

ANÁLISE PRODUTIVA DE DESEMPENHO POR MEIO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO (CEP): ESTUDO DE CASO APLICADO EM UMA EMPRESA DE TEMPEROS LOCALIZADA NA CIDADE DE MOSSORÓ-RN

Mariane Dalyston Silva¹
Paulo Ricardo Fernandes de Lima²

RESUMO

Este estudo tem o objetivo de analisar o desempenho de um processo produtivo, por meio do controle estatístico do processo (CEP), em uma empresa de temperos localizada na cidade de Mossoró-RN. Para tanto, realizou-se uma análise da capacidade do seu processo, com os dados de produção do tempero caseiro sem pimenta fornecidos para o estudo, visando a identificação de causas especiais. Para isso, utilizou-se como auxílio as ferramentas da qualidade gráficos de controle e histograma, os quais fizeram análise do comportamento da média e da amplitude da quantidade de líquido presentes no lote de produção, para em seguida serem aplicados os conceitos voltados para a capacidade, buscando a identificação de particularidades do processo e formas de aplicar melhorias e solucionar certos problemas identificados. Os resultados encontrados foram, no CEP voltado para o gráfico dos valores individuais, no limite inferior de controle (LIC) foi encontrado o valor de 150,3 e limite superior de controle (LSC) foi 184,7, já no histograma de capacidade o $C_{pk}=1$, possuindo valor igual ao do C_p . Essa é uma pesquisa caracterizada como quantitativa, descritiva e exploratória realizada como estudo de caso. De forma geral, o processo mostrou-se dentro dos limites de controle, porém em vários momentos percebeu-se comportamentos fora do padrão, que merecem maiores investigações.

Palavras-chave: Qualidade. Controle estatístico do processo. Gráficos de controle. Capacidade do processo.

ABSTRACT

This study aims to analyze the performance of a production process through statistical process control (CEP) in a seasoning company located in the city of Mossoró-RN. To this end, an analysis of the capacity of its process was performed, with the production data of pepperless homemade seasoning provided for the study, aiming to identify special causes. For this, the quality control and histogram graphics tools were used as an aid, which analyzed the behavior of the average and the amplitude of the quantity of liquid present in the production batch, and then applied the concepts related to the capacity, seeking to identify process particularities and ways to apply improvements and solve certain identified problems. The results found were in the CEP focused on the individual values graph, in the lower limit of control (LIC) was found the value of 150.3 and upper limit of control (LSC) was 184.7, while in the capacity histogram the $C_{pk} = 1$, having value equal to that of C_p . This is a research characterized as quantitative, descriptive and exploratory conducted as a case study. In general, the process was within the limits of control, but at various times it was perceived non-standard behaviors that deserve further investigation

Key-words: Quality. Statistical process control. Control charts. Process capability.

¹ Discente do Bacharelado de Ciência e Tecnologia – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.
Email: marianedalyston@hotmail.com

² Docente do curso de Engenharia de Produção – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.
Email: paulo.fernandes@ufersa.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Preocupar-se com a qualidade dos processos produtivos sempre foi um quesito importante, com isso, as organizações, em busca de estratégias competitivas, começaram a dar maior ênfase para a gestão da qualidade, onde partem do princípio de que conquistar o mercado e manter seu padrão depende da atenção dada às especificações dos clientes, para com isso, oferecer valor ao mercado (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). Diante dessa situação, a permanência das empresas no mercado, depende da aquisição de novos padrões de qualidade em seus processos produtivos, visando a redução de perdas e a fabricação de produtos com maior qualidade (MONTEIRO; TOLEDO, 2009).

Conforme Lucinda (2010), a qualidade possui significados distintos, dependendo do cliente, porém, uma boa parte deles relatam as mesmas características para definir qualidade: um preço adequado, satisfação, funcionalidade e superação de expectativas. Para alcance desses parâmetros, deve-se utilizar estratégias que auxiliem na melhoria das empresas. Um bom exemplo são as ferramentas da qualidade que possuem o intuito de encontrar a causa dos problemas, solucioná-los e fornecer ações de melhoria contínua visando o aprimoramento das atividades da empresa.

A engenharia da qualidade também abrange os requisitos para melhores resultados no atendimento ao cliente, como: redução de desperdícios dentro de uma organização, nos custos de retrabalho, buscando uniformidade e padronização nos processos de fabricação para atender a demanda necessária (LIMA; PINGUELLI, 2010). O atendimento ao cliente também faz parte da engenharia da qualidade, entregando produtos e serviços dentro das especificações dos clientes.

De acordo com Paula (2015), nas indústrias de alimentos, a qualidade é um quesito importante pois se trata do valor do produto para o usuário, ou seja, caso aconteça de um produto ser entregue para o cliente fora dos padrões de qualidade, isso pode destruir a imagem da empresa, levando a organização a ter um custo elevado para reparar o erro, se for possível. O setor de alimentos, é o maior responsável pela geração de empregos no Brasil, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA, 2019), que relatou um crescimento deste setor no ano de 2008, gerando 13 mil novos postos de trabalho e um aumento de 2,08% no faturamento.

Diante deste breve contexto, percebe-se que a análise dos processos produtivos nas indústrias configura-se como uma atividade essencial para atender aos requisitos do processo e dos clientes. Assim, define-se como objetivo analisar o desempenho de um processo produtivo,

por meio do controle estatístico do processo (CEP), em uma empresa de temperos localizada na cidade de Mossoró-RN. Para tanto, pretende-se escolher e mapear um dos processos produtivos, calcular e construir gráficos de controle e histogramas de capacidade afim de verificar seu desempenho em determinado período de tempo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 QUALIDADE

A qualidade trata da relação entre as necessidades dos clientes e as características do produto, onde proporciona a satisfação ligada ao produto ou à adequação ao uso (JURAN, 1991). A qualidade pode ser definida como o nível em que o produto atende, de forma satisfatória, as necessidades dos clientes levando em consideração o seu uso e o seu valor relativo, ou seja, para um produto ser considerado de qualidade ele deve demonstrar um bom desempenho juntamente a um preço acessível, e para a organização o custo deve ser aceitável estando em grau de conformidade adequado (CARPINETTI, 2012).

Da Revolução Industrial até a atualidade, a qualidade foi dividida em quatro diferentes eras, de acordo com Batalha (2008), que foram elas:

- 1) **Era da Inspeção:** O taylorismo inicia com correções no sistema produtivo e a Ford parte para padronização de dimensões na linha de montagem.
- 2) **Era do Controle estatístico:** Iniciou com o ciclo de melhoria contínua (PDCA), juntamente com a criação de normas para a qualidade e aplicação dos métodos estatísticos.
- 3) **Era da Garantia da qualidade:** As ferramentas da qualidade começam a surgir auxiliando na garantia da qualidade. Essa era englobou todas as práticas da empresa, suas relações com clientes e com fornecedores, através do TQC (*Total quality control*)
- 4) **Era da Gestão estratégica:** por fim, esta fase se consolidou no Japão, onde a responsabilidade da qualidade da empresa era de todos os colaboradores, como também a aplicação de melhoria contínua nos processos e a eliminação de desperdícios, ou seja, o TQM (*Total quality management*).

Alguns especialistas foram responsáveis pela criação e evolução dos conceitos e das técnicas da área da qualidade, conhecidos como gurus da qualidade, de acordo com Peinado e Graeml (2007), os mais famosos são:

- **Walter A. Shewhart:** este guru fez duas grandes contribuições, desenvolveu o controle estatístico do processo (CEP), com a função de identificar causas não naturais em processos e criou o ciclo PDCA, com o intuito de nortear as ações em busca de melhoria contínua na área da qualidade;
- **W. Edwards Deming:** considerado o pai do controle da qualidade. Para ele, a variabilidade do processo é a principal causa da não qualidade, portanto seu foco era na redução dessa variabilidade, não permitindo que os defeitos acontecessem. Para Deming, uma melhor qualidade não implica no aumento do custo, pois se algo foi feito corretamente da primeira vez, não ocorreram gastos com retrabalho;
- **Joseph M. Juran:** Para Juran, qualidade estava relacionada à adequação ao uso, seu foco era mais no cliente. Como Deming, Juran acreditava que fazer certo pela primeira vez reduzia os custos e impactava no preço do produto final. De acordo com esse guru, se faz necessário um planejamento da qualidade, que ficou conhecido como a trilogia da qualidade: planejamento, controle e melhoria da qualidade;
- **Armand Feigenbaum:** Dizia que a qualidade é responsabilidade de todas as pessoas de uma organização. Os custos da não qualidade também dependiam do comprometimento da alta administração;
- **Phillip B. Crosby:** Desenvolveu a teoria do defeito zero na década de 1960, e também fala sobre os custos da não qualidade, onde relata que o investimento pra melhoria da qualidade compensa quando comparado a esse custo;
- **Kaoru Ishikawa:** Desenvolveu uma ferramenta da qualidade chamada de Diagrama de causa e efeito, onde busca encontrar o que leva a ocorrência de certos problemas e o que esses problemas causam na empresa;
- **Genichi Taguchi:** Para Taguchi, a qualidade deve estar inserida desde o projeto do produto para que os processos de montagem não interfiram.

2.2 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

2.2.1 Fluxograma

De acordo com Lucinda (2010), é uma ferramenta que permite a visualização de um processo de forma gráfica, o fluxograma pode ser utilizado para analisar um processo devido o entendimento das atividades e do sequenciamento ser de forma rápida.

Um fluxograma é uma ferramenta visual utilizada pelos gestores de produção em busca de analisar as operações do sistema de produção para identificar aberturas e aplicar melhorias no processo, melhorando sua eficiência (PEINADO; GRAEML, 2007).

2.2.2 Folha de verificação

A folha de verificação trata-se de um formulário que tem o objetivo de agrupar e organizar dados ou informações de uma atividade ou de um processo (WERKEMA, 2006). Consoante Valle (2007), essa ferramenta auxilia na visualização dos padrões de comportamento dos dados.

As ferramentas da qualidade auxiliam para uma melhor implementação do controle estatístico do processo, sendo utilizadas em conjunto para otimização dos objetivos.

2.3 CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO (CEP)

O controle estatístico do processo é um método de prevenção para comparação dos resultados com padrões existentes e através das técnicas estatísticas serve para monitorar também as causas especiais (WERKEMA, 2006).

Naturalmente irão existir variações nos processos, essas são chamadas de variabilidade natural do processo, ou seja, não podem ser retiradas. Em concordância com Costa, Epprecht e Carpinetti (2014), o que Shewhart relatava sobre a variabilidade dos processos ainda é considerado correto, pois independente de ser muito bem controlado, um processo sempre irá apresentar alguma variabilidade considerada impossível de ser retirada ou eliminada.

O controle estatístico do processo tem como objetivo a eliminação das causas especiais contidas em um processo, para assim garantir que o processo seja estável e replicável (ANTONY *et al.*, 2000). Em um processo estável é possível realizar aplicação de melhorias para que as causas comuns reduzam, deixando o processo o mais próximo da perfeição possível e para isso, Shewhart utilizou dos gráficos de controle, uma ferramenta da qualidade.

Para implantação do CEP é necessário seguir algumas etapas. Slack, Chambers e Johnston (2002), propões 6 (seis) etapas para serem seguidas:

Etapa 1: Nesta etapa, é necessário definir as características da qualidade levando em consideração seis aspectos: funcionalidade, confiabilidade, recuperação, aparência, durabilidade e contato. O primeiro aspecto se trata do nível que o produto ou serviço se encontra sobre realizar suas funções primárias. A confiabilidade está ligada ao tempo de duração perfeita do produto, sem ocorrências de erros. A facilidade de solucionar os problemas sobre o produto

ou serviço se trata da recuperação. A aparência remete ao *design*, ou seja, as características visuais. A vida útil do produto se relaciona com a durabilidade. Por fim, o contato, ou seja, a relação do cliente com o fabricante, como exemplo os serviços de pós-venda que pode ser uma assistência técnica.

Etapa 2: Todas as características citadas na etapa passada devem ser adaptadas para uma forma que possam ser mensuradas. Elas podem variáveis ou atributos, o primeiro tipo pode ser medido, como densidade. Atributo é avaliado por características qualitativas, como bom ou ruim.

Etapa 3: Necessita-se estabelecer um padrão para possível comparação do produto ou serviço, para avaliar se está conforme o esperado.

Etapa 4: Etapa para ser feita a análise se o produto/serviço está dentro do padrão estabelecido, como também a forma como vai ser realizado.

Etapa 5: Realização de testes para analisar a qualidade do produto ou serviço e as possíveis falhas existentes, para poder serem corrigidas e implementado um método que auxilie na prevenção dessas falhas.

Etapa 6: Por fim, a melhoria contínua deve ser aplicada no processo produtivo, realizando inspeções em busca de novas falhas, para corrigi-las, e o processo não ser prejudicado.

2.3.1 Gráficos de Controle

Essa ferramenta faz uso de representações gráficas para melhor visualizar a variabilidade existente em um processo, essa análise é feita através de amostras durante um determinado tempo ou pelo número de amostras (MONTGOMERY, 2004). De acordo com Paladini *et al.* (2012), a função dos gráficos de controle é detectar características que sejam indesejáveis em um processo ou produto.

Consoante Carpinetti (2012), esses gráficos possuem uma linha central (LC) e duas horizontais que são tidas como limite superior (LSC) e limite inferior (LIC), onde a central corresponde ao valor médio das observações analisadas, ou seja, a variabilidade entre ela ocorre apenas por causas normais, já as de limite correspondem ao mínimo e máximo que o processo deve variar.

Os gráficos de controle podem ser compostos por cartas de controle, com a finalidade de controlar um processo a partir de dados e de suas necessidades. Essas cartas, ou gráficos, podem ser divididas em dois tipos: por variáveis e por atributos (GALUCH, 2002):

- 1) Para variáveis: trabalham com características mensuráveis, que podem ser medidas. Exemplo: densidade, peso.
Esses gráficos podem ter cartas do tipo: 1. Média e Amplitude; 2. Média e desvio padrão; 3. Mediana e Amplitude; 4. Valores individuais e Amplitude móvel.
- 2) Para atributos: trabalham com números ou tipos de defeitos. Exemplo: bom ou ruim, alto ou baixo. Esses gráficos podem ter cartas do tipo: P; NP; C; U.

2.3.1.1 Gráficos para Valores individuais (I) e Amplitude móvel (MR)

Conforme Paladini (2012), utiliza-se o gráfico individual quando existe apenas um dado de cada subgrupo. Alguns exemplos que necessitam da utilização desses gráficos podem ser: análise demorada, alto custo e disponibilidade de apenas uma amostra por lote (OLIVEIRA et al., 2013).

Por não haver replicações dos dados, para avaliar a variabilidade, deve-se fazer uso da amplitude móvel com duas observações contínuas, pois não é possível utilizar da amplitude ou desvio padrão (OLIVEIRA et al., 2013).

Consoante Oliveira et al. (2013), para calcular os limites de controle dos gráficos I e MR, é preciso considerar todos os dados individuais de cada subgrupo e realizar a média desses valores, de acordo com a Equação 1.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_m}{m} \quad (1)$$

Onde $\bar{X}$ será o Limite central (LC) do gráfico I.

Em se tratando do gráfico MR, deve ser feita a diferença entre dois valores sucessivos para encontrar a Amplitude Móvel, logo após calcular a sua média, como mostra a Equação 2.

$$\overline{MR} = \frac{MR_2 + MR_3 + \dots + MR_m}{m-1} \quad (2)$$

Onde $\overline{MR}$ será o LC do gráfico MR.

Os limites superior e inferior de controle do gráfico I serão dados por meio das equações 3.

$$LSC = \bar{X} + E_2 \overline{MR} \quad LIC = \bar{X} - E_2 \overline{MR} \quad (3)$$

Onde $E_2 = \frac{3}{d_2}$ e d_2 é um valor tabelado. Dado que a amplitude móvel é a diferença entre dois valores, vai ser considerado $n = 2$, portanto $E_2 = 2,660$.

Os limites de controle para o gráfico MR são calculados conforme a Equação 4.

$$LSC = D_4 \overline{MR}$$

(Equação 4)

$$LIC = D_3 \overline{MR}$$

Onde D_4 e D_3 são valores tabelados dependentes de n , nesse caso $D_4 = 3,267$ e $D_3 = 0$, pois $n = 2$.

2.4 CAPACIDADE DO PROCESSO

Para Costa, Epprecht e Carpinetti (2014), capacidade do processo remete à capacidade que ele tem em produzir itens dentro das especificações, ou seja, conformes. Mesmo um processo estando estável em relação ao controle estatístico é possível que ele produza itens defeituosos, causando uma necessidade de avaliar a capacidade desse processo voltada para o atendimento das especificações determinadas pela empresa ou pelos clientes (WERKEMA, 1995).

O processo deve apresentar-se estável para que possam ser realizados os cálculos da capacidade do processo com o uso de alguns índices de capacidade (ICPs), que, conforme Costa, Epprecht e Carpinetti (2014), vão medir o quanto o processo avaliado consegue atingir as especificações, quanto mais elevado o valor do índice, indica que melhor o processo atende aos critérios exigidos. Ainda segundo os autores, dentre os índices existe:

C_p : Calcula o potencial do processo, considerando que ele está centrado no valor nominal da especificação.

C_{pk} : Leva em consideração a distância da média do processo em relação aos seus limites.

Quando o valor de $C_p = C_{pk}$, o processo é considerado centrado, caso contrário estará descentrado, ou seja, a média e o valor nominal das especificações não são iguais. Esses índices são calculados, respectivamente, pelas expressões mostradas na Equação 5. No nível em que o ICP for maior, melhor será o processo, ele estará atendendo mais as condições.

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

(4)

$$C_{pk} = \text{Min} \left\{ \frac{LSE - \bar{X}}{3\sigma}, \frac{\bar{X} - LIE}{3\sigma} \right\}$$

Onde:

LSE = Limite superior de especificação

LIE = Limite inferior de especificação

Para que um processo seja considerado capaz, seu índice deve ser $C_{pk} \geq 1,33$ sendo possível a visualização no Quadro 1 das classificações do processo de acordo com o valor do índice, auxiliando para uma correta classificação (COSTA, EPPRECHT e CARPINETTI, 2014).

Quadro 1: Classificação do processo sobre a capacidade

Valor de C_{pk}	Classificação
Maior ou igual a 1,33	Capaz
Entre 1,33 e 1,0	Razoavelmente capaz
Menor que 1	Incapaz

Fonte: Autoria própria (2019)

Levando em consideração a indicação, quando o processo é classificado capaz ele possui vários empecilhos para cair e alcançar a incapacidade, podendo ser controlado e analisado facilmente. Um processo razoavelmente capaz demonstra uma necessidade de controle rígido para eliminação da causa especial ocorrente. Já um processo incapaz, apresenta muitos defeitos mesmo estando em controle, onde a presença de uma causa especial pode prejudicar a empresa.

3 METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Em se tratando da natureza da pesquisa, ela é caracterizada como aplicada seguindo o conceito de Silva e Menezes (2005), onde relata que é proposta a geração de conhecimentos em busca de solucionar problemas e sobre a abordagem do problema, conforme as autoras, é uma pesquisa quantitativa, pois pode ser quantificável através de técnicas estatísticas.

De acordo com o objetivo, este trabalho busca estimular o conhecimento sobre o problema e identificar as causas desse problema, portanto caracteriza-se como exploratória e explicativa e quanto aos procedimentos, define-se como um estudo de caso, pois existe um estudo profundo e detalhado envolvendo um objetivo que demonstra seu minucioso conhecimento (GIL, 1991).

3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

Para o início do trabalho, foram realizadas 4 (quatro) visitas à empresa, no período de abril a agosto de 2019, com o intuito de analisar os processos produtivos existentes, bem como verificar aplicações relacionadas à Engenharia da Qualidade. Foi realizado um contato com um

dos gerentes da unidade onde foi firmada parceria para a realização do estudo. A pedido da gerência, o nome fantasia da empresa será mantido em sigilo.

Nas visitas iniciais, a pesquisadora foi recebida pelo gestor de qualidade que apresentou o processo produtivo. A partir daí, foram feitas observações gerais da empresa e coleta de dados globais como: número de funcionários, ano de fundação, variedades de produtos e etc.

Após um contato com o processo e com os funcionários, decidiu-se aplicar os estudos com base no Controle Estatístico do Processo (CEP), devido a uma variância nos dados de produção do tempero caseiro sem pimenta sobre a quantidade de líquidos presentes nos lotes de produção. Além disso, os processos produtivos não possuíam nenhum controle estatístico, logo, se configuraria como uma contribuição do estudo à empresa.

3.3 ANÁLISE DE DADOS

Os dados do tempero caseiro sem pimenta foram trabalhados para possível análise, utilizando-se métodos estatísticos para esse processo, como média e amplitude dos valores auxiliando na implementação da ferramenta CEP, plotando dois gráficos distintos, a partir da ferramenta *Excel* versão 2016, em busca de identificar problemas que afetam o desempenho do processo, caso existissem. Para a implantação do CEP, utilizou-se as etapas propostas por Slack, Chambers e Johnston (2002), com algumas alterações relacionadas as particularidades da empresa. Em seguida, foi calculada a capacidade do processo com a utilização do *software Minitab*, versão 19.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa do estudo em questão está localizada na cidade de Mossoró-RN e atua no mercado há 2 anos no segmento de fabricação de temperos. No total, a empresa produz 41 produtos, entre temperos, condimentados e derivados, entre eles pasta de alho, molho shoyu, tempero de ervas e outros. Atualmente, a empresa conta com 17 (dezessete) funcionários, distribuídos por setor como pode ser visualizado no Quadro 2.

Quadro 2: Funcionários da Empresa

Setor	Número de funcionários
Operacional	7
Manutenção e limpeza	1
Alimentação	1
Armazenagem	1
Inspeção de alimentos	1
Recursos Humanos	3

Gerência	3
----------	---

Fonte: Autoria própria (2019)

A fabricação dos produtos ocorre apenas em um turno, pois eles trabalham mediante pedido do cliente, devido a isso, o estoque de segurança é mínimo. A retirada dos produtos para os clientes pode ser feita tanto pela empresa, como pelo próprio cliente, ficando a critério de negociação entre as partes.

4.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

A empresa dispõe de uma grande variedade de produtos, entretanto nessa pesquisa, escolheu-se analisar o processo de fabricação do tempero caseiro sem pimenta, pois em análise, conversas informais e observações, tendo em vista que esse produto possui certa relevância dentro da companhia, pode ser um dos produtos com maior valor comercial.

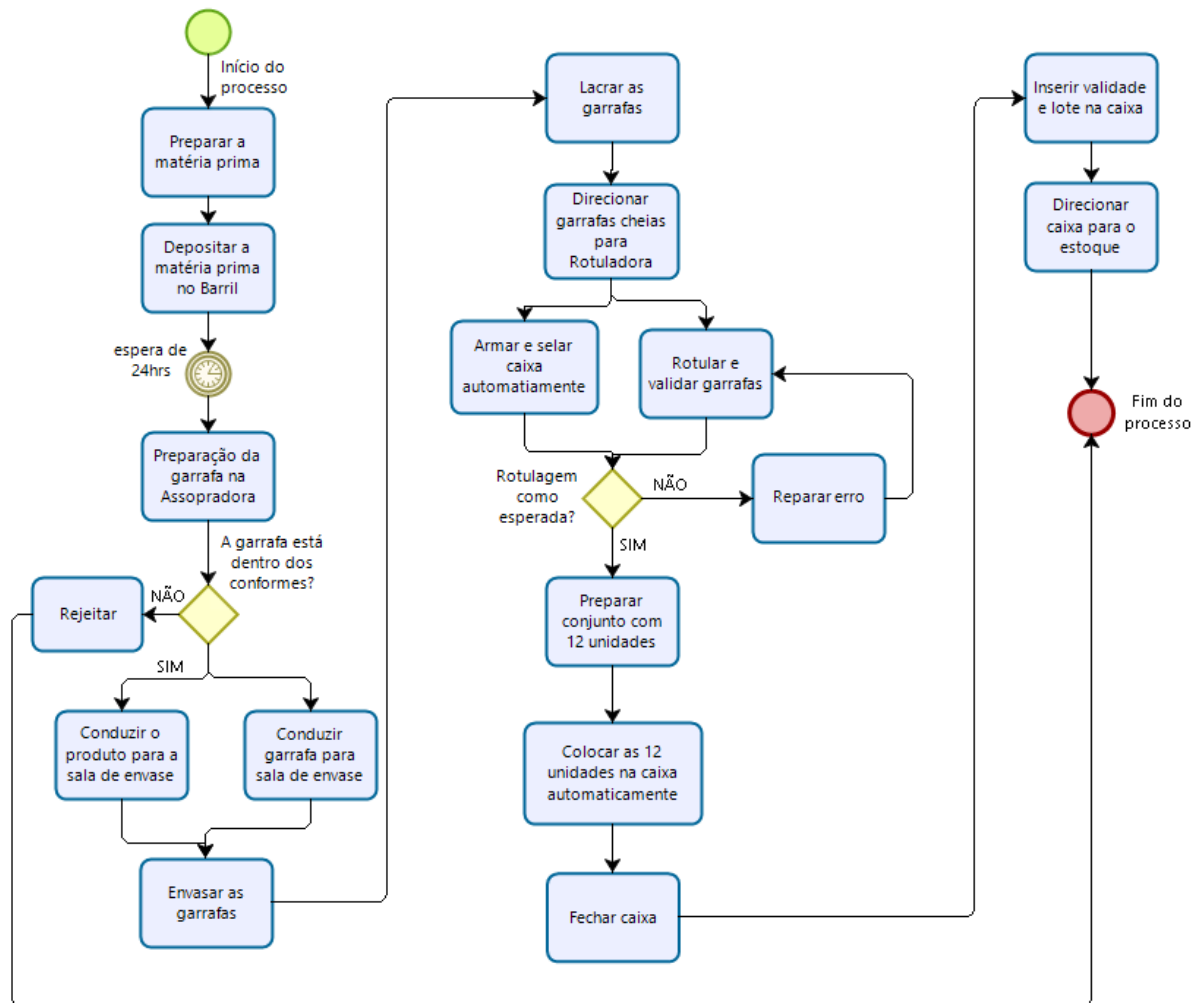
O processo de fabricação do tempero caseiro sem pimenta, como visto na Figura 2, inicia-se com a preparação da matéria-prima, quando acontece a mistura dos ingredientes. Em seguida, essa mistura fica armazenada em barris, por 24 (vinte e quatro) horas, em uma etapa chamada de saturação. Posteriormente, o composto é transportado, via tubulações, à sala de envase, para ser colocado nos recipientes de produtos.

As garrafas que recebem a mistura são moldadas por uma máquina chamada Assopradora, ela possui lâmpadas com alta temperatura que esquentam as pré-formas para depois serem sopradas e moldadas no formato da garrafa e, em seguida, levadas para a sala de envase.

Na operação de envase, a máquina enche as garrafas por meio de bicos que também realizam seu fechamento (processo de tampar). Em seguida, o tempero é direcionado, por esteira, para o equipamento responsável pela rotulação, chamado de máquina rotuladora, na qual são colocadas informações adicionais como número de lote e prazo de validade dos produtos.

As caixas que recebem os produtos são montadas e seladas automaticamente e ficam à espera de um equipamento X organizar os produtos na caixa, formando 3 fileiras com 4 produtos, formando 12 unidades por caixa. Por meio de um sensor, a máquina envia a caixa para que os produtos possam ser alocados. A selagem da caixa é feita de forma manual, por um operador que também realiza a conferência dos produtos e insere o lote e a validade na caixa. A Figura 2 mostra o fluxograma do processo descrito.

Figura 2: Mapeamento de produção do tempero caseiro sem pimenta



Fonte: Autoria própria (2019)

A maior parte do processo é automatizada, necessitando de maior esforço humano no momento de retirar a caixa completa ao final do processo, todas as máquinas possuem sensores para que os produtos não saiam fora das especificações

4.3 IMPLANTAÇÃO DO CEP

1) Definição da característica do processo a ser estudada

A análise feita neste trabalho está voltada para a variabilidade da quantidade de caixas de tempero que são produzidas por uma quantidade fixa de 1000 (mil) litros.

2) Forma de medição da característica

A característica relatada na fase anterior é do tipo carta de controle para variável, ou seja, pode ser mensurada por instrumentos de medição. A empresa já possuía um banco de dados com informações da produção. Essas informações foram utilizadas para a construção do CEP.

3) Padrões do processo

Em reuniões com um dos responsáveis pela gerência da empresa, foi relatado que não havia um padrão sobre a quantidade de garrafas de tempero produzidas, mas o objetivo é atingir o máximo de fabricação dos temperos fornecido pelos equipamentos da empresa. Devido a isso, o trabalho foi realizado sobre o padrão dos dados de produção disponíveis.

4) Controle do processo

Como forma de controle interno, mapeou-se todo o processo produtivo (ver Figura 2). A coleta dos dados fundamentais para realização do trabalho foi feita e organizada em uma folha de verificação, como mostra a Tabela 1. Foram estudados 16 (dezesesseis) dados referentes a 17 (dezessete) meses de fabricação do produto em estudo, o tempero caseiro sem pimenta.

Tabela 1: Folha de verificação dos dados do tempero caseiro sem pimenta

FOLHA DE VERIFICAÇÃO	
Instruções: Registrar dados de produção em caixas	
Setor: Produção	Barril de 1000L
Número do lote	Quantidade de produtos no lote
01	164
02	178
03	160
04	165
05	163
06	164
07	176
08	172
09	169
10	169
11	161
12	170
13	170
14	168
15	168
16	173

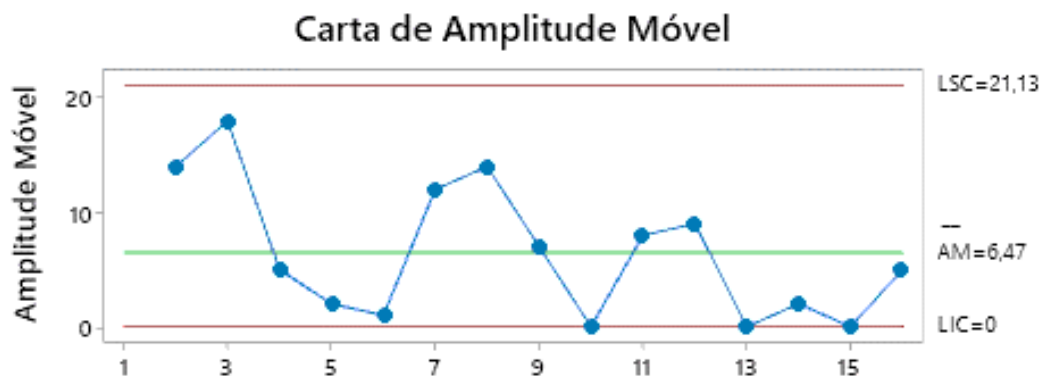
Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Nos 17 meses existiam apenas esses 16 dados, porque em algum momento a produção ficou mais de um mês sem acontecer, já que eles não têm data marcada pra essa produção. Após a coleta dos dados, pode ser efetuado o controle estatístico do processo, plotando os gráficos de controle adequados para o caso, em busca de avaliar a variabilidade do processo de fabricação do tempero caseiro sem pimenta, levando em consideração as causas comuns e/ou especiais.

Os gráficos de valores individuais (I) e das amplitudes móveis (MR) foram os adequados para essa pesquisa devido ao seu subgrupo não ser maior que 1 (um), a disponibilidade era de uma amostra por lote, porque a fabricação é feita por demanda, ou seja, a produção só ocorre quando há pedidos e por isso não havia uma grande disponibilidade de dados.

A Figura 3, criada com auxílio do *software Minitab*, mostra o gráfico da amplitude móvel, onde o limite superior e inferior de controle assumiu, respectivamente, aproximadamente 21,1 e 0, e o limite de controle central ficou em 6,5. Nenhuma amostra apresentou-se como causa especial, apenas causas normais.

Figura 3: Gráfico da Amplitude Móvel

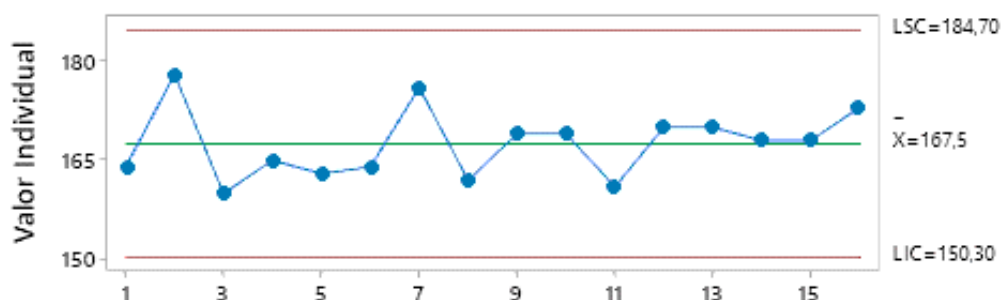


Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Apesar do levantamento não ter mostrado causas especiais, em vários pontos (6, 10, 13 e 15) a variabilidade do processo se aproxima bastante do LIC, podendo servir de indicativo para que a empresa inicie uma investigação das possíveis causas que levam a essa queda, remediando a presença de causas especiais.

A gráfico dos valores individuais está representado pela Figura 4, em que seu limite superior e inferior se localizou, respectivamente, em aproximadamente 184,7 e 150,3, seu limite de controle central ficou estabelecido em 167,5. Assim como o gráfico da amplitude móvel, esse não apontou nenhuma causa especial e nem tendência, demonstrando assim que o processo está sob controle. Os dados ficaram variando entre a média, sem apresentar tendências de ocorrência de causas especiais.

Figura 4: Gráfico de Valores Individuais



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

5) Corrigir fatores que atrapalham na eficiência do processo

De acordo com os gráficos plotados, é perceptível que não foram detectadas causas especiais, relatando que o processo é estável e replicável possuindo apenas causas normais.

6) Melhoria contínua

Após todos os estudos sobre o processo realizado nessa pesquisa, é proposto, primeiramente, que a empresa dê início a uma forma de controle contínuo de seus processos podendo utilizar-se da ferramenta em questão, o CEP. Esse controle vai fornecer um melhor conhecimento da organização sobre suas capacidades e dificuldades nas operações envolvidas na fabricação dos temperos.

Seguir um padrão é necessário, pois assim os responsáveis pela produção irão possuir uma meta ou um objetivo a ser alcançado. Esse padrão pode ser feito com uma comparação entre os dados coletados de outras linhas de produção, ou seja, de outros temperos, buscando deixar o processo similar em todas as etapas e com isso vai ser possível aproveitar melhor da capacidade do processo. Assim sugere-se à empresa que adote o modelo aplicado à linha de tempero, como forma de aprendizado interno e que o monitoramento de fabricação de produtos e de sua capacidade sejam práticas rotineiras na organização.

4.4 CAPACIDADE DO PROCESSO

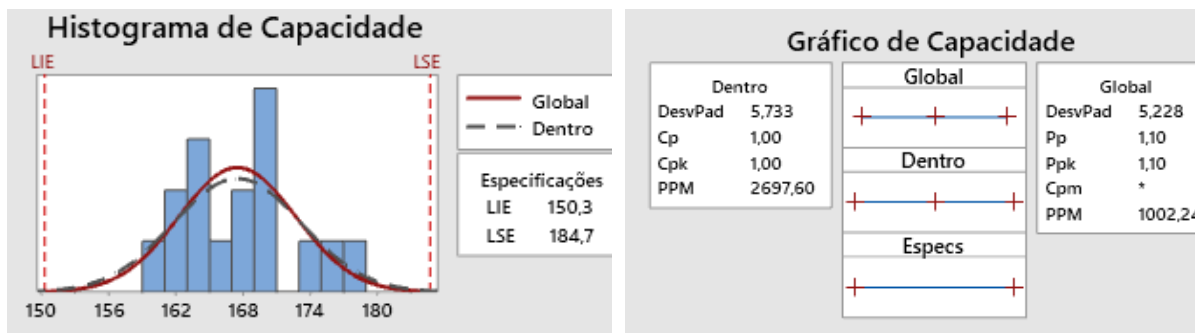
Um processo estar regular não significa que ele seja capaz, um processo razoavelmente capaz indica uma necessidade de controle rígido para retirada de alguma causa especial que esteja acontecendo ou que esteja para ocorrer no processo, portanto, o processo carece de ações rápidas para que não saia do controle da empresa.

para avaliar a capacidade do processo foram realizados alguns cálculos, baseados nos limites dos gráficos plotados já que a empresa não possuía um valor especificado. A análise da capacidade pode ser vista na Figura 5, na qual demonstra que o processo é razoavelmente capaz, de acordo Costa, Epprecht e Carpinetti (2014), pois o seu valor de $C_{pk} = 1$, conforme a Figura 5, onde mostra também que $C_p = C_{pk}$.

Figura 5: a) Gráfico da capacidade do processo. b) Valores de C_p e C_{pk}

a)

b)



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

No histograma da capacidade, é perceptível que alguns dados se apresentam fora da curva ou em seu limite, que são os dados que identificam que o processo necessita de alguma melhoria. O valor de $C_{pk} < 1,33$, esse dado também representa que a capacidade do processo não está atendendo aos requisitos do cliente, onde o processo está sendo executado muito próximo ao limite inferior, como também foi possível visualizar no gráfico das amplitudes móveis anteriormente (Figura 3).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante este estudo percebe-se a necessidade de uma atenção maior à qualidade do processo de produção nas organizações, visando uma redução de defeitos e/ou aplicação de melhorias no produto a partir das operações aplicadas a ele, influenciando também no aperfeiçoamento de toda a empresa.

Mapeou-se o processo de fabricação do tempero caseiro sem pimenta para melhor conhecimento e possível aplicação do Controle Estatístico do Processo (CEP) na empresa mossoroense do ramo alimentício, foi possível observar, aplicar e analisar os conceitos no processo de fabricação do tempero, escolhido após visitas à empresa, devido seu alto índice de fabricação. Entretanto, a implementação do CEP não informou nenhuma variabilidade de causas especiais, ou seja, o processo se encontrou estável e replicável.

Como o processo de produção estava sob controle, decidiu-se analisar a capacidade do processo, que indicou como um processo razoavelmente capaz onde não está atingindo todo o seu potencial e que pode sair de controle a qualquer momento. Devido a isso, a empresa deve aplicar formas de controle e melhoria em sua fabricação o mais rápido possível para que não ocorra problemas em suas operações de fabricação dos temperos.

Os resultados atingidos pelo estudo com a aplicação dos gráficos de controle para análise de causas de variabilidade em conjunto com o estudo do índice de capacidade, foi

admissível para os autores, pois a empresa atua no mercado há pouco tempo e ainda está em fase de adaptação a técnicas e estudos.

Sugere-se como melhorias, a implementação constante de um controle estatístico no processo de fabricação de todos os produtos e que a empresa defina limites de especificações, em busca um padrão a ser seguido para que as operações se tornem o mais eficiente possível para a organização, causando um impacto na variabilidade natural do processo, deixando-a mais próxima da média. A atuação de um profissional da qualidade na empresa seria indispensável para aplicação dessas melhorias, bem como a aquisição de materiais de maior capacidade produtiva, além de treinamento e capacitação dos funcionários.

REFERÊNCIAS

ABIA, Comunicação. **Indústria de alimentos fecha 2018 com crescimento e geração de empregos**. 2019. Disponível em: <https://www.abia.org.br/vsn/tmp_2.aspx?id=394#>. Acesso em: 12 maio 2019.

ANTONY, J.; BALBONTIN, A.; TANER, T. **Key ingredients for the effective implementation of statistical process control**. Work Study, v.49 (6), p. 242-247, 2000.

BATALHA, Mário O. – **Introdução à Engenharia de Produção**/ Organizador: Mário Otávio Batalha – Rio de Janeiro – 2008 – Ed. Elsevier;

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. A evolução do conceito e da prática da gestão da qualidade. In: CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da qualidade: Conceitos e técnicas**. 2. ed. São Paulo: Atlas S. A., 2012. Cap. 1. p. 11-29.

COSTA, A. F. B.; EPPRECHT E. K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle estatístico de qualidade**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2005. 334p.

GALUCH, L. **Modelo para Implementação das Ferramentas Básicas do Controle Estatístico de Processo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

JURAN, J. M. **Controle da qualidade**. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 1991.

LIMA, Juliano Ferreira; PINGUELLI, Karoline Ferreira. **A engenharia da qualidade contextualizada nos conceitos e definições de qualidade**. 2010. 8 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Estadual do Paraná, Campo Mourão, 2010.

LUCINDA, Marco Antônio. **Qualidade: Fundamentos e práticas para cursos de graduação**. Rio de Janeiro: Bradsport, 2010.

MONTEIRO, S.B.S.; TOLEDO, J.C. Coordenação da qualidade em cadeia de produção de alimentos: estudo de casos em empresas processadoras brasileiras. **Gepros - Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v.4, n.3, p. 89-103, 2009.

MONTGOMERY, D. C; Controle Estatístico de Qualidade: Gráficos de Controle para Variáveis. In: MONTGOMERY, D. C; **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. 4. ed. [S. l. : s. n.], 2004. Cap. 5. p. 1-532.

OLIVEIRA, Camila Cardoso de et al. **Manual para elaboração de cartas de controle para monitoramento de processos de medição quantitativos em laboratórios de ensaio**. São Paulo: Ses/sp, 2013.

PALADINI, Edson Pacheco et al. **Gestão da qualidade: Teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

PAULA, Samira Luana de. **Como fazer a gestão das análises laboratoriais**. 2015. Disponível em: <<http://lifequaly.com.br/controle-de-qualidade-na-industria-de-alimentos/>>. Acesso em: 05 jul. 2019.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção: (Operações Industriais e de Serviços)**. Curitiba: Unicenp, 2007.

SILVA, Edna Lucia da.; MENEZES, Estera Muszkat (Dr.), **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4a ed. revisada e atualizada. 2005.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 735 p.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas S. A., 2009.

VALLE, José Angelo. **40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento**. Rio de Janeiro: Brasport, 2007.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o Gerenciamento de Processos**. Belo Horizonte: Werkema editora, 1995.

WERKEMA, M.C.C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 2006.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS DE ANGICOS
COORDENAÇÃO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA -
INTEGRAL

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos treze dias do mês de agosto de 2019, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus de Angicos, reuniu-se banca examinadora para avaliar trabalho de conclusão de curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia - Integral intitulado: **ANÁLISE PRODUTIVA DE DESEMPENHO POR MEIO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO (CEP): ESTUDO DE CASO APLICADO EM UMA EMPRESA DE TEMPEROS LOCALIZADA NA CIDADE DE MOSSORÓ-RN**, do(a) aluno(a) Mariane Dalyston Silva, matriculado(a) sob o nº 2016010656, tendo como orientador(a) o/a Prof(a). Paulo Ricardo Fernandes de Lima . Pelos Professores/Membros da banca foram atribuídas as seguintes notas:

Orientador(a): Prof(a). Paulo Ricardo Fernandes de Lima – UFERSA/Mossoró

Nota: 9,5 Assinatura: Paulo Ricardo Fernandes de Lima

Examinador(a): Prof(a). Dr(a). Lucas Ambrósio Bezerra de Oliveira – UFRN/Natal

Nota: 9,0 Assinatura: Lucas Ambrósio Bezerra de Oliveira

Examinador(a): Eng(a). Tuiara Moraes Avelino Pinheiro – UFRN/Natal

Nota: 9,3 Assinatura: Tuiara Moraes Avelino Pinheiro

O(a) aluno(a) foi Aprovado com a média final de 9,3
(aprovado/reprovado) (0 a 10,0)