

ANÁLISE DA CAPABILIDADE NO ENVASE NA LINHA DE PRODUÇÃO DE SUCO DE LARANJA PASTEURIZADO

CAPABILITY ANALYSIS ON THE FILLING IN THE PASTEURIZED ORANGE JUICE PRODUCTION LINE

Geovani Correa Paixão¹
Karem Letícia Barbosa²
Hugo Henrique dos Santos³

RESUMO

O objetivo do presente artigo é aplicar as ferramentas de Controle Estatístico de Processo para o monitoramento do envase de suco de laranja pasteurizado, em uma pequena fábrica localizada no interior de São Paulo. Para a execução do trabalho, gráficos de controle para variáveis foram utilizados e depois do estabelecimento do controle do processo, uma análise de capacidade foi desenvolvida. Como principais resultados encontrados, a análise da capacidade demonstrou que o processo é incapaz de atender as especificações. Esses resultados demonstram que a empresa precisa elaborar um plano de ações e aplicar outras ferramentas da qualidade para que o processo consiga reduzir a variabilidade. Um diagrama de Ishikawa foi proposto para uma investigação das possíveis causas do problema. Espera-se que o trabalho desperte um maior interesse da empresa em lidar com ferramentas da qualidade, principalmente para reduzir a variabilidade encontrada e que o processo passa atender as especificações previamente definidas.

Palavras-Chave: Controle Estatístico do Processo. Suco de Laranja. Capacidade do Processo.

¹ Graduando em Engenharia de Produção no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: geovanipaixao@hotmail.com

² Graduando em Engenharia de Produção no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: karem.leticia@hotmail.com

³ Docente do Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: hugohs92@gmail.com

ABSTRACT

The objective of the paper is to apply the Statistical Process Control (SPC) tools for the monitoring of pasteurized orange juice, located in a small fabric in the countryside in the state of São Paulo. For the execution of the work, control charts for the variables were used and after the setting of process' control, a capability analysis was developed. As a main result found, the capability analysis demonstrated that the process is unable to meet specifications. These results demonstrate that the company needs to elaborate an action plan and apply other tools of quality so the process can reduce its variability. A diagram of Ishikawa was proposed for an investigation of the possible causes of the problem. It is expected that the work will arouse a bigger interest of the company in dealing with quality's tools, mainly to reduce the variability found and that the process could meet previously defined specifications.

Keywords: Statistical Process Control. Orange Juice. Process' Capability.

1 INTRODUÇÃO

Fruto da década do aperfeiçoamento, a gestão da qualidade tem suas primeiras definições nos Estados Unidos e Japão, porém foi em 1920 que houve sua real definição. Para Paladini (2005), a gestão da qualidade ocorreu de acordo com a evolução dos tempos, indo desde o surgimento da era da inspeção até novas técnicas de estatísticas (inspeção por amostragem e CEP), que permitiu com que todas as etapas do processo de produção passassem a ser interligadas.

De acordo com Toledo (2013), a gestão da qualidade tem como finalidade, basear-se na melhoria contínua dos processos e produtos, a fim de monitorar todo o ciclo de vida do produto, tendo como real importância a satisfação dos clientes nos produtos adquiridos, e que os mesmos apresentem uma qualidade em toda sua cadeia de produção.

Sendo umas das ferramentas mais usadas para auxiliar no controle da gestão da qualidade, o Controle Estatístico de Processo (CEP) é usado para controlar os processos de modo que os defeitos (ou não conformidades) sejam mitigados, o mesmo auxilia na identificação, eliminação e até na redução de causas que levam as não conformidades (TOLEDO, 2013).

Segundo Carpinetti (2012), o CEP permite identificar ocorrências de falta de controle e a tendência com que a mesma ocorre, porém tudo isso só é possível devido o monitoramento dos processos. Os dados coletados são inseridos em gráficos de controle com o intuito de deixar mais claro a interpretação do que está ocorrendo com o processo.

Uma vez que o processo está controlado e as não conformidades já não existem mais, é possível analisar a capacidade do processo, que mede a relação entre a variabilidade do processo e a tolerância da especificação do produto projetado (TOLEDO, 2013).

Com o objetivo de controlar e monitorar o processo para que não haja produtos fora da especificação (estabelecida por clientes, empresa ou legislação), a capacidade tem como objetivo analisar o processo de produção, verificando se as especificações são atendidas. Com base no que foi exposto, o objetivo do estudo é aplicar as ferramentas de Controle Estatístico de Processo para o monitoramento do envase de suco de laranja pasteurizado, em uma pequena fábrica localizada no interior de São Paulo.

Como objetivos específicos, o trabalho também busca estabelecer uma norma de controle para o processo, analisar a capacidade do processo em atender as especificações e aplicar um diagrama de Ishikawa para identificar as possíveis causas do descontrole e da falta de capacidade no atendimento destas especificações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Qualidade

História

Inicialmente a qualidade e a reputação dos produtos eram analisadas pelos artesões de forma direta, por estarem próximos aos seus clientes para atender suas necessidades e satisfazê-los. Porém com a Revolução Industrial, e a nova forma de organizar o trabalho, inicia-se a produção em massa, substituindo a customização pela padronização, projetando grandes volumes de produtos, dando origem a função do inspetor de qualidade (CARVALHO, 2012).

Destacado por uma época de grandes mudanças e um rápido processo de evolução, os anos 50 é marcado com surgimento de novos conceitos de qualidade com níveis elevados, que contaram com presença de Deming e Joseph Juran, especialista da área que aplicaram seus conhecimentos nas empresas japonesas após a segunda guerra mundial (MARTINELLI, 2009).

Atingindo níveis hierárquicos e evoluindo cada dia mais em seus conceitos, a qualidade inicia nos fornecedores, clientes, e nos processos de melhoria, aperfeiçoando as técnicas já desenvolvidas tanto na fabricação como nos produtos, atendendo as exigências e especificações exigidas, tornando-se cada vez mais complexa (MARTINELLI, 2009).

Definição de qualidade

Qualidade pode ter diversos significados, é uma das palavras mais difundidas, gerando uma confusão devido ao subjetivismo associado e ao uso genérico (TOLEDO, 2013).

Partindo sobre definições dos principais teóricos da área, pode-se definir mais facilmente o significado de qualidade. Segundo Falconi (2004), qualidade é um produto ou serviço que atende de forma confiável, acessível, segura, e no tempo correto, com menos defeitos e custos, garantindo a sobrevivência da empresa.

Sendo um dos Gurus da qualidade, Deming (1950, apud Toledo 2013), define qualidade como algo que pode ser mudado constantemente, resultando na melhoria do produto, e na satisfação do cliente. Deming também foi responsável pela introdução do ciclo de melhoria continua chamado PDCA (proposto por Walter Shewhart).

Kaoru Ishikawa (1954, apud Toledo 2013) define a qualidade a partir da satisfação dos clientes, criando o círculo do controle da qualidade (CCQ), que era basicamente formado por colaboradores, com o objetivo de traçar maneiras de resolver problemas e de melhorar a qualidade; introduzindo o diagrama de causa e efeito, com o intuito de aperfeiçoar processos e encontrar as causas raízes para os problemas.

Importância da qualidade para as empresas

Atualmente, as empresas utilizam o planejamento estratégico para atingir os seus objetivos e analisar as ações internas e externas. A qualidade, tem como principais fatores a redução de custos e retrabalho, resultando no aumento da produtividade e influenciando as atividades da organização (MARTINELLI, 2009).

As empresas para chegar onde desejam, planejam o passo a passo de como chegarão até o seu objetivo, e com a concorrência, o planejamento estratégico se torna o mais utilizado e é apontado como o maior desafio para a qualidade estabelecer o diferencial competitivo e garantir a manutenção no mercado (MARTINELLI, 2009).

De acordo com Carvalho (2011), para que as organizações sobrevivam é necessário que as mesmas considerem a qualidade como um fator fundamental, aumentando as responsabilidades na tomada de decisão.

Ferramentas da qualidade

Entre as principais ferramentas da qualidade, destaca-se: Folha de Verificação, Histograma, Estratificação, Diagrama de Pareto, Gráficos de Controle, Diagrama de Causa e Efeito, Espinha de Peixe ou Diagrama de Ishikawa e Diagrama de Dispersão-Correlação.

Desenvolvida no século XX, o método estatístico teve a função de interligar ciência, tecnologia e lógica para solução de problemas relacionados às áreas do conhecimento humano. Utilizada hoje para avaliar a qualidade de diversos tipos de produtos e serviços, a estatística pode ser definida como ciência que preocupa com coleta, verificação, análise, e a interpretação de diversos dados, permitindo trazer melhores conclusões para o processo (RAMOS, 2013).

Para Toledo (2013), o suporte de sete ferramentas básicas para estatística foi um passo fundamental para identificar e remover possíveis causas de problemas, na qual as ferramentas servem para organizar, maximizar e até interpretar basicamente o uso de dados, permitindo uma melhor organização, coleta, apresentação e análise deles.

Gestão da qualidade

Em meados do século 50, com a evolução da qualidade, os requisitos de satisfação dos clientes passaram a ter um nível de exigência maior, levando as empresas a apresentarem níveis de qualidade satisfatórios não só em seu produto final, mas também em toda a sua cadeia de suprimentos, de modo em que suas atividades passaram a ser interligadas, dando origem a uma nova prática conhecida como gestão da qualidade (TOLEDO, 2013).

Vista hoje no meio acadêmico e empresarial, como um fator de estratégia para melhoria contínua, tanto da competitividade quanto da produtividade, a gestão da qualidade passou por processos de evolução em sua prática, na qual contou com o auxílio e a contribuição de grandes estudiosos, dentre eles Juran, Ishikawa, Feigenbaum e Deming (CARPINETTI, 2012).

Com a evolução e a ampliação em seu conceito, a GQ (Gestão da Qualidade) passou a ter como objetivo: a adequação do produto ao uso, o preço de aquisição e a redução do desperdício, trazendo melhores resultados e eficiência ao negócio, tornando-o mais competitivo, com melhores condições de entrega, serviço de pós-vendas, e outras atividades que englobe todo ciclo de vida do produto. De modo que maximize a chance de atendimento dos requisitos satisfatório (CARPINETTI, 2012).

Desta forma, Toledo (2013) baseia-se a gestão da qualidade no princípio de melhoria contínua, aplicada em processos e produtos, de modo que os clientes sejam satisfeitos em todo ciclo de vida produto, na qual a qualidade total seja estendida em todos os seus parâmetros.

Controle estatístico de processo

Considerado como uma ferramenta que possui bases e conceitos estatísticos, para auxiliar o controle da qualidade em todas as etapas do processo, o CEP é entendido como um princípio de gerenciamento que visa estabilizar e garantir a melhoria contínua no processo (TOLEDO, 2013).

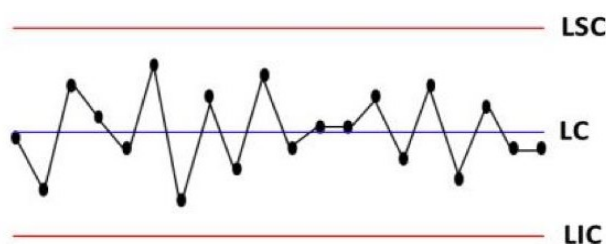
Tendo como intuito, pensar e tomar decisão com base em dados e fatos; separar causa do efeito com intuito de conhecer causas básicas dos problemas; reconhecer a possível existência da variabilidade na produção e controlá-la; identificar

o mais breve os locais e focos onde estão ocorrendo problemas e corrigi-los o mais rápido possível (COSTA, 2014).

Para Toledo (2013), a importância de aplicar o CEP é para controlar as não conformidades (atributos) e a porcentagem na qual eles ocorrem nos processos de produção, podendo variar de acordo com tempo. Os defeitos podem ocorrer devido as condições do equipamento, na inspeção, nas matérias ou em até mesmo em insumos ou recursos de produção.

Identificando e priorizando causas fundamentais da variação da qualidade, o CEP também busca eliminar causas básicas ou raiz. Quando a variabilidade do processo ocorre devido a esses motivos, e possui uma relação estável com seus resultados, pode-se dizer que ele está sob controle, conforme de mostra a Figura 1 (COSTA, 2014).

Figura 1: Processo sob controle



Fonte: Revista Espacios (2015)

Gráficos de controle

Criado por Shewahrt os gráficos de controle, são adaptados aos parâmetros ou variáveis do processo que serão controlados, utilizando cálculos através de amostras e transformando-os em dados, os mesmos serão inseridos em um gráfico, o qual possui uma Linha Média (LM) e dois limites, conhecidos como, Limite Superior (LSC) e Limite Inferior (LIC), representando os limites de variação do processo (RAMOS 2013).

Os gráficos de controle podem ser representados em dois tipos, sendo eles:

Gráficos de Variáveis: Utilizados para amostras quantitativas de medida (altura, comprimento, peso e etc.), seus valores pertencem ao conjunto de números reais que resultam em uma forma de medição, podendo ser representados por \bar{X} (média aritmética das amostras) e R (amplitude das amostras), quando a norma for desconhecida (TOLEDO, 2013).

Gráficos de Atributos: Utilizados em casos, onde há presença ou ausência de atributos, com característica de qualidade mais definidas, e não por medição (COSTA, 2014).

Segundo Toledo (2013), os gráficos por atributos são aplicados de acordo com as variáveis, e há necessidade de classificar em conformes ou não conformes, recomendando a utilização da ferramenta da qualidade conhecida como Pareto, para determinar características mais importantes nos defeitos ou nas não conformidades.

Capabilidade do processo

Para se obter um produto de qualidade é necessário que os processos de produção estejam dentro das especificações estabelecidas.

Segundo Costa (2014), um processo estável é um processo dentro das especificações, é aquele que utiliza índices de capacidade do processo, que permite realizar medições de modo indireto sobre o processo, no qual está sendo avaliado.

Após o processo estar controlado é possível medir o quanto das especificações está sendo atendida pelo processo, e com quantos sigmas o mesmo está rodando. Quando o Linha Média do Processo está centralizado com Limites de Especificação, e as gaussianas encontram-se juntas, utiliza a seguinte fórmula, considerando o processo capaz de atender o especificado (TOLEDO, 2013).

$$CP \equiv \frac{\text{Tolância de Especificação}}{6\sigma} \quad (1)$$

Toledo (2013) considera que quando há uma variação, no caso uma diferença entre a média do processo e do limite de especificação, é necessário que seja feito outros cálculos de forma simples, e representados pela seguinte fórmula, que possibilita realizar a comparação entre a tolerância de especificação e a variação do processo.

$$CpK = \text{Min} [Cpk \text{ inf}; Cpk \text{ sup}] \quad (2)$$

$$CpK_{\text{sup}} = \frac{\text{LSE} - \text{Média do Processo}}{3\sigma} \quad (3)$$

$$CpK_{\text{inf}} = \frac{\text{Média do Processo} - \text{LIE}}{3\sigma} \quad (4)$$

Conforme a Tabela 1 é possível a interpretação da capacidade do processo em atender o especificado.

Tabela 1: Níveis de Capacidade do Processo

Cp ou Cpk	Capacidade de Atender o Especificado
Maior que 1,33	Capaz
Entre 1 e 1,33	Razoavelmente Capaz
Entre 0,75 e 0,99	Incapaz
Menor que 0,75	Totalmente Incapaz

Fonte: TOLEDO (2013).

Laranja

História

A primeira planta cítrica foi introduzida no Brasil em 1501 pelos portugueses, com o objetivo de usar a vitamina C como antídoto do escorbuto, doença que afetava na época do descobrimento; que pensavam que ela não se adaptaria ao clima Brasileiro, mas, acabou se expandindo para todas as regiões (NEVES, 2007).

Devido a sua grande expansão, as laranjas produzidas começaram a ser

exportadas para diversos continentes, mas com a falta de tratamento em sua colheita e com surgimento de novas doenças e a segunda guerra mundial, as exportações tiveram que ser interrompidas em alguns países, e em outros os níveis de exportações passaram a ser menores (NEVES, 2007).

Com a modernização da agricultura e a criação do complexo citrícola, a laranja ganha outro papel na história, iniciando a produção do suco de laranja concentrado, que gerou milhões para economia do país, atingindo altos níveis de exportações, tornando o interior de São Paulo o maior produtor de suco, com diversas indústrias espalhadas por todo estado, competindo lado a lado uma com a outra (FERNANDES, 2010)

A citricultura Brasileira já chegou a atingir 98% da produção mundial de suco de laranja, proporcionando o aumento nas vendas e tornando o suco mais desejável. Hoje com números muito menores, as empresas que fabricam suco pasteurizado de laranja, utilizam o bagaço para produção de ração animal (gado), obtendo menor nível de custo e maior margem de lucro, além de retirar o óleo presente na casca da laranja, para fins cosméticos (CITRUSBR, 2016).

Pasteurização do suco de laranja

O processo de pasteurização foi criado por Louis Pasteur em 1864, com o objetivo da eliminação total da flora microbiana patogênica (bactérias que podem atacar o organismo) nesse processo a temperatura não passa de 100°C (EVANGELISTA, 2008).

O pasteurizador mais utilizado é o tubular, onde o alimento passa pelos tubos mono/multi com uma temperatura de 85°C a 90°C, após isso é realizado o resfriamento há -5°C (GAVA, 2008).

Os alimentos que são pasteurizados possuem uma validade menor, podendo ser consumido de 2 a 16 dias em caso de leite, já nos sucos o ideal é ser consumido de 30 a 60 dias. Após isso o suco está pronto para o envase e para ser ingerido sem prejudicar a vida do consumidor (GAVA, 2008).

Envase de suco pasteurizado de laranja

Antes de começar o processo de envase é necessária a higienização das garrafas com água, para que sejam eliminadas todas as impurezas (RIZZON, 2007).

O processo de envase é feito por uma máquina automática (Envasadora), que proporcione o menor contato do alimento com o ar, geralmente essas máquinas apresentam em média uma produção de 3000 unidade/hora. (BARRETO, 2013).

Após o processo de enchimento, as garrafas são levadas por uma esteira para o tampador, para que seja finalizado o processo de envase.

3 METODOLOGIA

Tipo de Pesquisa e Aplicação

Estudo de caso baseado em uma empresa no setor de suco de laranja pasteurizado, localizado no interior do estado de São Paulo, considerado como referência regional na produção e comercialização de sucos de laranja provenientes do processamento da laranja. A empresa produz em média 25.000 litros de suco diariamente, o que a destaca no cenário regional da citricultura. A empresa tem como estratégia ótimas relações com os fornecedores de produtos terceiros.

Assim, a empresa vem se tornando uma grande distribuidora de sucos de laranja e uva pasteurizados, utilizando o bagaço da laranja para fazer ração do gado e retirar óleo contido na casca da laranja, expandindo sua cadeia de suprimentos, mantendo atualmente dois turnos para processamento. Para a produção do suco de laranja pasteurizado, a etapa do envase é um dos pontos críticos para obtenção de produto com a qualidade e quantidade esperada. Em função desta importância é nesta etapa que foi realizado um estudo durante o mês de março.

Desenvolvimento

O estudo foi conduzido através de análises quantitativas de características de qualidade que interferem no processo de envase, quando não adequadamente

monitoradas. Para a realização do estudo foi inicialmente empregada uma folha de verificação, indicando o horário das coletas de amostras e o responsável pela coleta e análise. Estas informações embasaram o estudo descritivo do comportamento do processo, possibilitando a definição de uma norma de controle para e, posteriormente, uma análise da capacidade do mesmo, ou seja, sua capacidade em atender as especificações para esta característica variável de qualidade, estabelecidas pela própria empresa.

Análise de dados

Os dados referentes às análises da pesagem das garrafas de 500 ml foram obtidos através de amostras retiradas, de 15 em 15 minutos, diretamente da etapa do envase na produção do suco de laranja, especificamente no setor responsável por este processo, uma vez que possuem grande relação na produção total da indústria. Com os resultados das análises laboratoriais obtidos das amostras extraídas do envase, foram construídas Cartas de Controle de Processo para variáveis do tipo X e R, ou seja, de média e dispersão através do cálculo da amplitude. Como a empresa possui a norma definida de processo, os gráficos foram ajustados de acordo com a norma de controle da empresa. Após a verificação do comportamento do processo e a constatação do mesmo sob controle estatístico foi calculada a capacidade do processo.

4. Resultados e Discussões

Dados Coletados

A coleta de dados foi realizada no mês de março, durante 3 dias, a cada 15 minutos foram pesadas 4 garrafas, tornando a amostra ($n=4$ e $K=25$). Com os dados coletados, foram calculados a média e a amplitude de cada dia.

Figura 2: Folha de verificação com os dados coletados.

CONTROLE DE PESAGEM NO ENVASE DE SUCO DE LARANJA PASTEURIZADO								
PROBLEMA: Variações de pesos nas garrafas de 500mL								
PRODUTO: Suco de laranja pasteurizado								
RESPONSÁVEL PELOS DADOS: Karem Leticia Barbosa								
Nº DE COLETAS	DIA	HORÁRIO	G1	G2	G3	G4	MÉDIA	AMPLITUDE
1ª COLETA	12/03/2018	09:00	0,5152	0,5192	0,5152	0,5152	0,5162	0,0040
2ª COLETA	12/03/2018	09:15	0,5132	0,5132	0,5152	0,5152	0,5142	0,0020
3ª COLETA	12/03/2018	09:30	0,5170	0,5112	0,5132	0,5152	0,5142	0,0058
4ª COLETA	12/03/2018	09:45	0,5152	0,5152	0,5132	0,5170	0,5152	0,0038
5ª COLETA	12/03/2018	10:00	0,5092	0,5170	0,5132	0,5112	0,5127	0,0078
6ª COLETA	12/03/2018	10:15	0,5070	0,5092	0,5132	0,5070	0,5091	0,0062
7ª COLETA	12/03/2018	10:30	0,5152	0,5192	0,5152	0,5170	0,5167	0,0040
8ª COLETA	12/03/2018	10:45	0,5170	0,5170	0,5152	0,5192	0,5171	0,0040
9ª COLETA	12/03/2018	11:00	0,5132	0,5170	0,5152	0,5070	0,5132	0,0100
10ª COLETA	12/03/2018	11:15	0,5192	0,5152	0,5212	0,5132	0,5172	0,0080
11ª COLETA	13/03/2018	08:55	0,5212	0,5170	0,5192	0,5170	0,5182	0,0042
12ª COLETA	13/03/2018	09:10	0,5192	0,5192	0,5170	0,5270	0,5206	0,0100
13ª COLETA	13/03/2018	09:25	0,5170	0,5232	0,5192	0,5270	0,5216	0,0100
14ª COLETA	13/03/2018	09:40	0,5112	0,5112	0,5112	0,5092	0,5107	0,0020
15ª COLETA	13/03/2018	09:55	0,5132	0,5112	0,5170	0,5132	0,5137	0,0058
16ª COLETA	13/03/2018	10:10	0,5252	0,5112	0,5212	0,5232	0,5202	0,0140
17ª COLETA	13/03/2018	10:25	0,5152	0,5132	0,5212	0,5132	0,5157	0,0080
18ª COLETA	13/03/2018	10:40	0,5092	0,5092	0,5070	0,5092	0,5087	0,0022
19ª COLETA	13/03/2018	10:55	0,5112	0,5192	0,5082	0,5212	0,5150	0,0130
20ª COLETA	13/03/2018	11:10	0,5152	0,5212	0,5222	0,5132	0,5180	0,0090
21ª COLETA	14/03/2018	08:15	0,5152	0,5170	0,5112	0,5152	0,5147	0,0058
22ª COLETA	14/03/2018	08:30	0,5152	0,5132	0,5112	0,5132	0,5132	0,0040
23ª COLETA	14/03/2018	08:45	0,5132	0,5170	0,5152	0,5112	0,5142	0,0058
24ª COLETA	14/03/2018	09:00	0,5092	0,5112	0,5092	0,5092	0,5097	0,0020
25ª COLETA	14/03/2018	09:15	0,5070	0,5112	0,5112	0,5092	0,5097	0,0042

Fonte: Autoria Própria (2018).

Análise do comportamento do processo sobre o envase do suco pasteurizado

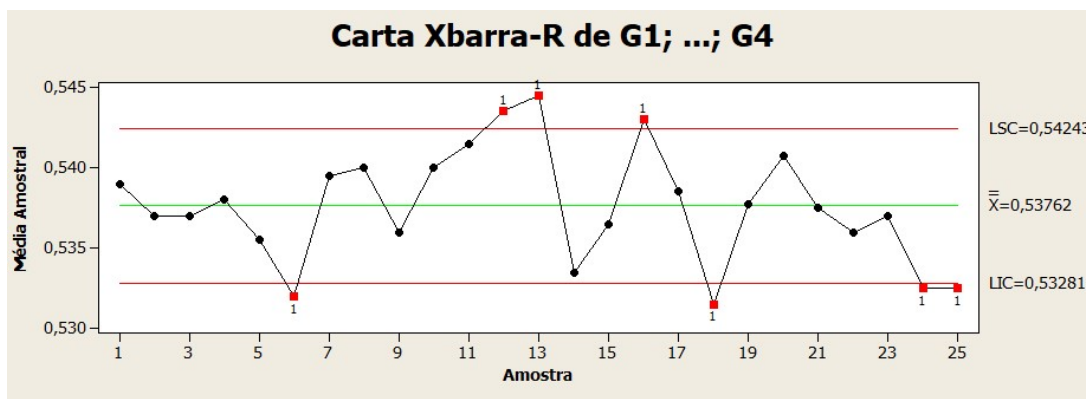
A Figura 3 apresenta a média dos valores das amostras dos sucos pasteurizados já engarrafados. Pode-se observar que os limites de controle foram definidos a partir dos dados coletados. Para obter esses dados foram utilizadas as seguintes fórmulas, tendo como base 25 amostras de tamanho 4.

$$LM = \bar{x} \quad (5)$$

$$LSC = \bar{x} + A_2 \cdot \bar{R} \quad (6)$$

$$LIC = \bar{x} - A_2 \cdot \bar{R} \quad (7)$$

Figura 3: Média dos valores do envase de sucos pasteurizados.

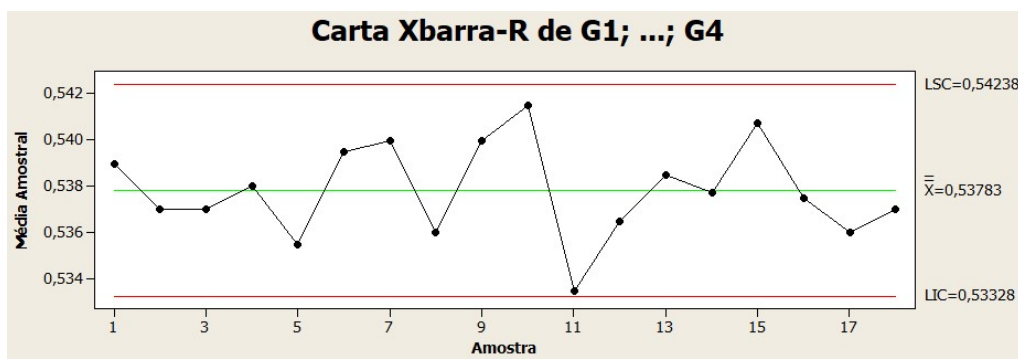


Fonte: Autoria própria (2018).

Observa-se que o gráfico da média precisou ser ajustado, pois havia vários pontos fora dos limites de controle, sendo eles (6, 12, 13, 16, 18, 24 e 25). Estes pontos são decorrentes de causas especiais de variações ou ocorrências anormais no processo. Estes pontos foram retirados, permitindo assim, a realização de um reajuste do processo.

Com os novos cálculos, pode-se observar que o gráfico da Figura 4 apresenta o ajuste das médias, no qual o processo se mantém oscilando, porém com as amostras entre os limites de controle do processo. Isto acontece devido à eliminação dos pontos que apresentavam elevadas variações, permitindo assim, manter o processo sob controle.

Figura 4: Média ajustada para envase de sucos pasteurizados



Fonte: Autoria própria (2018).

Com o processo sob controle é possível ter a amplitude (variabilidade das amostras coletadas no processo) com utilização das seguintes fórmulas:

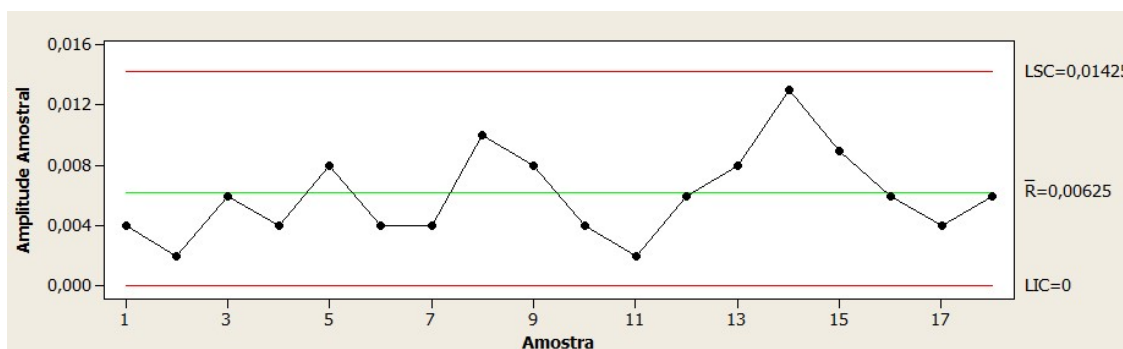
$$LM = \bar{R} \quad (8)$$

$$LSC = D_4 \cdot \bar{R} \quad (9)$$

$$LIC = D_3 \cdot \bar{R} \quad (10)$$

A Figura 5 apresenta a amplitude do envase do suco pasteurizado, no qual se observa que há uma variação entre os Limites de Controle, porém o processo continua sob controle. Essas oscilações ocorrem devido à falta de homogeneidade do processo, levando o mesmo a apresentar elevadas variações. Observa-se que mesmo com uma grande oscilação entre os limites de controle, o processo já se encontra apto para definir a norma e sua capacidade de atender o especificado.

Figura 5: Amplitude do envase do suco pasteurizado.



Fonte: Autoria própria (2018).

Análise da capacidade do processo

Com o processo ajustado, foi possível definir a norma para o monitoramento do processo de envase, definida da seguinte maneira:

$$\mu = X\text{barra} = 0,537 \quad (11)$$

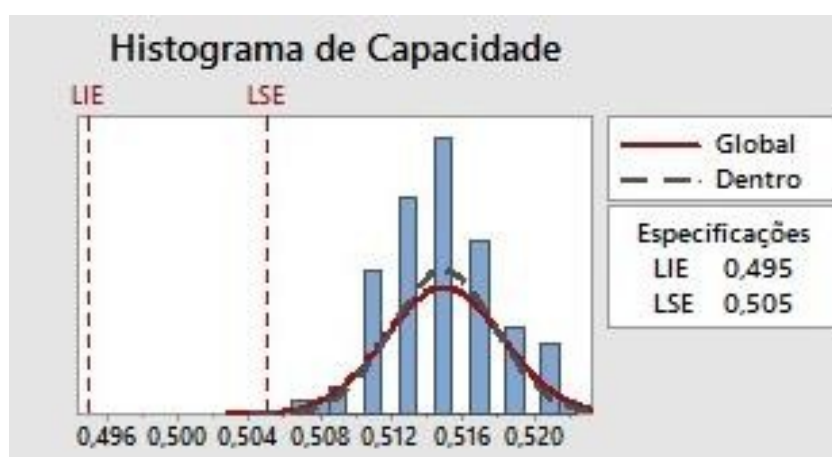
$$\sigma = \frac{R}{d^2} = 0,0030 \quad (12)$$

Com os valores obtidos no processo e após o ajuste das características

apresentadas pelo mesmo, é possível calcular a capacidade do processo. Tendo como base a norma estabelecida pela empresa (LIE=495,00 e LSE=505,00), pode-se observar na Figura 6, que o processo é totalmente incapaz de atender as especificações estabelecidas, indicando um deslocamento elevado da média. Dessa forma, calcularam-se índices parciais ($CpK_{sup} = -0,33367$; $CpK_{inf} = 0,67$).

Como observado, o processo é incapaz de atender as especificações. Além do processo não apresentar uma capacidade potencial adequada (baixo valor de Cp), ele se encontra totalmente descentrado, ou seja, está operando acima do limite superior de especificação, necessitando de investigações imediatas para determinar as possíveis causas desta baixa capacidade.

Figura 6: Análise da capacidade do processo de envase.



Fonte: Autoria própria (2018).

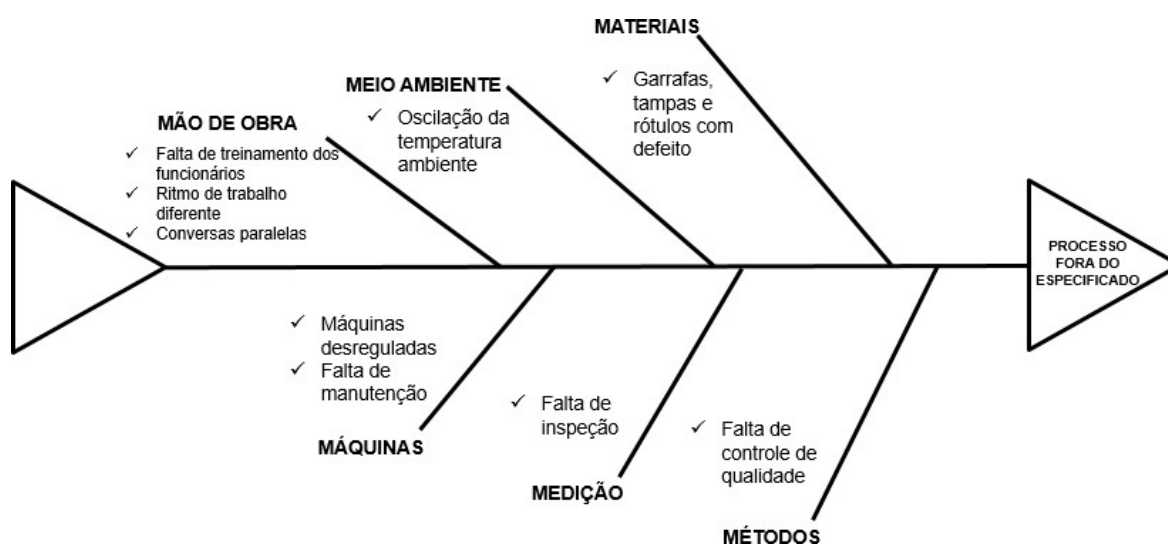
Análise das possíveis causas da incapacidade do processo

Após a análise da capacidade do processo, obteve-se um levantamento sobre possíveis causas raízes que podem levar o processo a não atender o que está especificado pela norma. Para isso, utilizou-se o diagrama de Ishikawa com o intuito de mostrar a relação entre as causas e efeito. A Figura 7 demonstra o diagrama de Ishikawa desenvolvido para o processo de envase.

No diagrama, observaram-se as possíveis causas raízes que levou o processo apresentar o comportamento de descentralização, no qual pode ter

ocasionado diversas ocorrências. Neste sentido, vale ressaltar que o diagrama apresenta apenas algumas das falhas que podem estar ocasionando essa descentralização, sendo necessário realizar pesquisas mais aprofundadas dentro da empresa envolvendo todos os setores e colaboradores. O processo deve ser corrigido, as possíveis causas investigadas, e assim, permitir que o processo atenda às especificações, sem lesar a empresa e o consumidor.

Figura 7: Diagrama de Ishikawa



Fonte: Autoria própria (2018).

5 CONCLUSÃO

Este trabalho propôs a aplicação de ferramentas do Controle Estatístico de Processo (CEP) para avaliar a capacidade do envase de suco de laranja em uma empresa do interior de São Paulo. Após analisar e coletar os dados, observou-se que a produção de suco de laranja pasteurizado apresentou uma grande oscilação em seu processo, não atendendo as especificações estabelecidas pela empresa. O envase acima do limite superior de especificação afeta a empresa economicamente.

Desta maneira, apresentou-se um diagrama de Ishikawa, com intuito de identificar causas raízes do problema e corrigi-los, porém, o mesmo não foi aplicado na empresa devido ao estabelecimento de normas internas.

Conclui-se que através da aplicação dos conceitos e das técnicas do controle estatístico de produção, e utilizando as ferramentas da qualidade com o foco na melhoria contínua do processo, foi possível levantar, analisar, e avaliar as anomalias do processo de envase, possibilitando assim a minimização ou eliminação das causas identificadas.

Como pesquisas futuras, sugere-se a elaboração de um plano de ações e aplicações de outras ferramentas de gestão da qualidade para que o processo consiga uma redução da variabilidade no envase do suco.

REFERÊNCIAS

BARRETO, Cândice Raquel dos Santos. **Processamento de suco concentrado de laranja**. 2013. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2013.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC Controle da qualidade total: (No estilo Japonês)**. 8.ed. Nova Lima-MG: Indg Tecs, 2004. 256 p.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da qualidade: Conceitos e técnicas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012. 239 p.

CARVALHO, Marly Monteiro de; PALLADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade: Teoria e casos**. 2. ed. Brasil: Elsevier, 2012. 366 p.

COSTA, Antônio Fernando Branco; KAHN, Eugenio; CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Controle estatístico de qualidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2005. 336 p.
EVANGELISTA, José. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2008. 652 p.

FERNANDES, Bruno Campos. **Desenvolvimento histórico da citricultura**. 2010. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Econômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Araraquara-sp, 2010. Disponível em: <https://alsafi.ead.unesp.br/bitstream/handle/11449/118999/fernandes_bc_tcc_arafcl.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 24 mar. 2018.

GAVA, Altanir Jaime; SILVA, Carlos Alberto Bento da; FRIAS, Jenifer Ribeiro Gava. **Tecnologia de alimentos: Princípios e aplicações**. 16. ed. Valinhos-SP: Nobel, 2007. 511 p.

LOUZADA, Francisco et al. **Controle estatístico de processos: Uma abordagem prática para cursos de engenharia e administração**. Rio de Janeiro: LTC- Livros Técnicos e Científicos, 2013. 268 p.

MARTINELLI, Fernando Baracho. **Gestão da qualidade total**. Brasil: Lesde, 2009.

200 p.

NEVES, Marcos Fava et al. **Caminhos para a citricultura**: Uma agenda para manter a liderança mundial. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 114 p.

Por mais laranja no mundo. São Paulo: Citrus Br, mar. 2016. Mensal. Disponível em:

<http://www.citrusbr.com/revista/abril2016/revista_citrus_0316.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2018.

NEVES, Marcos Fava et al. **Estratégias para a laranja no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2005. 232 p.

NEVES, Marcos Fava et al. **Retrato da citricultura Brasileira**. Ribeirão Preto - Sp: Usp, 2010. 138 p. Disponível em:

<http://www.citrusbr.com/download/Retrato_Citricultura_Brasileira_MarcosFava.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2018.

RAMOS, Edson Marcos Leal Soares; ALMEIDA, Silvia dos Santos de; ARAUJO, Adrilayne dos Reis. **Controle Estatístico da qualidade**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 160 p.

RIZZON, Luiz Antenor; MENEGUZZO, Júlio. **Suco de uva**. Brasília-DF: Embrapa, 2007. 45 p. Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/122741/1/00081370.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2018.

SIMULAÇÃO DA DINÂMICA OPERACIONAL DO PROCESSO DE ESQUARTEJAMENTO DE SUÍNOS E AVALIAÇÃO DO PESO FINAL DOS PRINCIPAIS CORTES. Paraná: Revista Espacios, 09 jul. 2015. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a15v36n20/15362017.html>>. Acesso em: 03 nov. 2018.

TOLEDO, José Carlos de et al. **Qualidade: Gestão e métodos**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC-Livros técnicos e científicos, 2013. 397 p.

Recebido em 5/12/2018

Aprovado em 17/12/2018