em higienizar as mãos;	Mecânicos devem lavar as mãos com sabonete líquido e enxugar a cada uma hora de trabalho;
5	Máquinas limpas retornam para a mecânica de revisão e ficam sujas;	Máquinas limpas retornam etiquetadas e os mecânicos devem evitar sujar a parte externa;
6	Não havia cobrança por parte do encarregado de produção a respeito da higiene das mãos dos operadores;	Foi adicionado no procedimento operacional de trabalho e o encarregado de produção supervisionava a limpeza da máquina no processo final;

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

De acordo com o quadro mostrado percebe-se que houve mudanças significativas que impactaram até no comportamento dos operadores. Não havia essa preocupação com a lavagem das mãos durante o turno de trabalho, ação pela qual ajuda a manter a máquina limpa e contribui bastante para a higiene pessoal.

Ao confeccionar a tampa para a proteção do recipiente de lavagem foi minimizado o efeito de evaporação nos intervalos e horário de almoço, ação pela qual teve impacto mais direto na requisição diária do produto.

5. Resultados

Conforme foi observado na seção anterior, houve uma redução significativa na requisição diária de isoparafina de 9,0 para 7,0 litros, o que impactou diretamente na redução proposta pelo projeto. O litro do item em questão custa R\$ 16,42 e para a situação anterior era de R\$ 147,78 para cada dia de trabalho com a produção diária de 300 máquinas convencionais. Com a melhoria implementada esse custo diário com o material passou a ser de R\$ 114,94 para o mesmo volume de máquinas.

Essa redução de custo aplicada a quantidade de máquinas especificadas na definição da meta atende o valor objetivo conforme especificado, pois em um volume de 82.909 eletrodomésticos conseguimos a redução de R\$ 9.119,99. O Quadro 8 ilustra a situação em questão:

Quadro 7 – Redução de custo implementada

AÇÃO	ANTES DO PROJETO	DEPOIS DO PROJETO
Requisição aproximada	9 litros diários de Isoparafina	7 litros diários de Isoparafina
Custo dia	9,0 x R\$ 16,42 = R\$ 147,78	7,0 x R\$ 16,42 = R\$ 114,94
Produção dia	300 máquinas convencionais	300 máquinas convencionais

Produção futura	82.909 máquinas convencionais	82.909 máquinas convencionais
Custo futuro	R\$ 40.840,97	R\$ 31.720,98
Redução	-	R\$ 9.119,99

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Vale salientar que os valores das requisições diárias de isoparafina são aproximados, pois existe uma tolerância de até 0,5 litro do item para mais ou para menos devido a imprevistos que podem ocorrer no processo de montagem das máquinas.

6. Conclusões

Os objetivos deste artigo foram alcançados, os quais tinham como finalidade utilizar as ferramentas da qualidade e a estratégia de gestão *Lean Six Sigma* para reduzir o custo com material indireto na fábrica.

As fases do projeto ocorreram de acordo com o ciclo DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) vinculado ao uso de ferramentas como Gráfico de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito, 5W2H, *Brainstorming* e Folha de Verificação, as quais auxiliaram na coleta de dados, identificação e solução dos problemas, bem como a definição da meta a ser usada.

Na etapa *Define*, foi definido o problema e estabelecida uma métrica a ser usada no projeto com um objetivo a ser atingido, em seguida, na etapa *Measure* foi avaliado os departamentos que usavam Isoparafina e sua real necessidade, bem como uma revisão de todos os procedimentos operacionais de montagem e medida a requisição diária desse item no almoxarifado pelo posto de trabalho da limpeza e da mecânica de máquinas. Na etapa *Analyze* foi possível identificar as causas raízes para o consumo em excesso e traçar soluções para compor o plano de ação. Na fase *improve* foi sugerida e implementadas algumas atividades, estabelecendo prazos e responsáveis, mostrando assim se a atividade é ou não viável. Na última etapa, *Control*, foi possível visualizar com precisão a situação a curto e a longo prazo, chegando à meta estabelecida no começo do projeto, criando meios para controlar todas as ações tomadas.

Aplicando o *Lean Six Sigma* a empresa conseguiu reduzir o custo com material indireto de acordo com o planejado para um volume de 82.909 máquinas ao longo do ano, melhoria pela qual gerou uma redução de R\$ 9.199,99. Logo, nota-se que essa diminuição no gasto gerou a readequação no plano orçamentário da corporação para o ano em questão.

Pode-se perceber ao término do estudo um ótimo aproveitamento referente ao uso do *Lean Six Sigma*, tornando possível a obtenção dos resultados, além da clareza nas informações, permitindo assim o desenvolvimento de ações prática, baseadas em ferramentas estruturadas e cálculos matemáticos.

A empresa utiliza com frequência o *Lean Six Sigma* como estratégia de gestão em seus projetos, visando sempre a melhoria contínua dos processos e redução de custos de fabricação. O desenvolvimento desse trabalho proporcionou uma redução de custo que a longo prazo representa um ganho expressivo, tornando o produto da empresa mais competitivo no mercado.

REFERÊNCIAS

- ARIENTE, M.; CASADEI, M. A.; GIULIANI, A. C.; SPERS, E. E.; PIZZINATTO, N. K. Processo de mudança organizacional: estudo de caso do Seis Sigma. **Revista da FAE**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 81-92, 2005.
- ARNHEITER, E.; MALEYEFF, J. The integration of lean management and Six Sigma. **The TQM Magazine**, v.17, p. 5–18, 2005.
- AYRES, M. A. C. Folha de verificação: aplicabilidade desta ferramenta no serviço de higienização hospitalar higienização hospitalar. **Revista Humanidades e Inovação**, v. 6, n. 13, 2019.
- COLETTI, J. B.; GHISLAINE M.; IWAKIRI, S. Avaliação de defeitos no processo de fabricação de lamelas para pisos de madeira engenheirados com uso de ferramentas de controle de qualidade. **Acta Amazonica**, v. 40, p.135 – 140, 2010.
- DEMING, W. E. Qualidade: a revolução da administração. Rio de Janeiro: **Marques Saraiva**, 1990. p.124- 35.
- FERNANDES, F.C.F; GODINHO, F.M. Planejamento e Controle da Produção: dos Fundamentos ao Essencial. **Editora Atlas**. São Paulo. 2010.
- FREITAS, K. D. de. et al. Aplicação Das Ferramentas Da Qualidade Em Uma Panificadora Como Método De Melhoria Do Processo Produtivo: Estudo De Caso. 2014. **XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Engenharia de Produção, Infraestrutura e Desenvolvimento Sustentável**.
- ISHIKAWA, K. **Controle de qualidade total: à maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Campos, 1993.
- JASTI, N. V. K.; KODALI, R. Development of a framework for lean production system: An integrative approach. **Journal of Engineering Manufacture**, v. 230, p 136 - 149, 2016.
- JURAN, J.M. A Qualidade desde o Projeto-Os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços. São Paulo: **Pioneira**,1992.
- KUME, H. Métodos estatísticos para melhoria da qualidade. 11. ed. São Paulo: **Editora Gente**, 1993. 245 p.

LITCANU, M.; PROSTEAN, O.; OROS, C.; MNERIE, A. V. Brain-Writing Vs. Brainstorming Case Study For Power Engineering Education. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 191, p. 387-390, 2015.

MEIRA, R. C. As ferramentas para a melhoria da qualidade. Porto Alegre: **SEBRAE**, 2003.

MARTINS, R. A.; MELLO, C. H.; TURRIONI, J. B. **Guia para elaboração de monografia e tcc em engenharia de produção**. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2014.

MELLO, M. F.; CUNHA, L. A.; SILVA, N. J. da, & ARAÚJO, A. C. A importância da utilização de ferramentas da qualidade como suporte para melhoria de processo em indústria metal mecânica – um estudo de caso. **Exacta – EP**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 63-75, 2017.

OLIVEIRA, O. J. **Curso básico de gestão da qualidade**. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

PEROVANO, D. G. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica: Intersaberes**. 2016.

PICCIRILLO, I. N.; DE GENARO CHIROLI, Daiane Maria; MELLO, Luciana Torres Correia de. Routing with sweeping method: a proposal to improve the formatting loads, reduce costs and meet customer. **Espacios**, Caracas, v.37, n.04, p.18-18, 2016

ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. **The Lean Institute Brasil**, São Paulo, 1999.

ROTONDARO, R. G.; RAMOS, A. W.; RIBEIRO, C. O.; MIYAKE, D. L.; NAKANO, D.; LAURINDO, F. J. B.; HO, L.L.; CARVALHO, M. M.; BRAZ, M. A.; BALESTRASSI, P. P. **Seis Sigma, Estratégia Gerencial para Melhoria de Processos, Produtos e Serviços**. 1ª Edição. São Paulo: **Atlas**, 2010.

ROTONDARO, Roberto G. et al. **Seis sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: **Atlas**, 2015.

SANCHEZ, E. C.; ROSA, A. F. P.; ROYER, R. Aplicação da Metodologia Lean Seis Sigma para Melhoria de Processo em uma Indústria de Produtos Médico-Hospitalares. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 5, n. 10, p. 21020-21039, 2019.

SCHOLTES, Peter R. Times da qualidade: como usar equipes para melhorar a qualidade. Rio de Janeiro, **Qualitymark**, 1992. p.8-9.

TRIVELLATO, A. A. **Aplicação Das Sete Ferramentas Básicas Da Qualidade No Ciclo PDCA para melhoria contínua**: Estudo De Caso Numa Empresa De Autopeças. 2010.72 p. Trabalho de Conclusão de Curso - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

VIEIRA, F.G. **Gestão da Qualidade Total: Uma Abordagem Prática**. 2ª Edição, Campinas-SP: **Alínea**, 2007.

VIEIRA, S. **Estatística para a qualidade**. 3. Ed. Rio de Janeiro: **Elsevier**, 2014.

VALLE, J. Â. **40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento**. Rio de Janeiro: **Brasport**, 2007.

WERKEMA, M. C. C. **Lean Seis Sigma: Introdução as Ferramentas do Lean Manufacturing**. Belo Horizonte. 2010.

WERKEMA, M. C. C. **Lean Seis Sigma: Introdução as Ferramentas do Lean Manufacturing**. Belo Horizonte, 2006.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Porto Alegre: **Bookman**, 2015.

ZIEGLER, F.; OSCAR, R. **Planificación y control de gestión**. Ciudad utónoma de Buenos Aires: Ediciones del CCC Centro Cultural de la Cooperación Floreal Gorini; Bernal: Universidad Nacional de Quilmes, 2014.

ŽIVOJINOVIĆ, S.; STANIMIROVIĆ, A. Knowledge, intellectual capital and quality management as well as balanced scorecard lead to improved competitiveness and profitability. **International Journal of Environmental Research**, v. 3, n. 4, p. 339-351, 2009.