

PLANO DE CONTROLE SEIS SIGMA: REDUÇÃO DE DESPERDÍCIO EM UMA EMPRESA DE ENGARRAFAMENTO DE ÁGUA

Sergio Guzmán¹, Sergio Luchesi¹, Yuri Silva de Miranda¹, Renato Sabino Geribello^{2,3}, Mayara dos Santos Amarante^{2,4}.

RESUMO

O presente artigo relata a implementação da metodologia Seis Sigma em uma empresa de engarrafamento de água. Deste modo, tem como objetivo entender a metodologia Seis Sigma através de pesquisa bibliográfica e de análise quantitativa da aplicação do DMAIC nesta empresa. A linha de garrafas de 0,5L oferecia 78% de eficiência e a aplicação do DMAIC e do Seis Sigma buscava aumentar a eficiência para 84%. O Seis Sigma é uma tecnologia que busca melhorar a performance em processos produtivos através do DMAIC, com uso de ferramentas como o Diagrama de Pareto. Para isso, foram analisadas métricas referentes ao processo produtivo, buscando entender qual eram as máquinas que mais perdiam garrafas e desperdiçavam tempo. Chegou-se à conclusão de que a Termoencolhedora era a máquina em que mais se ocorria falhas e paradas mecânicas. Com isso comprovado, foram adotadas medidas que tornassem a Termoencolhedora mais produtiva e menos dispendiosa. Após o processo, notou-se que as cinco fases do DMAIC devem ser bem definidas e que se precisa de uma equipe treinada e integrada do processo produtivo para obtenção de sucesso. Com isso, ao definir metas, analisar os números e dados referentes ao processo e implementar as mudanças necessárias, um controle rígido e sistemático gerou melhora da performance do processo de engarrafamento. Por conseguinte, a metodologia DMAIC bem aplicada reduziu as perdas e aumentou a eficiência da linha de garrafas de 0,5L para a meta inicial. Além disso, o nível Sigma melhorou para 2,26 de um anterior considerado baixo (1,64). Também houve queda no número de desperdício de garrafas, chegando a um rendimento de 77,78% das garrafas fabricadas.

Palavras-chaves: Engenharia de produção. Seis Sigma. DMAIC. Engarrafamento de Água.

ABSTRACT

The article is an implementation of the Six Sigma methodology in a water bottling company. In this way, it aims at the methodology of Sigma through the bibliographic research and quantitative analysis of DMAIC applications in this company. A line of 0.5 liter bottles offers 78% efficiency and a DMAIC and Sigma application to increase efficiency to 84%. Six Sigma is a technology that seeks to improve performance in productive processes through the DMAIC, using tools such as the Pareto's Diagram. To that, they were analyzing the removal and productive methods, have been understood to be the most perdian bottles and wasted the time. It came to the conclusion that a thermo-shrink was a machine that worries most about faults and mechanics. With this were published, measures were taken that made the thermo-shrinker more productive and less expensive. After the notation process, the five phases of the DMAIC must be well defined and require a trained and integrated team of the productive process for success. Thus, in setting goals, analyzing and editing throughout the text and implementing the necessary changes, a solid and systematic control improves the performance of the bottling process. Therefore, a well-applied DMAIC methodology reduced losses and increased the efficiency of the bottle line to an initial target of 0.5L. In addition, the Sigma level improved to 2.26 from a previous low test (1.64). Volume of production of bottles was 77.78% of the bottles manufactured.

1 INTRODUÇÃO

Plano de controle define-se como um documento estruturado que detalha ações em todas as etapas em um processo de produção. Deste modo, garante-se que o processo esteja em controle, para que, assim, as expectativas do cliente em relação ao produto sejam alcançadas (NISHIO, 2013).

Apesar dos planos de controle serem normalmente solicitados pelos clientes mais rigorosos, eles também podem ser realizados espontaneamente pela empresa

1 Bacharelados do Curso de Engenharia de Produção. Centro Universitário Brazcubas.

2 Professor Titular do Centro Universitário Brazcubas, Brasil.

3 Especialista em Docência para o Ensino Superior pela Universidade Braz Cubas, Brasil (2012).

4 Mestrado em Ciências e Tecnologias Espaciais pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brasil (2014).

responsável pelo processo, a fim de controlar sua qualidade. Assim, um produto fora dos conformes tenha um tratamento formal e sistemático (NISHIO, 2013).

Para construir o plano de controle, será utilizado o método Seis Sigma. Precisamente, será adotado para análise o DMAIC – Definir, medir, analisar, melhorar e controlar. Além de outros instrumentos, como o Diagrama de Ishikawa, o FMEA, entre outras.

O modelo Seis Sigma surgiu, em 1987, entre profissionais da empresa Motorola. Enquanto estudavam conceitos estabelecidos por Deming, buscando a melhoria do desempenho dos processos produtivos. O método foi rapidamente reconhecido pela diretoria da Motorola, tendo em vista que se tratava de uma implantação em todas as atividades da empresa, ressaltando a essência de melhoria contínua (HEDERSON; EVANS, 2000). Para a Motorola, o principal benefício foi a redução de problemas apresentados durante o período de garantia. Assim, passou a buscar um produto livre de defeitos, reduzindo as perdas e aumentando a confiabilidade no seu produto final (SENAPATI, 2004). Com isso, em 1988 a Motorola conquistou o Prêmio Malcolm Baldrige de Qualidade.

Deste modo, em um mundo marcado pela globalização e competição acirrada, além da padronização dos hábitos e demandas dos clientes (ECKES, 2000; SNEE E HOERL, 2003), a Seis Sigma surge como resposta, alvejando um meio de produção com abordagem multifuncional, trabalhando os problemas operacionais que afetam a qualidade do produto, a satisfação do cliente e, conseqüentemente, a lucratividade.

Assim, com base nas definições de Plano de Controle e do método Seis Sigma, foi selecionada como objeto de estudo uma multinacional de engarrafamento de água. A importância agregada ao projeto é a redução do custo da não-qualidade, além de evitar situações de falta de estoque na alta temporada.

2 OBJETIVOS

Explicar teoricamente o método Seis Sigma.

Apresentar os benefícios da aplicação do Método Seis Sigma em uma empresa de engarrafamento de água.

3 METODOLOGIA

Pesquisa bibliográfica qualitativa em que serão descritas as cinco fases do processo DMAIC aplicadas à uma empresa de engarrafamento de água.

4 DESENVOLVIMENTO

Existindo como uma prática de gestão, o Seis Sigma tem por objetivo melhorar a lucratividade de uma empresa (HAHN et al., 2000). Ao alcançar suas metas, aumenta a participação de mercado da marca e reduz os custos de produção, além de apresentar operações otimizadas (BREYFOGLE III et. al., 2001). Assim, as variações no processo e os defeitos nos produtos são minimizadas continuamente (LINDERMAN et al., 2003).

Aplicado através de diversas ferramentas para identificar, analisar e solucionar os problemas existentes no processo de produção (HONG; GOH, 2003), sempre utiliza de uma base estatística. Além disso, o método apresenta como diferencial ao integrar ferramentas, procedimentos e objetivos como um todo. Por isso, torna-se necessário o engajamento de todos os setores da empresa, com extrema organização e comprometimento com o projeto (BAÑUELAS; ANTONY, 2002). Para isso, é importante que exista proatividade dos envolvidos no processo. Deste modo, o Seis Sigma pede uma seleção cautelosa da equipe que integrará o programa. Assim como restitui-se obrigatoriedade a implementação de treinamentos visando a qualidade da implementação (INGLE; ROE, 2001).

Utilizado em 95% dos casos, o DMAIC é a ferramenta mais utilizada na aplicação do Seis Sigma (LYNCH et al., 2003). A sigla remete as cinco fases do processo – Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar (RATH; STRONG, 2001). Análogo a um funil (LYNCH, 2003), o DMAIC apresenta passos integrados e logicamente conectados, seguindo a ordem cronológica do processo. Assim, o escopo passa a ser gradualmente reduzido, gerando facilidade no entendimento e na resolução do problema, focado sempre por uma espécie de mira. Apenas com rigoroso controle sobre o método DMAIC, a tecnologia Seis Sigma pode ser aplicada com sucesso. Com isso em vista, foram aplicadas as definições de Seis Sigma e DMAIC ao processo de engarrafamento de água de uma determinada empresa:

4.1 Definir

Para Jirasukprasert (2014), a fase Definir do DMAIC deve ter como principal foco a seleção de projetos e na compreensão das métricas que irão impactar o processo.

Deste modo, é nesta fase que são definidos os problemas vinculados a determinado processo. Além das metas e do escopo geral do projeto. Estas metas devem refletir dados quantitativos e sempre estar associadas a solução do problema. Por isso, geralmente as metas e objetivos são conectados a porcentagens e a um determinado período de tempo.

Ainda para Jirasukprasert (2014), é na primeira fase do DMAIC que a equipe responsável pelo projeto é definida, além do briefing do projeto.

Deste modo, o projeto teve início no segundo semestre de 2018. Segundo Wiper e Harrison (2000), um fator decisivo na implementação do Seis Sigma é a presença de uma infraestrutura capaz de suportar a aplicação, o desenvolvimento e a perpetuidade do programa. Inclusa nessa infraestrutura, está a capacitação de funcionários (BEHARA et al., 1995). Por isso, ocorrerão duas semanas de treinamento minucioso sobre a metodologia Seis Sigma e as técnicas de resolução de problema através do DMAIC. O líder do projeto deverá receber instrução especializada, enquanto os membros da equipe serão preparados por ele. Baseando-se na afirmação de Bañuelas e Antony (2002), a equipe será composta por membros de diversos departamentos – desde engenharia e produção até finanças e marketing.

A principal meta será a redução as perdas de garrafas de 0,5% para 0,2%. Para isso, deverá aumentar a eficiência da linha de garrafas de 0,5 L de 78% para 84%. Para elaboração do plano de controle, deverão ser consideradas as especificações do cliente.

Tabela 1: Fase Definir: Carta do Projeto

Fonte: *European Research Conference on continuous improvement and lean six sigma.*

Carta do Projeto Seis Sigma		Fase 1: Definir	
Título: aumentar a eficiência na linha de 0,5L e reduzir perdas de garrafas			
Líder do projeto:	Membros do time:		
Caso do Negócio (Importância): Aumentar eficiência na linha de produção Evitar situações de parada	Departamento	Nome	
	Infraestrutura	Produção	
Homologação do Problema: A eficiência pode aumentar de 78% para 84% As perdas podem ser reduzidas pra 0,2%	Metas: Aumentar eficiência na linha de garrafas de 0,5L para 84% até junho de 2018.		
Escopo do Projeto:	Entregas:		
Prós: O projeto ocorrerá em todas as áreas, inclusive no sopro.	Contras: A redução de perdas poderá não afetar a velocidade. E a redução de desperdícios não afetará a qualidade.	Modificações no projeto e nas máquinas Documentação das mudanças Treinamento da equipe	
Recursos: Talvez torne-se necessária a ajuda externa: Técnicos e os fornecedores das máquinas.	Stakeholders: (clientes, solicitante do projeto)		
	Departamento	Nome	Cargo

4.2 Medir.

Ao mesurar o processo atual, buscando documentar como são as práticas utilizadas para medi-lo e estabelecer uma relação direta destes dados com a performance, começa a segunda fase do DMAIC (JIRASUKPRASERT, 2014). Enquanto em definir, definiu-se a melhoria de performance a ser atingida, em medir serão analisadas as metas e variáveis que implicam no alcance do objetivo. Para Jirasukprasert (2014), com uma grande disponibilidade de dados, torna-se necessária a definição de um plano de coleta. Com um plano bem definido e delimitado, a coleta pode ter início, para que, então, ocorra a análise desses dados. É na segunda fase do DMAIC que as falhas e rupturas são identificadas, para que assim se trace um plano de correção com objetivo de melhorar a performance do processo produtivo.

Deste modo, o primeiro passo será a criação de plano de coleta de dados para que as informações adquiridas e registradas para desenvolvimento da linha de base do projeto sejam relevantes. Para que não haja perda nem manipulação de dados, serão realizadas coletas em vários horários do dia. Em sequência, a equipe irá entender as variações do processo e identificar os padrões ao localizar os dados em uma sequência de tempo. Assim, torna-se possível visualizar o que pedirá uma análise posterior dos dados. Os dados coletados para a linha de base serão em relação a eficiência, ao material e as falhas do processo. Datarão do ano anterior a aplicação do projeto, ou seja, 2017 (Figura 1).

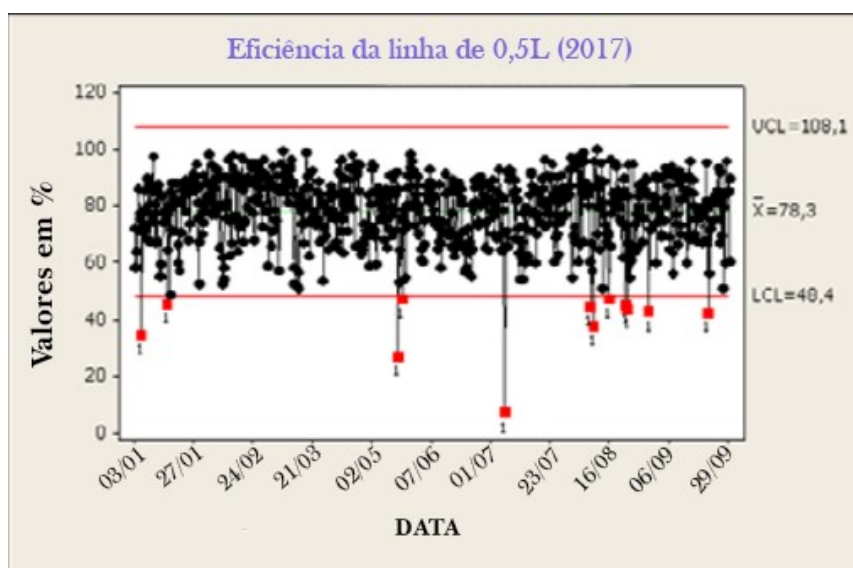


Figura 1: Dados em relação eficiência das garrafas ordenados pelo tempo.

Fonte: *European Research Conference on continuous improvement and lean six sigma*.

O gráfico aponta a eficiência da linha de garrafa de 0,5 L. Como mostra a Figura 1, o comportamento é normal. Apenas um pequeno número de pontos de dados encontra-se abaixo do limite de controle do processo. Deste modo, o padrão indica que a variação é limitada e será facilmente identificável. Assim, após sua descoberta e eliminação, o processo se tornará estável.

Já na Figura 2, é exposto o tempo desperdiçado por cada máquina na linha de produção, resultando em perdas de eficiência. O gráfico exposto na Figura 2 é baseado na análise de Pareto, ou seja, um gráfico em barras decrescentes que exibem os principais problemas do processo produtivo em questão (JIRASUKPRASERT, 2014). Deste modo, de acordo com o gráfico, a máquina que apresenta maior índice de desperdício de tempo na manufatura de engarrafamento de água é a Máquina de Lacres Termoencolhíveis, seguida pela Sopradora e pela Rotuladora.

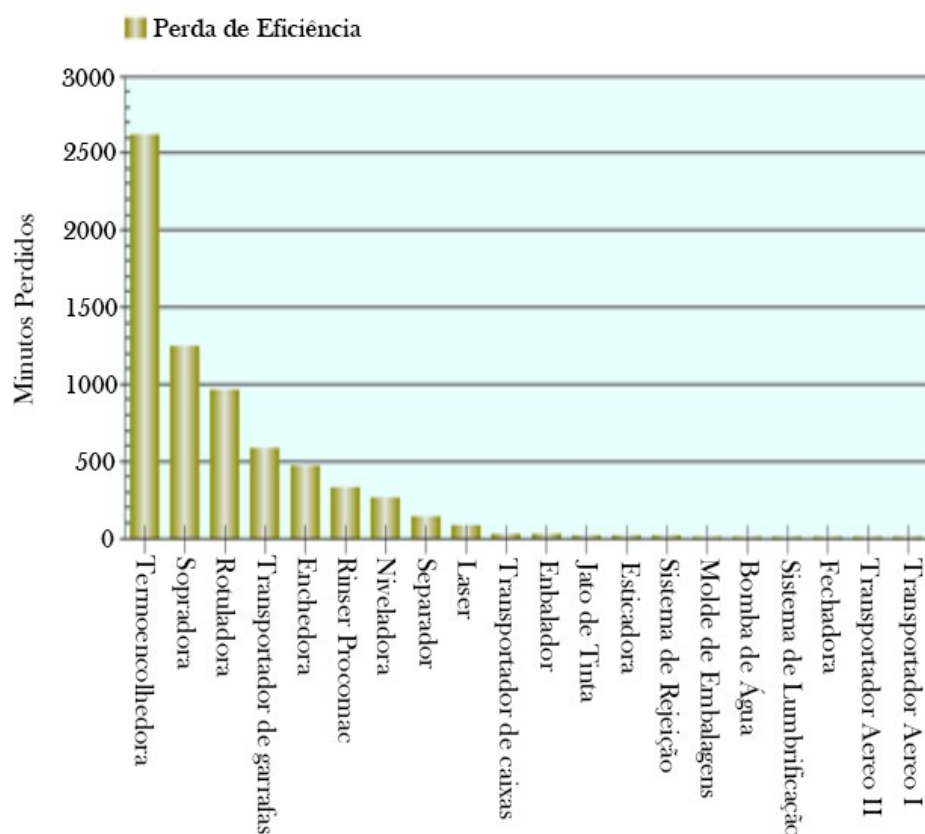


Figura 2: Análise de Pareto para desperdício de tempo na linha de engarrafamento.

Fonte: *European Research Conference on continuous improvement and lean six sigma*.

Por conseguinte, tornou-se necessário uma investigação adicional que visa identificar as razões que tornam as três máquinas as principais perdas de performance no processo. Assim, três novas análises de Pareto (Figura 3) foram realizadas, desta vez uma para cada máquina. Nota-se através dos gráficos que os principais motivos tanto para a rotuladora quanto para a Termoencolhível que os principais motivos são as micro paradas e os problemas mecânicos. Enquanto para a Sopradora, o principal motivo são os micro bloqueios.

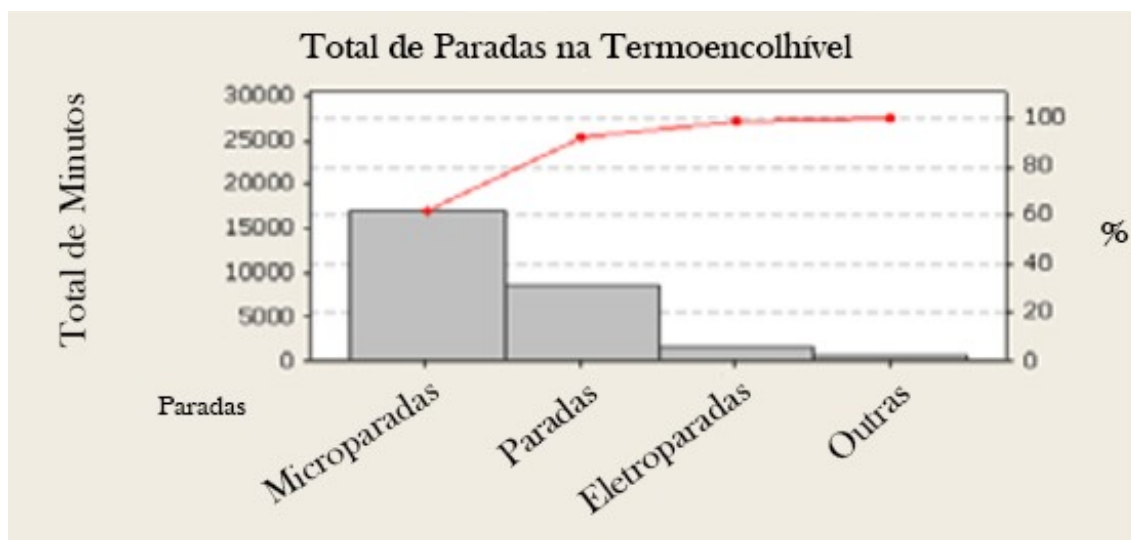


Figura 3: Análise de Pareto focada na Termoencolhível.

Fonte: *European Research Conference on continuous improvement and lean six sigma*.

Seguindo o definido por Jirasukprasert (2014) e por Petenate (2013), o último passo da fase Medir é calcular o nível sigma atual. Esses dados devem ser definidos com base nos dados existentes do ano anterior (2017). O cálculo exibiu que no ano anterior houveram 849 pedidos, enquanto 376 foram delatados como ineficientes ou defeituosos.

4.3 Analisar.

Se na segunda fase do DMAIC, nós medimos e levantamos as principais métricas relacionadas ao processo, na terceira fase, Analisar, nos determinamos a existência das relações de causa e efeito. Para isso, a fase analisar divide-se em seis mini tópicos (JIRASUKPRASERT, 2014). A análise de causa-raiz abre o processo e busca definir, através de brainstorm, uma lista de possíveis causas para os problemas encontrados na segunda fase. Essas possibilidades são reduzidas em reuniões e

discussões da equipe, sendo que as possíveis causas que sobram são levadas a teste (JIRASUKPRASERT, 2014).

Após entendidas e comprovadas as reais causas do problema na linha de produção, pode-se partir para a fase de análise dos processos. Para que a análise seja eficiente, deve-se comparar diferentes processos. Deste modo, torna-se necessário a criação de um mapa detalhado de todo o processo, que, a partir de sua análise, tornará possível entender em que momentos da linha poderão ser aplicadas melhorias (JIRASUKPRASERT, 2014).

Em seguida, é realizada a análise de dados, processo que busca verificar e validar os dados coletados. É um momento extremamente necessário, para que não ocorra desvios nas coletas de dados, nos horários e nos locais aplicados e também nos métodos utilizados. Além disso, a análise do padrão das coletas de dados pode ser utilizada para entender a relação entre os diferentes processos, retomando a fase de análise dos processos (JIRASUKPRASERT, 2014).

Ainda há a análise de recursos, processo em que todos os materiais utilizados no processo são contabilizados, desde matéria-prima até empilhadeiras. O objetivo é simples: entender que materiais faltam no processo com intuito de viabilizá-lo. Além disso, deve-se analisar a comunicação empregada, para entender as falhas causadas no compartilhamento de informações equivocadas, seja entre a empresa e o cliente ou entre os diversos setores da própria empresa (JIRASUKPRASERT, 2014).

Por último, alcança-se a conclusão. Nesta fase da análise, os problemas, suas causas e todas as métricas relacionadas a eles devem ser reunidas e levadas para apresentação. Deste modo, todas as consequências destas falhas são documentadas (JIRASUKPRASERT, 2014).

Deste modo, a equipe trabalhou com diagramas de causa e efeito, buscando entender quais são as possíveis causas das falhas existentes no projeto. Por isso, chegou-se a potenciais causas para as micro paradas e para os problemas mecânicos, citados na fase anterior (medir). As micro paradas da rotuladora se deram em detrimento de:

- Defeitos nas garrafas gerados na sopradora;
- Defeitos nas etiquetas;
- Temperatura da cola;
- E a alta pressão na linha de alimentação.

Já na termoencolível, as micro paradas foram consequências:

- Da alta pressão na linha de alimentação;
- E dos frascos não rotulados corretamente na rotuladora.

E os problemas mecânicos da termoencolível provavelmente ocorreram relacionados ao funcionamento do mecanismo responsável pelo encaminhamento de garrafas.

Por outro lado, as micro paradas no soprador se deram ao entupimento de garrafas no transportador de ar. Deste modo, a falta de manutenção adequada ao maquinário gerou os problemas mecânicos.

Problemas mecânicos foram gerados por falta de manutenção adequada de maquinário. Na máquina de enchimento, as perdas de garrafas foram criadas devido a:

- Defeitos nas garrafas vindas da sopradora;
- E ajustes na troca de máquina

Assim como indicado por Jirasukprasert (2014), para finalizar a fase de análise, a equipe selecionada para liderar o projeto precisa criar um plano para verificação das possíveis causas. O plano deve incluir todas as possíveis causas avaliadas, o impacto gerado por elas e os dados que devem ser coletados para analisar o efeito. Assim, foram construídos um plano de verificação para cada uma das quatro máquinas da linha. O que deve ser avaliado para comprovar as causas em relação a máquina sopradora são:

- O plano de manutenção semanal;
- E os transportadores aéreos deverão ser substituídos.

Os dados coletados serão os mesmos coletados anteriormente, na fase medir. São relacionados às paradas da Sopradora e a frequência, além do número de garrafas perdidas.

Para comprovar as possíveis causas da rotuladora, deverão ser avaliados os seguintes aspectos:

- O plano de manutenção da máquina;
- Pressão na alimentação de garrafas;
- Temperatura da cola;
- Limpeza das máquinas;
- E a qualidade da etiqueta.

Os principais impactos gerados pelas possíveis causas na máquina rotuladora foram:

- Bloqueios adicionais na entrada da máquina;
- E perdas adicionais de garrafas não-rotuladas.

Os dados coletados para a verificação foram os mesmos da segunda fase do DMAIC e estão relacionados à frequência de parada da rotuladora.

Em relação a termoencolhível, para comprovar as causas deverá avaliar os seguintes parâmetros:

- Plano de manutenção da termoencolhível;
- Pressão das garrafas nas correias transportadoras de alimentação;
- Ajustes na função do separador de garrafas;
- E limpeza da máquina.

Os principais impactos gerados na termoencolhível foram:

- Bloqueios extras na entrada da máquina;
- E paradas extras durante o turno.

Do mesmo modo que as anteriores, os dados utilizados serão os mesmos coletados na fase medir do processo. E também serão sobre a frequência de parada da máquina.

Na máquina de enchimento, para comprovar as causas potenciais foram avaliados:

- A qualidade das garrafas provenientes da sopradora;

- A função dos parafusos transportadores;
- E ajustes na troca de máquina.

Os principais impactos causados são:

- Bloqueios extras na entrada da máquina;
- E paradas extras.

Para verificar as possíveis causas, a equipe decidiu classificar os problemas mecânicos e as micro paradas que se destacaram anteriormente, na fase medir, em subcategorias. Dessa maneira, a Figura 4 exibirá o gráfico referente as perdas totais de garrafas e pré-formas e a Figura 5 demonstrará a eficiência até o final da fase análise. Mais uma vez, haverá gráficos de Pareto (Figura 6 e 7) para elucidar os principais problemas mecânicos e as micro paradas. Em relação aos gráficos das Figuras 4, 5, 6 e 7, muitas informações úteis sobre o processo poderão ser coletadas.

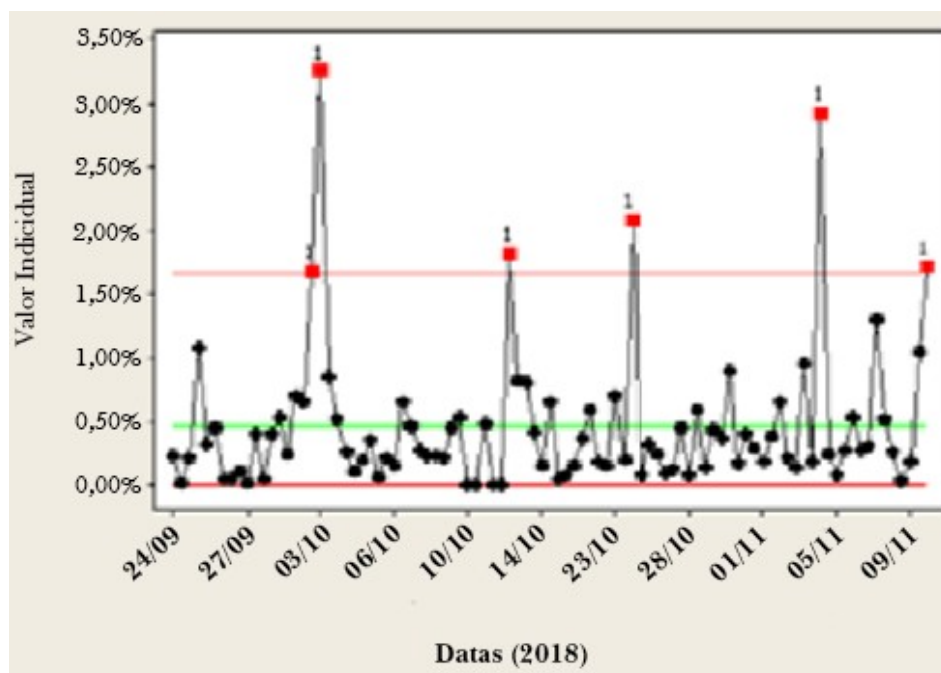


Figura 4: Gráfico de perdas totais na linha de produção.

Fonte: *European Research Conference on continuous improvement and lean six sigma.*

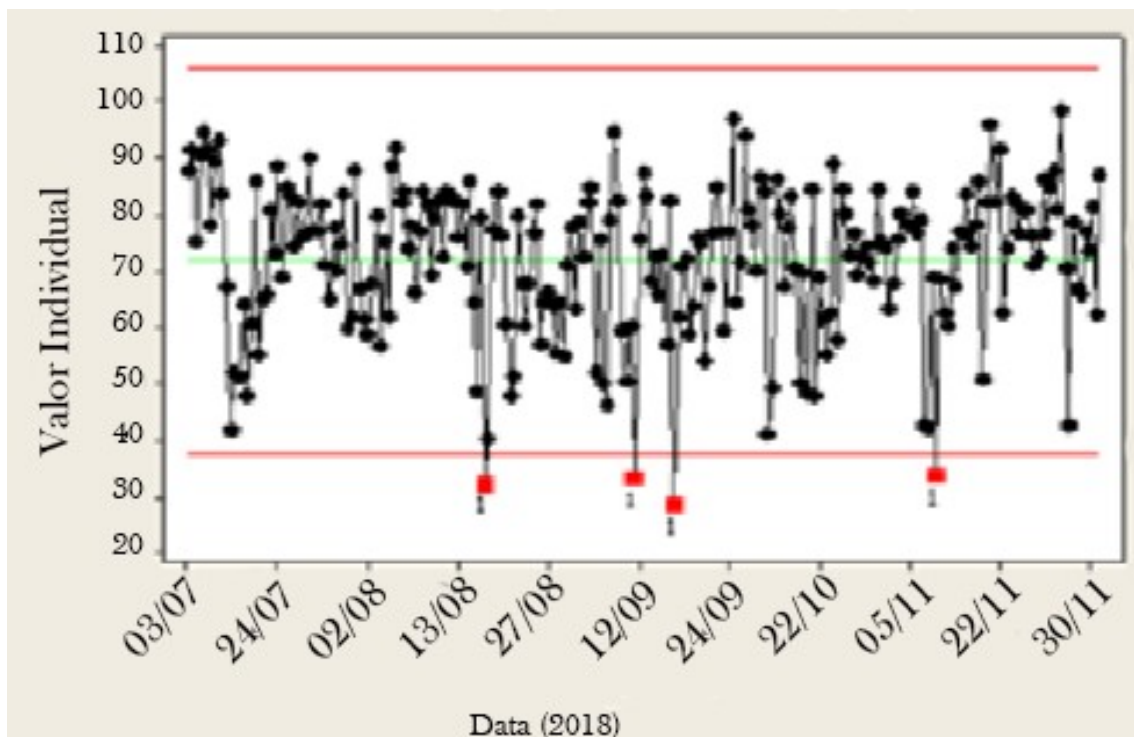


Figura 5: Eficiência até o fim da fase analisar.

Fonte: *European Research Conference on continuous improvement and lean six sigma.*

Nota-se que as perdas de garrafas e pré-formas atingiram aproximadamente 0,47% e o principal mecanismo de contribuição para as perdas é a máquina de enchimento, a sopradora e a rotuladora. Porém, as sopradoras e as máquinas de enchimento realizam mais perdas, enquanto a rotuladora lida bem com a administração de perdas.

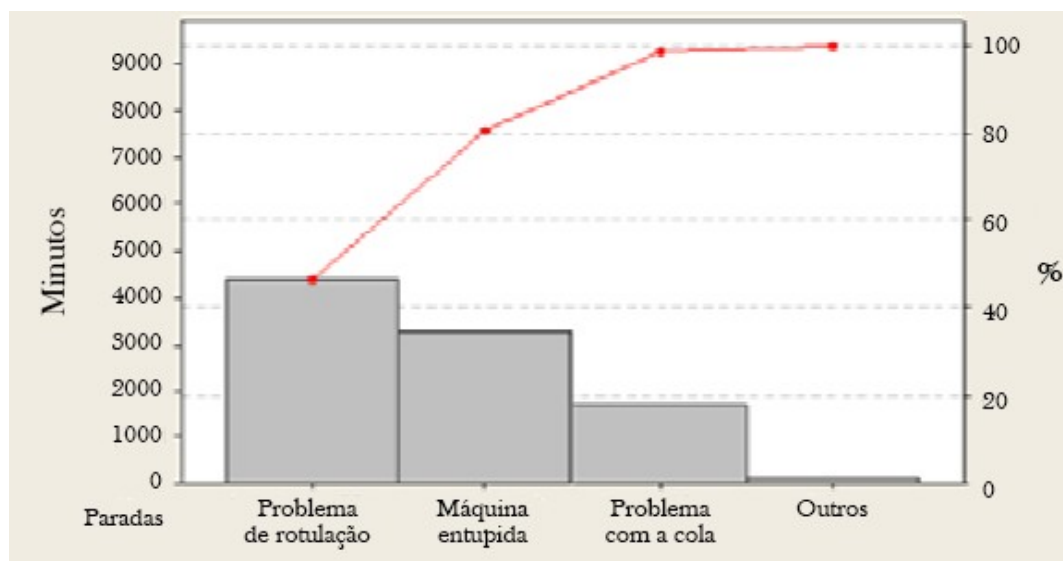


Figura 6: Principais problemas mecânicos na rotuladora.

Fonte: *European Research Conference on continuous improvement and lean six sigma.*

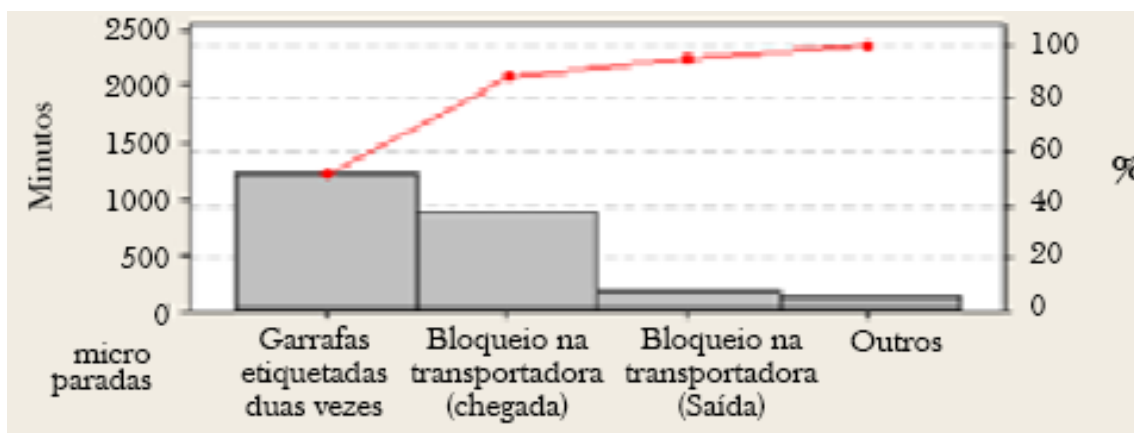


Figura 7: Micro paradas na rotuladora.

Fonte: *European Research Conference on continuous improvement and lean six sigma.*

Por conseguinte, a equipe DMAIC deve se concentrar em propor soluções duradouras em relação às perdas de garrafas nas máquinas enchedoras e sopradoras na fase Implementar do projeto. Também é importante entender que os problemas mecânicos e de micro paradas identificados na medição podem ser tratados agora que as possíveis causas foram identificadas.

4.4 Implementar

Nesta fase do DMAIC, são aplicadas as melhorias nas causas encontradas em analisar, eliminando ou reduzindo os problemas. Por isso, é importante trabalhar em conjunto com a equipe de produção e desenvolvimento do produto (JIRASUKPRASERT, 2014). Pensando nisso, a quarta fase do DMAIC divide-se em três sub tópicos.

Primeiro, pensa-se nas possíveis soluções para as causas levantadas. Após o brainstorm, faz-se uma triagem e seleciona-se as melhores soluções. Após o primeiro sub tópico, parte-se para a implantação das soluções, que deve ser monitorada e exige treinamento das pessoas envolvidas na solução do problema. E, por fim, analisar as metas levantadas no início do DMAIC para avaliar se a performance está melhorando (JIRASUKPRASERT, 2014).

Após as aplicações de soluções, notou-se que a eficiência tendeu a elevar-se a 82,34%. A melhoria da performance aponta que as soluções implementadas pela equipe foram corretas e estabeleceram-se com sucesso (Figura 8). Comprovando isso, a Figura

9 ilustra a distância entre o antigo e o novo valor de eficiência, com confiança de 95%. As perdas foram diminuídas aos níveis definidos na primeira fase (Figura 10). Também foi estimado o novo nível sigma do processo para perda e eficiência, para assim avaliar o sucesso da implementação do DMAIC. A comparação foi feita com o nível sigma apresentado durante a segunda fase.

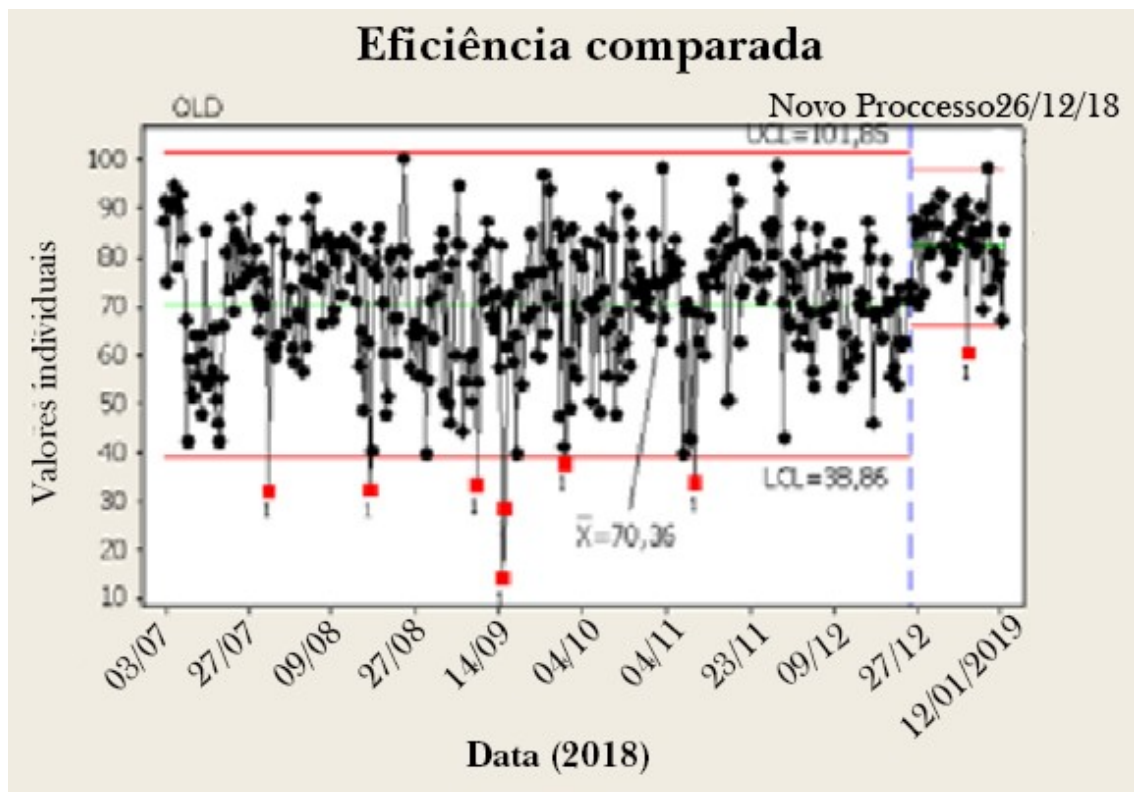


Figura 8: Gráfico de eficiência após melhorias.

Fonte: *European Research Conference on continuous improvement and lean six sigma.*

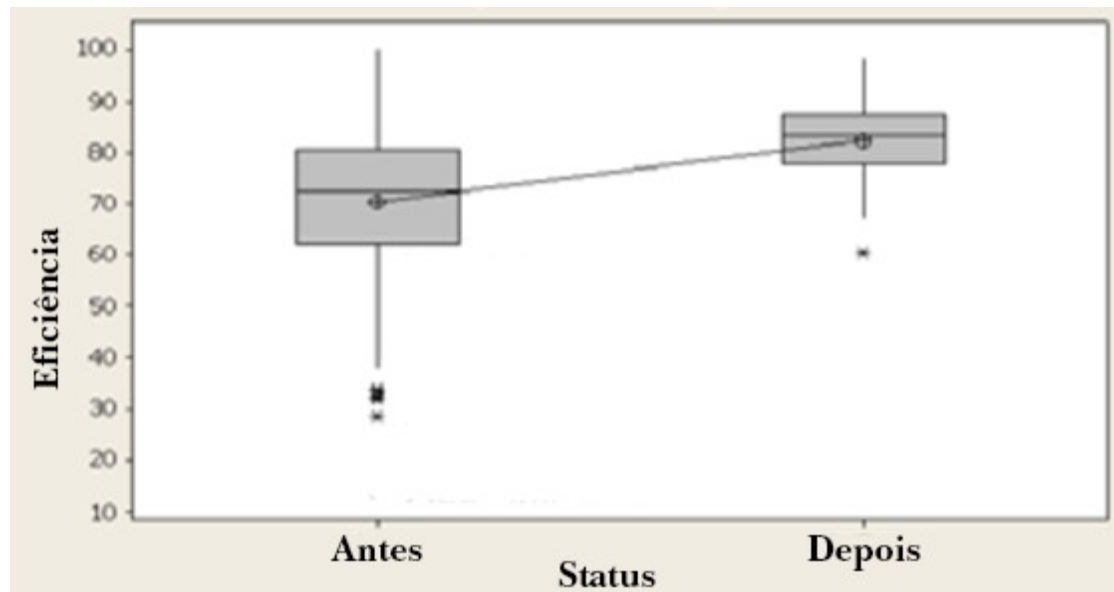


Figura 9: boxplot de eficiência.

Fonte: *European Research Conference on continuous improvement and lean six sigma.*

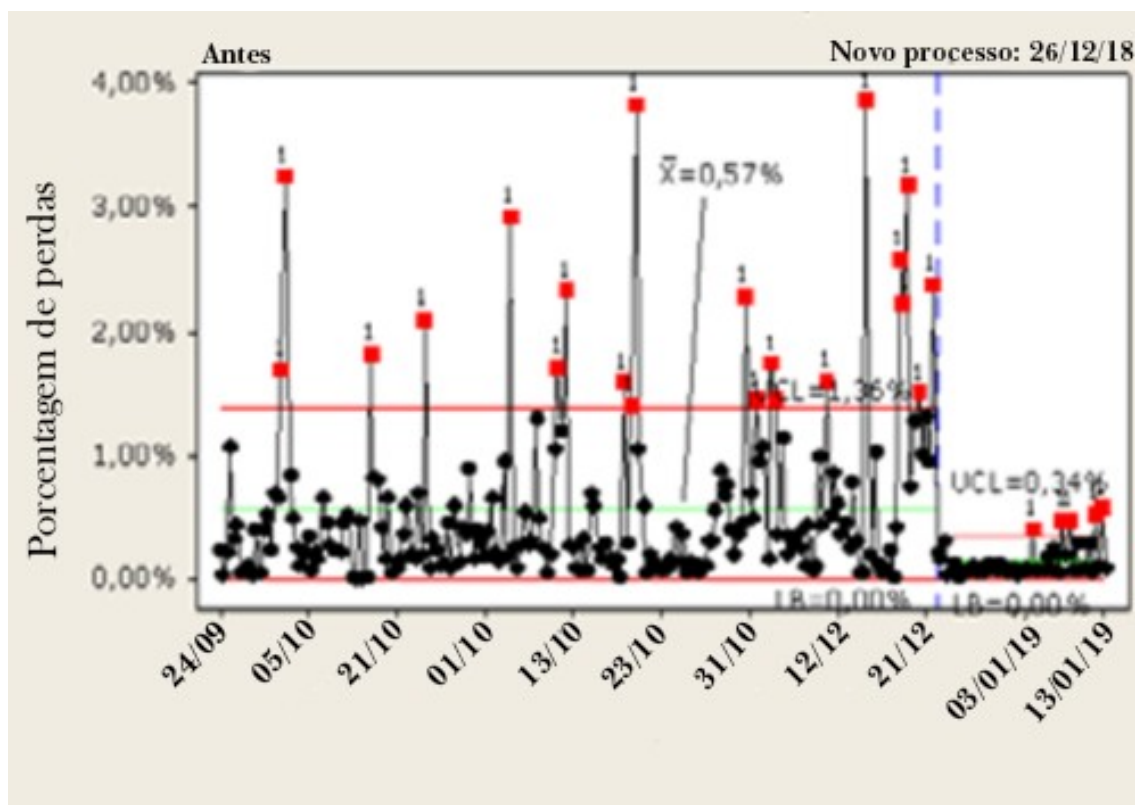


Figura 10: Perdas totais após melhoria.

Fonte: *European Research Conference on continuous improvement and lean six sigma.*

Na Figura 11, a performance após a melhoria foi estimada através do nível sigma. De 45 ordens concluídas, 11 foram defeituosas ao apresentar menos de 84% de

eficiência. Deste modo, o rendimento atingido foi igual a 75,56%, elevando o nível sigma de 1,64 anterior para o atual 2,19.

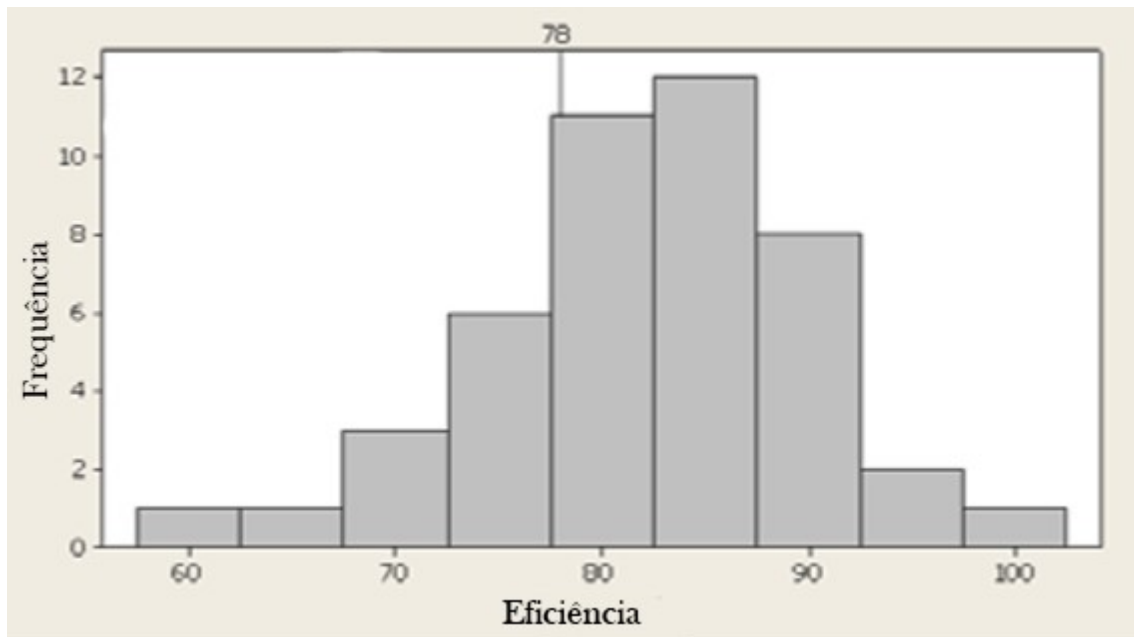


Figura 11: Novo nível Sigma de eficiência.

Fonte: *European Research Conference on continuous improvement and lean six sigma.*

4.5 Controlar

Na última fase do DMAIC, as melhorias devem ser avaliadas para entender se elas realmente ocorrem e se esses resultados são frequentes e contínuos (JIRASUKPRASERT, 2014). Logo, os objetivos são assegurar que as ações de solução estabilizem a performance e que hajam esforços para aprimorar os novos métodos aplicados. Deste modo, na última fase do DMAIC deve-se assegurar que todos estejam colaborando com o novo processo e aplicando as soluções na linha de produção. Também, deverão existir reuniões que verifiquem os resultados e programação diários. Com isso, no fim, os resultados deverão ser apresentados ao solicitante do processo DMAIC e da tecnologia seis sigma.

5 CONCLUSÃO

Por conseguinte, notou-se que a tecnologia seis sigma, aplicada com uma abordagem baseada em dados e métricas, gera resultados positivos a performance do processo produtivo, pois é uma forma estruturada e sistemática de lidar com um problema. Assim, se houver um forte envolvimento da equipe com o projeto, uma

análise profunda dos números e das causas reais e treinamento adequado, há retorno de eficiência e, conseqüentemente, de lucro.

Também, pode-se considerar que a obtenção de dados foi feita de modo consistente e que os objetivos da pesquisa foram atingidos, uma vez que as ferramentas do seis sigma foram aplicadas e analisadas através desses dados e da pesquisa bibliográfica.

6 REFERÊNCIAS

ANDRIETTA, João Marcos; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Aplicação do programa Seis Sigma no Brasil: resultados de um levantamento tipo survey exploratório-descritivo e perspectivas para pesquisas futuras. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 14, n. 2, p.203-219, ago. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2007000200002&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 19 abr. 2019.

BAÑUELAS, R.; ANTONY, J. **Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organizations**. The TQM Magazine, v. 14, n. 2, p. 92-99, 2002.

BREYFOGLE III F. W.; CUPELLO J. M.; MEADOWS, B. **Managing Six Sigma: a practical guide to understanding, assessing, and implementing the strategy that yields bottomline success**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2001.

ECKES, G. **The six sigma revolution: how General Electric and others turned process into profits**. New York: John Wiley & Sons, 2001.

HAHN, G. J.; DOGONAKSOY, N.; HOERL, R. **The evolution of six sigma**. Quality Engineering, v. 2, n. 3, p. 317-326, 2000.

HENDERSON, M. H.; EVANS, J. R. **Successful implementation of Six Sigma: benchmarking General Electric Company**. Benchmarking An International Journal, v. 7, n. 4, p. 260-281, 2000.

HONG, G. Y.; GOH, T. N. **Six Sigma in software quality**. The TQM Magazine, v. 15, n. 6, p. 364-373, 2003.

INGLE, S.; ROE, W. **Six sigma black belt implementation**. The TQM Magazine, v. 13, n. 4, p. 273-280, 2001.

JIRASUKPRASERT, P. et al. **A Six Sigma and DMAIC application for the reduction of defects in a rubber gloves manufacturing process**. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/IJLSS-03-2013-0020>>. Acesso em: 04 de MAI de 2019.

LINDERMAN, K. et al. **Six Sigma: a goal-theoretic perspective**. Journal of Operations Management, v. 3, n. 21, p. 193-203, 2003.

LYNCH D. P.; BERTOLINE, S.; CLOUTIER, E. **How to scope DMAIC projects.** Quality Progress, v. 36, n. 1, p. 37-41, 2003.

PETENATE, Marcelo. **O que é o roteiro DMAIC no Lean Six Sigma.** Disponível em: <<https://www.escolaedti.com.br/roteiro-dmaic/>> Acesso em: 19 de ABR de 2019.

SENAPATI, S. R. **Six Sigma: myths and realities.** International Journal of Quality & Reliability Management, v. 21, n. 6, p. 683-690, 2004.

SILVEIRA, Cristiano B. **DMAIC: Definir, Mensurar, Analisar, Melhorar e Controlar.** Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/dmaic-definir-mensurar-analisar-melhorar-controlar/>> Acesso em: 19 de ABR de 2019.

SILVEIRA, Cristiano B. **Diagrama de Pareto.** Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/diagrama-de-pareto/>> Acesso em: 19 de ABR de 2019.

SNEE, R. D. **Impact of Six Sigma on Quality Engineering.** Quality Engineering, v. 12, n. 3, p. 31-34, 2000.