

# Utilização da técnica seis sigma para redução de sobrepeso de matéria prima nos produtos em conserva

*Use of lean six sigma technique for reduction of raw material overweight in preserves products*

Cristiano Chiminelli<sup>1</sup>

## Resumo

Devido a um ambiente cada vez mais competitivo, as empresas estão buscando novas formas de aperfeiçoamento de seus processos e produtos. Este artigo tem objetivo de apresentar como a utilização da técnica Seis Sigma pode contribuir para redução de desperdício de matéria prima no processo de envase de uma empresa de conservas, onde para evitar infrações às normas, as empresas costumam acrescentar legumes além do necessário devido a variabilidade do processo. Por meio da utilização da técnica Seis Sigma, cartas de controle e estudo de capacidade de processo foi possível estabelecer um diagnóstico das perdas de matéria prima no processo de envase, definir índice atual de capacidade e de gasto com sobrepeso nos produtos. Para análise dos pontos a serem melhorados foi utilizado o diagrama de causa e efeito e por seguinte a implantação das ações corretivas para manter o processo sob controle e atingir uma melhora significativa da capacidade de processo. Os resultados apresentaram uma redução com desperdício de sobrepeso de matéria prima para empresa de aproximadamente 43 ton/ano, uma economia de R\$ 107.460,00/ano.

**Palavras-chave:** Produto em Conserva. Controle Estatístico. Capacidade de Processo. Seis Sigma.

## Abstract

Due to an increasingly competitive environment, companies are looking for new ways to improve their processes and products. This paper aims to present how the use of Lean Six Sigma technique can contribute to reduce waste raw material in the process of bottling of a preserve company, where companies usually add vegetables beyond what is necessary due to variability the process. Through the use of the Six Sigma technique, control charts and process capability study, it was possible to establish a diagnosis of the losses of raw material in the bottling process, to define current capacity and overweight expenditure in products. In order to analyze the points to be improved, a cause and effect diagram was used, followed by the implementation of corrective actions to keep the process under control and to achieve a significant improvement in process capacity. The waste's results presented a reduction of overweight of raw material for company of approximately 43 tons / year, an economy of R\$ 107.460,00 / year.

**keywords:** Preserve products. Statistical control. Process Capability. Six Sigma.

<sup>1</sup> UFSC  
cristianochiminnelli@hotmail.com

## 1 Introdução

As metodologias voltadas à melhoria de processos como o Seis Sigma, tem motivado substanciais mudanças no sistema de produção. As empresas buscam elevar os índices de desempenho no que diz respeito à qualidade e a produtividade, devido às exigências do consumidor e do mercado. A velocidade das informações e as novas tecnologias estabeleceram um ambiente globalizado de alta concorrência, em que preço e prazo devem ser atendidos (Vilaça & Oliveira, 2011).

A técnica Seis Sigma tem se destacado nas grandes empresas nos ambientes produtivos. Redução da variação, medição, coleta de dados, foco em processos e satisfação de cliente são valiosas premissas do Seis Sigma (Santos & Martins, 2008).

Para Gomes et al. (2017) a técnica Seis Sigma tem como objetivo principal a redução da variabilidade de um processo, resultando na redução de custos e melhoria da qualidade. O controle das variáveis envolvidas no processo de produção é fundamental para atender os requisitos dos clientes e aumentar a eficiência operacional. Muitas vezes os desperdícios nos sistemas produtivos não são identificados facilmente, necessitando de acompanhamento e controle de produção para aumentar a estabilidade.

Segundo Juran & Gryna (1992), todos os processos exibem variabilidade, ou seja, quanto maior for à variabilidade, maior será o descontrole em relação aos resultados produzidos e os resultados desejados.

Em um ambiente competitivo, a melhoria contínua do processo possibilita monitorar, controlar e melhorar os processos produtivos, sempre que for detectado algum problema. Se houver um caráter preventivo, estas ações contribuem para minimizar as perdas e aumentar a produtividade (Bortolotti, et al. 2009).

A técnica Seis Sigma possibilita analisar o comportamento do processo ao longo do tempo através da abordagem estatística, identificando as causas de variabilidade dos processos, servindo de base para decisões e ações corretivas de controle e estabilidade da qualidade, reduzindo os custos de produção, evitando desperdícios e elevando a eficiência (Santos & Martins, 2008).

No caso do processo industrial de produção de conserva, observa-se uma grande variabilidade no processo de pesagem, ocorrendo mesmo com cuidadosa seleção dos produtos que visa garantir a uniformização quanto ao formato, tamanho e peso, durante todas as etapas de produção (Maldonado, 2009).

Portanto, este trabalho busca apresentar como a utilização da técnica Seis Sigma pode contribuir para redução de variabilidade dos processos produtivos e conseqüentemente na redução do desperdício de matéria prima.

## 2 Revisão bibliográfica

Esta seção apresentará fundamentos do Seis Sigma, controle estatístico de processo, capacidade de processo e diagrama de causa para a avaliação da qualidade do processo produtivo de produtos em conserva.

### 2.1 Abordagem estatística e Seis Sigma

A aplicação da abordagem estatística no contexto da gestão da qualidade em indústrias de alimentos de médio e grande porte começa a ser mais valorizada pela relevância de seus benefícios assim como já ocorre em outros setores da indústria (Santos & Antonelli, 2011).

O uso de estatística, suas ferramentas e técnicas, são utilizadas nos ambientes de manufatura com a abordagem da técnica Seis Sigma. Em

linhas gerais, o Seis Sigma vale-se de uma sistematização na qual as decisões se baseiam em dados, fatos concretos, e na aplicação de uma visão mais holística de solução de problemas e tomada de decisão decorrente do pensamento estatístico (SenapatI, 2004; Tjahjono et al. 2010; Santos & Martins, 2008).

Segundo Ariete et al. (2016) o Seis Sigma representa uma iniciativa que visa a melhorar os processos e produtos existentes, criar novos processos e produtos robustos buscando a satisfação de clientes e acionistas. Esta metodologia requer mudança cultural na organização.

A metodologia Seis Sigma é composta de um conjunto amplo de ferramentas e técnicas para melhoria da qualidade. Nos quais o ciclo DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) é utilizado como um guia para profissionais especialistas atenderem às metas pré-estabelecidas pela empresa (Pande et al. 2000).

Segundo Antony et al. (2005), as ferramentas e técnicas estatísticas mais usadas pelas empresas pequenas e Médias são os, gráficos de controle, gráfico de Pareto, histograma, análise de capacidade do processo, ANOVA, entre outras.

Uma estratégia de uma melhoria do processo de negócio que possibilita a obtenção de resultados relevantes em custo, qualidade e tempo, através da redução de falhas, taxas de não conformidades, retrabalho e desperdício, dando impulso a uma ideia mais unificada de melhoria contínua (Arnheiter & Maleyeff, 2005; Kumar et al. 2006; Bendell, 2006).

## 2.2 Controle Estatístico do Processo

A qualidade é avaliada pelo consumidor final. Os desempenhos dos produtos dependem das propriedades dos materiais, dimensões e aspectos estéticos. Do ponto de vista do fabricante, o controle das especificações técnicas do produto deve

garantir as tolerâncias fixadas e as normas de inspeção sobre as quais incide um controle efetivo (Montgomery, 2004).

As Cartas de Controle são um tipo de gráfico, comumente utilizado para o acompanhamento durante um processo, determinam uma faixa chamada de tolerância limitada pela linha superior (limite superior de controle) e uma linha inferior (limite inferior de controle) e uma linha média do processo (limite central), que foram estatisticamente determinadas. As amostras são extraídas durante o processo, supõe-se distribuição normal das características da qualidade. O objetivo é verificar se o processo está sob controle. Este controle é feito através do gráfico de dois tipos de cartas, controle por variáveis e controle e controle por atributos.

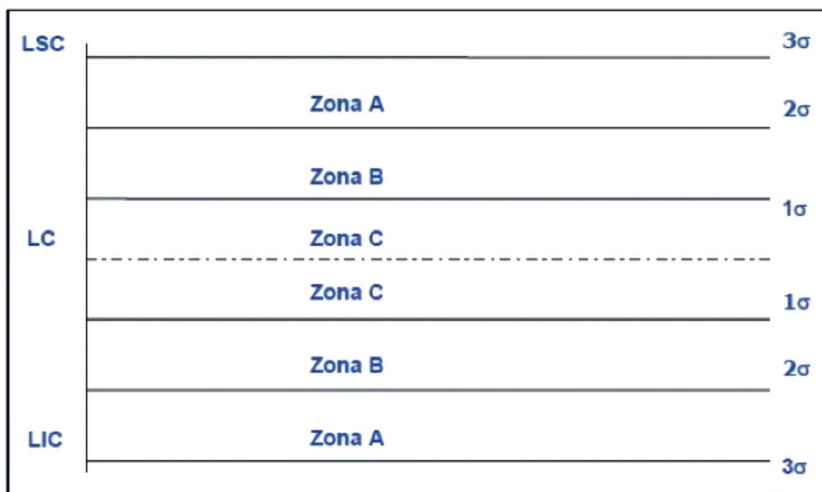
Os gráficos tradicionais usados para controle por variáveis são,  $\bar{X}$  (média aritmética), R (amplitude) e S (desvio-padrão), além dos gráficos para valores individuais. Os gráficos usados para controle de atributos são, gráficos p (proporção de unidades defeituosas), np (quantidade de unidades defeituosas em amostras de tamanho n), c (quantidade de defeitos por unidade de amostras de tamanho n) e u (quantidade de defeitos por unidade de amostras de tamanho variável).

Se algum ponto estiver fora dos limites de controle, causas especiais de variação podem estar presentes. Sabe-se que pontos além dos limites de controle são raros, então, presume-se que uma causa especial ocorreu devido à existência destes valores extremos. Estas causas deverão ser identificadas e corrigidas. Depois de corrigidas, novos limites devem ser calculados. Este processo deverá ser repetido até que nenhum padrão de não aleatoriedade seja encontrado. Neste momento, considere-se que o processo atingiu o estado de controle (Montgomery, 2004).

De acordo com Pedrini e Caten (2008, p.12) para verificar se o processo está sob controle esta-

tístico existem 8 regras para a detecção de pontos fora de controle:

- Regra 1 – Um qualquer ponto fora dos limites de controle (limites).
- Regra 2 – Nove pontos consecutivos de um mesmo lado da linha central.
- Regra 3 – Seis pontos consecutivos em sentido ascendente ou descendente.
- Regra 4 – Catorze pontos crescendo e decrescendo alternadamente.
- Regra 5 – Dois de três pontos consecutivos na zona A, do mesmo lado da linha central.
- Regra 6 – Quatro de cinco pontos consecutivos na zona B ou A, do mesmo lado da linha central.
- Regra 7 – Quinze pontos consecutivos na zona C.
- Regra 8 – Oito pontos de ambos os lados da linha central, sem nenhum na zona C.



**Figura 1: Análise Cartas de Controle**

Fonte: Adaptada de Silva et al. (2014).

A técnica de controle estatístico de processo é uma ferramenta que permite a visualização de anomalias no processo nas empresas, quando utilizada a técnica do Seis Sigma apresenta grande potencial na otimização de processo de tratamento de resíduos da agroindústria (Silva et al. 2014).

Em estudo realizado por Saldanha et al. (2015) apresenta o uso do controle estatístico do processo em uma indústria química. Com início na medição do processo realizada com a coleta dos dados, feita através da pesagem dos produtos em uma balança eletrônica de precisão durante 3 dias, e formação de subgrupos de 10 unidades a cada 60 minutos, totalizando 240 amostras. Para análise dos dados, foram usados o histograma e a carta de controle das médias e amplitudes, além da análise de capacidade do processo através dos índices de Cp e Cpk. A operação inadequada do sistema de alimentação da máquina é apontada como sendo principal causa de variabilidade do processo, o que por consequência gera unidades fora do peso especificado.

### 2.3 Avaliação da Capacidade do Processo

Segundo Montgomery (2004), a capacidade

do processo permite verificar se o processo atende às especificações de projeto, ou seja, tem o objetivo de diagnosticar se os processos são capazes de satisfazer os requisitos dos clientes. Os índices de capacidade Cp (índice de capacidade potencial) e o Cpk (índice de capacidade efetiva), predizem o processamento e quantificação de informações para avaliar se o processo é capaz de gerar produtos possam atender as especificações provenientes dos clientes externos e internos. O Cp leva em

consideração a dispersão das especificações em relação à dispersão seis sigmas do processo. Já o Cpk, é a razão da capacidade do processo para o limite de especificação mais próximo da média. De maneira geral, se o  $Cp=Cpk$  o processo está centrado na média das especificações, porém se

o  $Cpk < Cp$ , o processo está descentralizado. A Tabela 1 mostra os índices de  $CpK$  em relação ao PPM (Partes Por Milhão) e interpretação quanto ao processo.

**Tabela 1: Análise índices  $CpK$**

$Cpk$	PPM	Interpretação
$Cpk < 1$	Acima de 2700	Processo incapaz
$1 \leq Cpk \leq 1,33$	64 a 2700	Processo aceitável
$Cpk \geq 1,33$	Abaixo de 64	Processo capaz

Fonte: Adaptada de González e Werner (2009)

De acordo com Oliveira et al. (2011), para utilizar a capacidade do processo é necessário que o processo esteja sob o controle estatístico e que a variável em estudo possua distribuição próxima da normal.

## 2.4 Diagrama de Causa e Efeito

O diagrama de causa e efeito, tem com finalidade de apresentação visual das possíveis causas, e a relação das mesmas com o problema. É uma ferramenta que apresenta a relação existente entre o efeito e as causas do processo que podem prejudicar o resultado considerado.

O diagrama é representado por “6 M”, onde cada item é especificado em uma espinha e o problema na primeira extremidade. Cabe ao grupo de estudo a melhor maneira para averiguar cada (Werkema, 1995). O “6 M” pode ser descrito da seguinte maneira:

- Método: procedimentos, instruções e manuais de trabalho;
- Mão de obra: treinamentos, motivações e habilidade;
- Máquina: manutenções, condições inseguras e manuseio;
- Meio ambiente: poluição, clima, layout industrial, relação interpessoais;
- Materiais: fornecedores, especificações;
- Medidas: instrumentos, calibração, verificação.

O diagrama tem por função expandir o leque de informações sobre o problema e aumentar a probabilidade de uma correta identificação das principais causas para que estas possam ser atacadas através da geração de um plano de ações. Essa abertura deve ser a mais ampla possível e ser desenvolvida com a participação de uma equipe multifuncional tenham grande envolvimento e pleno conhecimento sobre o processo e o problema ocorrente.

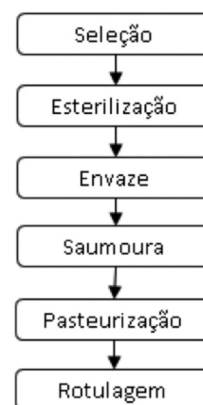
## 3 Método de pesquisa

Este artigo apresenta o estudo de caso aplicado em uma empresa privada de pequeno porte do ramo alimentício. Essa seção encontra-se dividida nos tópicos Materiais e Métodos, critérios considerados para descrição do processo de produção de produtos em conserva.

### 3.1 Materiais

O desenvolvimento do trabalho realizado em uma empresa que produz legumes em conserva. Para melhor entendimento do fluxo produtivo foi desenvolvido o fluxograma esquemático do processo, iniciando no recebimento matéria prima até a armazenagem produto acabado.

**Figura 2: Fluxograma esquemático do sistema produtivo**



Fonte: Autor.

A seguir são descritas as principais etapas da produção dos produtos em conserva para as análises do comportamento do processo:

- Seleção: neste processo é recebido a matéria-prima, é realizada para garantir a qualidade do legume que será envasado, principalmente quanto à cor, defeitos, tamanhos, impurezas como grãos que não estejam de acordo com o padrão estabelecido;
- Esterilização das embalagens: esta etapa serve para eliminar bactérias e outros patógenos que existentes nas embalagens, por meio de aquecimento a uma temperatura em uma atmosfera saturada de vapor;
- Envase: neste processo os produtos são colocados nas embalagens de vidro. Uma das principais atividades é a pesagem dos produtos com uso de balança para aferir os pesos dos produtos;
- Salmoura: os espaços vazios entre os legumes e a embalagem de vidro são adicionados a salmoura, com 1 a 2 % de sal, é aquecida a uma temperatura em torno de 75°C, para evitar a deformação dos legumes;
- Pasteurização: etapa destinada a remover o ar que fica preso no interior dos legumes e da embalagem, além de promover a descontaminação dos legumes;
- Rotulagem: são etiquetados nos vidros o tipo de produto, fabricante e peso e destinado à estocagem do produto final.

Para este estudo, a aplicação da técnica Seis Sigma e das ferramentas CEP e capacidade de processo serão direcionadas na etapa de envase, a qual é responsável por aferir a pesagem dos produtos para acondicionamento nas embalagens. Essa etapa prioriza inicialmente a seleção, padronização e pesagem dos produtos.

### 3.2 Métodos

Este trabalho utilizou a técnica Seis Sigma, no qual o ciclo DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) é utilizado como um guia para desenvolvimento do trabalho, o uso da carta de controle de processo foi utilizado para estabelecer se o processo de pesagem é estável, e os índices de capacidade para quantificar a forma de como um processo pode produzir produtos aceitáveis, e se atendam às especificações do cliente. O estudo da capacidade apresenta se o processo é capaz ou não capaz, auxiliando no processo de análise e tomada de decisão das ações de melhorias.

Aplicação da técnica Seis Sigma no desenvolvimento de projetos, com forte utilização de ferramentas estatísticas, para a eliminação de defeitos e desperdícios, pode ser utilizada em todos os processos, produtos ou serviços da empresa. O número de Sigmas é uma medida da performance do processo, de acordo com sua variabilidade, objetivo desta técnica é reduzir a variabilidade dos processos, retrabalhos, refugos, inconsistências.

O ciclo DMAIC foi utilizado como roteiro, com objetivo em “D” definir o problema, “M” medir a situação atual, “A” analisar o problema, “I” melhorar a situação e “C” controlar a situação.

Na etapa “D” definir, foram buscadas com responsáveis da empresa as entradas do projeto, as oportunidades do negócio, definir e detalhar o processo chave a ser melhorado e os eventuais processos relacionados. Identificar os fornecedores e conhecer os requisitos dos clientes. Nesta etapa foi estabelecido o escopo e realizado a definição preliminares do problema, definindo as metas preliminares de melhoria e o *saving*, o ganho com projeto e a equipe de projeto.

A definição de uma equipe de projeto multifuncional requer o desenvolvimento das ca-

pacidades de trabalho em equipe, criatividade, inovação para que a empresa possa se adaptar às constantes mudanças no ambiente de negócios. Mais especificamente, profissionais que possuam liderança e motivação para efetivamente mudar a cultura da empresa.

Na etapa “M” medir, foi identificada as medições e indicadores necessários para realização do trabalho, indicadores de processo, de resultado e de não qualidade. As ferramentas estatísticas de controle estatístico de processo (CEP) e o cálculo de capacidade (Cp e Cpk) foram selecionados apropriados para avaliar o peso dos produtos em conserva quanto a estabilidade e capacidade do processo, alvo do problema. Os gráficos de controle de média e desvio-padrão foram escolhidos para o controle da estabilidade

do peso médio dos produtos a serem envazados em 300 gramas com tolerância de 5% e índice Cpk  $\geq$  1,33 para capacidade. De acordo com a Portaria do INMETRO n° 74 de 1995, estabelece critérios para verificação quantitativa em produtos comercializados em unidades de massa e volume com conteúdo nominais iguais, verificados em fábricas, depósitos e pontos de vendas. De acordo com essa portaria, os valores admissíveis para a Tolerância Individual (T) da característica da quantidade peso são de 15 gramas, ou seja, o Limite Inferior de Especificação é de 15 gramas. O líder de produção ficou responsá-

vel por realizar os cálculos e plotagem dos gráficos na produção.

Os dados coletados da pesagem dos produtos foram obtidos continuamente no processo de envase, para o estudo foram totalizadas 50 amostras de tamanho 5 coletados sequencialmente a cada 30 minutos, um total de 250 amostras.

Para análise e cálculos dos limites inferior e superior da Média e Desvio Padrão bem como a geração dos gráficos foi utilizado o programa Minitab 17.

A Tabela 2 apresenta as 50 amostras e os resultados da Média, e Desvio Padrão dos pesos dos produtos coletados no processo de envase e pesagem. Os números 1, 2, 3, 4 e 5 (primeira linha da tabela) identificam os 5 subgrupos (tamanho da amostra) no intervalo de 30 minuto.

**Tabela 2: Média e Desvio Padrão dos pesos dos produtos**

Amostras	1	2	3	4	5	Média	DP
1	314	322	335	327	317	323,0	8,3
2	310	318	330	328	308	318,8	10,1
3	332	320	325	321	318	323,1	5,6
4	341	311	325	321	300	319,5	15,5
5	319	340	317	339	340	330,9	11,8
6	319	316	311	308	323	315,3	6,0
7	328	330	337	340	319	330,7	8,2
8	337	318	321	318	317	322,1	8,5
9	316	330	318	330	329	324,5	6,9
10	326	313	311	309	316	314,9	6,7
11	325	315	317	310	319	317,1	5,5
12	310	313	326	317	308	314,7	7,2
13	336	316	331	321	310	322,7	10,7
14	343	330	347	323	337	336,0	9,7
15	319	340	340	339	340	335,5	9,2
16	327	340	347	339	340	338,5	7,2
17	338	315	340	301	329	324,6	16,5
18	343	336	341	337	335	338,4	3,4
19	323	333	310	337	328	326,1	10,4
20	319	341	345	343	339	337,4	10,5
21	331	332	327	340	323	330,5	6,3
22	341	331	329	325	337	332,6	6,4
23	326	318	311	327	309	318,2	8,3
24	347	300	346	339	337	333,8	19,4
25	340	320	337	330	351	335,6	11,5

Amostras	1	2	3	4	5	Média	DP
26	311	329	301	316	341	319,5	15,6
27	361	320	346	343	317	337,4	18,6
28	310	321	299	301	341	314,4	17,2
29	349	300	349	350	333	336,2	21,4
30	339	329	342	347	311	333,6	14,2
31	340	326	340	326	326	331,6	7,7
32	331	314	330	327	300	320,3	13,3
33	331	334	347	341	327	336,0	8,0
34	337	315	328	321	309	322,0	11,0
35	325	329	337	331	327	329,8	4,6
36	327	335	309	341	329	328,2	12,0
37	339	319	337	326	311	326,3	11,9
38	310	320	335	347	346	331,6	16,3
39	316	339	341	341	337	334,8	10,6
40	343	306	317	311	301	315,8	16,4
41	310	331	338	315	346	327,9	15,2
42	330	310	333	289	301	312,6	18,8
43	347	349	311	349	349	341,0	16,8
44	326	341	326	339	342	334,7	8,0
45	327	340	300	340	340	329,4	17,4
46	341	331	327	331	330	331,9	5,3
47	321	329	309	331	327	323,4	8,9
48	312	333	317	337	328	325,3	10,5
49	309	344	331	347	341	334,4	15,4
50	317	325	337	328	321	325,5	7,6

Fonte: Autores.

Para analisar os dados, utilizou-se os gráficos de controle de Média e Desvio Padrão, tal análise através de representações gráficas estatísticas, consideradas suficientes em termos de operacionalização do sistema de controle de pesagem.

Considerando que a tolerância do peso é de +/- de 15 gramas, o peso mínimo dos produtos a ser envazado em cada unidade do produto deve ser de 285g e máxima de 315g. A seguir, foram plotados os gráficos de controle para verificar se o processo se encontra sobre o controle estatístico.

## 4 Resultados e discussões

Após o levantamento dos dados, teve início a etapa “A” analisar, que tem a missão de identificar a causas da má performance, de identificar as variáveis de entrada que mais afetam as variáveis de saída. Estabelecer as especificações dessas variáveis que melhoram a performance dos indicadores e estabelecer possíveis mudanças no processo, necessárias para atingir as metas.

Foram desenvolvidos gráficos para análise dos resultados, determinado a faixa de tolerância composto Limite Superior de Controle (UCL), Média Média do Desvio Padrão e Limite Inferior de Controle (LCL). A Figura 3 apresenta o gráfico de controle referente à Média e Desvio Padrão da pesagem do produto dos 5 subgrupos e 50 amostras.

Observa-se que houve estabilidade no processo das Médias dos produtos, ou seja, a variação permaneceu dentro da faixa de tolerância e das regras da Norma ISO 8258 (1991). Na sequência é apresentada a gráfico de Desvio Padrão a estabilidade no processo da pesagem dos produtos. Na análise da figura 2 da pesagem dos produtos, pode-se verificar que todos os pontos estão dentro dos limites de controle, o que indicaria a condição de que o processo é estável. Um processo estável

não indica que é capaz, por isso é importante verificar a Capacidade do Processo. Este estudo é fundamental para verificar se o processo consegue atender às especificações. A Figura 4 apresenta o histograma referente à pesagem dos produtos.

O histograma representa visualmente o quanto os valores da pesagem dos produtos em conserva estão acima da Média, gerando assim prejuízo para empresa através de perda de matéria prima.

O processo não é capaz de atender às especificações. Neste caso, somente a centralização do processo não é suficiente para torná-lo capaz. É necessário reduzir a variabilidade sobre o processo de pesagem dos produtos. A empresa necessita realizar análise do processo de pesagem urgentemente.

A Média obtida de 327,358 gramas dos produtos por embalagem está deslocada para cima do valor nominal que é de 300 gramas. Portanto, é necessário agir para trazer a Média mais próxima do centro das especificações com ações para reduzir as variações.

Outro ponto importante é a interpretação dos índices de capacidade calculados, o Cpk considera a localização do processo e indica a diferença do centro da distribuição e a especificação. Se  $C_p = C_{pk}$  o processo está centrado no ponto médio das especificações, o que não se verificou devido ao afastamento entre  $C_p$  e  $C_{pk}$ . Quando o  $C_{pk}$  for negativo, indica que a média dos produtos pesados está fora dos limites de especificação, o que classifica o processo como incapaz.

O índice de PPM calculado foi de 826.743,21 ou seja, para cada produto pesado a chance do mesmo estar fora do especificado é de 82,6%. Para este trabalho a equipe buscou readequar a média e os limites de controle do processo, pois envazam um volume de produtos com peso médio muito superior as necessárias. Isso implica em maior custo para a empresa, porque o cliente estará recebendo um maior peso pelo mesmo preço.



Figura 3: Gráfico da Média e Desvio Padrão (DP)

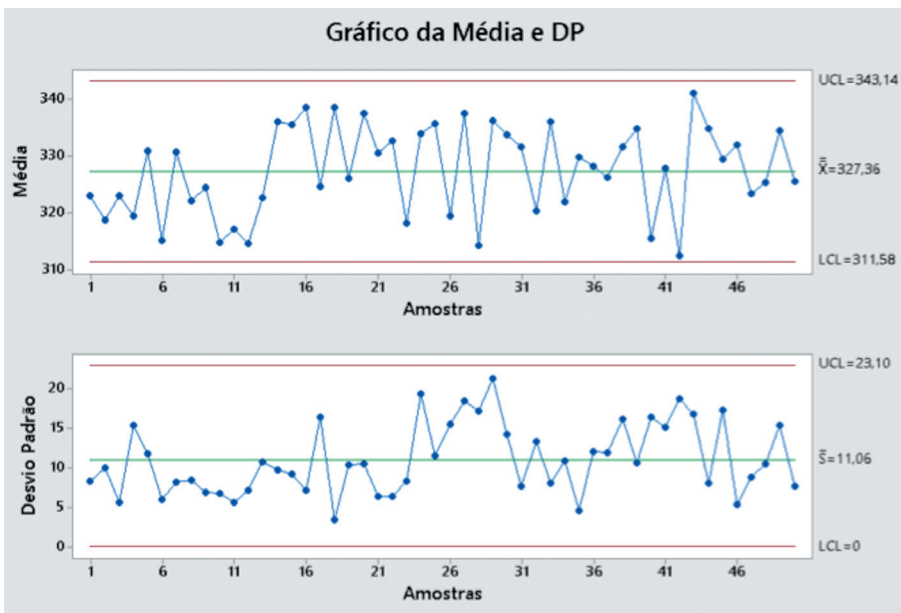
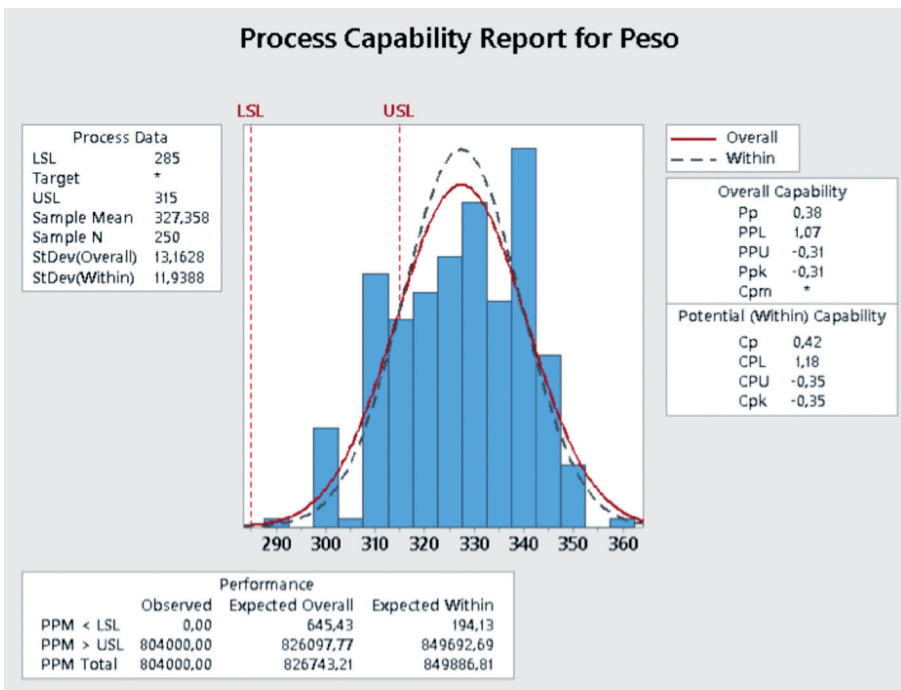


Figura 4 - Histograma dos pesos dos produtos



Considerando que a empresa em estudo tem uma produção diária de 7.540 unidades vidros de conversa, e que com o excesso de 27,36 gramas em Média por vidro, acarretaria um total de perda de aproximadamente 206 kg de matéria prima por dia. Se o custo médio da matéria prima é R\$ 2,50

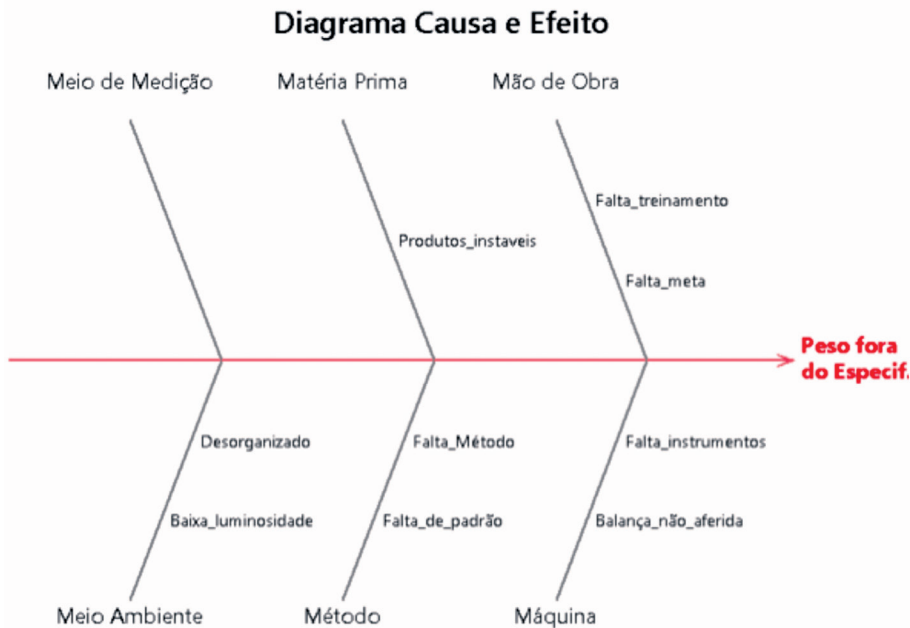
por Kg, a empresa pode ter uma potencial redução de 4125 kg/mês com compra de matéria prima, por conseguinte uma redução de custo de proximamente de R\$ 123.750,00 / ano.

Com este diagnóstico, a empresa elaborou ações de melhoria após a apresentação dos estudos, detectando problemas como balanças mal aferidas, treinamento inadequado dos funcionários, falta de padronização das atividades, melhorias no ambiente de trabalho, alteração da sequência de atividades no processo de envaze e a implantação da carta de controle no processo de pesagem. Este trabalho de melhoria foi impulsionado pelo resultado potencial anual demonstrado, a empresa, que não mediu esforços para dar sequência ao projeto Seis Sigma. Abaixo é apresentado o diagrama de causa e efeito realizada pela equipe multifuncional da empresa. Esta equipe foi formada por pessoas do setor de envaze, produto e

processo, qualidade e custo. Onde após analisa das causas do problema, foi desenvolvido o plano de ação.

A etapa “I” melhorar, tem a missão identificar, priorizar e implementar soluções para redução da variabilidade do processo e verificar a

Figura 5: Diagrama de Causa e Efeito



Inferior de Controle (LCL). A Figura 2 apresenta o gráfico de controle referente à Média e Desvio Padrão da pesagem do produto dos 5 subgrupos e 50 amostras.

Na análise da figura 6 da pesagem dos produtos, pode-se verificar que todos os pontos estão dentro dos limites de controle, e que estão satisfazendo as regras da Norma ISO 8258 (1991) o que indicaria a condição de que o processo é estável. Um processo estável não indica que é ca-

eficácia das soluções geradas no plano de ação. Após as ações de melhorias implementadas, foram retomadas as análises de estabilidade e capacidade do processo, como realizado no estudo preliminar. Abaixo segue dados coletados com média e desvio padrão calculados.

Na última etapa “C” controlar, estabelece métodos de controle para garantir a eficácia das ações implementadas. Após o levantamento dos dados, foram desenvolvidos gráficos para análise dos resultados, determinado a faixa de tolerância composto Limite Superior de Controle (UCL), Média Média do Desvio Padrão e Limite

Tabela 3: Média e Desvio Padrão dos pesos dos produtos

Amostras	1	2	3	4	5	Média	DP
1	302	300	310	307	303	304,4	4,0
2	307	301	301	297	301	301,4	3,6
3	306	306	299	311	303	305,0	4,4
4	305	308	307	311	306	307,4	2,3
5	300	300	302	301	304	301,4	1,7
6	302	299	305	302	297	301,0	3,1
7	307	297	300	308	296	301,6	5,6
8	308	300	305	302	310	305,0	4,1
9	304	300	306	306	304	304,0	2,4
10	306	310	300	301	304	304,2	4,0
11	305	303	302	302	304	303,2	1,3
12	302	307	306	311	304	306,0	3,4
13	310	305	305	303	301	304,8	3,3
14	304	309	305	297	296	302,2	5,5
15	308	308	302	307	299	304,8	4,1
16	296	307	296	297	296	298,4	4,8
17	304	301	301	307	301	302,8	2,7
18	300	299	296	305	307	301,4	4,5
19	299	311	304	309	296	303,8	6,4
20	310	297	306	310	299	304,4	6,1
21	306	302	297	301	309	303,0	4,6
22	302	306	306	301	299	302,8	3,1
23	300	302	299	303	305	301,8	2,4
24	306	306	311	296	302	304,2	5,6
25	297	297	298	304	297	298,6	3,0

Amostras	1	2	3	4	5	Média	DP
26	308	296	306	296	297	300,6	5,9
27	302	308	311	307	302	306,0	3,9
28	301	301	301	305	298	301,2	2,5
29	304	299	301	299	297	300,0	2,6
30	308	306	304	307	306	306,2	1,5
31	305	311	305	296	298	303,0	6,0
32	306	310	301	305	302	304,8	3,6
33	303	301	300	311	301	303,2	4,5
34	296	310	298	298	299	300,2	5,6
35	299	298	300	305	306	301,6	3,6
36	309	298	305	311	311	306,8	5,5
37	307	309	305	301	298	304,0	4,5
38	305	306	297	309	310	305,4	5,1
39	303	310	311	296	308	305,6	6,2
40	310	305	301	309	308	306,6	3,6
41	299	310	306	308	310	306,6	4,6
42	306	303	300	302	301	302,4	2,3
43	296	298	298	301	306	299,8	3,9
44	310	309	311	305	308	308,6	2,3
45	308	309	308	307	305	307,4	1,5
46	306	304	302	310	308	306,0	3,2
47	305	297	303	296	299	300,0	3,9
48	302	310	310	301	311	306,8	4,9
49	305	306	300	301	309	304,2	3,7
50	306	309	298	311	301	305,0	5,4

Fonte: Autor.

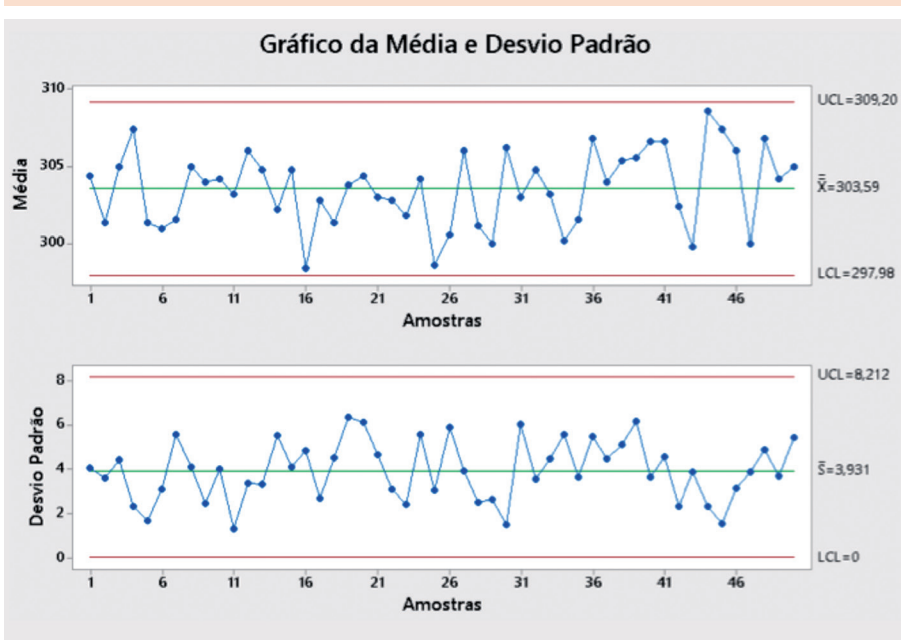


Figura 6: Gráfico da Média e Desvio Padrão (DP)

paz, por isso é importante verificar a Capacidade do Processo. Este estudo é fundamental para verificar se o processo consegue atender às especificações. A Figura 7 apresenta o histograma referente à pesagem dos produtos.

produtos foi de 303,592 gramas. Porém devido a variabilidade do processo, reduzir este valor poderia aumentar muito a probabilidade de gerar produtos abaixo do especificado, e assim gerar ações punitivas para empresa e insatisfação do cliente.

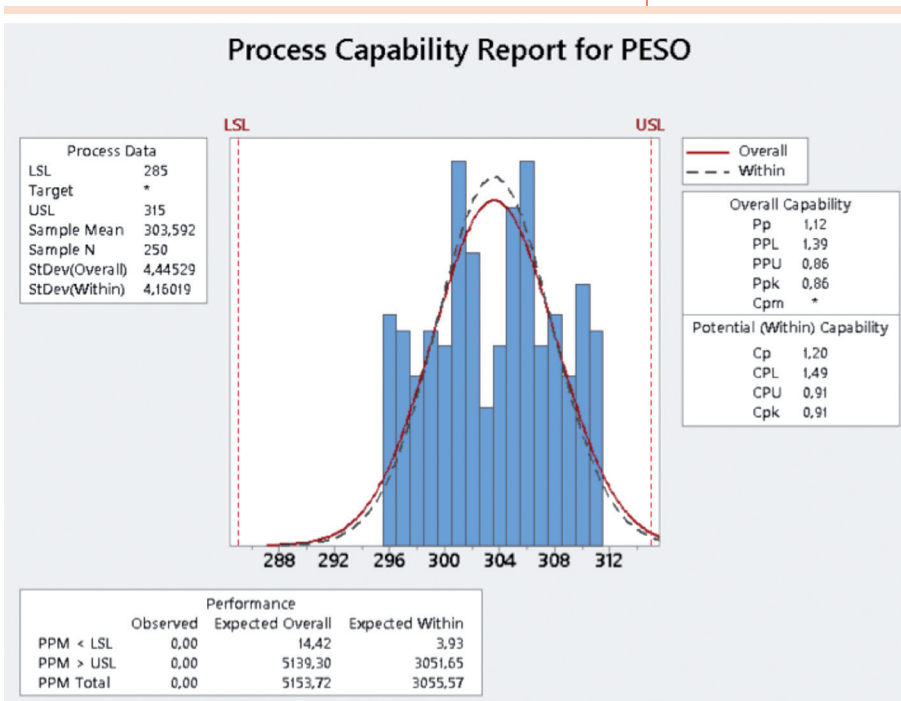


Figura 7: Histograma dos pesos dos produtos

O histograma representa visualmente a distribuição dos valores da pesagem dos produtos em conserva, quanto a especificação inferior e superior é possível identificar o resultado positivo das ações geradas,

O processo após a melhorias realizadas ainda não é capaz de atender às especificações, apresentou Cpk de 0,91 e Cp 1,20. No entanto houve melhoria significativas do desempenho. A Média obtida dos

Esta incapacidade demonstra que o processo não atende às especificações determinadas pela empresa. O índice de PPM calculado foi de 5153,72 uma melhoria significativa, ou seja, para cada produto pesado a chance do mesmo estar fora do especificado é de 0,52%.

Para este trabalho entendeu-se que os objetivos estão atendidos, mesmos sem atender um Cpk de 1,33 a empresa reduziu muito seus desperdícios com matéria prima. A Média e dos produtos passaram para

303,60 gramas em vez de 300 gramas, conforme o padrão desejado. Isso implica em maior custo para a empresa, mais considerando que a empresa em estudo tem uma produção diária de 7.540 unidades vidros de conserva, e que com o excesso de 3,60 gramas em Média por vidro, uma perda de aproximadamente 27 kg de matéria prima por dia. Com o custo médio da matéria prima é R\$ 2,50 por Kg, a empresa teve um desperdício de 543 kg/mês de matéria prima, por conseguinte um custo de proximamente de R\$ 16.290,00 / ano.

A empresa terá uma redução significativa do desperdício com excesso de matéria prima e consequentemente de custo, uma redução de R\$ 107.460,00 / ano. A empresa deve dar continuidade na manutenção e geração de novas das ações de melhoria alinhadas a metodologia Seis Sigma.

## 5 Considerações finais e recomendações

A utilização da técnica Seis Sigma apresenta resultados expressivos, o trabalho desenvolvido apresenta como a utilização da técnica Seis Sigma pode contribuir para redução da variabilidade de processo e consequentemente no desperdício de matéria prima no processo de envase de conservas. Mesmo com um processo não capaz, devido ao não atendimento do  $CpK \geq 1,33$  a empresa teve uma redução de custo de R\$ 107.460,00/ano com as melhorias implantadas, atingiu o índice de CpK de 0,91 uma redução de sobrepeso de 176 kg/dia, aproximadamente 7,6 vezes menor. A utilização da técnica Seis Sigma vai além dos resultados financeiros e estatísticos, tem contribuição para o aprendizado organizacional, crescimento profissional e de trabalho em equipe.

Portanto, as iniciativas de melhorias geradas através da identificação e análises da técnica Seis Sigma devem ser continuadas para a busca do CpK

$\geq 1,33$ . A empresa deve aplicar ações corretivas e preventivas, para evitar falhas e problemas futuros na empresa. A equipe desenvolvedora deste estudo sugere a implantação da técnica Seis Sigma nos demais processos de produção, servindo como mecanismo principal na busca por maior eficiência e otimização de seus processos.

## Referências

- Antony, J., Kumar, M., & Madu, C. N. (2005). Six sigma in small-and medium-sized UK manufacturing enterprises: Some empirical observations. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 22(8), 860-874.
- Ariente, M., Casadei, M. A., Giuliani, A. C., Spers, E. E., & Pizzinatto, N. K. (2016). Processo de mudança organizacional: estudo de caso do Seis Sigma. *Revista da FAE*, 8(1).
- Arnheiter, E. D., & Maleyeff, J. (2005). The integration of lean management and Six Sigma. *The TQM magazine*, 17(1), 5-18.
- Bortolotti, S. L. V., Souza, R. A., & Sousa Junior, A. F. (2009). Análise da qualidade do produto final no processo de envase de azeitonas verdes. In *Anais do Congresso Nacional de Excelência em Gestão*, São Paulo, SP, Brasil, 5.
- Campos, V. F. (1992). *TQC: controle da qualidade total*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 11.
- Gomes, L. P. C., Marques, D. M. N., & Guerrini, F. M. (2017). Self-organizing Six Sigma Program: as-is model and need for changes. *Gestão & Produção*, (AHEAD), 0-0.
- Gonzalez, P. U., & Werner, L. (2009). Comparação dos índices de capacidade do processo para distribuições não-normais. *Gestão da Produção*, 16(1), 121-132.
- Juran, J. M.; Gryna, F. M. (1992). *Controle da qualidade: métodos estatísticos clássicos aplicados à qualidade*. São Paulo: Ed. Makron.
- Kumar, S., Wolfe, A. D., & Wolfe, K. A. (2008). Using Six Sigma DMAIC to improve credit initiation process in a financial services operation. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 57(8), 659-676.
- Maldonado, I. (2009). Pepinos em Conserva. *Revista Eletrônica Embrapa: Circulares Técnicas*, 4(72).
- Montgomery, D. C. 2004. *Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade*. São Paulo, Ed. 4; Editora LTC.

- Oliveira, J. D. (2011). Análise da capacidade de um processo: Um estudo de caso baseado nos indicadores CP e CPK. *Anais do XXI ENEGEP–Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Belo Horizonte, UFMG, Brasil.
- Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2000). *The six sigma way*. McGraw-Hill.
- Pedrini, D. C., & Caten, C. (2008). Gráficos de Controle-X e S com Tamanho de Amostra Variável e Análise de Capacidade para Dados Não-normais: Um Estudo Aplicativo. *Revista Produto & Produção*, 4, 72-85.
- Saldanha, P., Rothe, C. K., de Jesus Pacheco, D. A., Jung, C. F., & Caten, C. S. (2015).
- Contribuições do uso do controle estatístico de processos na análise do desempenho na indústria química. *Revista Ingeniería Industrial*, 14(1).
- Santos, A. B., & Antonelli, S. C. (2011). Aplicação da abordagem estatística no contexto da gestão da qualidade: um survey b com indústrias de alimentos de São Paulo. *Gestão & Produção*, 509-524.
- Santos, A. B., & Martins, M. F. (2008). Modelo de referência para estruturar o Seis Sigma nas organizações. *Rev Gestão e Produção*, 15(1), 43-56.
- Silva, T. A., da Silva, H. A., Santos, D. Q., & Rodrigues, E. C. (2014). Utilização do Controle Estatístico de Processo (CEP) na Avaliação de uma Estação de Tratamento de Efluente Agroindustrial. *Revista Virtual de Química*, 6(2), 310-322.
- Tjahjono, B., Ball, P., Vitanov, V. I., Scorzafave, C., Nogueira, J., Calleja, J., ... & Srivastava, S. (2010). Six Sigma: a literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(3), 216-233.
- Vilaça, A.C.; Oliveira, R. C. B. (2011). Utilização do Controle Estatístico de Processo para Avaliação de Peso de Massas para Pastel. *FAZU em Revista, Uberaba*, 8, 137-146.
- Werkema, M. C. C. (1995). *Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos* (Vol. 2). Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. Fundação Christiano Ottoni.

Recebido em 4 jan. 2017 / aprovado em 3 abr. 2017

**Para referenciar este texto**

Chiminelli, C. Utilização da técnica seis sigma para redução de sobrepeso de matéria prima nos produtos em conserva. *Exacta – EP*, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 7-19, 2018.

