

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA EM UMA USINA DE BENEFICIAMENTO DE LEITE

Fabiano Lustre CARLUCCI¹
Iago Renan Germiniani dos SANTOS²

RESUMO: As transformações ocorridas no mercado a partir de meados de 1950 obrigaram as empresas a investirem na flexibilização das técnicas de fabricação, possibilitando assim, atender às necessidades dos clientes. Por outro lado, a concorrência imposta pelo mercado, submetem as empresas a buscarem métodos para a melhoria dos processos, implicando na redução de custos e no aumento da qualidade e satisfação dos clientes. Por meio dessas exigências, constatou-se a necessidade da aplicação de uma metodologia com foco no programa de qualidade contínua, Seis Sigma, que relaciona um rigoroso enfoque estatístico, a um conjunto de ferramentas empregadas, agindo diretamente na solução de problemas e na redução da variabilidade. Neste aspecto, o presente trabalho tem por objetivo aplicar a metodologia Seis Sigma com o apoio do método DMAIC para solução e a obtenção de melhorias em processos, pois as perdas geram aumento de custos de produtos. O Seis Sigma é aplicado através das fases do DMAIC em um processo de envasamento de leite pasteurizado integral, realizado em um laticínio localizado na região oeste do Estado de São Paulo, demonstrando os procedimentos aplicados, as partes dos resultados obtidos e identificando as possíveis causas que modificam o processo.

Palavras-chave: Seis Sigma. DMAIC. Redução de Perdas. Leite Pasteurizado.

1. INTRODUÇÃO

¹ Discente do 3º ano do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. fcarlucci@hotmail.com.

² Discente do 3º ano do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente. iaago_renan@hotmail.com.

As transformações que ocorreram no mercado a partir da segunda metade do século XX, obrigaram as empresas a ampliarem seus esforços e investir em uma maior flexibilização de seus processos de produção, por meio do aproveitamento das aptidões de seus colaboradores e uso de novas tecnologias de informação. Essa flexibilidade, aplicada de maneira correta, permite que a empresa atenda à necessidade dos clientes, gerando confiabilidade e diferenciação no mercado.

Por outro lado, a concorrência imposta pelo mercado faz com que as empresas passem a buscar cada vez mais, técnicas para melhorias nos processos produtivos, de modo a reduzir custos, e aumentar a qualidade e a satisfação dos clientes.

Entre estes recursos, destaca-se a metodologia “Seis Sigma”, aplicada para reduzir a variabilidade do processo e diminuir ou eliminar a incidência de erros, falhas e defeitos de um processo que geram refugos ou retrabalhos.

Logo, atingir o “Seis Sigma” quer dizer reduzir defeitos, erros e falhas a zero e atingir a quase perfeição na execução dos processos. Essa metodologia relaciona um rígido enfoque estatístico, a um conjunto de ferramentas empregadas com o objetivo de identificar as fontes da variabilidade, para comprovar como esse conhecimento pode controlar e aperfeiçoar os resultados do processo.

O potencial do Seis Sigma foi observado na General Electric, entre 1998 e 2003, com redução de custos superior a 12 bilhões de dólares e na Motorola, entre 1987 e 2003, com redução de custos em 15 bilhões de dólares.

A aplicação da metodologia Seis Sigma em empresas de pequeno e médio porte é bem menor comparada com empresas de grande porte, portanto, é igualmente aplicável, sendo que os resultados podem ser até mais rápidos e visíveis nas empresas de pequeno e médio porte.

Este estudo, apresenta a aplicação de Seis Sigma em uma média empresa do setor de laticínios. O Seis Sigma é aplicado através das fases do DMAIC em um processo de envasamento de leite pasteurizado integral, demonstrando os procedimentos aplicados e parte dos resultados obtidos.

A disponibilidade de leite por habitante no Brasil, ainda é pequena quando comparada países desenvolvidos, cujo poder aquisitivo da população é mais elevado, ademais, média de consumo nesses países alcança 220 litros por habitante ao ano. Para atender a este crescimento de consumo de lácteos e ao crescimento

da população, o volume produzido no Brasil em 2026, deve atingir o patamar de 48 bilhões de litros.

Frente a este mercado, as organizações precisam investir em profissionais qualificados e em melhoria de processo.

Neste aspecto o presente trabalho, tem por objetivo aplicar a metodologia Seis Sigma com o apoio do método DMAIC para solução e a obtenção de melhorias em processos, pois as perdas geram aumento de custos de produtos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este tópico consiste em apresentar a metodologia utilizada, Seis Sigma, acompanhada do método DMAIC, incluindo recursos como: Fluxograma, Histograma, Diagrama de Pareto, 5W2H, Cartas de Controle.

2.1 Metodologia Seis Sigma

O Seis Sigma teve origem em meados do século XIX com o físico e matemático alemão Carl Frederick Gauss, que ao analisar eventos ocorridos na natureza, observou que estes tendiam a um comportamento comum, representados por uma curva em forma de sino, denominada “Curva de Gauss”.

Esta curva representa o conceito de variabilidade, sendo matematicamente medida através do desvio padrão, representada pela letra grega “Sigma (σ)” (BESSA, ESTORILIO, VIEIRA, 2015, s.p.).

TABELA 1: ESCALA SIGMA

Nível da qualidade	Defeitos por milhão de oportunidades (DPMO)	Custo da baixa qualidade (% de vendas)
2 σ	308.537	Não se aplica
3 σ	66.807	25 a 40%
4 σ	6.210	15 a 25%

5 σ	233	5 a 15%
6 σ	3,4	<1%

A metodologia Seis Sigma, tem a finalidade de melhorar processos, produtos e serviços das organizações, é uma ferramenta que facilita as organizações a aumentar sua eficácia e eficiência visando reduzir a variabilidade nos processos através de melhorias contínuas, eliminando defeitos ou falhas, podendo ser aplicado em diferentes organizações (BESSA, ESTORILIO, VIEIRA, 2015, s.p.).

Para a sua implantação é exigida a participação de pessoas de diversos setores e a escolha correta dos envolvidos é um fator-chave para o seu sucesso. A nomenclatura utilizada em um programa Seis Sigma é dada através de cinco níveis de aperfeiçoamento, diferenciando-os pelas habilidades dos colaboradores, são eles (TRAD, MAXIMIANO, 2009, s.p.):

- Sponsors: responsável pela implantação do Seis Sigma;
- Master Black Belt: responsável por treinar os Black e Green Belts;
- Champions: líder dos executivos-chave;
- Black Belts e Green Belts: trabalham na aplicação dos projetos de melhoria, utilizando recursos e conhecimentos envolvidos na metodologia;
- White Belts: operadores e demais funcionários.

2.2 Método DMAIC

O DMAIC é o método mais tradicional empregado aos projetos Seis Sigma, utilizado para a melhoria de processos, produtos e serviços já existentes, trata-se de um ciclo de melhoria contínua em que predomina o planejamento.

Esse método é responsável por assegurar uma sequência lógica, ordenada e eficaz no gerenciamento do trabalho. Contribui para estruturar a implantação, o desenvolvimento e a conclusão do Seis Sigma.

Construído por cinco etapas (definir, medir, analisar, implementar e controlar), as quais têm a função de identificar, quantificar e minimizar a variação

dos dados, além de manter e melhorar a execução do processo após os ajustes realizados.

TABELA 2: ETAPAS DO DMAIC

Etapas	Objetivo Geral	Ferramentas
Definir	Definir o escopo e os objetivos do projeto	Termo de abertura, análise econômica, gráficos de controle
Medir	Definir focos principais do problema	SIPOC, fluxograma, folha de verificação, diagrama de pareto
Analisar	Identificar a causa dos problemas priorizados	Brainstorming, diagrama de causa e efeito, diagrama de dispersão
Implementar	Eliminar as causas dos problemas e solucioná-los	5W2H, diagrama de rede de atividades
Controlar	Garantir manutenção das melhorias obtidas	Cartas de controle, índice de capacidade

3. METODOLOGIA

A elaboração deste trabalho, inicialmente, fundamentou-se em uma pesquisa exploratória e descritiva através de bases textuais onde fora realizada uma análise crítica das bibliografias consultadas sobre a metodologia Seis Sigma e o método DMAIC.

O estudo de caso foi realizado com intuito de estratificar os problemas ocasionados durante a produção e quantificá-los. Após a análise do problema e definição do percentual de perda, foi elaborado um plano de ação a curto e médio prazo, para atuar nas causas dos problemas encontrados com o objetivo de reduzir as perdas da produção.

O trabalho foi desenvolvido em uma empresa de médio porte do setor de laticínios, localizada no oeste do Estado de São Paulo, a organização valoriza a qualidade e tradição de seus produtos e atua no mercado há mais de 22 anos abastecendo seu polo regional. A empresa possui produção de mais 10 itens derivados de leite, como, leite pasteurizado, manteiga, bebida láctea, uma grande

diversidade de queijos. Seus fornecedores de matéria prima, leite, estão localizados em um raio de 100 quilômetros, o que proporciona o desenvolvimento da região.

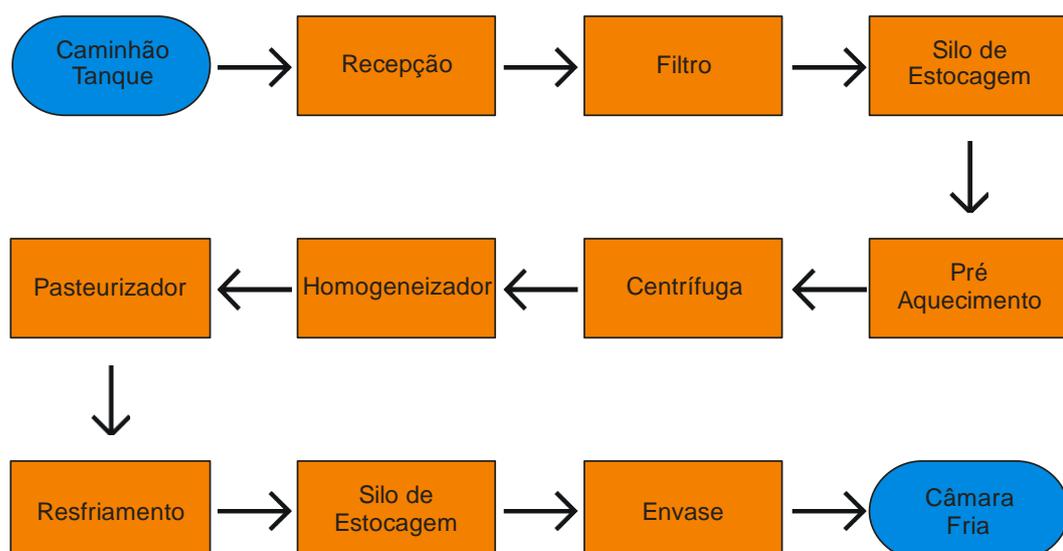
4. ESTUDO DE CASO

Para acompanhar e direcionar o estudo de caso, foi utilizado o método DMAIC, suas etapas têm por objetivo mencionar e quantificar as principais causas do problema. O objetivo é iniciar pela definição do problema, passando por uma medição do estado atual, caracterizar a causa raiz do problema, desenvolver e testar mudanças e por fim a implementação das mudanças, garantindo que os resultados se manterão no futuro.

4.1 Etapa Definir

Para melhor entendimento do trabalho a ser implementado, realizou-se o fluxograma da operação, começando com a recepção da matéria prima e finalizando com a estocagem do produto final em estudo.

FIGURA 1: FLUXOGRAMA DO PROCESSAMENTO DO LEITE PASTEURIZADO



A empacotadora utilizada no processo é da Eximaq modelo Multi-Upac, já o material utilizado na fabricação da embalagem é o plástico polietileno de baixa densidade. O leite pasteurizado integral, objeto de estudo deste caso, é o “carro chefe” da empresa e representa aproximadamente 60% da produção, sendo os 40% restantes, são destinados à produção de bebida láctea e uma diversidade de queijos.

O projeto iniciou-se com a definição da equipe, composta por sete pessoas, incluindo os proprietários, o gerente industrial, o supervisor de produção e dois operadores de linha de produção.

O problema identificado apresenta as seguintes perdas no processo: excesso ou falta de produto nas embalagens, embalagens cheias que por algum motivo foram descartadas, e embalagens vazias que são descartadas diretamente para o lixo.

A embalagem vazia pesa 6 gramas, o peso líquido de um litro de leite é de 1.030 gramas, logo, a embalagem envasada contém no mínimo 1.036 gramas, sendo o limite mínimo de especificação da embalagem, de acordo com a empresa, é de 1.036 gramas, e o limite máximo de 1.042 gramas.

Respaldando-se nas referências de meses anteriores, verificou-se que as taxas de perda de embalagens atingiam cerca de 15% das unidades produzidas, ou seja, para uma produção de dez mil litros de leite, perdem-se, mil e quinhentas embalagens. Como meta para o projeto, a equipe sugeriu que a taxa de perdas fosse reduzida para 5% das unidades produzidas, utilizando o método DMAIC, considerando que durante o processo há perdas naturais devido a possíveis falhas de operação e ajuste da empacotadora. Após essas definições construiu-se a Carta de Projeto, apresentada na Tabela 3.

TABELA 3: CARTA DE PROJETO

Carta de Projeto	
Problema Estudado:	excesso ou falta de produto nas embalagens, embalagens cheias que foram descartadas, e embalagens vazias que são descartadas diretamente para o lixo, representando 15% da produção.
Meta do Projeto:	redução da taxa de perdas de embalagens para 5%.
Membros da Equipe:	proprietários, gerente industrial, supervisor de

produção e dois operadores de linha de produção.

Preliminar do Projeto: datas previstas para a construção de cada etapa do DMAIC: Definir (Agosto/2016), Medir (Setembro/2016), Analisar (Outubro/2016), Implementar (Novembro/2016), Controlar (Dezembro/2016).

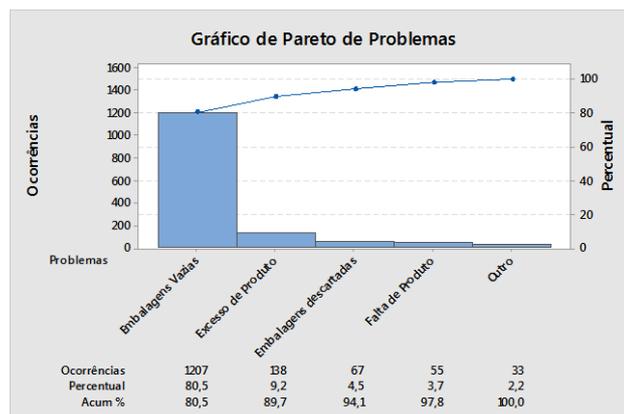
4.2 Etapa Medir

Para a obtenção de dados a equipe contatou duas fontes, sendo que a primeira forneceu informações procedentes das reuniões com os colaboradores, gerando dados qualitativos, e a segunda realizada pelo processo de amostragem, gerando dados quantitativos. Após análise da quantidade de embalagens utilizadas, estabeleceu-se uma métrica que possibilitou a construção da Tabela 4, ressaltando que as embalagens colhidas não sofriam influência do operador da empacotadora, e que as coletas foram feitas sem aviso prévio, realizadas em diferentes horários.

TABELA 4: DADOS PARA CONSTRUÇÃO DO GRÁFICO DE PARETO

Problemas	Ocorrências	Frequência (%)	Acumulada (%)
Embalagens Vazias	1207	80,47	80,47
Excesso de produto	138	9,2	89,67
Embalagens descartadas	67	4,47	94,14
Falta de Produto	55	3,67	97,81
Defeito na embalagem	33	2,19	100
Total	1.500	100	---

FIGURA 2: GRÁFICO DE PARETO



Com base no gráfico de Pareto, averiguou-se que o problema mais frequente é o descarte de embalagens vazias, que vão direto para o lixo, devido a ajustes da empacotadora e também a falhas na operação, seguido pelo descarte oriundo de embalagens com excesso e falta de produto.

Após o apontamento dos defeitos, indispensável compreender as etapas do empacotamento, onde se verificou que o defeito mais frequente poderia ocorrer por meio de três variáveis, sendo elas: fotocélula, resistência e teflon da empacotadora.

Com a finalidade de calcular a capacidade Sigma inicial do projeto, foram aplicados os valores médios, referentes ao número de embalagens vazias descartadas entre os meses de abril/2016 a julho/2016, considerando os valores DPMO mostrados na Tabela 1. A Tabela 5 mostra os indicadores DPMO dos meses de abril, maio, junho e julho de 2016, os correspondentes Níveis Sigma e a média Sigma desses meses.

TABELA 5: NÍVEL SIGMA INICIAL DO PROJETO

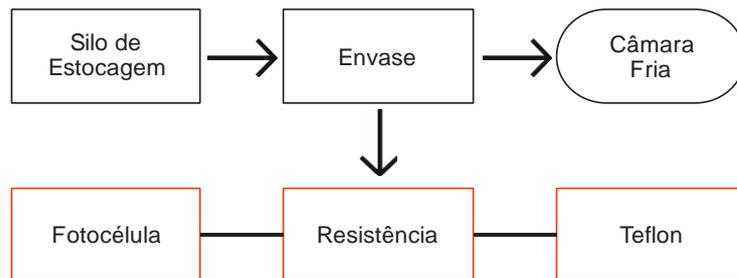
Mês (2016)	Produção	Reprovada	Percentagem	DPMO	Nível Sigma
Abril	10512	1629	15,5	155000	3
Maio	11044	1634	14,8	148000	3
Junho	10010	1521	15,2	152000	3
Julho	10048	1447	14,4	144000	3
Média	10403	1558	15	155000	3

De acordo com a Tabela 5, o histórico do descarte de embalagens vazias apresentava, no início do mês de agosto, um Nível 3 Sigma como média resultante desse processo. De acordo com a Tabela 1, o nível 3 Sigma significa comprometer até 40% das vendas em custos pela não qualidade.

4.3 Etapa Analisar

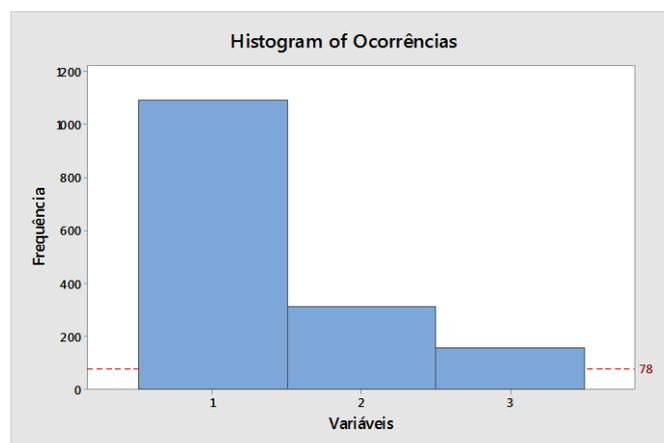
Para analisar o problema e as causas desse problema, a Figura 3 exibe o fluxograma da empacotadora e em destaque os principais problemas apresentados.

FIGURA 3: FLUXOGRAMA DA EMPACOTADORA COM POSSÍVEIS PROBLEMAS



Os dados quantitativos foram coletados e analisados por meio de um histograma. O histograma abaixo exibe com clareza o número de ocorrência dos possíveis problemas que causam a perda de embalagens vazias, dentre eles as variáveis 1(Fotocélula), 2(Resistência) e 3(Teflon). Nota-se que a linha pontilhada vermelha indica a meta do projeto.

FIGURA 4: HISTOGRAMA DOS POSSÍVEIS PROBLEMAS APRESENTADOS



Por meio do histograma foi possível verificar os principais problemas apontados durante o processo, com 70% do descarte de embalagens vazias decorrentes de problemas na fotocélula da empacotadora, seguido de 20% de

problemas com a resistência da empacotadora, e por último 10% de descarte de embalagens com problemas no teflon.

4.4 Etapa Implementar

Com todas as informações levantadas foi montado um plano de ação para estabelecer as metas e estratégias a serem alcançadas em curto prazo. Esse plano atuou nas causas principais que geravam produtos não conformes. A Tabela 6 apresenta o plano de ação de curto prazo. Para a sua composição foi empregado o 5W2H.

TABELA 6: 5W2H (PLANO DE AÇÃO DE CURTO PRAZO)

What?	Why?	Where?	Who?	When?	How?	How Much?
Teste de Fococélula	Evitar perdas	Empacotadora	Operador1	Início do processo	Aparelhos específicos	Custo zero
Regulagem da máquina	Evitar paradas	Indústria	Operador1	Se houver parada	Manutenção preventiva	Custo zero

Com a finalidade de legitimar os resultados obtidos, a equipe decidiu realizar durante o mês de novembro de 2016, testes confirmatórios. A Tabela 7 aponta os resultados desses testes.

TABELA 7: RESULTADOS OBTIDOS

Semana	Produção	Reprovada	Porcentagem	DPMO	Nível Sigma
Segunda	10505	483	4,6	46000	4
Terceira	10638	521	4,9	49000	4
Quarta	10702	503	4,7	47000	4
Média	10615	502	4,7	47250	4

De acordo com o exposto, o objetivo do projeto Seis Sigma, nesta empresa de médio porte, pôde ser consumado, visto que nos últimos testes de envase de leite pasteurizado, o índice de descarte de embalagens vazias não ultrapassou o limite de 5%.

Dessa maneira, o processo mais grave da empresa pelo descarte de embalagens vazias, foi capaz de progredir do Nível Sigma 3 para o Nível Sigma 4, gerando uma economia considerável para a empresa, e principalmente com baixo investimento.

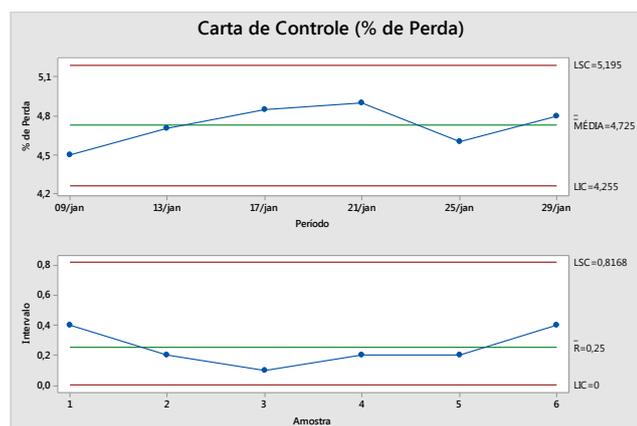
4.5 Etapa Controlar

Nesta etapa do DMAIC a equipe elaborou um Plano de Controle, depois de concluso o projeto, para assegurar que os responsáveis pudessem controlar as variáveis favoráveis com a frequência necessária, considerando as ações a serem tomadas, caso algum critério fugisse do estabelecido.

Dentre os controles abordados estão a conferência diária da fotocélula, resistência e teflon, assim como o controle dos ajustes técnicos da empacotadora, além do Plano de Controle, as Cartas de Controle foram disponibilizadas na linha de produção, que diariamente, um analista de qualidade atualiza os dados com a porcentagem de descarte de embalagens vazias.

A Figura 5 mostra a carta de controle com os dados do mês de Janeiro de 2017, quando foram realizados os testes para confirmar os dados previamente obtidos.

FIGURA 5: CARTA DE CONTROLE



5. CONCLUSÃO

Com o emprego da metodologia Seis Sigma neste projeto, foi possível atestar sua eficácia na melhoria e redução de variabilidade dos processos, por possibilitar uma visão mais aprofundada na atuação destes, o que facilitou a identificação de viabilidades.

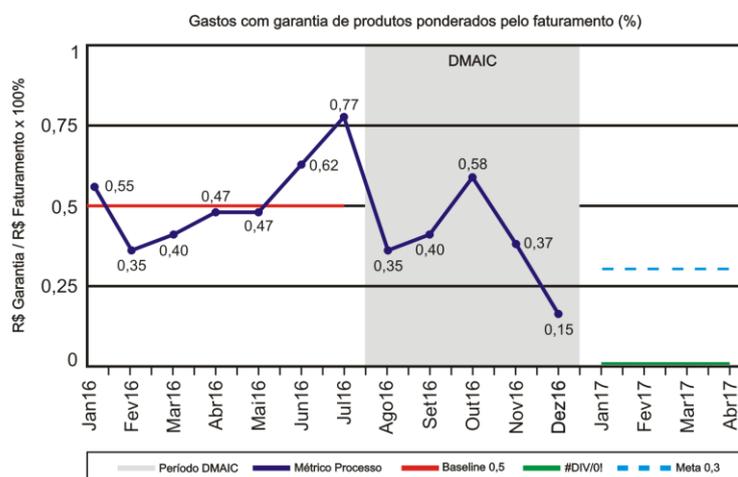
Não há muitos registros de sucesso do Seis Sigma em empresas de médio porte, levando em conta suas limitações em recursos financeiros e humanos.

No entanto, neste projeto alguns recursos recomendados na aplicação do Seis Sigma foram utilizados, com a finalidade de reduzir os custos dos processos, entre eles estão: a formação da equipe Seis Sigma, a elaboração do fluxograma de processo, carta de projeto, definição do nível sigma e Cartas de Controle.

A análise mostrou que as principais causas dos problemas estavam relacionadas a problemas com a fotocélula da empacotadora, assim como da resistência e teflon. Com isso averiguou-se que, a implementação do Seis Sigma nesta empresa foi factível e propícia, melhorando de forma significativa o desempenho do processo delimitado para o estudo, afinal a redução da perda de embalagens vazias passou de 15% para 5%.

Ademais, a empresa obteve ganhos qualitativos como o conhecimento adquirido pelos membros da equipe e também a cultura para monitorar e reduzir as perdas através da medição e controle dos mesmos.

FIGURA 6: MÉTRICA DA APLICAÇÃO DO SEIS SIGMA COM APOIO DO DMAIC



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BESSA, Ligia de Oliveira Franzosi; ESTORILIO, Carla Cristina Amodio; VIEIRA, Giovani Gaspar. **Seis sigma aplicado em um processo de fabricação de caixas freezer para refrigeradores domésticos**. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção, Fortaleza, 2015, Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_207_231_27680.pdf> Acesso em 25.mai.2017.

BRANCO, Bianca Franzotti. **A aplicação da metodologia seis sigma na indústria farmacêutica**. Congresso Nacional Excelência em Gestão, ISSN 1984-9354, 2014. Disponível em: <http://www.inovarse.org/sites/default/files/T14_0006_3.pdf>. Acesso em 12.mai.2017.

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

TRAD, Samir; MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. **Seis sigma: fatores críticos de sucesso para sua implantação**. Revista de Administração Contemporânea. *Online version* ISSN 1982-7849, Rev. adm. Contemp., vol. 13, n. 4, Curitiba, 2009, Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-65552009000400008>. Acesso em 20.mai.2017.

ZOCCAL, Rosangela. **Alguns números do leite**. Revista Balde Branco, Publicado em setembro de 2016. Disponível em: <<http://www.baldebranco.com.br/alguns-numeros-do-leite/>>. Acesso em 29.mai.2017.