

ANÁLISE PRODUTIVA DE DESEMPENHO POR MEIO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS: ESTUDO DE CASO APLICADO EM UMA INDÚSTRIA POTIGUAR DE TEMPEROS

PRODUCTIVE PERFORMANCE ANALYSIS THROUGH STATISTICAL PROCESS CONTROL: CASE STUDY APPLIED IN A POTIGUAR SEASON INDUSTRY

Mariane Dalyston Silva¹ Paulo Ricardo Fernandes de Lima² 

Resumo: Este estudo tem o objetivo de analisar o desempenho de uma linha produtiva de uma indústria potiguar do ramo de temperos e condimentos usando o Controle Estatístico de Processos (CEP). Para tanto, foram feitas visitas técnicas à empresa para levantamento de dados. Uma linha de produção foi escolhida e mapeada como alvo do estudo. Foram coletadas informações sobre produtividade deste processo durante dezesseis meses entre 2018 e 2019 e escolhidos alguns métodos de controle estatísticos como o Gráfico de Valores Individuais (Gráfico *i*) e Gráfico de Amplitudes Móveis (\overline{MR}), além dos indicadores de Capacidade Potencial (C_p) e Capacidade Real de processos (C_{pk}). Para tabulação dos dados foram usados os *softwares Excel, Minitab e Bizagi Modeler*. Por suas características, a pesquisa classifica-se como aplicada, exploratória, quantitativa, com um estudo de caso. Os resultados apontaram que com o Gráfico *i*, percebeu-se que nenhum valor se posicionou fora dos limites de controle calculados. Já para o Gráfico \overline{MR} alguns pontos mereceram maior atenção, indicando alta variabilidade e podendo suscitar comportamento especial do processo. Com $C_p = 0,48$ e $C_{pk} = 0,43$, o processo foi classificado como incapaz. Algumas causas especiais para esse comportamento foram levantadas, acompanhadas de recomendações de melhorias.

Palavras-chave: Controle estatístico do processo. Capacidade. Indústria de temperos.

Abstract: This study aims to analyze the performance of a production line of a potiguar company in the seasoning and condiment industry using the Statistical Process Control (CEP). To this end, technical visits were made to the company to collect data. A production line was chosen and mapped as the target of the study. Information on the productivity of this process was collected during sixteen months between 2018 and 2019 and some statistical control methods were chosen, such as the Individual Values Graph (Graph *i*) and Mobile Amplitudes Graph (\overline{MR}), in addition to the Potential Capacity indicators (C_p) and Real Process Capacity (C_{pk}). Excel, Minitab and Bizagi Modeler software were used to tabulate the data. For its characteristics, the research is classified as applied, exploratory, quantitative, with a case study. The results showed that with Graph *i*, it was noticed that no value was outside the calculated control limits. As for the Graph (\overline{MR}), some points deserved more attention, indicating high variability and may give rise to special and process behavior. With $C_p = 0.48$ and $C_{pk} = 0.43$, the process was classified as incapable. Some special causes for this behavior have been raised, accompanied by improvement recommendations.

Keywords: Statistical process control. Capability. Seasoning industry

¹ Graduanda em Engenharia de Produção, UFERSA. Contato: marianedalyston@hotmail.com

² Graduação em Engenharia de Produção, UFERSA. Mestrando em Engenharia de Produção, UFRN. Contato: pauloricardorn1@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

A busca por formas e técnicas de melhorias de trabalho sempre esteve no centro de estudos voltados à administração da produção. Slack, Chambers e Johnston (2009) comentam que grande parte dos administradores acabam por apostar em metodologia com ênfase na gestão da qualidade de produção como forma de aumentar a produtividade, manter padrões de execução, fidelizar clientes e conquistar espaços no mercado consumidor.

Monteiro e Toledo (2009) alertam que a permanência de empresas no mercado depende da aquisição de novos padrões de qualidade em seus processos produtivos, visando a redução de perdas internas e a fabricação de produtos em conformidade e com maior qualidade na visão do público-alvo. Neste sentido, destacam-se os métodos propostos pela Engenharia da Qualidade.

A Engenharia da Qualidade é um ramo científico que propõe métodos de trabalhos baseados na busca pela excelência e conformidade em processos produtivos. Paladini (2000) reforça que, a partir de técnicas da área, são maiores as possibilidades de um produto estar perfeitamente adequado ao uso. Taguchi e Chowdhury (2005) comentam que, entre outras atribuições, a engenharia de qualidade volta-se para a busca do equilíbrio entre conformidades e perdas em processos, de modo a mitigar as variações relativas ao objetivo traçado.

Uma área que utiliza bastante os conhecimentos advindos da administração é o setor de alimentação. Grandes indústrias destinadas à produção de alimentos buscam, no referencial teórico disposto, técnicas aplicáveis às suas realidades com fins de otimização. Esse empenho é salutar, uma vez que esse grupo desempenha um papel fundamental na economia brasileira.

De acordo com Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA, 2019), o país conta com mais de 36 mil empresas que compõem esse setor, a maioria localizada na Região Sudeste, gerando mais de 1,6 milhões de empregos formais. Isso corresponde a 23,1% da força de trabalho da indústria de transformação nacional. Além disso, a atuação dessas empresas é

responsável por aproximadamente 9,6% do total do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro.

O Brasil tem produtos alimentícios exportados para mais de 180 países, sendo o segundo maior exportador mundial de alimentos industrializados, e tendo a Ásia (36,8%) e a União Europeia (18,8%) como os principais destinos. Entre os itens mais exportados destacam-se: suco de laranja, açúcar, carnes (bovina e de aves) e café solúvel (ABIA, 2019).

Uma parte importante deste setor são as indústrias de temperos, especiarias e condimentos. Geralmente de pequeno ou médio porte, elas se espalham pelas mais diversas regiões brasileiras sendo responsáveis pelo abastecimento de grande parte da demanda interna. Essas empresas também necessitam de metodologias que auxiliem suas atividades de produção, sobretudo na execução e acompanhamento das tarefas operacionais. Uma forma de contribuição é a adoção de medidas visando o controle interno da produção e análise contínua de desempenho de processos e operadores.

Nesta lógica, destaca-se o Controle Estatístico de Processos (CEP) como ferramenta relevante no monitoramento e acompanhamento de linhas de produção. Sua aplicação volta-se para a garantia da estabilidade, padronização e a qualidade dos resultados. Silva, Baggio e Maóski (2010) enfatizam a importância de implantar-se o CEP em indústrias, ao lembrarem que ele contribui para que os processos tenham comportamento previsível, atendam às necessidades exigidas pela gerência e pelos consumidores e também facilita nas atividades de gestão e planejamento operacional.

Assim, o objetivo deste estudo é analisar o desempenho de uma linha produtiva de uma empresa potiguar do ramo de temperos e condimentos usando o Controle Estatístico de Processos (CEP). Para tanto, buscou-se indicadores de média e amplitude móvel, limites de controle e de especificação, além da capacidade potencial e real do processo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Qualidade

A qualidade é um componente muito importante na relação entre o produtor, seu produto e os clientes e, segundo Carpinetti (2012), ela 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. Juran (1991) acrescenta que ela é o elo entre as necessidades dos clientes e as características do produto ofertado, na medida que proporciona satisfação na aquisição ou à adequação ao uso. De acordo com a norma ISO 9000 (2008), a qualidade reúne um grupo de atributos relacionados a um produto, processo ou a um serviço, cujo objetivo é atender as expectativas de seu público-alvo, sejam elas necessidade explícitas ou implícitas.

O conceito de melhoria contínua de processos ganhou grande força nos últimos tempos quando se fala de busca por qualidade. Como lembra Carpinetti (2010), é evidente a importância de identificar problemas e corrigi-los como forma de otimização de processos produtivos, porém, talvez tão importante quanto estas questões, seja priorizar a resolução destes problemas, ou seja, enumerar aqueles entraves que são mais custosos e nocivos em determinado cenário. Uma forma de se obter esse panorama é por meio da aplicação de ferramentas da qualidade.

2.2 Ferramentas da Qualidade

Algumas ferramentas de aplicações no ramo industrial, seja na produção de bens físicos ou na prestação de serviços, ganharam relevância ao longo dos tempos. As ferramentas da qualidade, como lembram Seleme e Standler (2010), são bastante requeridas devido às suas aplicabilidades e contribuições gerenciais. Algumas das mais conhecidas são o fluxograma, por meio do mapeamento de processos, a folha de verificação e o controle estatístico de processos (CEP).

De acordo com Greef (2012), o fluxograma é uma ferramenta que permite a visualização de um processo de forma gráfica que pode ser utilizado para analisar um processo devido o entendimento e o sequenciamento das atividades serem de forma rápida. Para Peinado e Graeml (2007), trata-se de uma ferramenta de apresentação 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.

Já 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.

2.3 Controle estatístico de processos (CEP)

Outra ferramenta ligada à qualidade é o controle estatístico do processo (CEP). Werkema (2006) o define como um método de prevenção para comparação, através de técnicas estatísticas, de resultados alcançados com padrões existentes e pré-determinados. Para Silva, Baggio e Maóski (2010), o CEP é um grande aliado quando usado junto a processos que precisam estar “controlados” e atingirem uma estabilidade. Ou seja, o comportamento do processo deve ser previsível para que seus resultados sejam uniformes e dentro de uma conformidade, contribuindo para o alcance de metas estabelecidas.

O CEP tem como objetivo a identificação e possível eliminação das causas especiais contidas em um processo, para assim garantir que o processo seja estável e replicável (ANTONY; BALBONTIN; TANER, 2000). Neste cenário, é possível realizar aplicações de melhorias para que as causas comuns sejam mitigadas, deixando o processo mais balanceado.

Para implantação do CEP é necessário seguir algumas etapas. Slack, Chambers e Johnston (2002) propõem 6 (seis) etapas para serem seguidas, as quais estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1 – Etapas de implantação de um CEP

Etapas	Método
Etapa I	Nesta etapa, é necessário definir as características da qualidade levando em consideração seis aspectos: funcionalidade, confiabilidade, recuperação, aparência, durabilidade e contato;
Etapa II	Todas as características citadas na Etapa I devem ser adaptadas para uma forma que possam ser mensuradas. Elas podem variáveis (algo que pode ser medido) ou atributos (algo que pode ser avaliado qualitativamente);
Etapa III	Estabelecimento de um padrão para possível comparação do produto ou serviço, como forma de avaliar se está conforme o esperado;
Etapa IV	Etapa para ser feita a análise se o produto/serviço está dentro do padrão estabelecido na Etapa III, como também a forma como vai ser realizado;
Etapa V	Realização de testes para analisar a qualidade do produto ou serviço, bem como as possíveis falhas existentes, para poder serem corrigidas e implementado um método que auxilie na prevenção dessas falhas;
Etapa VI	Planejamento e aplicação de conceitos de melhoria contínua, com inspeções e busca de novas falha para correções e otimizações.

Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2002)

Uma técnica que auxilia o CEP é a utilização dos gráficos de controle ou cartas de controle. Segundo Backes e Pacheco (2017), esses gráficos foram idealizados por Shewhart e encontram bastante aplicabilidade na análise de conformidade de processos produtivos em geral. Essa metodologia faz uso de representações gráficas para melhor visualizar a variabilidade existente em um processo e a análise é feita através de amostras coletadas durante um determinado tempo (MONTGOMERY, 2004).

De acordo com Paladini (2012), a função dos gráficos de controle é verificar o comportamento de um processo durante um determinado período e detectar características que o sejam indesejáveis. Carpinetti (2012) explica que esses gráficos possuem uma linha central (*LC*) e duas horizontais que são tidas como limite superior (*LSC*) e limite inferior (*LIC*), onde a linha central corresponde ao valor médio das observações analisadas. Já as de limite correspondem aos valores ou intervalos mínimo e máximo que o processo deveria variar.

2.3.1 Gráficos para Valores Individuais (*i*) e Amplitude Móvel (\overline{MR})

O Gráfico para Valores Individuais (*i*) é um dos tipos de apresentação de resultados nas cartas de controle. Paladini (2012) explica que ele é utilizado quando existe apenas um dado de cada subgrupo pertencente a uma amostra. 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 e os valores de referências serem desconhecidos, para avaliar a variabilidade por meio desses gráficos, recomenda-se fazer uso da Amplitude Móvel (\overline{MR}) 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 \overline{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} = Limite Central (LC) do Gráfico i ;
 X_n = Valores numéricos da amostra coletada;
 m = Número de elementos da amostra

Em se tratando da Amplitude Móvel (\overline{MR}), deve ser feita a diferença entre dois valores sucessivos. Por exemplo, $MR_i = |X_i - X_{i-1}|$, para $i = 2, 3 \dots m$, 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 \overline{MR} .

Os limites superior e inferior de controle do Gráfico i serão dados por meio das Equações 3 e 4, respectivamente.

$$LSC = \bar{X} + E_2 \cdot \overline{MR} \quad (3) \qquad LIC = \bar{X} - E_2 \cdot \overline{MR} \quad (4)$$

Onde: \bar{X} = Média amostral / Limite Central;
 LSC = Limite Superior de Controle; E_2 = Constante estatística para limites de controle;
 LIC = Limite Inferior de Controle; \overline{MR} = Amplitude Móvel.

Onde $E_2 = \frac{3}{d_2}$, e a incógnita d_2 é um valor tabelado constante, retirado das *Shewhart control charts* (Cartas de Controle de Shewhart), baseado no número de componentes na amostra, A tabela com os valores pode ser acessada através da publicação da ISO 8285:1991 e encontra-se no Anexo A.

Dado que a amplitude móvel é a diferença entre dois valores sucessivos, considera-se o valor $n = 2$. Neste caso, encontra-se $d_2 = 1,128$, e conseqüentemente, $E_2 = \frac{3}{1,128} \rightarrow E_2 = 2,66$.

Já para o Gráfico \overline{MR} , os limites de controle são calculados conforme as Equações 5 e 6.

$$LSC = D_4 \cdot \overline{MR} \quad (5) \qquad LIC = D_3 \cdot \overline{MR} \quad (6)$$

Onde: D_4 = Constante estatística para limites de controle;
 LSC = Limite Superior de Controle; D_3 = Constante estatística para limites de controle;
 LIC = Limite Inferior de Controle; \overline{MR} = Amplitude Móvel.

Considerando-se $n = 2$, e com base na tabela do Anexo A, tem-se que os valores de $D_4 = 3,267$ e $D_3 = 0$. Um outro indicador estatístico que auxilia no entendimento do comportamento de processos produtivos é a capacidade de processo, que será melhor discutido no tópico seguinte.

Sobre análises mais quantitativas no comportamento de dados referentes a um processo real e, portanto, com variabilidades intrínsecas, Pacheco et al. (2013) explica que algumas situações observáveis podem ser indicativas de situações ‘fora de controle’ mesmo que os dados coletados não estejam, necessariamente, fora dos limites de controle. O Quadro 2 mostra algumas avaliações de situações neste sentido.

Quadro 2 – Avaliações quantitativas de comportamento de dados no CEP

Avaliações	Indicações
Avaliação I	Verificar a existência de um ou mais pontos acima do limite superior (LSC) ou abaixo do limite inferior de controle (LIC);
Avaliação II	Verificar a existência de sete ou mais pontos consecutivos acima ou abaixo do limite central (LC);
Avaliação III	Verificar a existência de seis ou mais pontos consecutivos crescentes ou decrescentes;
Avaliação IV	Verificar a existência de quatorze ou mais pontos consecutivos alternando acima e abaixo do LC ;
Avaliação V	Verificar a existência de dois de três pontos localizados no mesmo lado a dois desvios-padrão acima ou abaixo da LC ;
Avaliação VI	Verificar a existência de quinze ou mais pontos consecutivos localizados em qualquer lateral, a menos de um desvio-padrão do LC ;
Avaliação VII	Verificar a existência de oito pontos consecutivos acima ou abaixo, em qualquer lateral, a mais de um desvio-padrão do LC .

Fonte: Pacheco et al. (2013)

2.3.2 Capacidade de processo

Segundo Costa, Epprecht e Carpinetti (2014), a Capacidade do Processo (C_p) remete à competência que um dado sistema possui em produzir itens dentro das especificações técnicas antes estabelecidas, ou seja, entregar resultados dentro de uma conformidade. Um elevado valor do índice C_p indicará que o processo atende de forma mais satisfatória aos critérios exigidos.

O C_p calcula o potencial de um processo considerando que ele está centrado no valor nominal da especificação. Ou seja, considera a centralização do comportamento de um determinado processo em relação às médias nele calculadas. A Equação 7 mostra as variáveis consideradas para seu cálculo.

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \quad (7)$$

Onde:

C_p = Capacidade Potencial do Processo; LSE = Limite Superior de Especificação;
 σ = Desvio-padrão amostral; LIE = Limite Inferior de Especificação;

Já Equação 8 apresenta a fórmula para encontrar o valor numérico do desvio-padrão amostral usado na Equação 7, onde a incógnita \overline{MR} corresponde à média da amplitude móvel e o valor d_2 sendo uma constante estatística para fatores de controles de qualidade no valor de 1,128.

$$\sigma = \frac{\overline{MR}}{d_2} \quad (8)$$

Outro índice que ganha destaque neste sentido é Capacidade Real do Processo (C_{pk}). Trata-se de um indicador estatístico de qualidade que leva em consideração a distância da média do processo em relação aos seus limites (COSTA; EPPRECHT; CARPINETTI, 2014). A Equação 9 apresenta as variáveis consideradas neste índice.

$$C_{pk} = \text{Min} \{C_{pki}; C_{pks}\} = \text{Min} \left\{ \frac{LSE - \bar{X}}{3\sigma}; \frac{\bar{X} - LIE}{3\sigma} \right\} \quad (9)$$

Onde:

C_{pk} = Capacidade Real do Processo; LSE = Limite Superior de Especificação;
 σ = Desvio-padrão amostral; LIE = Limite Inferior de Especificação.

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. Costa, Epprecht e Carpinetti (2014) explicam que há situações onde o índice C_{pk} pode ser avaliado e interpretado. Eles comentam que para que um processo seja considerado capaz, seu índice C_{pk} deve ser maior ou igual a 1,33. Caso o índice calculado seja menor que 1, então o processo pode ser entendido como incapaz. O Quadro 3 mostra os intervalos de classificações para capacidade de processos em controles de qualidade.

Quadro 3 - Classificação do processo sobre a capacidade

Valor de C_{pk}	Classificação de valores
$C_{pk} \geq 1,33$	Capaz
$1,0 \leq C_{pk} \leq 1,33$	Razoavelmente capaz
$C_{pk} \leq 1,0$	Incapaz

Fonte: Adaptado Carpinetti, Costa e Epprecht (2013)

Para Backes e Pacheco (2017, p.4), "... o objetivo principal dos índices de capacidade de um processo é verificar se esses atendem ou não as especificações pré-determinadas anteriormente pelo setor de engenharia, mercado consumidor, pelos órgãos competentes ou até mesmo por normas a fim de garantirem a qualidade no determinado processo".

Contudo, Werkema (1995) alerta que 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.

3 MÉTODO

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. Ainda se trata de uma pesquisa quantitativa. Conforme as mesmas autoras, são pesquisas onde o objeto de estudo pode ser mensurável. Neste caso, os dados produtivos da empresa analisada e suas variações serão convertidos em informações numéricas.

De acordo com os objetivos metodológicos, este trabalho traz características exploratórias e explicativas. Gil (1991) comenta que estes tipos de pesquisas se debruçam sobre um tema afim de entendê-lo, identificando as possíveis causas de um determinado problema que o compõe. Quanto aos procedimentos, a pesquisa enquadra-se como um estudo de caso, onde há uma abordagem detalhada do objeto analisado. Nesta situação em particular, uma empresa e um processo produtivo foram selecionados para aplicação de técnicas com o intuito de analisar e identificar pontos de variação no comportamento cotidiano do mesmo e suas possíveis causas.

3.2 Coleta, análise e tabulação de dados

Foram realizadas 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. Firmou-se um contato com um dos gerentes da unidade onde foi decidido e autorizado a realização do estudo. A pedido da gerência, o nome fantasia da empresa será mantido em sigilo.

A princípio, foram feitas observações gerais da empresa e coleta de dados globais da mesma como: número de funcionários, ano de fundação, variedades de produtos, atuação de mercado e etc. Esses dados foram repassados pela própria gerência ou extraídos do site oficial da empresa.

Após observações de um dos processos existentes, juntamente de conversas informais com funcionários, decidiu-se realizar uma análise com base no controle estatístico do processo (CEP) na linha de produção do produto chamado de tempero caseiro sem pimenta. Esta decisão baseou-se no fato que este processo em particular apresentava, há um certo tempo, variabilidade na quantidade de unidades presentes nos lotes fabricados mensalmente e também no volume líquido presente cada unidade produzida.

Isso se configurou como uma preocupação para a empresa, uma vez que, por lei, a quantidade contida em cada recipiente deve ser igual à informada à população através rótulo da embalagem do produto. Caso contrário, a organização poderia sofrer sanções. Além disso, por vezes, a quantidade produzida por lote não era suficiente para suprir a demanda dos clientes podendo enfraquecer a relação empresa-clientes. Por fim, a abordagem se justificou também porque não havia estudos desta natureza no local analisado. Assim, esta pesquisa trouxe contribuições para os administradores na tomada de decisão.

Nas análises sobre o CEP, utilizou-se as etapas propostas por Slack, Chambers e Johnston (2002), com algumas alterações relacionadas as particularidades da empresa, como a definição, por enquanto, de uma única variável relacionada ao produto (no caso, a confiabilidade). Algumas informações foram colhidas a partir de momentos de conversas informais entre os pesquisadores, a gerência e alguns operadores. Por exemplo, entendimento de alguns pormenores das etapas do processo; o fato de a empresa não aplicar nenhuma ferramenta estatística de qualidade para controle ou acompanhamento

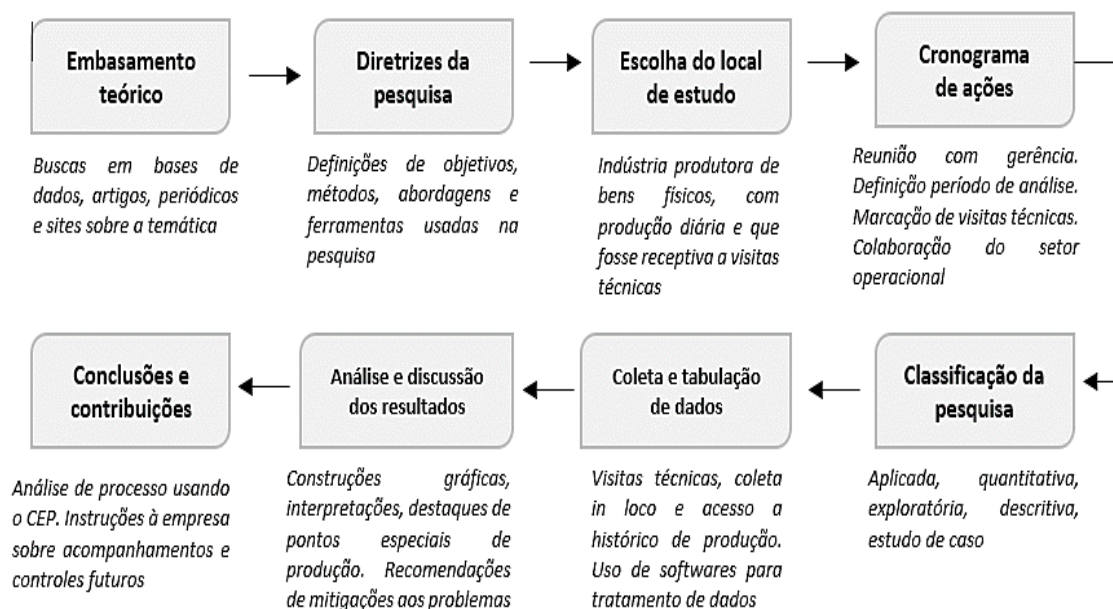
de suas atividades; detalhes sobre compra de matéria-prima e a diversidade de fornecedores, rotatividade de funcionários e etc.

Os dados foram coletados e analisados segundo os indicadores do CEP como média, desvio-padrão, amplitudes, limites de controle e índices de capacidade. Foram deixadas folhas de verificações junto aos funcionários para que eles reportassem os números referentes às produções diárias/semanais do processo analisado e também se teve acesso a dados anteriores que a própria empresa já coletara. Durante as visitas, os pesquisadores coletavam as folhas para análises futuras. Para organização das informações, foram utilizadas planilhas eletrônicas com o auxílio do *MS Excel*, versão 2016.

Quanto aos elementos não-textuais, foi utilizado o *software Bizagi Modeler*, versão 3.6.6.044, para a construção visual do mapeamento do processo. Além disso, o *software Minitab*, versão 19, foi usado para a plotagem os gráficos de Valores Individuais (Gráfico *i*), Amplitude Móvel (\overline{MR}), capacidade potencial (C_p) e da capacidade real do processo (C_{pk}).

A Figura 1 apresenta os passos gerais que foram seguidos para a realização da pesquisa.

Figura 1 – Percurso das ações principais do método de pesquisa



Fonte: Autoria própria (2019)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização da empresa e do processo

A empresa do estudo em questão está localizada na cidade de Mossoró, interior do estado do Rio Grande do Norte, e atua no mercado desde 2017 no segmento de fabricação de temperos e condimentos. No total, ela produz 41 itens, entre temperos, condimentados e derivados, entre eles pasta de alho, molho shoyu, tempero de ervas e outros. Atualmente, conta com 17 (dezessete) funcionários, distribuídos por oito setores que vão desde a gerência e recursos humanos até o setor de operação e manutenção da produção.

O processo de fabricação do tempero caseiro sem pimenta inicia-se com a conferência da ordem de produção do dia, com sua respectiva quantidade, seguida da preparação e separação da matéria-prima que será usada. Os ingredientes (geralmente vinagre, alho, cebola, coentro, cravo, cominho, *curry* e etc.) são misturados e, logo após, o composto fica armazenado em grandes barris (silos) por um período vinte e quatro horas em uma etapa chamada de maturação. Posteriormente, o composto é transportado, via tubulações, à sala de envase.

Os recipientes que recebem a mistura são garrafas, confeccionadas na própria indústria, moldadas por uma máquina chamada de assopradora. Esse equipamento possui lâmpadas com altas temperaturas que esquentam as pré-formas das garrafas para depois serem formadas e modeladas via fluxo de ar no formato final do recipiente. Em seguida, as unidades são levadas para a sala de envase onde encontra a mistura de temperos.

Na operação de envase (preenchimento), a máquina responsável enche as garrafas com a mistura de tempero proveniente da etapa de maturação por meio de bicos que também realizam seu fechamento (processo de tampar). Em seguida, o tempero é direcionado, por esteiras, para a máquina rotuladora, encarregada de fixar o rótulo do produto. Em sequência, é feita uma inspeção visual das unidades para verificar se estão em conformidade. Se estiverem dentro do esperado, seguem-se para a formação de lotes e adição das informações de validade do produto. Caso contrário, são feitos retrabalhos para reparos nas unidades.

As caixas que recebem os produtos são montadas em lotes com doze unidades e seladas. Por meio de um sensor, a máquina envia a caixa finalizada 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 embalagem externa. O Apêndice A mostra o fluxograma com o mapeamento do processo descrito.

Grande parte do processo é automatizada, necessitando de maior esforço humano no momento de retirar a caixa completa ao final do processo, quase todas as máquinas possuem sensores para que os produtos não saiam fora das especificações. Deste processo descrito, podem ser produzidas unidades com 300mL ou 500mL.

4.2 Análises de controle estatístico de processos

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. Sobre os passos do CEP, foi definida uma característica a ser estudada na análise. Neste caso, foi a confiabilidade. Porém não foram buscados dados sobre o produto em si (tempero caseiro sem pimenta) e a ocorrência de erros ou falhas junto ao consumidor, mas sim sobre o desempenho operacional do sistema produtivo da empresa, ou seja, nas suas etapas de produção.

A característica mensurável nesta análise foi a quantidade de itens em conformidade produzidos mensalmente. Em contatos com representantes da gerência, foi relatado que não havia um padrão fixo sobre a quantidade de itens produzidas. Isso dependia da demanda, porém nem sempre o número era suficiente. Por vezes, a gerência tinha que renegociar prazos de entrega de lotes. Devido a isso, o trabalho foi realizado sobre o padrão dos dados de produção disponíveis.

Com uma das etapas do CEP propõe, mapeou-se todo o processo produtivo (ver Apêndice A). Foram levantadas informações referentes a um período de fabricação do produto em estudo. A coleta dos dados foi feita e organizada em uma folha de verificação e usada para montar a Tabela 1.

Os dados são fruto de um levantamento documental de informações que a empresa possuía em seus arquivos de maio de 2018 a março de 2019. Além disso, adicionou-se os dados observados durante o período de acompanhamento in loco (abril a agosto de 2019). A Tabela 1 mostra a quantidade de lotes em conformidades produzidos por mês.

Tabela 1 - Folha de verificação dos dados coletados

Folha de Verificação					
Produto: Tempero caseiro sem pimenta			Sector: Produção		
Especificação: Barris de 1000 L					
Nº	Mês/Ano	Quantidade de lotes	Nº	Mês/Ano	Quantidade de lotes
01	Mai./2018	164	09	Jan./2019	169
02	Jun./2018	178	10	Fev./2019	169
03	Jul./2018	158	11	Mar./2019	161
04	Ago./2018	165	12	Abr./2019	170
05	Set./2018	163	13	Mai./2019	170
06	Out./2018	164	14	Jun./2019	165
07	Nov./2018	176	15	Jul./2019	168
08	Dez./2018	172	16	Ago./2019	173

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Cada lote costuma ter dez caixas e cada caixa, doze unidades do produto. Os dados referem-se a valores totais mensais de produção, mas não necessariamente eles podem ser distribuídos igualmente em escala diária ou semanal. A produção de temperos caseiros sem pimenta depende da ordem de produção do dia e ela obedece à demanda externa. Contudo, costuma ser regular de forma mensal, de modo que normalmente o produto sempre tem sua linha de produção em funcionamento.

Após a coleta dos dados, puderam ser calculados alguns indicadores de CEP, 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 (\bar{x}) e de amplitude móvel (\overline{MR}) foram os adequados para essa pesquisa devido ao seu subgrupo não ser maior que 1 (um). Usando as incógnitas expostas nas Equações 1, 2, 3 e 4 e os dados presentes na Tabela 1, foram calculadas a média dos dados coletados, sua amplitude móvel, além dos limites de controle.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_m}{m} \qquad \bar{X} = \frac{164 + 178 + \dots + 173}{16} \qquad \bar{X} = 167,8 \text{ lotes}$$

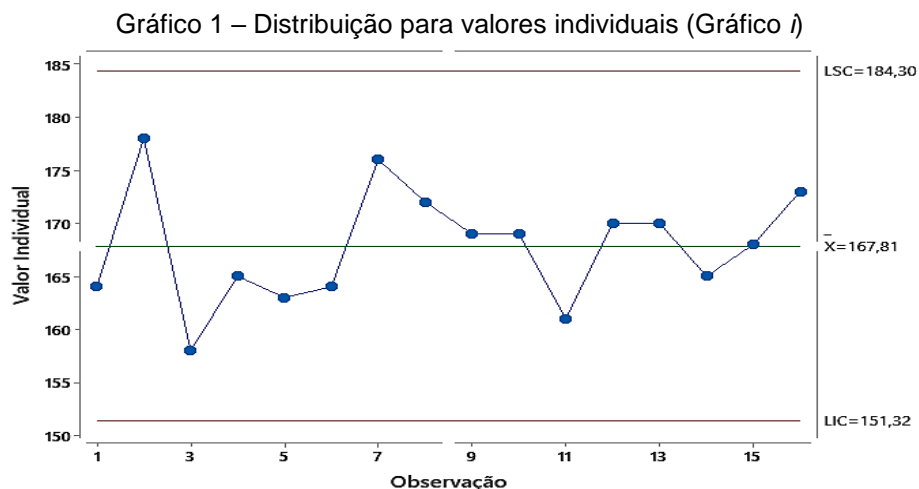
$$\overline{MR} = \frac{MR_2 + MR_3 + \dots + MR_m}{m-1} \quad \overline{MR} = \frac{|178-164| + |158-178| + \dots + |173-168|}{16-1} \quad \overline{MR} \cong 6,2$$

$$LSC = \bar{X} + E_2 \cdot \overline{MR} \quad LIC = \bar{X} - E_2 \cdot \overline{MR}$$

$$LSC = 167,8 + 2,66 \cdot 6,2 \quad LIC = 167,8 - 2,66 \cdot 6,2$$

$$LSC = 184,30 \text{ lotes} \quad LIC = 151,31 \text{ lotes}$$

Em seguida, conseguiu-se plotar o Gráfico *i* para valores individuais de dados. O Gráfico 1 apresenta a distribuição visual de comportamento do processo analisado, onde o Limite Central (*LC*) corresponde à própria média amostral (\bar{X}).



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

A leitura gráfica permite concluir que, de forma geral, a maioria dos valores coletados posicionaram-se próximos à média ($LC = \bar{X} = 167,81$) e nenhum deles extrapolou os limites de controle (*LSC* e *LIC*). Os intervalos de 2 a 3 e de 6 a 9 foram aqueles que mais apresentaram variações consecutivas, contudo não foram suficientes para se configurarem como anomalias do sistema, já que ficaram distantes dos limites calculados.

Sobre as avaliações de distribuições dos dados em um gráfico de controle (ver Quadro 2), verificou-se que o processo de produção analisado não se enquadrava em nenhuma das situações de análises descritas. É notória a presença de alguns pontos consecutivos acima ou abaixo do *LC*, como os intervalos de 3 a 6 e o de 7 a 10. Porém, a quantidade de pontos contidos neles é insuficiente para afirmar-se com segurança e rigor estatístico que se tratam de

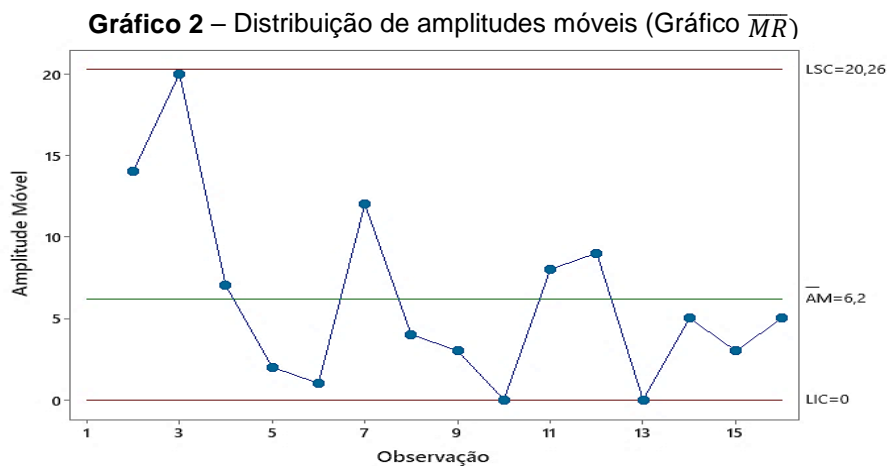
variações atípicas. Entende-se que esse comportamento é ocasional e pertencente ao escopo das variações triviais de processos produtivos industriais.

Portanto, é perceptível que o desempenho não indica grandes variações de comportamento de processo ao longo dos meses analisados, nem aponta situações de tendências estatísticas, sejam elas de ascensão ou declínio fortes, nem a ocorrência de causas especiais capazes de interferência na produção. Isso infere uma situação de controle estatístico sobre o objeto analisado.

Também usando os dados da Tabela 1 e com o auxílio das Equações 2, 5 e 6, pode-se calcular os indicadores referentes ao Gráfico \overline{MR} .

$$\begin{aligned} LSC &= D_4 \cdot \overline{MR} & LIC &= D_3 \cdot \overline{MR} \\ LSC &= 3,267 \cdot 6,2 & LIC &= 0 \cdot 6,2 \\ LSC &\cong 20,2 & LIC &= 0 \end{aligned}$$

Adotando-se o $LC = \overline{MR} = 6,2$ e com o apoio do *software Minitab*, conseguiu-se chegar à representação visual da amplitude móvel ilustrada no Gráfico 2.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Percebe-se que os pontos de distribuição se mantiveram, também, dentro dos limites de controle calculados. Contudo, apesar de o levantamento não ter mostrado causas especiais para amplitudes com potencial de interferência na qualidade e/ou quantidade dos produtos produzidos, alguns pontos merecem atenção, discussão e cuidados.

Observa-se que em vários pontos (3, 5, 6, 10 e 13) a variabilidade do processo se aproxima bastante ou é numericamente igual ao *LIC* ou ao *LSC*. Esse comportamento pode significar um sinal de alerta à gerência da empresa e

é passível de investigações de causas especiais ou externas ao fluxo normal do processo.

Existem algumas possíveis explicações para este cenário. A primeira delas pode ser resultado da manutenção das máquinas envolvidas nas operações. Em períodos cíclicos anuais, as máquinas da empresa passam por revisões de manutenções para operarem com maior eficiência e aumentarem suas vidas úteis. Caso as medições referentes às quantidades de lotes tivessem sido feitas dias após estes momentos, isto poderia causar variações na produtividade, principalmente em comparação ao mês anterior, sendo, portanto, uma causa possível do surgimento de grandes amplitudes móveis e diferenças entre as medições.

Outra possível fonte de variação pode ser o tipo de insumo usado na produção. A gerência comentou que mesmo tendo como meta produzir itens em conformidade, mantém contatos comerciais com mais de um fornecedor de algumas matérias-primas usadas na confecção dos diversos produtos. Segundo ela, essa é uma estratégia de segurança adotada pela direção para que, em caso de problemas logísticos do fornecedor, grandes variações de preços, insumos sem qualidade ou outras razões quaisquer, a empresa não fique dependente de uma única fonte de recursos primários e tenham que paralisar suas atividades por um período de tempo por falta de material de trabalho. Assim, as medições mensais são referentes ao mesmo produto, mas que eventualmente são feitos com insumos de marcas diferentes ou de novos lotes de matéria-prima de uma mesma marca, podendo ser causador de *outputs* com diferenças.

Além disso, por mais que grande parte do processo produtivo seja mecanizado e/ou automatizado, algumas etapas requerem ações de cunho manual, principalmente as iniciais (Ver Apêndice A). Assim, operadores podem ter desviado suas atividades das tarefas impostas pela gerência, colocando mais ou menos material em algum momento da produção, seja por falta de conhecimento ou por desvios cognitivos do trabalho (cansaço, estresse, autoconfiança vinda da experiência da atividade, comodismos e etc.) e isso pode ter impactado no número de itens conformes ao final de um mês.

Por fim, não se tem garantia de que no período da coleta de dados, foram exatamente os mesmos funcionários, nas mesmas condições de trabalho, que atuaram na linha de produção analisada. Não se tem conhecimento, por exemplo, se houve admissões na empresa para atuação nesta área específica. Se sim, um novo operador de produção, com certa inexperiência na atividade, pode impactar dados de produtividade e ter relevância em uma análise de controle estatístico de processo e a sua interpretação para o surgimento de grandes variações ou amplitudes consideráveis, bem como suas respectivas causas especiais.

Essas discussões foram importantes, do ponto de vista interno, pois os próprios gestores não associavam as variações de produtividade a essas causas em particular. Desta forma, a pesquisa pôde direcioná-los neste sentido e, de certa forma, alertá-los para causas externas que afetam o rendimento da produtividade.

4.3 Índices de capacidade do processo

Como este tipo de estudo nunca havia sido feito no processo analisado, nem em qualquer outro departamento da empresa, não se dispunha de limites de especificações de processos, que são essenciais para os cálculos de capacidades. Segundo a gerência, esse tipo de “controle” ou acompanhamento era feita de forma empírica. Isto dá à esta abordagem uma relevância ainda maior à empresa analisada e à gestão de processos da mesma, uma vez que a partir de então, os colaboradores puderam aprimorar o acompanhamento e controle de processos produtivos baseados em ciência estatística, dando maior segurança nas tomadas de decisões.

Assim, a partir de conversas com os envolvidos, definiu-se os *LSE* e o *LIE* com os valores de 175 e 160, respectivamente. Esse intervalo corresponde, segundo funcionários, a valores tidos como comuns ou aceitáveis no processo produtivo analisado.

Com isso, usando-se as Equações 8 e 7, juntamente com o valor da média da amplitude móvel calculada e arredondada anteriormente (Gráfico 2), pode-se calcular o índice C_p .

$$\sigma = \frac{\overline{MR}}{d_2} \qquad \sigma = \frac{6,2}{1,128} \qquad \sigma \cong 5,49$$

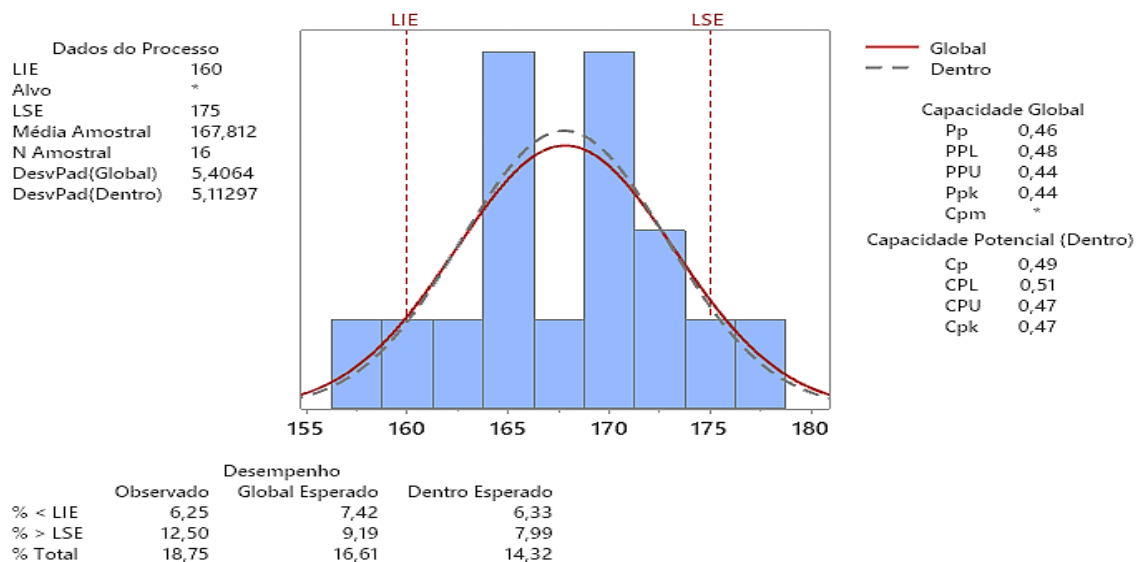
$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \qquad C_p = \frac{175 - 160}{6 \cdot 5,49} \qquad C_p \cong 0,48$$

Logo após calculado o valor da Capacidade Potencial do Processo (C_p), e usando o valor da média amostral apresentada no Gráfico 1, chegou-se ao resultado do C_{pk} através da Equação 9.

$$C_{pk} = \text{Min} \left\{ \frac{LSE - \bar{X}}{3\sigma}; \frac{\bar{X} - LIE}{3\sigma} \right\} \qquad C_{pk} = \text{Min} \left\{ \frac{175 - 167,8}{3 \cdot 5,49}; \frac{167,8 - 160}{3 \cdot 5,49} \right\} \qquad C_{pk} = \text{Min} \{0,43; 0,47\}$$

Assim, considera-se o menor valor calculado. Logo, $C_{pk} = 0,43$. A Figura 2 mostra o histograma da capacidade do processo analisado, bem como seus respectivos indicadores.

Figura 1 – Histograma e índices de capacidade de processo



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

A interpretação teórica deste resultado é que, de acordo com a bibliografia vigente, como C_{pk} e C_p assumiram valores bem próximos, pode-se concluir que o processo é do tipo centrado. Contudo, como $C_{pk} = 0,43 \leq 1,0$, então o processo analisado é considerado incapaz (Ver Quadro 3). Este cenário indica, segundo Carpinetti, Costa e Epprecht (2013), que o processo de produção de tempero caseiro sem pimenta não reúne condições seguras de cumprir integralmente com os compromissos produtivos a que se propõe. Ou seja, em alguns

momentos a empresa corre o risco de ter que mudar seu planejamento operacional e tático devido a variações agudas do sistema.

Esse resultado também pode ser percebido de forma visual, na Figura 2, onde vê-se que alguns pontos do histograma se encontram fora dos limites de especificação e não estão centrados. Ainda sobre o histograma, 6,25% dos dados estão localizados fora do *LIE*, e outros 12,5% estão além do *LSE*, totalizando 18,75% da amostra. Essa é uma das razões pelas quais o C_{pk} apresentou um valor inferior a 1 (um) e o processo analisado foi enquadrado como incapaz.

Como forma de contornar este cenário, foram pensadas algumas sugestões de modificações, com medidas cujas finalidades são enquadrar o processo analisado às condições dos índices de capacidade.

A primeira delas, sugere o planejamento e execução de um programa de treinamentos contínuo de funcionários do setor operacional. Percebeu-se que os colaboradores do setor de Produção não tinham, de forma clara, orientações técnicas por parte da gerência para a execução das atividades cotidianas. Grande parte do que era feito, fora assimilado via observações diárias individuais de cada operador e conversas informais com outros colegas que indicavam *como deveria ser feito*. Desta forma, a confecção de um Procedimento Operacional Padrão (POP) com todas as instruções de ações, fixado em murais ou locais próximos aos postos de trabalho, poderia diminuir as variabilidades percebidas nos itens produzidos, sanar possíveis dúvidas rápidas de um funcionário em horário de exercício, uniformizando assim as tarefas e fazendo os dados de produção situarem-se dentro dos limites de especificação do gráfico de capacidade.

Outra medida que pode favorecer os índices calculados é a busca por novos fornecedores e matéria-prima de melhor qualidade. Neste caso em particular, deve-se especificar um fornecedor que atenda às necessidades organizacionais no que tange à qualidade e segurança. Isto ajudaria a manter a uniformidade na produção e diminuir índices de retrabalho.

Além disso, a empresa precisa definir os parâmetros de controle de qualidade, como os limites de especificação de processos (faixa de intervalo que

a empresa garante a entrega da quantidade de produtos prometida). Que esses parâmetros sejam baseados em fornecedores ou clientes (intermediários ou finais). Ressalta-se que esses limites precisam ser razoáveis para ambos os lados interessados.

Outra modificação mais robusta seria a reformulação do *design* dos produtos. Em vários casos, essa ação costuma readequar o produto à realidade produtiva e às limitações presentes na empresa e, assim, aumentar as taxas de conformidade. Em outros casos, vale planejar a modernização da malha tecnológica, com maquinários com maior poder de produção e que garante menores índices de retrabalho.

Como forma de contribuições a médio e longo prazo, baseado na filosofia contínua, foi proposto à empresa que adote a forma de controle contínuo de seus processos, usando a abordagem aqui apresentada em todos os processos produtivos da mesma. O controle estatístico irá fornecer um melhor conhecimento da organização sobre suas capacidades e dificuldades nas operações envolvidas nas diversas linhas de produção existentes.

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, até de outras empresas do ramo, 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 analisada 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.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o mapeamento do processo de produção do tempero caseiro sem pimenta e o cálculo de indicadores, percebe-se que, de forma geral, ele encontra-se sob controle estatístico, já que nenhum dos dados coletados nos meses de análise posicionaram-se fora dos limites de controle. Contudo, o

gráfico de amplitude móvel mostrou alguns pontos que inspiram cuidados. Algumas causas especiais para este comportamento foram levantadas.

Além disso, os indicadores de capacidade ($C_p = 0,48$ e $C_{pk} = 0,43$), o classificaram como “processo incapaz” devido à quantidade considerável (18,75%) dos dados situarem-se fora dos limites de especificações. Esse valor é considerado alto em processos industriais. Foram discutidas as consequências destes resultados, bem como propostas algumas sugestões de melhorias à realidade encontrada.

De forma geral, o estudo pôde contribuir com a aplicação prática das premissas do CEP em uma indústria potiguar, colaborando com a mudança de mentalidade dos envolvidos no sentido de norteá-los com uma nova visão de gestão e controle de processos. Além disso, deu à bibliografia vigente, exemplo de caso onde mesmo sob controle estatístico, um processo pode ser classificado como incapaz, sob o ponto de vista produtivo de indicadores de capacidade.

Como restrições para a realização da pesquisa, pontua-se o fato de o número de dados usados nos cálculos estatísticos serem relativamente baixos. Mesmo sendo informações que representam desempenhos mensais, um volume maior de dados brutos, referentes a um período superior a 16 meses, daria maior força e embasamento às discussões e poderiam abarcar situações críticas para o controle estatístico.

Como sugestões para análises futuras, recomenda-se a aplicação dos conceitos trabalhados nesta pesquisa aos demais processos da empresa como forma de uniformizar o entendimento do controle estatísticos de processo em todas as linhas de produção existentes. Além disso, envolver a direção e a gerência nas atividades de planejamento e controle operacional, fortificando a ideia de que investimentos nesta área trazem benefícios financeiros à organização, facilitam a tomada de decisão gerencial, ganham a confiança dos próprios colaboradores e mostram credibilidade de honrar seus compromissos junto ao mercado consumidor.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS (ABIA). **Relatório anual 2019**. Disponível em <https://www.abia.org.br/downloads/relatorioAnual_2020.pdf > Acesso em 11 jun 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.
- BACKES, J.A.; PACHECO, D.A.J. Controle estatístico de processos: análise de um processo de extrusão. **Revista Espacios**. v. 38, n. 2, 2017.
- BATALHA, M. O. – **Introdução à Engenharia de Produção**/ Organizador: Mário Otávio Batalha – Rio de Janeiro – 2008 – Ed. Elsevier;
- CARPINETTI, L.C.R. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. São Paulo. Editora Atlas, 2010.
- CARPINETTI, L. C. R. 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.
- CARPINETTI, L. C. R., COSTA, A. F. B., EPPRECHT, E. K. **Controle Estatístico de Qualidade**. 2. Ed. – 7 reimpr. – São Paulo: Atlas, 2013.
- COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle Estatístico de Qualidade** .2. Ed.São Paulo: Atlas S.A., 2014.
- GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.
- GREEF, A. **Lean office: operação, gerenciamento e tecnologias**. São Paulo: Atlas. 2012.
- JURAN, J. M. **Controle da qualidade**. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 1991.
- 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, C.C.; GRANATO, D.; CARUSO, M.S.F.; SAKUMA, A.M. **Manual para elaboração de cartas de controle para monitoramento de processos de medição quantitativos em laboratórios de ensaio**. Instituto Adolfo Lutz. Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo. Governo de São Paulo. 2013.
- PACHECO, D.A.J., GOLDMEYER, D.B., GILSA, C.V., LACERDA, D.P., ANTUNES, Jr., J.A.V. The proposition of a model of management in manufacturing capacity. **Revista Espacios (Caracas)**. v.34, p.1- 14, 2013.
- PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2000.
- PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: teoria e prática**. Edson Pacheco Paladini. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

PEINADO, J.; GRAEML, A.R. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: Unicenp, 2007.

SELEME, R.; STADLER, H. **Controle da qualidade: As ferramentas essenciais**. Curitiba: 2. ed Ibpex, p.27- 56, 2010.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4a ed. revisada e atualizada. 2005.

SILVA, A. P. G; BÁGGIO, M.A.; MAÓSKI. A. **O uso do controle estatístico de processos para melhorar o desempenho das empresas de saneamento**. Tema V: Institucionalização do setor. Organização e gestão dos Serviços Autônomos de Saneamento. Formulação e implantação de políticas públicas, 2005.

SLACK, N; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 735 p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas S. A., 2009.

TAGUCHI, G.; CHOWDDHURY, S. **Taguchi's quality engineering handbook**. Wiley, 2005.

VALLE, J. A. **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.

ANEXO A

Valores das constantes para cálculo dos limites de controle

n	Fatores para limite de controle											Fatores para linha central			
	A	A ₂	A ₃	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	C ₄	1/C ₄	d ₂	1/d ₂
2	2,12	1,88	2,66	0,00	3,26	0,00	2,60	0,00	3,68	0,00	3,26	0,79	1,25	1,12	0,88
3	1,73	1,02	1,95	0,00	2,56	0,00	2,27	0,00	4,35	0,00	2,57	0,88	1,12	1,69	0,59
4	1,50	0,72	1,62	0,00	2,26	0,00	2,08	0,00	4,69	0,00	2,28	0,92	1,08	2,05	0,48
5	1,34	0,57	1,42	0,00	2,08	0,00	1,96	0,00	4,91	0,00	2,11	0,94	1,06	2,32	0,42

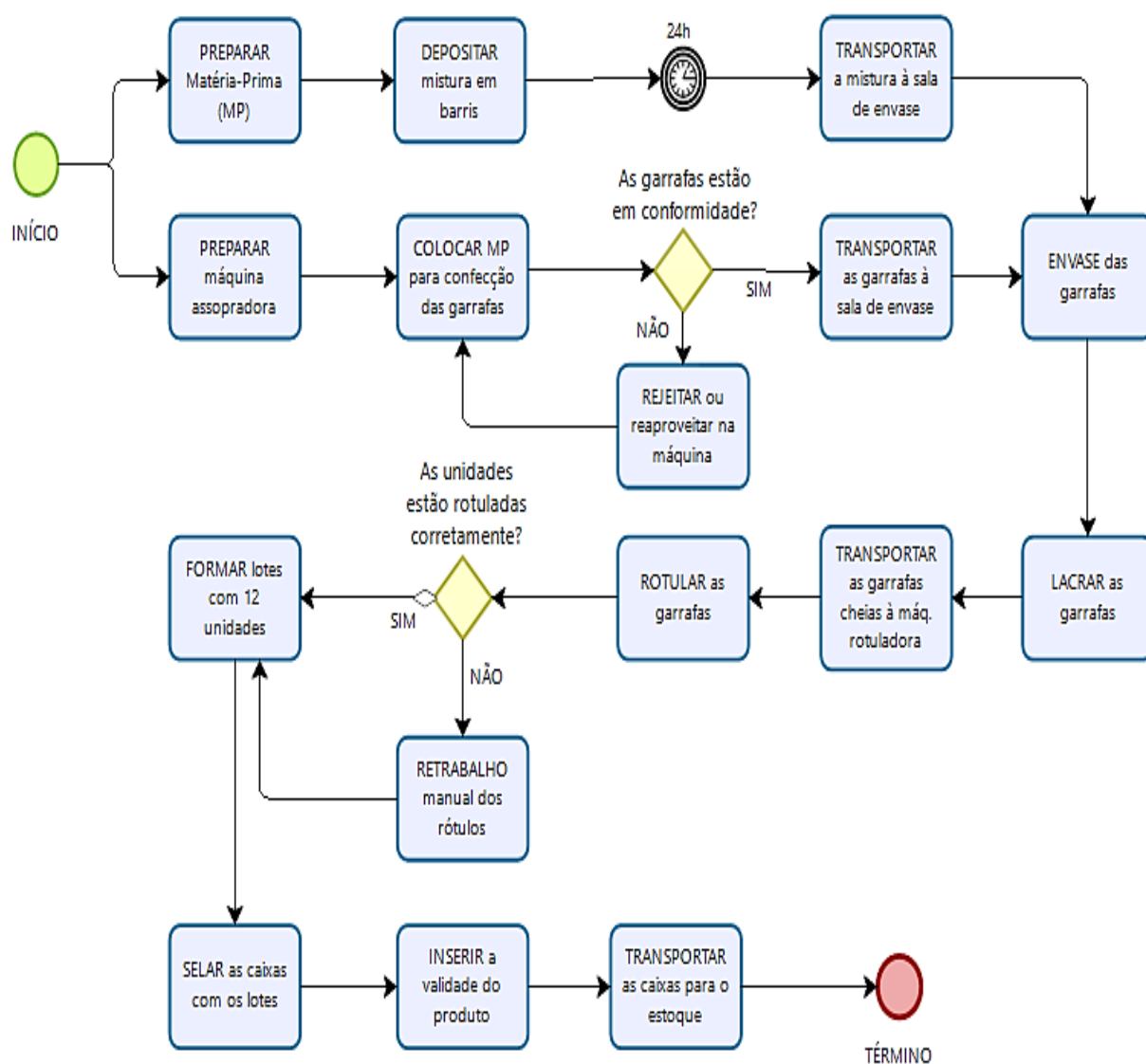
n = Número de duplicatas

Fonte: ISO 8258 – *Shewhart Control Charts*

APÊNDICE A

Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão. Paranaguá, PR, v.6, n.2, p. 343-01, 343-26, 2021.
DOI: 10.21575/25254782rmetg2021vol6n21506

Mapeamento do processo produtivo de tempero caseiro sem pimenta



Enviado em: 06 jan. 2021

Aceito em: 02 ago. 2021

Editores responsáveis: Bianca Neves Machado / Mateus das Neves Gomes