



APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC PARA MELHORIA DA PERFORMANCE DA LINHA DE PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS

APPLICATION OF THE DMAIC METHODOLOGY TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF THE PRODUCTION LINE OF A COSMETICS INDUSTRY

¹Gabriely Bonono FELICIANO.

²Flávio Raposo PEREIRA.

¹Instituto Federal do Espírito Santo - IFES. E-mail: gabrielybonono@gmail.com .

²Instituição do autor. E-mail: flavio.pereira@ifes.edu.br .

Artigo submetido em 04/06/2023 e aceito em 19/06/2023.

Resumo

Mediante a alta competitividade de mercado e do elevado nível de exigência dos clientes, as empresas buscaram oportunidades para modernizar seus processos a fim de oferecer produtos e serviços de qualidade, com alta flexibilidade e teor de inovação com menor custo e menor tempo de entrega. Esta pesquisa busca a redução do tempo de ciclo do processo de envase de uma indústria de cosméticos. Para isso, utilizou-se a metodologia DMAIC para mapear o fluxo, medir e classificar suas variáveis, analisar os dados para identificar a causa-raiz, propor melhorias para o processo e gerir os indicadores de desempenho durante o desenvolvimento das atividades. Com o intuito de alcançar os anseios propostos, esta pesquisa-ação contou com a aplicação dos conceitos e ferramentas abordados pelo Lean Six Sigma. Com base nos resultados, viu-se que houve uma redução do tempo de ciclo de 14,86%, onde o estado atual que era de 64,74 segundos passou a ser 55,12 segundos no estado futuro.

Palavras-chave:

DMAIC; Lean Six Sigma; Tempo de Ciclo; VSM.

Abstract

Through the high competitiveness of the market and the high level of customer demand, companies sought opportunities to modernize their processes in order to offer quality products and services, with high flexibility and innovation content with lower cost and shorter delivery time. This research seeks to reduce the cycle time of the filling process of a cosmetics industry. For this, the DMAIC methodology was used to map the flow, measure and classify its variables, analyze the data to identify the root cause, propose improvements to the process and manage the performance indicators during the development of the activities. In order to achieve the proposed desires, this research relied on the application of the concepts and tools addressed by Lean Six Sigma. Based on the results, it was seen that there was a reduction in cycle time of 14.86%, where the current state that was 64.74 seconds became 55.12 seconds in the future state.

Keywords:

DMAIC; Lean Six Sigma; Cycle Time; VSM.

1 INTRODUÇÃO

Diante do elevado nível de exigência dos clientes e de um mercado fortemente competitivo, as empresas precisaram adaptar-se aos requisitos dos consumidores. Flexibilidade, baixo custo, maior qualidade e rapidez nas entregas passaram a compor a visão estratégica das organizações (REIS et al., 2021). Terner, 2008, complementa que as expectativas excedem o desejo de um preço mais acessíveis. Hoje, a confiabilidade, a segurança nos produtos e nos serviços, o atendimento do pedido no prazo solicitado, têm-se tornado cada vez mais consolidado e mostrou ser o novo “valor” procurado pelos clientes.

A fim de atender os requisitos apresentados anteriormente, as empresas buscaram implementar melhorias na cultura interna e em seus processos produtivos, identificando falhas, eliminando a ociosidade e diminuindo os desperdícios, gerando assim, o aumento dos lucros e potencializando o crescimento empresarial (ROTTA; GARCEZ, 2021).

Com o intuito de auxiliar os empreendimentos na realização dessas propostas de intervenção, várias metodologias e ferramentas desenvolvidas, como exemplo o *Lean Six Sigma* que tem como principal ferramenta de destaque o DMAIC, do inglês *Define-Measure-Analyse-Improve-Control*, principal método aplicado nesse estudo. As ferramentas que o compõem visam, resumidamente, reduzir o tempo e variabilidade do processo, além de eliminar os desperdícios (WERKEMA, 2012).

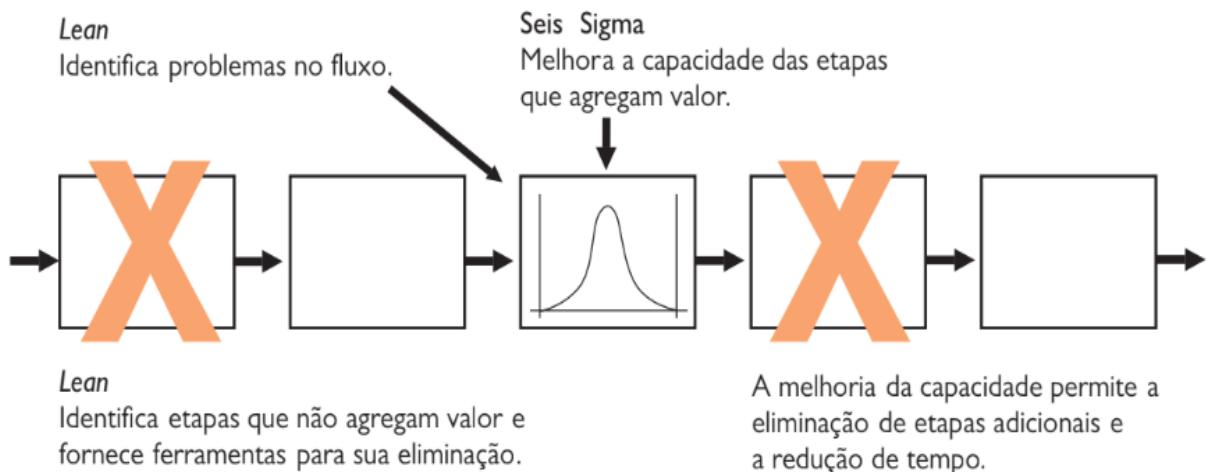
O objetivo geral dessa pesquisa-ação é aplicar a metodologia DMAIC com o intuito de reduzir o tempo de ciclo do fluxo de envase de uma indústria de cosméticos. Dentre os objetivos específicos constam: mapear o processo; mensurar e classificar os dados de acordo com a variação do fluxo de atividades; investigar os fatores que influenciam o problema raiz; analisar e sugerir melhorias no processo; e, monitorar os indicadores de desempenho ao longo da execução das tarefas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 LEAN SEIS SIGMA

O Lean Seis Sigma (LSS) é advindo da fusão natural entre o *Lean Manufacturing* e o *Six Sigma*. O primeiro visa atender as especificações dos clientes, eliminar os desperdícios, melhorar a velocidade do fluxo produtivo e aprimorar o processo, tornando as atividades mais simplificadas. O segundo, por sua vez, busca eliminar a variabilidade, otimizar o processo e gerenciar as entradas e saídas, como um todo (WERKEMA, 2012) e está fortemente associado ao controle de dados e uso das ferramentas estatísticas (ANDRIETTA; MIGUEL, 2002).

Figura 1 – Integração do Lean e o Seis Sigma



Fonte: Werkema (2012).

Ambas as metodologias são advindas da cultura de aprimoramento da performance do processo e redução de custos. Juntas possibilitam que a empresa alcance projetos de melhoria e inovação, ao mesmo tempo que estão gerenciando as atividades e o negócio (WERKEMA, 2012).

Todo projeto do Lean Seis Sigma deve ser originado através dos objetivos estratégicos da empresa. Para sua estruturação, utiliza-se o DMAIC, método que estabelece diretrizes para a resolução de problemas, dividido em cinco etapas, as quais estão descritas a seguir.

2.2 DMAIC: CONCEITOS E FERRAMENTAS

As letras iniciais de cada etapa, quando combinadas, formam o nome da metodologia, DMAIC (WERKEMA, 2012). Estão divididas em: definir, medir, analisar, melhorar (Improve, em inglês) e controlar. Cada etapa contém diferentes objetivos, contudo, sequenciais e complementares, sendo eles:

Define (Definir): Define a estruturação do projeto de acordo com as especificações dos clientes e da empresa e ainda, desenvolve todo o planejamento projeto, determinando todos os recursos que serão necessários.

Measure (Medir): Levanta dados para as medições e mapeamentos dos fluxos a fim de determinar o foco do problema.

Analyze (Analisar): Investiga a causa raiz e faz levantamento das possíveis influências sobre ela.

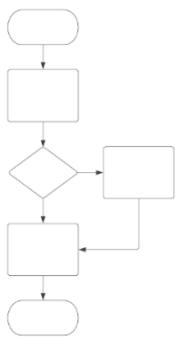
Improve (Melhorar): Elabora o plano de ação que propõem soluções para a problemática estudada, reduzindo ou eliminando suas causas.

Control (Controlar): Monitora os resultados advindos por meio da execução do plano de ação e a elabora controles para que garantam a sustentação dos resultados em longo prazo.

Geralmente, as matrizes de priorização são as primeiras ferramentas utilizadas, uma vez que determinam e avaliam parâmetros importantes que auxiliam a tomada de decisão. Existem diversas matrizes, sendo a matriz BASICO, um exemplo. Ela avalia seis aspectos e a inicial de cada um, compõem o nome da matriz, sendo eles: benefícios para a organização (B); abrangência dos resultados (A); satisfação interna dos funcionários (S); investimento necessário (I); cliente externo: grau de impacto (C); operacionalização: grau de facilidade (O); (SANTOS; OLIVEIRA; MARTINS, 2020).

Outra ferramenta muito utilizada é o diagrama SIPOC, responsável pelo mapeamento dos processos. Ela tem como foco o detalhamento de informações, característica que os demais fluxos usualmente não contemplam (MARQUES; REQUEIJO, 2009). A sigla SIPOC, é originada das letras iniciais de suas categorias, sendo elas: *suppliers* (fornecedores), *inputs* (entradas), *processes* (processos), *outputs* (saídas) e *customer* (clientes).

Quadro 1 – Diagrama SIPOC

S	I	P	O	C
Fornecedores (Suppliers)	Entradas (Inputs)	Processo (Process)	Saídas (Outputs)	Clientes (Customers)
Fornecedores externos; Fornecedores internos.	Materiais; Pessoas; Informação; Conhecimento; Equipamentos; Instalação.		Produtos tangíveis; Produtos intangíveis; Características; Informação.	Clientes externos; Clientes internos.

Fonte: Adaptado de Marques e Requeijo, 2009.

Por meio da composição do SIPOC, observa-se os dados mais relevantes de acordo com o processo exposto na coluna central. Ela tem início com o abastecimento das entradas (inputs) por meio dos fornecedores e finaliza com as saídas (outputs) são sendo entregues as clientes (PARKASH; KAUSHIK, 2011). Através dela, é possível verificar se todas as atividades do processo estão enviando e recebendo os produtos conforme o esperado (RIBEIRO, 2020).

Para encontrar esses fatores que contribuem para a ocorrência de produtos e fatos não conformes, é preciso analisar o processo mais de perto. Essas causas estão divididas em seis

diferentes perspectivas: matéria-prima, máquinas, medidas, meio ambiente, mão de obra e método. As categorias citadas são características da ferramenta nomeada como Diagrama de Ishikawa (WERKEMA, 2012).

Segregar o processo permite que a investigação de cada categoria seja mais eficaz e as evidências das causas influentes no problema sejam detectadas e solucionadas mais rapidamente (WERKEMA, 2012). É de suma importância que todos os parâmetros apresentados sejam considerados e testados, para que assim possam ser eliminados, resolvendo o problema em questão.

Com o objetivo de sanar as causas influentes no problema, novos recursos são necessários. A matriz 5W2H, por exemplo, torna-se uma potente ferramenta planejamento e controle, uma vez que auxilia a execução do plano de ação (CAVAGLIERI, 2015).

Quadro 2 – Matriz 5W2H

Matriz 5W2H	
What (O que será feito?)	Apresenta a atividade a ser realizada
Where (Onde?)	Estabelece o local da realização da atividade
Why (Por quê?)	Apresenta a justificativa da realização da atividade
Who (Quem?)	Aponta pessoas, setores e instituições envolvidas na atividade.
When (Quando?)	Indica o período, a época ou o tempo de realização da atividade
How (Como?)	Indica o método e os procedimentos envolvidos na realização da atividade
How much (Quanto?)	Estima o custo da realização da atividade

Fonte: Adaptado de Ventura e Suquisaqui (2019).

Sendo visualmente estruturada de maneira simples, o 5W2H contribui para que o entendimento e a execução da proposta de melhoria ocorram mais facilmente (CAVAGLIERI, 2015).

O mapeamento do fluxo de valor, do inglês Value Stream Mapping (VSM), é uma ferramenta de extrema importância na compreensão e comparação do estado atual e futuro do processo. Na fase atual, mostra os caminhos reais de material e informação, dando a possibilidade de identificar as causas raiz e possíveis pontos de melhoria. No cenário futuro, expõem as mudanças e os resultados advindos proposta de melhoria, assim como todos os dados e desenho dos fluxos (RAHANI; AL-ASHRAF, 2012).

3 PROCESSOS METODOLÓGICOS/MATERIAIS E MÉTODOS

O objetivo deste capítulo é apresentar a categorização e a estruturação da metodologia empregue.

3.1 CLASSIFICAÇÃO E ESTRUTURA DA PESQUISA

Este trabalho está classificado como pesquisa-ação, uma vez que aplica conhecimentos teóricos e práticos com finalidade de solucionar um problema real. Por meio dessa descrição, o estudo garante que o pesquisador seja um elemento ativo na investigação, estabelecendo critérios, executando planos e monitorando os dados referentes a problemática.

Esta pesquisa é categorizada como qualitativa já que o pesquisador coleta os dados diretamente no local em estudo, coletas as informações e realiza análises por meio das percepções dos entrevistados. É considerada ainda como quantitativa, visto que utiliza ferramentas e recursos estatísticos para análise de informações e geração de resultados.

3.2 ROTEIRO DA PESQUISA

A execução da pesquisa está baseada na aplicação da metodologia DMAIC por meio do uso de suas ferramentas. O roteiro foi definido de acordo com as cinco etapas presentes do método escolhido, sendo elas descritas como: *Define*; *Measure*; *Analyse*; *Improve*; e, *Control*.

Durante a pesquisa, foram utilizados os softwares utilizados foram o Excel®, que contribuiu com o armazenamento das informações; Minitab® que auxiliou a geração dos gráficos e das análises estatísticas e o Lucidchart, que permitiu o a elaboração do VSM.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo tem como objetivo apresentar os dados levantados durante a pesquisa, bem como as suas análises, além de ressaltar como as etapas do DMAIC foram exploradas.

4.1 A EMPRESA

A empresa objeto deste estudo está situada na região Grande Vitória - ES e atua com a terceirização de serviços no segmento de cosméticos. Dentre eles, é possível citar a fabricação e envase de produtos de tratamento capilar, dermocosméticos, esfoliantes, hennas, produtos para unhas, entre outros. Além disso, a empresa também atua com serviços de nacionalização de produtos importados, onde esse são inclusos no processo de etiqueta, celofane, montagem de kits e separação.

Devido ao aumento da demanda e do número de clientes, problemas existentes, como a falta de espaço disponível para armazenamento, restrição de maquinários e o não cumprimento da programação diária, se potencializaram e necessitavam de uma tratativa. Entretanto, foi preciso definir qual caso deveria ser tratado primeiro.

4.2 DEFINIR A META E DESCREVER A PROBLEMÁTICA (*DEFINE*)

Com o intuito de solucionar os pontos apresentados anteriormente, uma reunião com os coordenadores de cada área foi realizada com objetivo de determinar os problemas e apontar sua gravidade e a urgência de resolução. Na pauta tratada, havia quatro projetos a serem tratados:

- Projeto 1 – Divergência de inventário físico e do saldo no sistema;
- Projeto 2 – Aplicação FMEA para monitoramento dos indicadores diários;
- Projeto 3 – Crescimento da quantidade de correções na fabricação dos produtos;
- Projeto 4 – Melhora da performance do envase dos géis de unha.

Quadro 3 – Resultado da Matriz BASICO de acordo com as lideranças

POTENCIAIS MELHORIAS	B	A	S	I	C	O	SOMATÓRIO	GRAU DE PRIORIDADE
Projeto 4	5	5	3	2	4	5	24	1º
Projeto 1	4	3	3	5	3	4	22	2º
Projeto 3	3	5	5	1	2	4	20	4º
Projeto 2	3	4	5	4	3	2	21	3º

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Por meio da matriz de priorização BASICO, viu-se que o projeto de maior relevância era o projeto 4, uma vez que esse apresentou a maior somatória de pontos, conforme o Quadro 3. Ele visava melhorar o desempenho da linha de envase, reduzindo o tempo das atividades e aumentando o número de itens processados por hora. Para que isso aconteça, é necessário conhecer e detalhar o cenário atual do processo de envase.

4.3 DETERMINAR O CENTRO DO PROBLEMA (*MEASURE*)

Tão importante quanto analisar o fluxo das atividades, é compreender suas entradas e saídas. Dessa forma, criou-se a matriz SIPOC com o objetivo de obter um maior detalhamento do processo, descrito pelo quadro abaixo.

Quadro 4 – Análise das entradas e saídas do processo por meio da SIPOC

S	I	P	O	C
Fornecedores externo	Embalagens; Granel; Maquinário; Ordem de Produção;	Envase	Pote cheio de granel	Colaborador que irá colocar a tampa
Colaborador que irá colocar a tampa	Tampa ; Pote cheio de granel; Prensa; Esteira;	Prensa	Pote fechado colocado na esteira para o próximo colaborador	Colaborador que irá codificar e colocar na esteira do forminho
Colaborador que irá codificar e colocar na esteira do forminho	Pote fechado; Inkjet; Forno de indução; Esteira;	Codificação + Forninho	Produto codificado e selado	Colaborador que irá conferir o selo e a codificação
Colaborador que irá conferir o selo e a codificação	Pote codificado e selado; Álcool e solvente; Papel para limpeza;	Conferência	Produto conforme; Produto que necessita de retrabalho;	Colaborador que receberá o produto conforme;
Colaborador que receberá o produto conforme;	Cartucho; Bula; Selo/Lacre;	Encartuchamento	Produto encartuchado e lacrado;	Colaborador que irá montar as caixas de embarque.
Colaborador que irá montar as caixas de embarque	Caixa de embarque; Produto encartuchado e lacrado; Etiqueta; Fita Gomada; Stretch;	Montagem das caixas	Caixa de embarque compondo 12 unidades	Expedição

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A partir do Quadro 4, nota-se o fluxo de entradas tem início no abastecimento dos fornecedores, e deve ser lido da esquerda para direita, seguindo na mesma ordem a cada linha do quadro apresentado, finalizando na expedição para o cliente. Vale destacar ainda que o processo de envase foi teve suas macroetapas descritas na coluna P.

Por meio do mapeamento do processo e a criação do plano de ação, é possível gerar dados para processamento. Através do plano de medição sabe-se o que será medido, como medir, quais instrumentos serão utilizados, entre outros.

Quadro 5 – Plano medição dos indicadores

Plano de Medição - Indicadores do Processo					
Parâmetros	Definição Operacional	Etapa de Análise	Quantidade de amostras	Registro por meio de:	Outros dados que podem ser coletados
Tempo de Ciclo	Tempo necessário para montar uma caixa com 12 unidades envasadas	Linha de produção	25	Gembá + Cronômetro + Planilha	- Quantidade de paradas; - Tempo Takt; - Tempo de Setup;
Quantidade de retrabalhos	Erros que ocorrem durante a produção que precisam ser consertados	Linha de produção	Coletar durante a análise	Gembá + Contagem + Planilha	- Quantidade de perda e refugo; - Índice Kappa;
Como os dados serão utilizados?			Como os dados serão exibidos?		
<ul style="list-style-type: none"> - Teste de normalidade; - Nível Sigma; - Cp e Cpk; 			<ul style="list-style-type: none"> - Histograma; - Cartas de Controle; - Tabelas; 		

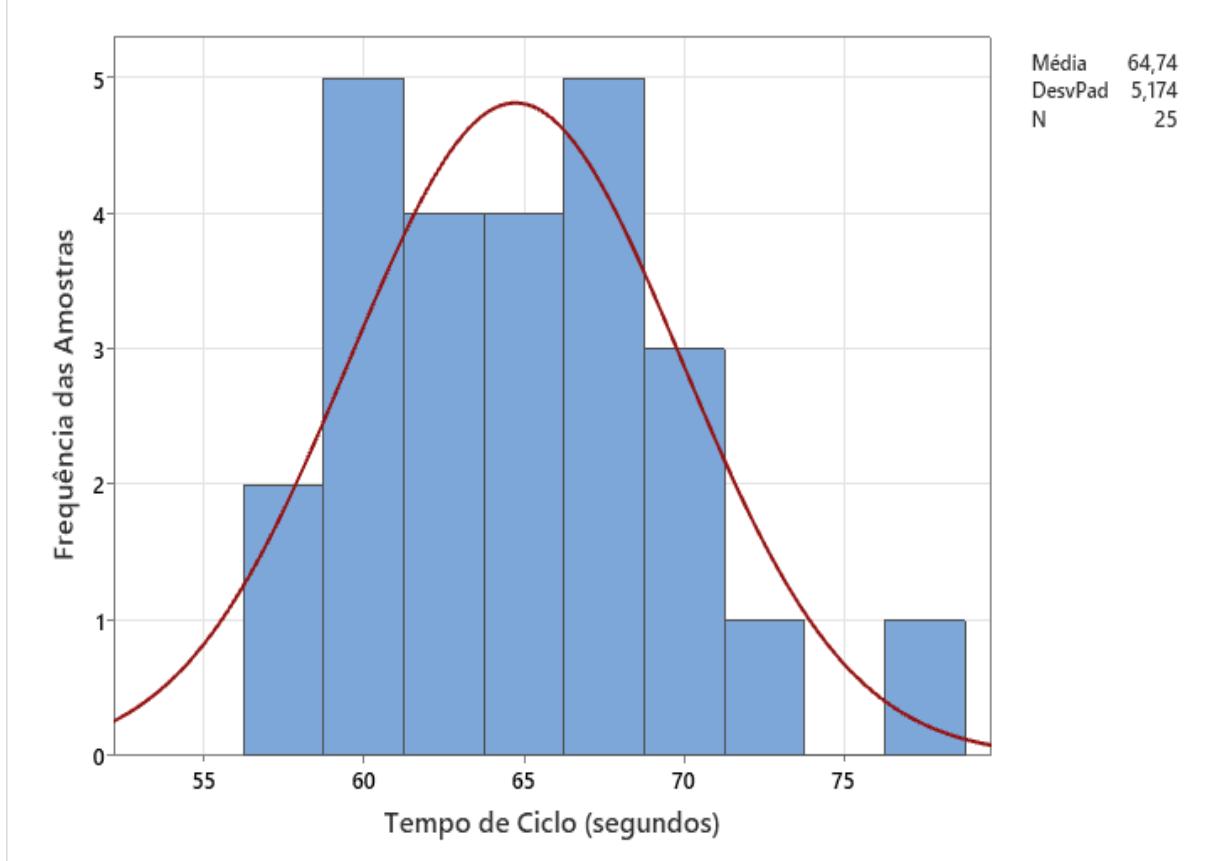
Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Por meio do Quadro 5, viu-se que os objetivos eram: medir o tempo de ciclo e mensurar quantas unidades precisariam de retrabalho. Durante a análise foram coletadas as informações de 25 amostras, registradas por meio de fotos, vídeos e anotações. O processamento dos dados e gráficos deu-se por meio dos softwares Excel® e Minitab®.

Seguindo as orientações definidas pelo plano de medição, realizou-se uma visita in loco (gembá) e registrou-se o tempo gasto para executar cada tarefa do processo. Os tempos de ciclo variavam no intervalo de 56,5 segundos a 77,5 segundos, sendo esses, os valores de mínimo e máximo. Com o auxílio do Minitab®, foi feita a primeira inferência onde se contatou que o p-value era igual a 0,303, caracterizando os dados pertencentes a uma distribuição normal, já que o p-value era maior que 0,05.

A partir dessa análise, foi feito um histograma (Figura 2) que além de revelar o comportamento da frequência dos tempos, revela os demais parâmetros estatísticos como média, desvio padrão e representação da curva normal.

Figura 2 – Distribuição dos tempos do processo atual



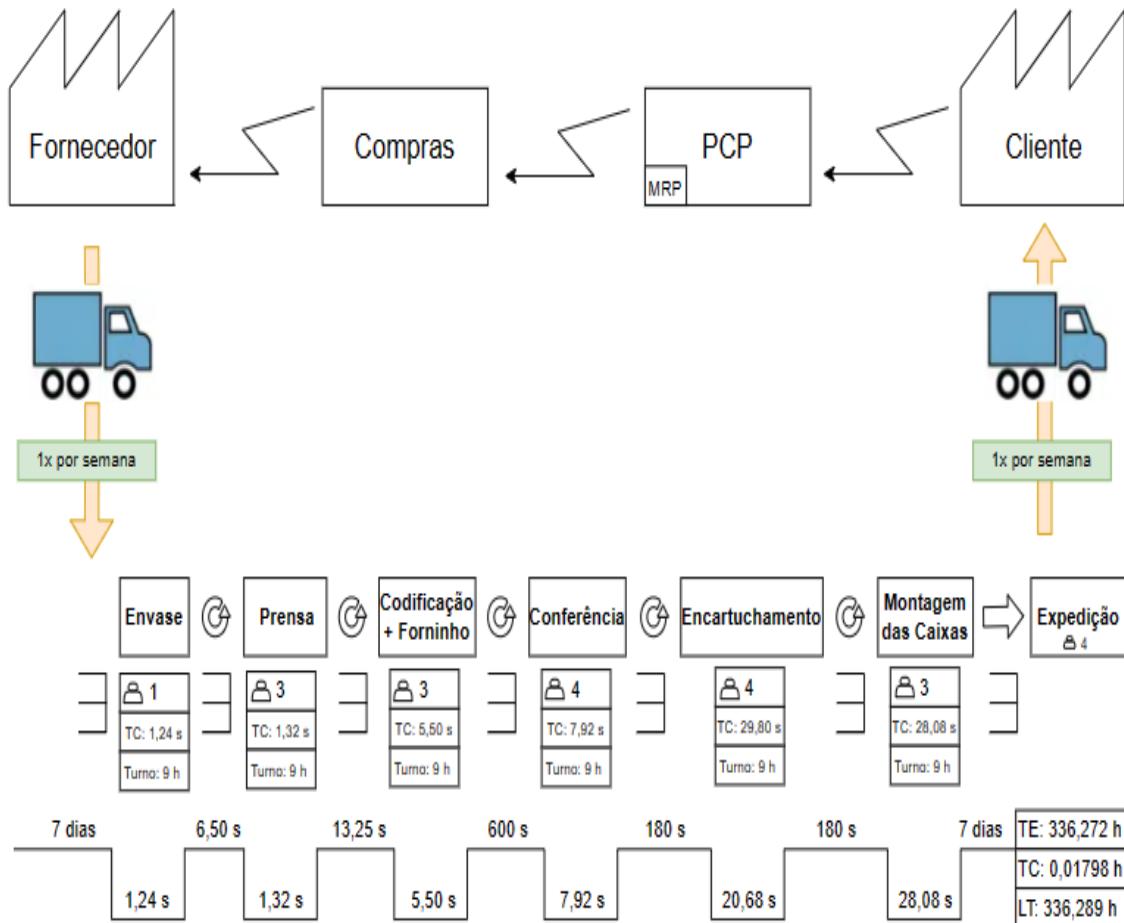
Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Por meio da Figura 2, verifica-se que o tempo médio é igual a 64,74 segundos e o desvio padrão igual a 5,174 segundos. Buscando encontrar um intervalo de confiança (IC), de nível 95%, conhecendo a média e o desvio das amostras, usou-se o valor de Z tabelado igual a 1,96. A fórmula utilizada para o cálculo do IC foi:

$$\text{Intervalo de Confiança} = \text{Média Amostral} * Z \left(\frac{\text{Desvio Padrão}}{\sqrt{n^{\circ} \text{ de amostras}}} \right)$$

O IC que descreve a média da população do processo atual é [62,71; 66,77]. Ao realizar uma análise sequencial dos tempos os com limites encontrados, constatou-se dos 25 tempos coletados, apenas 7 tempos estavam válidos, mediante aos critérios de confiança estabelecidos. Uma vez que todas os dados foram registrados e todas as análises dos tempos foram realizadas, montou-se o VSM do estado atual, conforme Figura 3.

Figura 3 – Mapeamento do Fluxo de Valor do Estado Atual



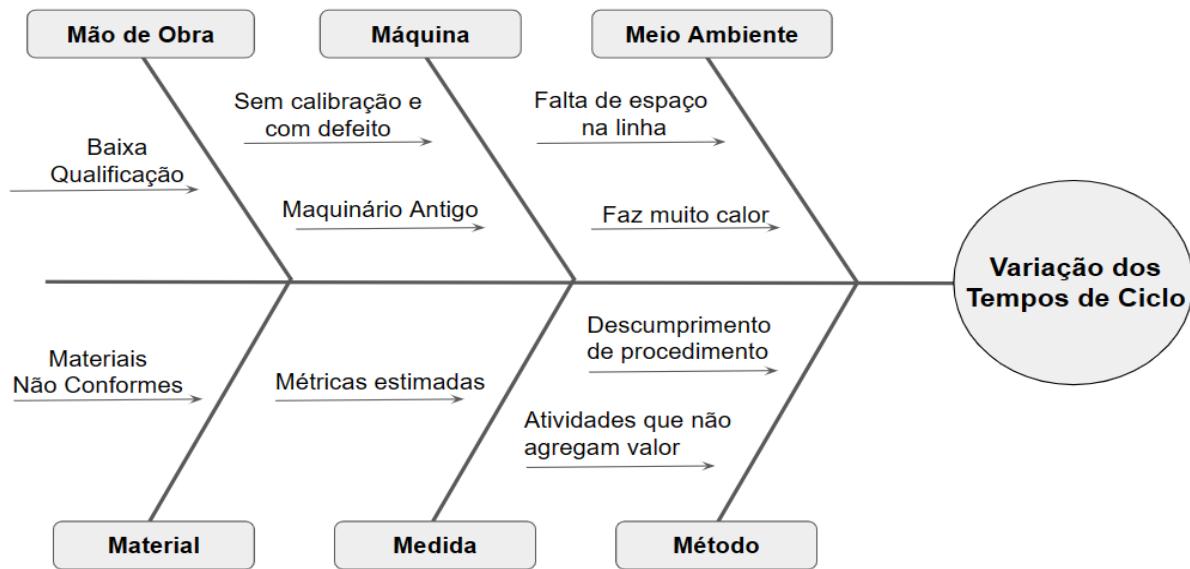
Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Conforme a Figura 3 retrata, o lead time (LT) é igual a 336,289 horas, o tempo de espera (TE) é igual a 336,272 horas e o TC é de 0,01798 horas. Finalizada, agora, a etapa de medição, inicia-se a etapa *Análise*, onde os dados são processados e analisados segundo as possíveis causas que possam influenciar o problema.

4.4 DEFINIR AS CAUSAS DA PROBLEMÁTICA (ANALYSE)

Na tentativa de encontrar os fatores que influenciavam a variação dos tempos registrados, foi criado um Diagrama de Ishikawa (Figura 4), que buscou, por meio de um brainstorming, identificar os pontos de maior relevância em cada aspecto analisado.

Figura 4 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Por meio da Figura 4 fica evidente que em cada categoria do diagrama, existe uma possível influência na variação dos tempos. Para este estudo, será analisado os aspectos relacionados a Mão de Obra, Método e Material e terá como ferramenta de apoio o 5W2H que definirá diretrizes do plano de ação.

Figura 5 – 5W2H

5 W					2 H	
WHAT?	WHY?	WHERE?	WHO?	WHEN?	HOW?	HOW MUCH?
O que?	Por que?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?	Quanto?
Revisar os POPs e capacitar os colaboradores	Diminuição dos registros de não conformidade por não seguir as orientações do processo/produto	Sala de Treinamento	Garantia da Qualidade	07/11/2022	Treinamento de Boas Práticas; Explicação das Ordens de Produção e Especificações;	R\$ 0,00
Investigar as atividades e os indicadores do processo	Reducir ou eliminar as atividades que não agregam valor	Linha de Produção	Gerente do Projeto e Supervisor da Produção	04/10/2022	Gembá; Registros; Cronoanálise; Relatórios e acompanhamentos;	R\$ 0,00
Pesquisar novas ideias para reduzir os retrabalhos e aumentar a produtividade	Buscar novas tecnologias para otimização do processo	Internet	Gerente do Projeto e Cliente X	19/10/2022	Pesquisas na Web; Reuniões; Troca de mensagens;	R\$ 0,00

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Como visto na Matriz 5W2H, representada pela Figura 5, nota-se que existem três ações que devem ser executadas, sendo elas: revisão dos procedimentos operacionais padrão (POP) bem como a capacitação dos colaboradores; observação do modo de execução das atividades e análise dos seus respectivos indicadores; e, pesquisa de novos materiais e/ou recursos para o aumento da produtividade e redução de retrabalhos.

Com as metas, as razões, as datas e as tratativas estabelecidas, inicia-se a fase de implementação de melhorias que será abordada no tópico abaixo.

4.5 ANALISAR E IMPLEMENTAR MELHORIA (*IMPROVE*)

A seção de implantação de melhorias foi dividida em três etapas com base nos apontados descritos da matriz 5W2H, sendo elas: revisão dos POP e capacitações, que buscou resolver a categoria Mão de Obra; testes no vacuômetro que tinha como finalidade resolver a categoria Material; e, por fim, o teste da realidade simulada que tinha como objetivo solucionar a categoria Método.

4.5.1 Revisão dos POP e capacitações

A etapa de formação das equipes foi dividida em dois momentos: a primeira foi realizada no dia 04/11/2022 dedicada a capacitação dos gestores das áreas e líderes das linhas e a segunda realizada no dia 07/11/2022 composta por todos os colaboradores que tinham suas atividades relacionadas ao processo de envase.

Dentro do escopo abordado, estavam evidenciados os deveres e as boas práticas, os principais indicadores relacionados ao processo, a importância do cumprimento dos tempos propostos e todos os retornos positivos provenientes da diminuição da quantidade de refugos e retrabalhos. Finalizada a fase de formação, os testes com o vacuômetro tiveram início.

4.5.2 Testes no vacuômetro

Durante as visitas ao *gemba*, viu-se que a conferência dos potes era uma atividade essencial (já que a vedação dos selos não era uma etapa confiável), entretanto era uma etapa que não agregava valor, podendo ser reduzida ou, de preferência, eliminada.

Na conferência, avalia-se dois critérios: se a codificação está conforme e se o selo de indução está cumprindo o papel de vedação. Dos dois aspectos analisados, o selo é o mais crítico, já que a vedação estiver fora do padrão, pode haver escoamento e comprometimento da qualidade do produto.

Na tentativa de encontrar novas tecnologias e recursos para solucionar essa questão, foi proposto um pote que não precisaria ser vedado com o selo de vedação, eliminando o uso do selo e do forno de indução. Durante as pesquisas, encontrou-se um fornecedor estrangeiro que enviou algumas amostras para a realização dos testes.

Recebidas as amostras foi feito o teste no vacuômetro com o pote cheio de água, resultando em alguns casos de vazamento. Posteriormente, os testes com água foram substituídos por testes com gel de unha, esses que não apresentaram vazamento, mostrando que o novo pote atendia as especificações propostas que eram o armazenamento do gel e estavam aprovados a seguir no teste da realidade simulada.

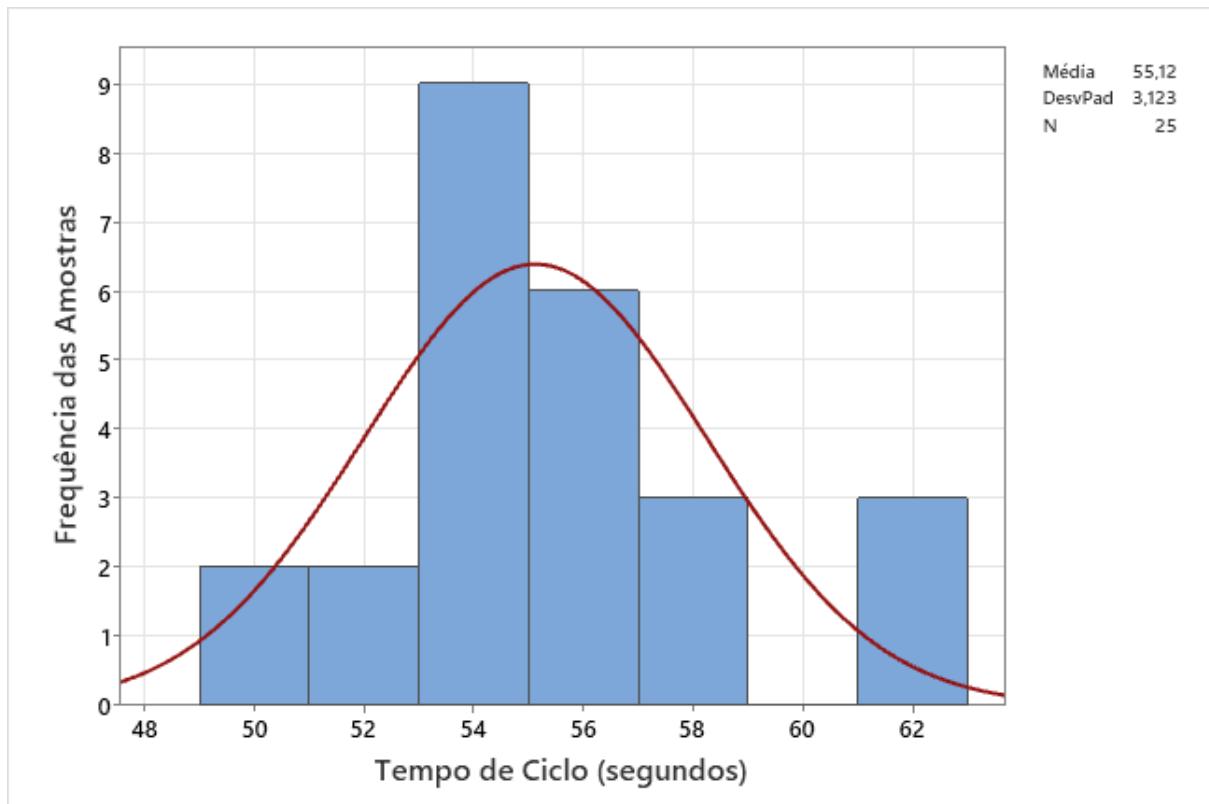
4.5.3 Simulação

O teste em questão buscou simular a realidade do processo ao adotar o novo pote como padrão, para isso realizou-se o mapeamento do novo fluxo. Posteriormente, uma equipe foi convocada para realizar as atividades compostas no processo e, terceiro e último passo, foi realizado uma simulação da linha onde foram coletados e registrados os tempos de 25 amostras.

Os tempos de ciclos encontrados variavam entre 51 segundos a 61,5 segundos, sendo esses, os valores de mínimo e máximo. A fim de gerar as inferências, novos gráficos e análises foram realizadas. Um novo teste de normalidade foi feito, encontrando o *p-value* igual a 0,084, caracterizando uma distribuição normal.

Com o histograma do estado proposto (Figura 6), nota-se que a média dos tempos é igual a 55,12 segundos e o desvio padrão é igual a 3,123 segundos. Nota-se, desde já, uma redução na variação dos tempos.

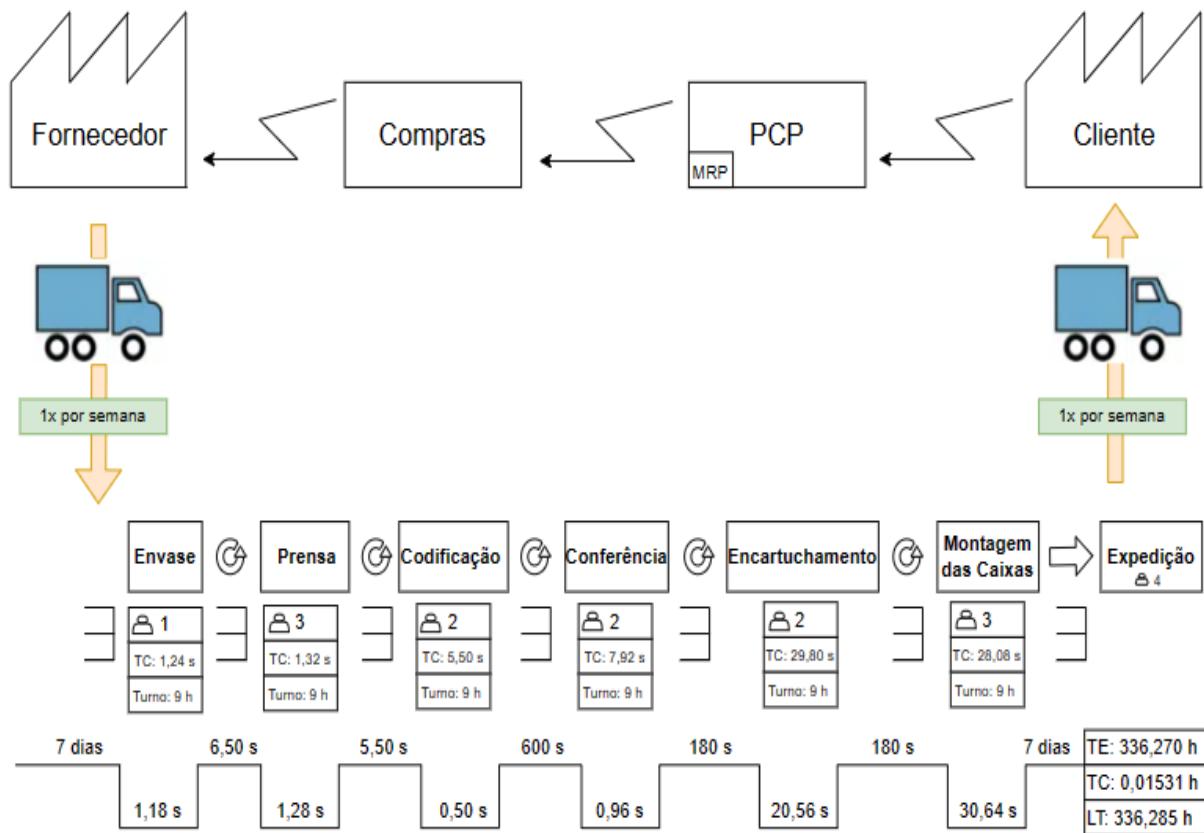
Figura 6 – Distribuição dos tempos de ciclo



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Vale ressaltar ainda que seguindo os mesmos parâmetros para determinar o intervalo de confiança da realidade simulada, constou-se que existem 12 tempos dentro do IC esperado, sendo ele [53,89; 59,34]. Com os registros e análises já realizadas, foi possível compor todo o VSM do estado futuro, conforme mostra a Figura 7, abaixo.

Figura 7 – Mapeamento do fluxo de valor do estado proposto



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

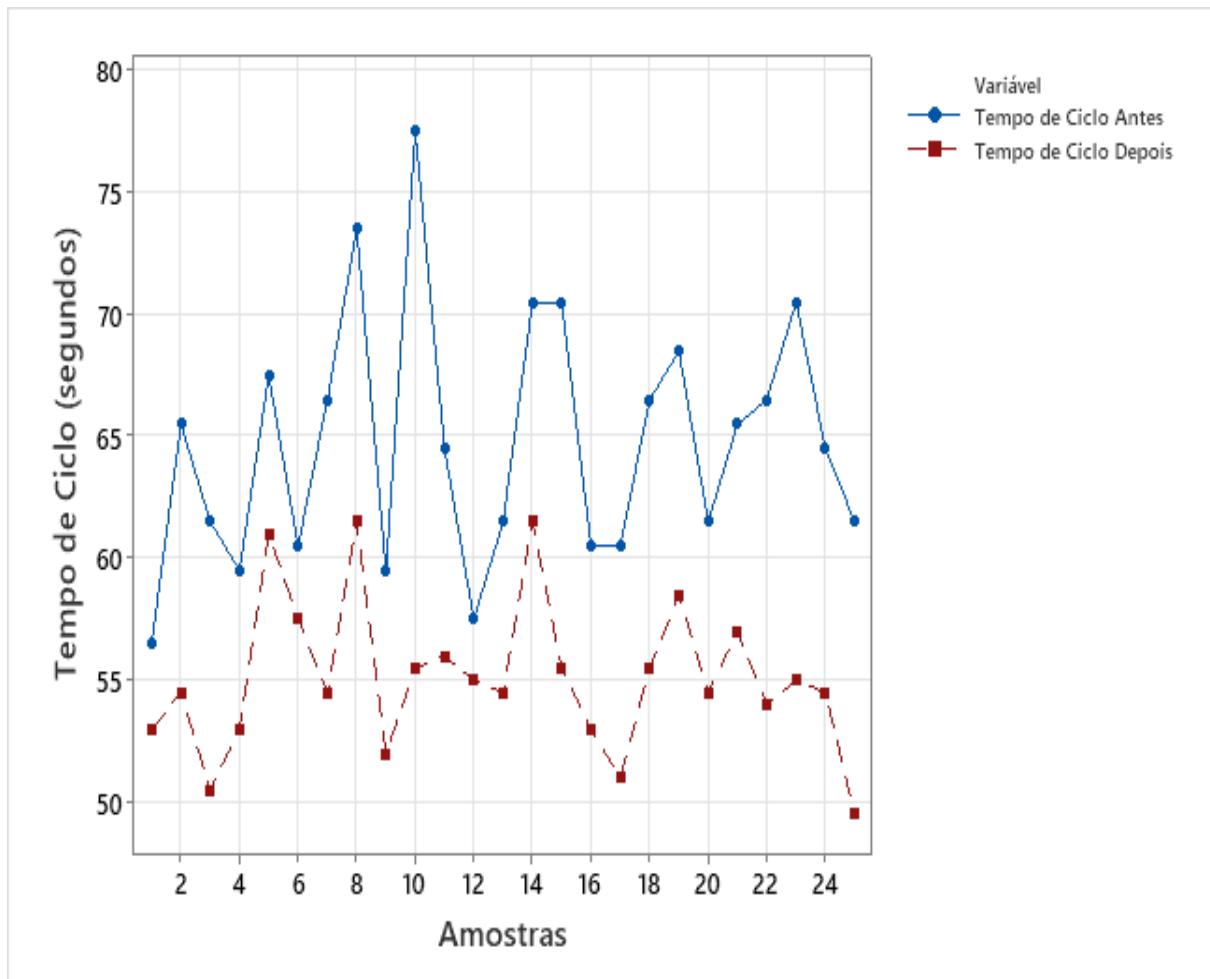
Conforme revelado pelo VSM do estado futuro, viu-se que o LT é igual a 336,285 horas; o TE é de 336,270 horas e o TC é de 0,01531 horas. A operação da linha reduziu para 13 colaboradores. Não houve alteração na jornada de trabalho nem na quantidade de pessoas que trabalham no estoque.

Com a finalidade de validar a proposta do cenário futuro, realizou-se um comparativo dos resultados obtidos através das análises dos estados, esses que serão apresentados no tópico a seguir.

4.5.4 Comparação dos resultados do estado atual e do estado proposto

Com o intuito de analisar o comportamento das amostras recolhidas em ambos estados e de forma simultânea, criou-se o um gráfico sequencial múltiplo (Figura 8), onde a linha azul representa o estado atual e a linha vermelha descreve o estado proposto.

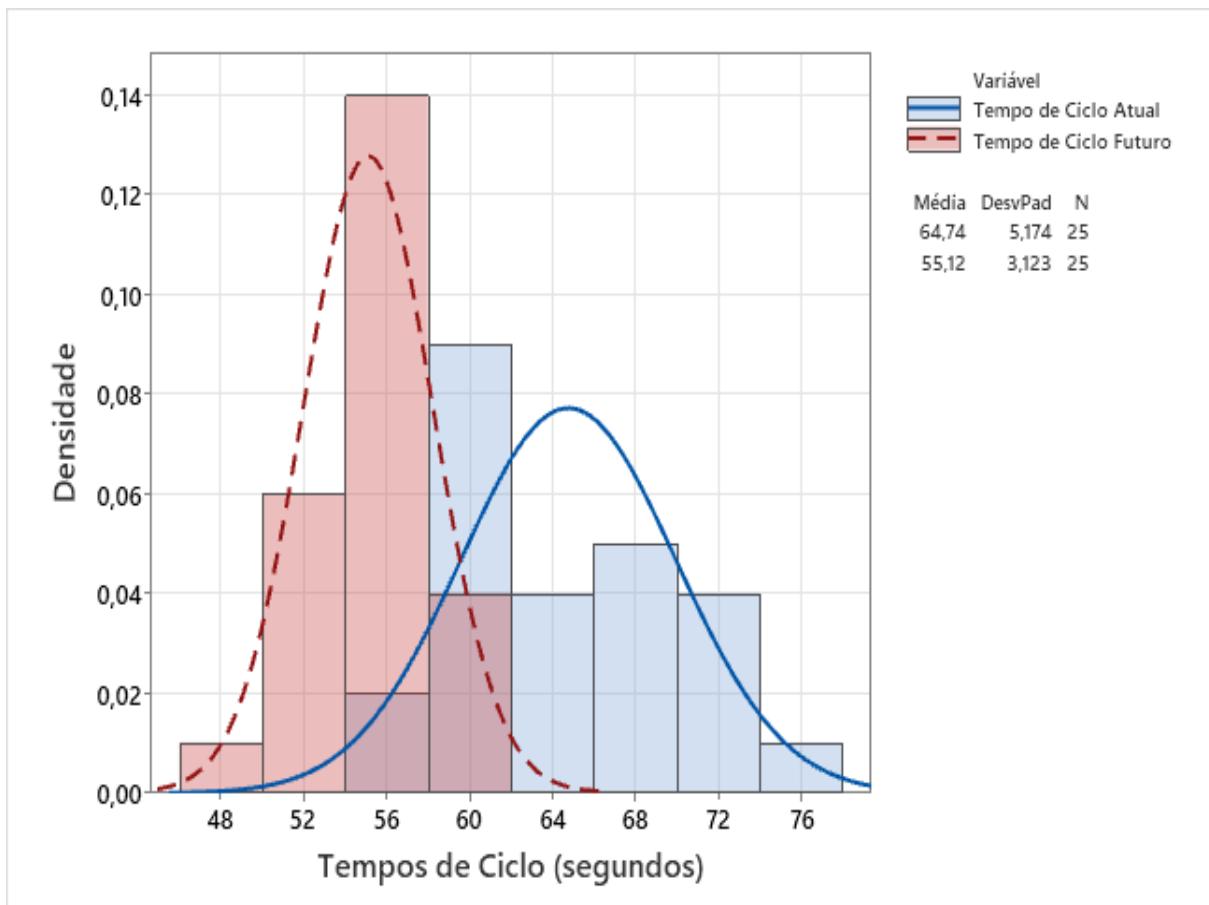
Figura 8 – Gráfico sequencial múltiplo



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Por meio da Figura 8, percebe-se que os TC do estado proposto são menores do que o atual, ou seja, a composição das caixas está mais rápida. Tal progresso é advindo da capacitação da equipe de envase resultando no melhor desempenho das atividades da linha de produção. Vale ressaltar ainda que comportamento das séries temporais é similar indicando uma possível tendência. Para estudos futuros é valido analisar a interferência do maquinário no processo de envase, categoria que no presente estudo não foi considerada. Outra forma visual de comparação utilizada foi o uso de histogramas de análise múltipla, conforme a Figura 9.

Figura 9 – Histograma de análise múltipla



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Através dos histogramas combinados (Figura 9), a comparação dos dados estatísticos e do comportamento das curvas também serviu de parâmetro para análise. Percebe-se que a curva do estado atual possui a base mais larga e o topo mais achatado, evidenciando uma maior variação dos tempos e uma média maior. Em contrapartida, a curva do processo proposto apresenta uma curva mais acentuada e a base mais estreita, indicando menor variabilidade dos TC e uma média menor. A respeito das densidades, elas indicam a probabilidade de uma variável aleatória estar contida naquela região.

Com o intuito evidenciar os dados confrontados, gerou-se um quadro resumo (Quadro 6), contendo os principais resultados dessa pesquisa-ação.

Quadro 6 – Resumo da comparação dos estados atual e proposto

Critérios de Avaliação	Processo Atual	Processo Futuro	Resultado Obtidos	Resultado
Tempo de Ciclo (s)	64,74	55,12	- 9,62 segundos	Redução de aprox. 14,86%
Desvio Padrão (s)	5,174	4,887	- 0,287 segundos	Redução de aprox. 5,55%
Produção por hora	668	784	116 unidades/hora	Aumento de aprox. 17,36%
Nº de pessoas na linha	18	13	- 5 colaboradores	Redução de aprox. 27,78%
Amostras dentro do intervalo estatístico	7	12	5 amostras	Aumento de 71,43%

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Mediante ao quadro resumo, conclui-se que a proposta do estado futuro é válida, uma que apresentou resultados positivos em relação aos aspectos analisados, com destaque a redução do tempo de ciclo que era o propósito principal da empresa e deste trabalho. Com a nova proposta, o sistema é mais confiável já que apresenta maior número de amostras contidas no intervalo e possibilitou a realocação de cinco colaboradores a outras linhas para auxiliar no cumprimento da programação diária.

Apesar dos resultados do estado proposto serem promissores, sua implantação ainda não é possível, visto que foi recebido apenas algumas amostras para testes. O objetivo é importar esse novo recurso e implementá-lo ainda no ano de 2023.

4.6 MANTER O RESULTADO ALCANÇADO NO LONGO PRAZO (*CONTROL*)

Foi definido que ao final de cada mês, cada liderança enviará um relatório via e-mail para relatar as informações pertinentes aos processos e atualizará os principais indicadores e análises dos mesmos. A cada trimestre será realizada uma reunião geral com as lideranças com o intuito de avaliar os dados, os progressos (ou não) e abordar novos projetos de melhoria, enquanto a proposta do estado proposto não é implementada.

Os indicadores diários devem ser coletados de hora em hora para abastecimento dos indicadores e registrados no fim do dia. Caso haja algum dado fora dos parâmetros normais, deve ser comunicado para ação corretiva imediata.

5 CONCLUSÕES

O presente estudo teve como intuito a redução da variabilidade do tempo de ciclo do fluxo produtivo do gel de unha de uma indústria de cosméticos, por meio da aplicação das etapas da metodologia DMAIC. A fim de atender esse objetivo, todo o processo foi mapeado

investigando os fatores que poderiam influenciar a problemática apresentada e elaborar uma proposta de intervenção.

Ao observar o processo, viu-se que a conferência dos potes, em especial, a conferência dos selos se tratava de uma atividade que não agregava valor ao produto e que precisava de intervenção. Por isso, pesquisas de mercado foram realizadas com o propósito de encontrar algum recurso que pudesse substituir o uso do selo certificando que não haveria qualquer escoamento.

Com as amostras do novo pote recebido, foram realizados testes no vacuômetro e simulação das linhas de produção, onde o tempo de ciclo teve redução de 14,86%, saindo de 64,74 segundos para 55,12 segundos com a implantação da proposta.

A duração do projeto foi de nove meses, realizado no período de março/2022 a outubro/2022, tendo continuidade com a simulação do novo processo em janeiro/2023, mês que os novos potes chegaram na empresa. A proposta deste estudo também, mostrou que implantação da metodologia DMAIC é um eficiente recurso para resolução de problemáticas que precisam de intervenção.

O alcance dos objetivos pode ser explicado através da definição e cumprimento dos propósitos de cada etapa do DMAIC, sendo elas: o mapeamento do processo, com a SIPOC e VSM; identificar o processo conforme o grau de variabilidade com o auxílio do Minitab®, por meio da representação dos histogramas e análises sequenciais; identificar as causas-raiz por meio do Diagrama de Ishikawa e da matriz 5W2H; e elaborar uma proposta de intervenção no processo de envase e controlar os indicadores de desempenho através dos controles de diários de produção e frequente capacitação dos colaboradores.

Para os trabalhos futuros, é sugerido estudar as demais causas influentes na variação do tempo de ciclo, com destaque a influência do maquinário e ainda, verificar se os dados minerados através da simulação do estado proposto possui o comportamento esperado conforme descreve este estudo.

REFERÊNCIAS

- ANDRIETTA, J. M.; MIGUEL, P. A. C. **A importância do método Seis Sigma na gestão da qualidade analisada sob uma abordagem teórica.** Revista de Ciência & Tecnologia, Recife, v. 11, n. 20, p. 91-98, 2002.
- CAVAGLIERI, M. **Lean Archives: O emprego do Lean Office na gestão de arquivos.** 2015. 202 F. Dissertação (Mestrado em Gestão da Informação) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.
- MARQUES, P. A.; REQUEIJO, J. G. **SIPOC: A Six Sigma tool helping on ISO 9000 quality management systems.** In: XIII Congreso de Ingeniería de Organización. Barcelona, 2009. p. 1229-1238. Anais... Disponível em: . Acesso em: 12 jun. 2022.
- RAHANI, AR; AL-ASHRAF, Muhammad. **Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study.** Procedia Engineering, v. 41, p. 1727-1734, 2012.

REIS, Guilherme dos; SATOLO, Eduardo Guilherme; MAC-LAN, Priscilla Ayleen Bustos; GAMEIRO, Bruno da Costa Ferreira; MONARO, Renato Luis Garrido. **Controle do processo de logística externa de uma fábrica de pulverizadores por meio da aplicação de ferramentas lean seis sigma.** ENEGEP, 2021.

RIBEIRO, Kayane da Silva. **GESTÃO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO: UM ESTUDO DE BPM NA INDÚSTRIA CRISTAL ALIMENTOS.** 2020

ROTTA, Gustavo Lira; GARCEZ, Thalles Vitelli. **APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC NO RESSUPRIMENTO DE UMA FÁBRICA DE BISCOITOS.** ENEGEP, 2021.

SANTOS, Marcos dos; OLIVEIRA, Natan Shalom Frutuoso de; MARTINS, Ernesto Rademaker; "APLICAÇÃO DA MATRIZ BÁSICO COMO BOA PRÁTICA DE GOVERNANÇA EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS E PRIVADAS: DESENVOLVIMENTO DE UM APPLICATIVO DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO", p. 598-611 . In: Anais do XIX Simpósio de Pesquisa Operacional & Logística da Marinha. São Paulo: Blucher, 2020.

PARKASH, S.; KAUSHIK, Veerender Kumar. **SUPPLIER PERFORMANCE MONITORING AND IMPROVEMENT (SPMI) THROUGH SIPOC ANALYSIS AND PDCA MODEL TO THE ISO 9001 QMS IN SPORTS GOODS MANUFACTURING INDUSTRY.** LogForum, v. 7, n. 4, 2011.

TERNER, G. L.K. **Avaliação da aplicação dos métodos de análise e resolução de problemas em uma empresa metal – mecânica.** Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre, RS. UFRS. 2008.

WERKEMA, Cristina. **Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing.** Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006, v.4.

_____. **Métodos PDCA e DMAIC e Suas Ferramentas Analíticas.** Elsevier Brasil, 2012.

_____. **Lean Seis Sigma.** Elsevier Brasil, 2012, v.4.

_____. **Criando a Cultura Lean Seis Sigma.** Elsevier Brasil, 2012, v.2.