

Aplicação do controle estatístico de processo e do ciclo PDCA na avaliação da estabilidade e capacidade do processo em uma indústria de bolachas
Process control and the PDCA cycle in evaluating process stability and capability in a biscuit manufacturing industry
Aplicación del control estadístico de procesos y el ciclo PDCA en la evaluación de la estabilidad y capacidad del proceso en una industria de fabricación de galletas

Recebido: 09/02/2026 | Revisado: 15/04/2026 | Aceito: 21/04/2026 | Publicado: 21/04/2026

DOI: 10.21680/2675-8512.2026v9n1ID42942

Maria Fernanda Alves da Silva | Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil | E-mail: fa7207653@gmail.com | <https://orcid.org/0009-0008-8629-6047>

Jéssica Maria Damião de Arruda Câmara | Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil | E-mail: jessicacamara.eq@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0001-6066-7606>

Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar a estabilidade do processo produtivo de uma fábrica de bolachas de pequeno porte, por meio da aplicação do Controle Estatístico de Processo (CEP), além de investigar as causas especiais e propor melhorias ao processo, através do ciclo PDCA. Para isso, foi utilizada a metodologia do estudo de caso de natureza aplicada, com abordagem mista, no qual foi analisado o peso final do pacote com o auxílio das cartas de controle \bar{X} -R. A avaliação inicial indicou a presença de causas não-aleatórias, investigadas com o apoio do Diagrama de Ishikawa e foi estabelecido um plano de ação, com o uso da ferramenta 5W1H. Após a implementação de medidas corretivas de baixo custo, como a instalação de uma balança no setor de empacotamento e treinamentos operacionais, observou-se melhoria na estabilidade do processo. Entretanto, a análise de capacidade evidenciou que o processo permaneceu estatisticamente incapaz ($C_p = 0,54$ e $C_{pk} = -0,20$), em razão do descentramento da média acima do limite superior de especificação. Os resultados demonstram a eficácia do CEP e do PDCA na redução da variabilidade e no apoio à tomada de decisão em pequenas indústrias alimentícias.

Palavras-chave: Qualidade. Controle Estatístico de Processo. Ciclo PDCA. Análise de capacidade.

Abstract

This study aimed to evaluate the stability of the production process of a small biscuit factory through the application of Statistical Process Control (SPC), as well as to investigate special causes and propose process improvements through the PDCA cycle. To this end, an applied case study methodology with a mixed-methods approach was used, in which the final package weight was analyzed using \bar{X} -R control charts. The initial evaluation indicated the presence of non-random causes, investigated with the support of the Ishikawa Diagram, and an action plan was established using the 5W1H tool. After implementing low-cost corrective measures, such as the installation of a scale in the packaging sector and operational training, an improvement

in process stability was observed. However, the capability analysis showed that the process remained statistically incapable ($C_p = 0.54$ and $C_{pk} = -0.20$), due to the deviation of the mean above the upper specification limit. The results demonstrate the effectiveness of SPC and PDCA in reducing variability and supporting decision-making in small food industries.

Keywords: Quality. Statistical Process Control. PDCA Cycle. Capability Analysis.

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la estabilidad del proceso de producción de una pequeña fábrica de galletas mediante la aplicación del Control Estadístico de Procesos (CEP), así como investigar causas especiales y proponer mejoras del proceso mediante el ciclo PDCA. Para ello, se empleó una metodología de estudio de caso aplicado con un enfoque de métodos mixtos, en el que se analizó el peso final del paquete mediante gráficos de control \bar{X} -R. La evaluación inicial indicó la presencia de causas no aleatorias, investigadas con el apoyo del Diagrama de Ishikawa, y se estableció un plan de acción utilizando la herramienta 5W1H. Tras implementar medidas correctivas de bajo coste, como la instalación de una báscula en el sector de envasado y la formación operativa, se observó una mejora en la estabilidad del proceso. Sin embargo, el análisis de capacidad mostró que el proceso seguía siendo estadísticamente ineficaz ($C_p = 0,54$ y $C_{pk} = -0,20$), debido a la desviación de la media por encima del límite superior de especificación. Los resultados demuestran la eficacia del CEP y el PDCA para reducir la variabilidad y facilitar la toma de decisiones en pequeñas industrias alimentarias.

Palabras clave: Calidad. Control Estadístico de Procesos. Ciclo PDCA. Análisis de capacidad.

INTRODUÇÃO

Diante de um ambiente mercadológico caracterizado por elevada competitividade e presença de consumidores cada vez mais exigentes, as organizações têm sido impulsionadas a adotar práticas sistemáticas de gestão da qualidade com o propósito de assegurar maior estabilidade em seus processos e, como consequência, melhorar os índices de satisfação dos clientes. Diante desse contexto, a qualidade deixou de ser compreendida apenas como um diferencial operacional e passou a ocupar uma posição estratégica nas decisões organizacionais, exigindo investimentos contínuos em controle, padronização e aperfeiçoamento dos processos produtivos. Entre as abordagens amplamente discutidas na literatura para atender a essas demandas, destaca-se o Controle Estatístico de Processo (CEP), reconhecido por seu potencial na redução da variabilidade e no aprimoramento do desempenho dos processos (Valença; Oliveira, 2023).

O Controle Estatístico de Processo é compreendido como um conjunto de métodos estatísticos aplicados ao acompanhamento do comportamento dos processos ao longo do tempo, permitindo avaliar sua estabilidade e previsibilidade. A principal finalidade dessa metodologia é distinguir variações inerentes ao próprio processo daquelas decorrentes de causas específicas. Isso permite a identificação precoce de desvios na produção e a adoção de ações corretivas

antes que produtos fora de especificação sejam fabricados. Estudos recentes apontam o CEP como componente primordial de apoio aos programas de gestão da qualidade, uma vez que favorece o aumento da confiabilidade dos processos produtivos e sua melhoria contínua. Além disso, revisões bibliográficas evidenciam que o CEP ocupa papel central no desenvolvimento de métodos estatísticos voltados ao controle da qualidade e à redução da variabilidade dos processos, sendo amplamente aplicado em diferentes contextos produtivos ao longo das últimas décadas (Valença; Oliveira, 2023; Malta et al., 2017).

No setor alimentício, a adoção de práticas de controle da qualidade assume relevância ainda maior, uma vez que os resultados alcançados impactam na segurança dos alimentos e na aceitação dos produtos pelo consumidor. Além disso, por envolver a fabricação de bens destinados ao consumo humano, esse setor é regido por legislações e normas sanitárias rigorosas, o que exige a estabilização, controle e capacidade dos processos produtivos, a fim de atender aos requisitos legais vigentes (Brasil, 2022).

Especificamente nas indústrias de bolachas e massas alimentícias, as exigências relacionadas à qualidade tornam-se ainda mais complexas, pois envolvem simultaneamente atributos físico-químicos, sensoriais e critérios de conformidade regulatória. Segundo Leite et al. (2025), produtos como biscoitos do tipo wafer, por exemplo, estão sujeitos a variações indesejáveis em parâmetros como peso líquido, textura, uniformidade e características visuais ao longo das diferentes etapas do processo produtivo. Essas variações podem resultar não apenas em produtos fora de especificação, mas também em perdas de matéria-prima, retrabalho e impactos negativos na percepção do consumidor. Evidências empíricas indicam que, mesmo em processos aparentemente estáveis, oscilações em parâmetros críticos de qualidade podem comprometer a conformidade com limites normativos e expectativas do mercado, ressaltando a importância do monitoramento contínuo e da análise sistemática das causas de variabilidade.

Nesse cenário, é recorrente a presença de processos que apresentam níveis elevados de variabilidade, não necessariamente associados a falhas estruturais da organização, mas à influência conjunta de fatores operacionais, humanos e tecnológicos. Tal realidade demonstra a necessidade da adoção de ferramentas e metodologias associadas ao controle da qualidade e que sejam capazes de promover maior previsibilidade, estabilidade e melhoria dos processos. Assim, o Controle Estatístico de Processo destaca-se como uma ferramenta capaz de acompanhar as variáveis críticas, permitindo verificar se o processo se encontra sob controle estatístico e fornecendo informações consistentes para a tomada de decisão e a investigação das

causas de variação (Soriano; Oprime; Lizarelli, 2020; Hendges; Suhre; Butarelli, 2023; Santana et al., 2019).

Perante o contexto apresentado, observa-se que pequenas indústrias do setor alimentício podem enfrentar desafios relacionados à variabilidade de seus processos produtivos, o que torna crítico a necessidade da aplicação de métodos sistemáticos de análise e controle. Nesse sentido, etapas prévias de investigação e diagnóstico tornam-se fundamentais para identificar possíveis falhas operacionais e subsidiar a definição de ações corretivas de menor custo, especialmente em ambientes produtivos de pequeno porte. Desta forma, ferramentas qualidade, aplicadas dentro de uma metodologia sistemática, contribuem para a identificação estruturada das causas da variabilidade, enquanto a aplicação do Controle Estatístico de Processo possibilita o monitoramento contínuo do desempenho do processo. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a estabilidade do processo produtivo, a partir do peso final do pacote, de uma pequena fábrica de bolachas, por meio da aplicação de ferramentas estatísticas do CEP. Em adição, com base na metodologia do ciclo PDCA, essa pesquisa teve como propósito identificar as causas de possíveis variabilidades, além de indicar ações corretivas voltadas à estabilização do processo e à melhoria do desempenho sob as perspectivas estatística e qualitativa.

REFERENCIAL TEÓRICO

Gestão da Qualidade

A Gestão da Qualidade consolidou-se como um dos principais pilares da competitividade organizacional, superando a visão tradicional restrita à inspeção final de produtos e assumindo um papel estratégico orientado à melhoria contínua dos processos. Carneiro (2020) define a gestão da qualidade como um conjunto de ações sistemáticas adotadas para obter características em produtos ou serviços capazes de satisfazer as necessidades e expectativas dos clientes, promovendo, simultaneamente, a melhoria das condições de trabalho.

Historicamente, a qualidade evoluiu de uma atividade eminentemente operacional para uma filosofia de gestão integrada aos objetivos organizacionais. Oliveira e Duarte (2020) destacam que essa evolução possibilitou que as ferramentas da qualidade se tornassem fundamentais para a identificação de desvios e para o suporte à tomada de decisões gerenciais baseadas em dados. A literatura enfatiza que a qualidade não deve ser tratada como uma ação pontual, mas como uma estratégia essencial para a sustentabilidade e a sobrevivência das organizações em ambientes altamente competitivos (Carneiro, 2020; Pompermayer Junior;

Lima; Stoco, 2020). Nesse contexto, a operacionalização da gestão da qualidade ocorre, em grande medida, por meio da aplicação de ferramentas da qualidade, as quais viabilizam a análise sistemática dos processos e o apoio à tomada de decisão baseada em dados.

As ferramentas da qualidade, juntamente com as metodologias de aplicação, têm como principal finalidade transformar dados brutos em informações relevantes para o diagnóstico, a análise e a solução de problemas organizacionais. Entre as mais utilizadas destacam-se o fluxograma, a folha de verificação, o diagrama de Pareto, o diagrama de causa e efeito (Ishikawa), o histograma e o ciclo PDCA (Oliveira; Duarte, 2020).

Nascimento e Oliveira (2020), ao analisarem o setor de panificação, evidenciam que a aplicação dessas ferramentas possibilita a priorização de falhas críticas nos processos produtivos. O uso da folha de verificação, por exemplo, permitiu identificar que o tempo inadequado de operação da masseira constituía o principal fator gerador de produtos defeituosos. Complementarmente, o Diagrama de Pareto auxiliou na aplicação do princípio 80/20, direcionando esforços para os problemas de maior impacto, enquanto o Diagrama de Ishikawa facilitou a identificação da causa-raiz relacionada a fatores como métodos, mão de obra, máquinas e ambiente.

Gestão da Qualidade em micro e pequenas empresas da indústria alimentícia

No Brasil, as micro e pequenas empresas (MPEs) representam a maior parcela das organizações industriais. Dados indicam que aproximadamente 71,7% das empresas industriais brasileiras são microempresas e 22,6% são pequenas empresas, totalizando cerca de 94% do setor industrial, com destaque para segmentos como a fabricação de produtos alimentícios, panificação e similares (Portal da indústria, 2019). No âmbito específico da indústria alimentícia, estudos setoriais apontam que a grande maioria das empresas é composta por organizações de pequeno porte, o que evidencia a relevância de se discutir a Gestão da Qualidade, considerando simultaneamente as limitações estruturais das MPEs e as exigências próprias do setor de alimentos (Oliveira et al., 2025).

A implementação da Gestão da Qualidade em micro e pequenas empresas (MPEs) apresenta desafios específicos, tais como a limitação de recursos financeiros, humanos e tecnológicos, além da elevada centralização do processo decisório. Agusti e Deschamps (2013) ressaltam que, nesse contexto, os sistemas de gestão não devem se restringir à busca por certificações formais, mas priorizar a geração de valor por meio de práticas enxutas, simples e eficazes.

Sistemas simplificados, baseados na padronização de processos e na aplicação do ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act), permitem que pequenas organizações mantenham sua competitividade sem comprometer ou sobrecarregar a estrutura administrativa (Agusti; Deschamps, 2013). Essa eficácia é corroborada pelo estudo de Nascimento e Oliveira (2020), no qual intervenções de baixo custo, como a instalação de ventiladores e a realização de treinamentos operacionais, resultaram em melhorias significativas na produtividade de uma panificadora.

Além dos desafios inerentes ao porte organizacional, as empresas da indústria alimentícia enfrentam exigências adicionais relacionadas à segurança dos alimentos e à conformidade com a legislação sanitária vigente. Pompermayer Junior, Lima e Stoco (2020) destacam que a busca pela melhoria contínua nesse setor é fundamental para a redução de desperdícios, o atendimento aos requisitos regulatórios e o alcance de indicadores estratégicos de desempenho. Nesse cenário, a Gestão da Qualidade assume papel estratégico ao integrar o controle dos processos produtivos com o planejamento da produção, especialmente em ambientes que lidam com produtos perecíveis e maior risco de perdas.

Fiorese e Silva (2020), em estudo conduzido em uma indústria de laticínios, demonstram que a transição de um sistema de produção do tipo empurrada para um modelo “puxado”, aliada à aplicação de ferramentas da Gestão da Qualidade Total (TQM), resultou na redução significativa de rupturas de estoque e devoluções de notas fiscais. Esses resultados evidenciam que, no setor alimentício, a integração entre o planejamento da produção e o controle da qualidade é essencial para minimizar perdas e evitar o descarte de produtos perecíveis.

Fundamentos e objetivos do Controle Estatístico de Processos

O Controle Estatístico de Processo (CEP) consiste em um conjunto de ferramentas estatísticas voltadas à melhoria contínua e à manutenção da estabilidade dos padrões de qualidade, sendo amplamente empregado como suporte aos programas de gestão organizacional (Soriano; Oprime; Lizarelli, 2020). O objetivo central dessa metodologia é assegurar a qualidade por meio da identificação, monitoramento e controle da variabilidade inerente aos processos produtivos (Gomes; Figueiredo, 2004).

A aplicação do CEP possibilita a distinção entre dois tipos de variação: as causas comuns, inerentes ao próprio sistema e estatisticamente previsíveis, e as causas especiais, decorrentes de fatores externos ao processo, tais como falhas de equipamentos, ajustes

inadequados de máquinas ou erros operacionais associados à atuação humana e a atividades repetitivas. O uso de cartas de controle é fundamental para a identificação dessas ocorrências ao longo da produção, fornecendo subsídios para a prevenção de falhas, a redução de custos operacionais e a melhoria do desempenho do processo por meio de soluções, muitas vezes, de baixo custo (Soriano; Oprime; Lizarelli, 2020).

Entretanto, embora as cartas de controle sejam amplamente difundidas como uma das principais ferramentas do Controle Estatístico de Processo, o CEP não se restringe à sua aplicação isolada. Essa forma de gerenciamento da qualidade compreende um conjunto mais amplo de métodos estatísticos voltados à análise da variabilidade, à avaliação da capacidade do processo e ao suporte à tomada de decisão, atuando de forma preventiva e sistemática na melhoria contínua da qualidade. Dessa forma, a abordagem do CEP envolve não apenas o monitoramento do processo ao longo do tempo, mas também a interpretação dos dados e a proposição de ações que contribuam para a estabilidade e o desempenho dos sistemas produtivos (Rosa, 2015).

Além dos aspectos técnicos, a literatura destaca que a eficácia do CEP está diretamente associada a fatores gerenciais e operacionais relacionados à sua implantação. Soriano, Oprime e Lizarelli (2020) identificaram um conjunto de fatores críticos de sucesso, classificados nos níveis estratégico, tático e operacional, entre os quais se destacam o comprometimento da alta administração, o treinamento contínuo das equipes e a definição clara de metas de qualidade. Portanto, percebe-se que a ausência de uma estrutura institucional adequada tende a comprometer os resultados da implantação do CEP, podendo levar à sua aplicação limitada ou até ao fracasso, independentemente da precisão técnica das ferramentas estatísticas utilizadas.

Gráficos de controle e aplicação na indústria de alimentos

A operacionalização do Controle Estatístico de Processo ocorre, principalmente, por meio da utilização de gráficos de controle, os quais permitem monitorar o comportamento do processo ao longo do tempo e identificar variações significativas. Para variáveis contínuas, destacam-se os gráficos das médias (\bar{X}) e da amplitude (R), amplamente empregados no acompanhamento da estabilidade do processo. Além desses, existem outros tipos de gráficos de controle: os gráficos \bar{X} -S, indicados quando o tamanho da amostra é maior; e os gráficos por atributos, como p, np, c e u, utilizados para caracterizar e monitorar atributos discretos, como número de defeitos ou proporção de itens não conformes. Todos esses gráficos empregam limites estatísticos de controle para distinguir variações comuns de causas especiais, fornecendo

subsídios ao diagnóstico e à melhoria dos processos produtivos (Rosa, 2015). Leite et al. (2025), ao analisarem a fabricação de biscoitos wafer, demonstram que essas ferramentas permitem acompanhar o peso líquido e atributos de qualidade, assegurando que o processo opere dentro dos limites estatísticos de controle, definidos pelos limites superior de controle (LSC) e limite inferior de controle (LIC).

Em contextos produtivos semelhantes, como na indústria de classificação de bandejas de ovos, Azevedo (2017) ressalta a importância da utilização de tabelas normatizadas, como as estabelecidas pela ASTM (*American Society for Testing and Materials*), para o cálculo preciso desses limites. Já no setor de alimentos empanados, Hendges, Suhre e Butarelli (2023) aplicaram o CEP para avaliar a agregação de farinha ao produto, evidenciando que o monitoramento contínuo do processo possibilita ajustes pontuais, reduzindo o desperdício de matéria-prima e garantindo a conformidade com as especificações dos clientes. Assim, a aplicação do CEP em diferentes sistemas produtivos demonstra sua eficácia na promoção da qualidade e da melhoria contínua.

Índices de Capacidade do Processo (Cp e Cpk)

Após a estabilização e manutenção do processo sob controle estatístico, deve-se realizar a análise de capacidade do processo, que é um procedimento estatístico utilizado para verificar se um processo é capaz de atender às tolerâncias especificadas pelo cliente (Oliveira et al., 2011). O índice Cp avalia a capacidade potencial do processo, considerando apenas a variabilidade, enquanto o índice Cpk incorpora o efeito do centramento da média em relação aos limites de especificação.

Diversos estudos de caso evidenciam a relevância desses índices em distintos setores. No setor de alimentos, Hendges, Suhre e Butarelli (2023) identificaram um valor de Cp igual a 1,55, indicando um processo potencialmente capaz, porém com necessidade de ajustes no seu centramento, refletidos no valor do Cpk. No agronegócio, Costa et al. (2023) aplicaram o CEP aliado ao Diagrama de Ishikawa na produção de limão, utilizando a análise de capacidade para assegurar a padronização exigida pelo mercado consumidor.

METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza mista, uma vez que integra abordagens quantitativas e qualitativas. Segundo Santana, Narciso e Fernandes (2025),

é uma das abordagens mais utilizadas, já que combina a análise estatística de dados do processo produtivo com a interpretação das condições operacionais observadas *in loco*. Além disso, essas duas abordagens permitem não apenas mensurar o comportamento do processo por meio de dados numéricos, mas também compreender os fatores organizacionais e operacionais que influenciam a variabilidade observada.

Quanto à sua natureza, o estudo enquadra-se como uma pesquisa aplicada, pois tem como finalidade a proposição de soluções práticas voltadas à redução da variabilidade do peso das embalagens em uma pequena indústria alimentícia. Assim, ela busca transformar conceitos teóricos em melhorias concretas nos processos organizacionais. Em relação aos objetivos, o estudo possui caráter descritivo, visto que se propõe a analisar e descrever o comportamento do processo produtivo, identificando padrões, variações e pontos críticos sem a manipulação inicial das variáveis.

O método adotado foi o estudo de caso, conduzido em uma pequena fábrica de bolachas, o que possibilitou uma análise aprofundada do processo produtivo em seu contexto real. O estudo foi estruturado segundo a lógica do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*). Conforme explicam Fonseca e Miyake (2006), o PDCA é um método de gestão que promove a melhoria do desempenho por meio de um ciclo iterativo de aprendizado e correção, utilizado como método sistemático de solução de problemas e melhoria contínua, com apoio das ferramentas estatísticas do CEP.

O procedimento metodológico foi desenvolvido em etapas sequenciais e integradas, inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica sistemática sobre Gestão da Qualidade, Controle Estatístico de Processo, ciclo PDCA e aplicação dessas ferramentas na indústria alimentícia. Essa etapa teve como objetivo fundamentar teoricamente as escolhas metodológicas e compreender o estado da arte relacionado à redução da variabilidade em processos produtivos, conforme destacam Oliveira e Duarte (2020).

Na sequência, foram realizadas observações diretas no ambiente produtivo da empresa, com o intuito de compreender a dinâmica real das operações. Considerando que a organização não possuía mapeamento formal de processos, elaborou-se um fluxograma do processo produtivo, permitindo identificar as etapas críticas e os pontos de decisão. Essa ferramenta é fundamental para a visualização do fluxo de atividades e para a identificação de gargalos e fontes potenciais de erro (Furtado et al., 2022).

A partir disso, definiu-se como variável crítica da qualidade o peso das embalagens de bolachas, devido ao seu impacto direto na conformidade regulatória e nos custos da empresa.

A coleta de dados foi realizada a partir de produtos finais armazenados em estoque, organizados em subgrupos racionais de tamanho $n = 5$, totalizando 30 amostras. Os dados coletados foram utilizados para a construção das cartas de controle \bar{X} -R, caracterizando a primeira fase do CEP, com o objetivo de avaliar a estabilidade inicial do processo e identificar a presença de causas especiais de variação.

Com base nos resultados das cartas de controle iniciais, que indicaram instabilidade do processo, iniciou-se a fase de planejamento (*Plan*) do ciclo PDCA. Para a identificação das causas da variabilidade, aplicou-se a técnica do *Brainstorm*, cujo resultado subsidiou a construção do Diagrama de Ishikawa, estruturado segundo os 6M (Material, Mão-de-Obra, Meio Ambiente, Método, Máquina, Medição). Conforme relatam Costa e Mendes (2018) e Santos et al. (2020), esta é a ferramenta ideal para atingir a causa raiz de problemas de produtividade, organizando o raciocínio em categorias. A partir desse diagnóstico, elaborou-se um plano de ação utilizando a ferramenta 5W1H, que tem como finalidade organizar as ações e definir responsabilidades, prazos e métodos, evitando ambiguidades na execução (Silva et al, 2025).

Na fase de execução (*Do*), foram implementadas as ações consideradas tecnicamente viáveis e compatíveis com a realidade financeira da empresa. As ações foram conduzidas de forma controlada, mantendo-se as condições necessárias para posterior avaliação dos resultados. Na etapa de verificação (*Check*), após um período de três meses da implementação das melhorias, realizou-se uma nova coleta de dados, seguindo o mesmo padrão metodológico da etapa inicial. As cartas de controle \bar{X} -R foram reconstruídas para avaliar a estabilidade do processo após as intervenções, possibilitando a comparação entre a situação inicial e a condição pós-melhoria. Posteriormente, foi realizada a análise da capacidade do processo, pelos índices C_p e C_{pk} . Esse processo é primordial para determinar a adequação do processo aos limites de especificação.

Por fim, na fase de ação (*Act*), procedeu-se à padronização das melhorias que apresentaram resultados positivos, com o objetivo de garantir a manutenção dos ganhos obtidos. As ações não implementadas em função de restrições orçamentárias foram registradas como oportunidades para ciclos futuros de melhoria, assegurando a continuidade da aplicação do PDCA e do monitoramento estatístico do processo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este segmento apresenta os resultados obtidos a partir da análise do processo produtivo da fábrica de bolachas, bem como a discussão dos achados à luz das ferramentas da engenharia da qualidade. Inicialmente, são apresentados os dados referentes à condição inicial do processo, obtidos por meio da coleta de dados para aplicação do Controle Estatístico de Processo (CEP). Em seguida, são descritos os procedimentos adotados para investigação das causas da variabilidade, incluindo a aplicação do ciclo PDCA. Em seguida, são discutidas as ações de melhoria implementadas, a nova coleta de dados para reaplicação do CEP e o cálculo dos índices de capacidade do processo (C_p e C_{pk}), permitindo a avaliação do desempenho após as intervenções realizadas.

Caracterização da empresa e do processo produtivo

O estudo foi realizado em uma fábrica de bolachas de pequeno porte, localizada no município de Currais Novos, Rio Grande do Norte, que atua no mercado regional atendendo grandes supermercados e pequenos comerciantes. Trata-se de uma empresa de caráter familiar, adquirida há aproximadamente oito anos, que atualmente emprega quatro colaboradores, sendo dois alocados na produção e dois nas atividades comerciais. A produção ocorre predominantemente no turno da manhã e, de modo geral, é direcionada à fabricação de um único tipo de produto por dia, o que contribui para a simplificação do planejamento operacional. Para fins de análise neste estudo, foi selecionada a bolacha amanteigada, por se tratar do principal produto da empresa e representar seu carro-chefe no mercado.

A capacidade produtiva média da organização é de aproximadamente 50 fardos diários, sendo cada fardo composto por 20 pacotes de bolachas. Apesar de a empresa dispor de um parque fabril com 11 máquinas, observa-se que quatro delas encontram-se inativas em decorrência de falhas técnicas ou ausência de manutenção adequada, situação que impacta diretamente a eficiência do processo produtivo e limita a capacidade operacional.

Mesmo diante dessas restrições estruturais, a empresa apresenta potencial de crescimento, especialmente por atuar em um mercado regional já consolidado. Esse cenário torna o ambiente de estudo relevante para a aplicação de ferramentas da qualidade, uma vez que pequenas indústrias frequentemente enfrentam limitações de recursos financeiros, tecnológicos e humanos, necessitando de soluções simples e de baixo custo para promover a melhoria contínua de seus processos. Nesse sentido, a aplicação da gestão da qualidade em

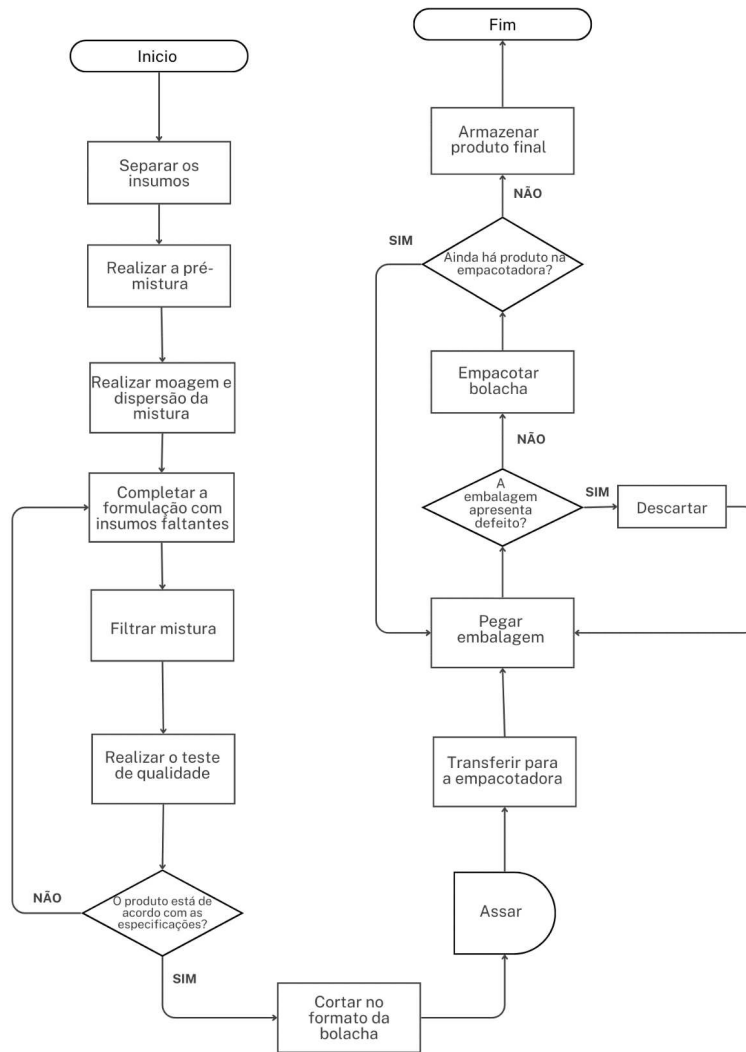
pequenas empresas constitui um fator determinante para o crescimento e a permanência em mercados competitivos, pois possibilita o alinhamento entre a busca pela excelência operacional, a satisfação dos clientes e a melhoria contínua dos processos. Entretanto, é primordial a adoção de ferramentas adaptadas à realidade dessas organizações, como o ciclo PDCA e o uso de controles visuais, que contribuem para a redução de retrabalhos e para o aumento da produtividade (Oliveira et al., 2025).

Fluxograma do processo produtivo

A Figura 1 apresenta o fluxograma do processo produtivo da empresa. Este inicia na etapa de separação e preparação dos insumos, na qual o operador coleta a matéria-prima e a insere no misturador. Em seguida, a massa passa pelas etapas de moagem e completagem da formulação, sendo posteriormente submetida ao processo de filtragem. Após essas etapas, é realizada a análise de qualidade, com o objetivo de verificar a conformidade do produto em relação às especificações estabelecidas.

Quando a mistura atinge os parâmetros estabelecidos, o produto segue para as etapas de corte, assamento, embalagem e, por fim, armazenamento do produto acabado. O fluxograma evidencia a sequência lógica das operações e os pontos de decisão existentes ao longo do processo. Essa etapa constitui-se como elemento fundamental na gestão organizacional, pois permite identificar as atividades, os fluxos de materiais e informações, servindo como base para a compreensão do funcionamento do sistema produtivo e para a implementação de melhorias contínuas (Bueno; Maculan; Aganette, 2019).

Figura 1: fluxograma de fabricação da bolacha amanteigada.



Fonte: elaborado pelas autoras (2026).

APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS

Coleta dos dados do processo

De acordo com Mariano et al. (2012), a implementação do Controle Estatístico de Processo (CEP) requer, inicialmente, a avaliação da estabilidade do processo, etapa conhecida como Fase I ou fase de cálculo. Nessa fase, a utilização de amostras preliminares possibilita a identificação e a eliminação de causas especiais de variação antes do estabelecimento dos limites definitivos de controle. Para variáveis contínuas, como o peso, o uso de subgrupos racionais permite o monitoramento simultâneo da centralidade e da dispersão do processo por meio dos gráficos de média (\bar{X}) e amplitude (R).

Seguindo essa abordagem, a característica da qualidade selecionada para análise foi o peso do pacote de bolachas. Os dados foram coletados a partir de produtos finais armazenados no estoque, provenientes de diferentes produções. A coleta foi estruturada em subgrupos de tamanho $n = 5$, totalizando 30 amostras, conforme recomendado na literatura para a aplicação de cartas de controle \bar{X} -R.

Avaliação da normalidade dos dados

Realizou-se a avaliação da normalidade dos dados por meio do software Minitab, com o objetivo de verificar a aderência da variável analisada à distribuição normal, pressuposto estatístico fundamental para a aplicação das ferramentas estatísticas do CEP. Para esse procedimento, os dados foram organizados de forma não sequencial e distribuídos em colunas, visando minimizar possíveis efeitos de dependência temporal entre observações consecutivas.

Em processos produtivos, medições realizadas em sequência podem apresentar autocorrelação, o que compromete o pressuposto de independência exigido pelos testes estatísticos. Segundo Jacobs e Zanini (2013), a validade das análises relacionadas ao CEP requer que as observações sejam independentes e sigam uma distribuição de probabilidade adequada, sendo a normal a mais comumente adotada.

O teste de normalidade foi conduzido utilizando o método de Ryan-Joiner (RJ), que avalia a normalidade a partir da correlação entre os dados amostrais e seus respectivos escores normais, sendo considerado estatisticamente semelhante ao teste de Shapiro-Wilk (Minitab, 2026). O procedimento foi aplicado nas duas coletas de dados, tanto na primeira como na segunda. Os 150 dados de cada amostra foram divididos em seis conjuntos, cada um contendo 25 observações, resultando em valores de p iguais ou aproximados a 0,100 para todos os testes. Esses resultados indicam que não há evidências estatísticas suficientes para rejeitar a hipótese de normalidade, demonstrando a adequação dos dados para a aplicação das ferramentas estatísticas do CEP.

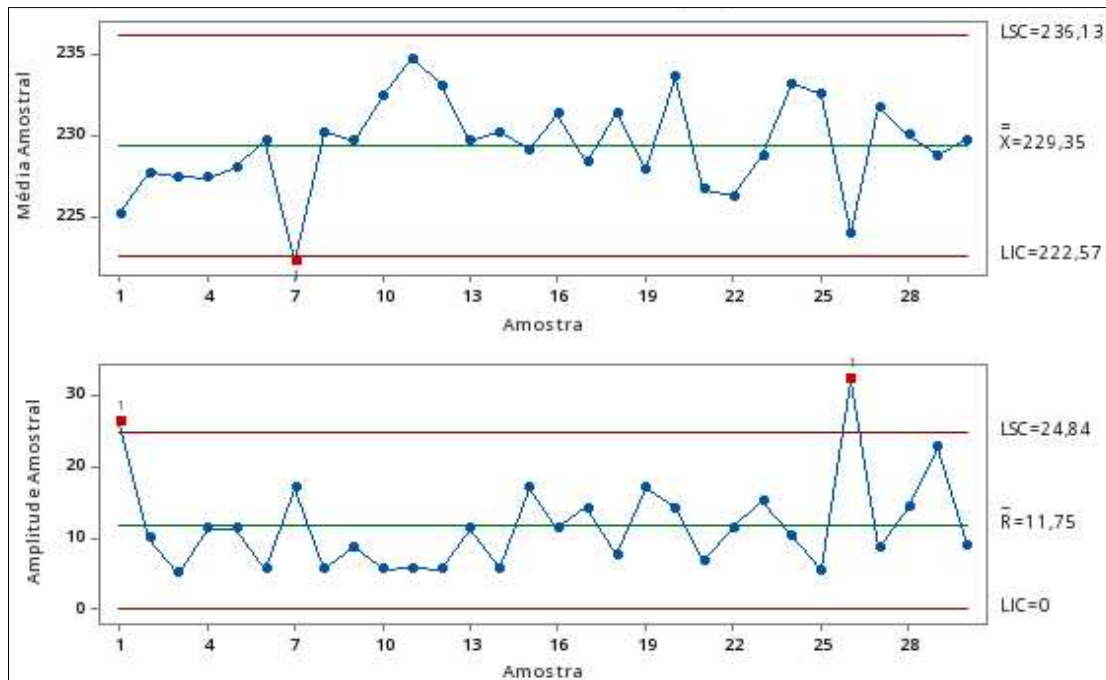
A divisão dos dados em seis subgrupos foi necessária, pois, para a análise conjunta dos dados, o índice de Ryan-Join apresentava valor próximo a 1, indicando a proximidade da normalidade. Entretanto, o valor de p não confirmava a normalidade. Isso indicava que a grande quantidade de dados permitia que o teste sofresse distorções com pequenos desvios da normalidade, provavelmente provocados pela presença de causas especiais.

Análise das cartas de controle iniciais

A utilização conjunta dos gráficos de média (\bar{X}) e amplitude (R) constitui a abordagem mais empregada para o monitoramento de variáveis contínuas. Enquanto o gráfico da média tem como finalidade avaliar a estabilidade do nível médio do processo, o gráfico da amplitude acompanha a variabilidade interna, permitindo a definição da faixa de variabilidade aceitável do processo (Rosa, 2015).

A primeira etapa da análise consistiu na construção das cartas de controle \bar{X} -R, elaboradas com base em 30 amostras, cada uma composta por 5 unidades, totalizando 150 observações. Para o cálculo dos limites de controle, foram utilizados os coeficientes padronizados do controle estatístico de processo, correspondentes ao tamanho de amostra $n = 5$ ($D_3 = 0$ e $D_4 = 2,114$). Dessa forma, obtiveram-se, para o gráfico da amplitude (R), os seguintes limites: LSC = 24,84; LC = 11,75 e LIC = 0. Para o gráfico da média (\bar{X}), os limites calculados foram: LSC = 236,13; LC = 229,35 e LIC = 222,57.

A análise do gráfico de controle da média (\bar{X}), mostrada na Figura 2, evidenciou a presença de um ponto abaixo do limite inferior de controle (LIC), o ponto 7, indicando a ocorrência de uma variação não aleatória. Adicionalmente, a análise do gráfico de controle da amplitude (R) revelou que as amostras 1 e 26 ultrapassaram o limite superior de controle (LSC), caracterizando a presença de causas especiais de variação. Esse comportamento demonstra que, no período analisado, o processo não se encontrava sob controle estatístico, tornando necessária a realização de uma investigação mais detalhada para a identificação das causas responsáveis por essas ocorrências.

Figura 2: Gráfico \bar{X} -R referente a primeira coleta de dados

Fonte: elaborado pelas autoras (2026).

Além dos pontos fora dos limites de controle, observou-se uma oscilação significativa entre as demais amostras, o que sugere instabilidade no processo de embalagem. Dessa forma, conclui-se que o processo analisado não apresenta um comportamento estatisticamente estável. Essa variabilidade reforça a necessidade de uma análise criteriosa das condições operacionais, dos métodos de trabalho e dos fatores humanos e tecnológicos envolvidos, uma vez que processos instáveis comprometem a confiabilidade dos resultados e dificultam a obtenção de produtos em conformidade com as especificações estabelecidas.

Aplicação do ciclo PDCA para melhoria do processo

A busca pela excelência operacional e pela redução da variabilidade nos processos produtivos demanda a adoção de métodos estruturados que possibilitem a transição de uma gestão predominantemente reativa para uma abordagem preventiva e estratégica. Nesse contexto, o ciclo PDCA, também conhecido como Ciclo de Deming ou de Shewhart, consolida-se como a base metodológica para a implementação das melhorias propostas neste estudo.

O PDCA caracteriza-se como uma metodologia voltada à melhoria contínua, fundamentada em um sistema cíclico no qual a qualidade organizacional é progressivamente elevada a cada novo giro do ciclo. Conforme destacam Lopes e Alves (2020), essa abordagem permite que os processos sejam continuamente avaliados, ajustados e padronizados, promovendo ganhos sustentáveis de desempenho ao longo do tempo.

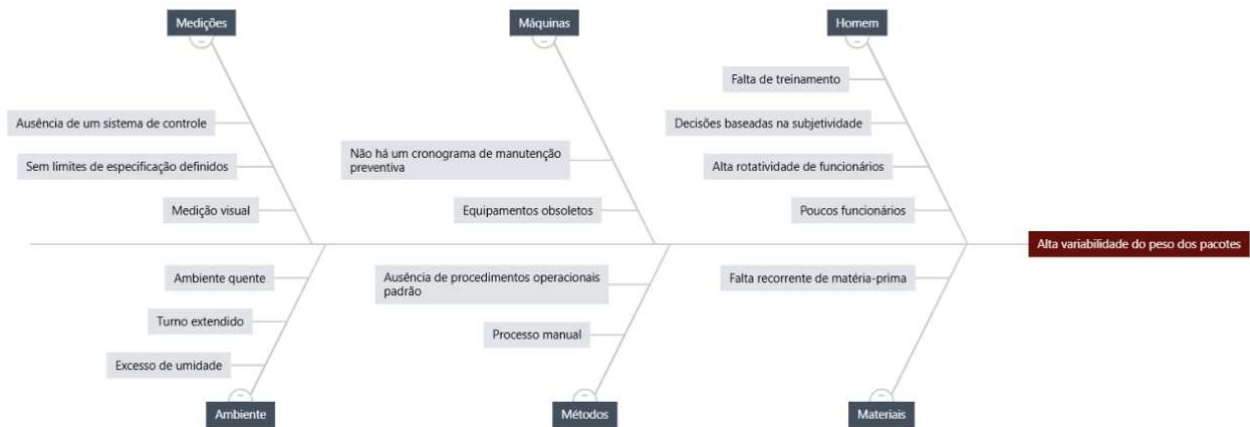
A lógica do PDCA baseia-se na integração de quatro fases interdependentes que conduzem o gestor desde a identificação do problema até a consolidação das soluções adotadas. O ciclo inicia-se pela fase de Planejamento (Plan), no qual são estabelecidos objetivos e metas, a partir de uma análise aprofundada das oportunidades de melhoria com foco na identificação das causas fundamentais dos desvios observados. Após o delineamento das ações corretivas, segue-se a fase de Execução (Do). Nessa etapa, o plano elaborado é implementado de forma controlada, garantindo que as hipóteses formuladas no planejamento sejam testadas em condições reais de operação. Em adição, novos dados devem ser coletados sistematicamente para posterior análise. A terceira fase, denominada Verificação (Check), representa o ponto de maior integração com o Controle Estatístico de Processo. Nessa etapa, o CEP atua como principal mecanismo de validação das melhorias, utilizando cartas de controle para monitorar a estabilidade e a centralização do processo após as alterações implementadas. Essa verificação é essencial para comparar os resultados obtidos com as previsões iniciais, permitindo distinguir variações inerentes ao processo daquelas decorrentes de causas especiais. Por fim, a fase de Ação (Act) encerra o ciclo por meio da padronização das soluções que se mostraram eficazes ou, caso os resultados não sejam satisfatórios, pela proposição de novas ações corretivas que reiniciam o ciclo de melhoria. O objetivo final desse movimento cíclico não se limita à resolução pontual de problemas, mas busca reduzir a probabilidade de reincidência de falhas, promovendo o aprendizado organizacional e a sustentabilidade competitiva da empresa no mercado (Francisco Júnior; Pinheiro; Hoppe, 2024; Moro, 2021; Massarani; Breier; Caten, 2012).

Etapa Plan: identificação das causas e planejamento das ações

No contexto do planejamento estratégico do ciclo PDCA, a identificação precisa das causas dos desvios observados constitui uma etapa fundamental para o sucesso das ações corretivas. Neste estudo, essa etapa foi conduzida por meio da aplicação do Brainstorm, que possibilita a geração de um grande volume de ideias para o problema. Os resultados obtidos por meio dessa técnica serviram de base para a construção do Diagrama de Causa e Efeito, também conhecido como Diagrama de Ishikawa, como mostrado na Figura 3. Conforme ressaltam Massarani, Breier e Caten (2012), a utilização do brainstorming em conjunto com o Diagrama de Ishikawa favorece a organização do raciocínio da equipe envolvida, permitindo identificar de forma visual, sistemática e integrada os fatores que contribuem para a variabilidade do processo.

No caso desta pesquisa, a aplicação combinada dessas ferramentas evidenciou que a elevada variabilidade no peso das embalagens não se tratava de um evento isolado, mas do resultado da interação entre múltiplos fatores associados às categorias analisadas. Tal diagnóstico reforçou a necessidade de intervenções estruturadas e serviu como base técnica essencial para a definição das metas e das ações que compõem o plano de melhoria a ser implementado nas etapas subsequentes do ciclo PDCA.

Figura 3: Diagrama de Ishikawa



Fonte: elaborado pelas autoras (2026).

Após a identificação das causas fundamentais por meio do Diagrama de Ishikawa, a etapa final do planejamento (*Plan*) consistiu na elaboração de um plano de ação estruturado com base na ferramenta 5W1H. Conforme definido por Costa (2025), o 5W1H configura-se como um checklist administrativo utilizado para assegurar que todas as dimensões de uma ação sejam claramente compreendidas, contemplando os questionamentos: o que será feito (*What*), por que será realizado (*Why*), onde ocorrerá (*Where*), quem será o responsável (*Who*), quando será executado (*When*) e como será implementado (*How*).

A aplicação dessa ferramenta mostrou-se essencial para conferir clareza e objetividade ao processo de implementação das melhorias propostas, reduzindo ambiguidades e contribuindo para uma execução mais consistente das ações planejadas. No presente estudo, o plano de ação foi direcionado à mitigação das variações identificadas na etapa de envase, consideradas críticas para a estabilidade do processo.

Segundo Massarani, Breier e Caten (2012), a utilização de um plano de ação detalhado permite que a organização avance do campo analítico para o operacional, estabelecendo metas claras, prazos definidos e responsabilidades bem distribuídas. Nesse contexto, as ações apresentadas no Quadro 1 visam não apenas a correção imediata dos desvios relacionados ao peso das embalagens, mas também a padronização dos procedimentos operacionais, criando

bases sólidas para a melhoria contínua do processo. Dessa forma, o plano de ação elaborado por meio do 5W1H atua como elemento orientador para a fase subsequente de execução (*Do*) do ciclo PDCA.

Quadro 1: Plano de Ação 5W1H

What (O que?)	Why (Por quê?)	Where (Onde?)	When (Quando?)	Who (Quem?)	How (Como?)
Padronizar a dosagem e implantar balança no empacotamento	Eliminar variação causada pela dosagem manual sem padrão	Setor de empacotamento	Curto prazo	Supervisão da produção	Definição de peso padrão e conferência por balança
Adequar o posto de trabalho ergonomicamente	Reduzir fadiga e erros operacionais	Área de empacotamento	Médio prazo	Gestão da produção	Ajustes ergonômicos e reorganização das tarefas
Melhorar o método de alimentação da empacotadora	Reduzir variação e riscos no abastecimento	Área produtiva	Médio prazo	Supervisão operacional	Alteração do layout e redução do transporte manual
Padronizar a execução da operação entre operadores	Minimizar diferenças de ritmo, técnica e atenção	Setor de produção	Curto prazo	Supervisor de produção	Elaboração de POP e orientação prática

Fonte: elaborado pelas autoras (2026).

Etapa Do: implementação das melhorias

Com o planejamento devidamente estruturado, avançou-se para a fase de Execução (*Do*), etapa em que as ações preventivas e corretivas previamente definidas são colocadas em prática conforme as diretrizes estabelecidas no cronograma. Segundo Lopes e Alves (2020), essa fase caracteriza-se pela execução do que foi planejado, incluindo a implementação das melhorias propostas, a coleta de novos dados para verificação posterior e, de forma essencial, o treinamento dos colaboradores envolvidos, a fim de assegurar a aderência aos novos métodos operacionais.

Sob essa perspectiva, foi realizada uma reunião com os proprietários da fábrica para a apresentação dos diagnósticos obtidos na etapa de identificação das causas raiz, bem como para

a discussão da viabilidade técnica e econômica das intervenções propostas. A partir desse alinhamento estratégico, foram implementadas as ações consideradas compatíveis com a realidade financeira atual da organização, destacando-se a instalação de uma balança na área de empacotamento e a realização de treinamentos básicos voltados à padronização do processo, conduzidos pelo próprio proprietário da empresa.

Ressalta-se que a priorização dessas ações se fundamentou em critérios de acessibilidade financeira e impacto direto sobre a principal fonte de variabilidade identificada. Intervenções relacionadas à ergonomia do posto de trabalho e à modernização dos sistemas de transporte interno foram reconhecidas como relevantes, porém registradas para um cenário de investimentos futuros. Conforme sugerido por Lopes e Alves (2020), a execução controlada dessas melhorias permitiu que o processo atingisse um nível inicial de estabilização, viabilizando a realização de uma nova coleta de dados para a aplicação das análises estatísticas subsequentes, incluindo a avaliação da estabilidade e da normalidade do processo

Etapa Check: reavaliação do processo

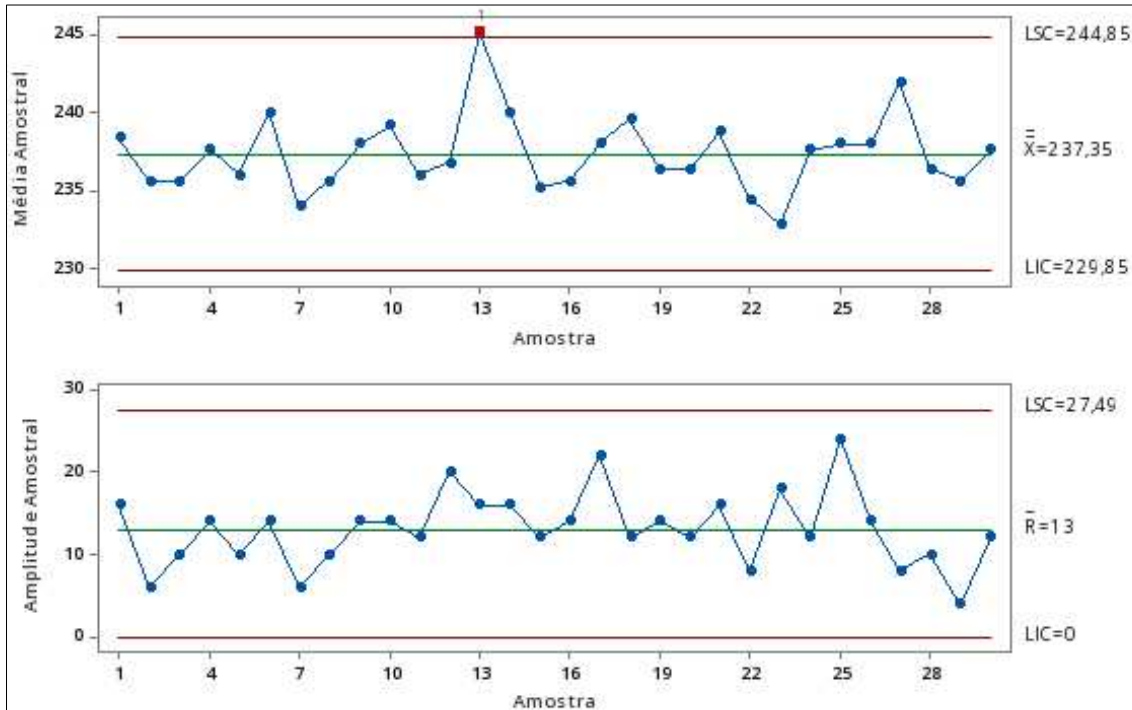
A fase de Verificação (*Check*) consiste na confrontação sistemática entre os resultados obtidos após a implementação das melhorias e o planejamento inicial, com o objetivo de validar a eficácia das ações adotadas. De acordo com Santos, Otaviano e Schmidt (2020), o Controle Estatístico de Processo atua como uma ferramenta preventiva, permitindo avaliar se o processo produtivo se mantém estável e capaz de atender aos requisitos de qualidade estabelecidos.

Com esse propósito, foi realizada uma nova coleta de dados após um período de três meses da implementação das melhorias, mantendo-se o padrão metodológico da coleta inicial, com 30 amostras compostas por 5 unidades cada, totalizando 150 observações. Para o monitoramento da estabilidade, as cartas de controle de média (\bar{X}) e amplitude (R) foram reconstruídas utilizando-se os coeficientes estatísticos padronizados para tamanho de subgrupo $n = 5$ ($D3 = 0$ e $D4 = 2,114$), sendo assim no gráfico da média foram obtidos $LSC = 244,85$, $LC = 237,35$ e $LIC = 229,85$.

A análise inicial do gráfico da média, como mostrado na Figura 4, indicou a presença de um ponto fora do limite superior de controle, localizado na amostra 13, sinalizando a ocorrência pontual de uma causa especial de variação. Nesse primeiro momento o gráfico da amplitude (R) não mostrou nenhum ponto fora dos limites de controle do gráfico. Conforme os preceitos do CEP, procedeu-se à investigação desse comportamento atípico e à exclusão do ponto fora de controle, possibilitando uma reavaliação mais fiel da estabilidade do processo e

o recálculo dos limites de controle com base apenas nas observações representativas do comportamento normal do sistema.

Figura 4: Gráfico \bar{X} -R referente a segunda coleta de dados

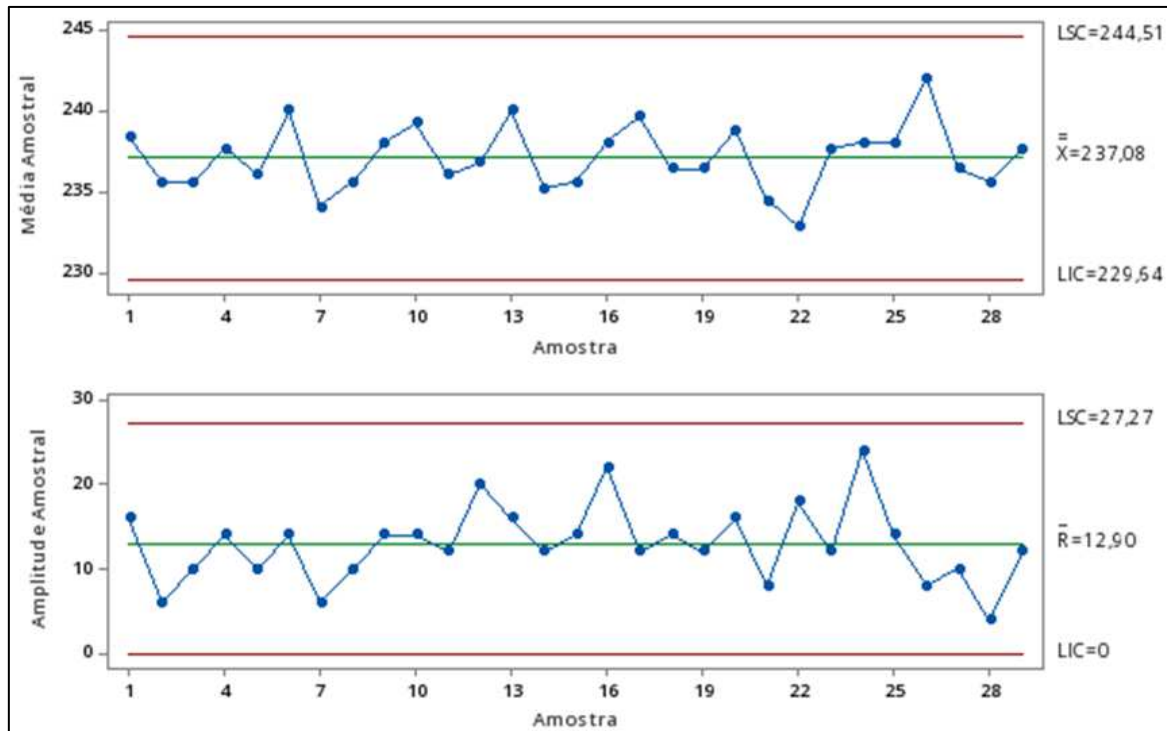


Fonte: elaborado pelas autoras (2026).

Após a exclusão do ponto fora de controle, observou-se uma redução significativa da dispersão dos valores em torno da linha central no gráfico da média, indicando maior centralização do processo. Esse comportamento sugere que as ações implementadas exerceram efeito positivo sobre a estabilidade do peso médio dos pacotes, reduzindo oscilações excessivas anteriormente observadas.

A análise do gráfico de controle da amplitude (R) reforça essa constatação. Nesse momento foram obtidos para o gráfico LSC= 27,27; LC= 12,90 e LIC= 0. Observou-se que todas as amostras permanecem dentro dos limites de controle, com amplitudes relativamente baixas e distribuídas de forma homogênea ao longo do tempo. Tal comportamento evidencia uma redução consistente da variabilidade interna dos subgrupos, já que no gráfico da média (\bar{X}), também, não ocorreu nenhum ponto fora dos limites, indicando maior uniformidade entre as unidades produzidas, após a implementação das melhorias. Ainda que se percebam pequenas oscilações pontuais, estas permanecem dentro da faixa de variabilidade aceitável, não caracterizando a presença de causas especiais. Esse comportamento pode ser observado na Figura 5.

Figura 5: Gráfico \bar{X} -R referente a segunda coleta de dados



Fonte: elaborado pelas autoras (2026).

Apesar da melhoria significativa observada nos indicadores de estabilidade, a permanência pontual de desvios reforça que as ações implementadas foram realizadas de forma parcial, estando condicionadas às limitações estruturais e financeiras da empresa. Esse cenário indica que, embora o processo tenha apresentado avanço em termos de controle estatístico, ainda há oportunidades de aprimoramento. Ainda assim, os resultados obtidos nesta etapa demonstram que o processo evoluiu para um patamar mais estável quando comparado à situação inicial, criando condições favoráveis para a aplicação das análises de normalidade e capacidade do processo nas etapas subsequentes.

Etapa Act: padronização e melhoria contínua

A etapa Agir (Act) encerra o ciclo PDCA e tem como objetivo consolidar as melhorias implementadas, impedindo que o processo retorne ao patamar anterior de variabilidade. De acordo com Santos, Otaviano e Schmidt (2020), a padronização é o elemento que assegura a sustentabilidade dos ganhos obtidos, ao transformar práticas bem-sucedidas em procedimentos operacionais formais. Dessa forma, a melhoria deixa de ser pontual e passa a integrar a rotina organizacional como um novo padrão de desempenho.

No presente estudo, os resultados positivos decorrentes da introdução da balança de precisão e da capacitação dos operadores permitem a formalização dessas ações como práticas padronizadas no processo produtivo. A pesagem sistemática no setor de empacotamento deixa de ser uma recomendação informal e passa a constituir um requisito obrigatório do método de trabalho, contribuindo para a consolidação da redução do erro médio de peso identificada nas etapas anteriores do ciclo PDCA.

Entretanto, conforme ressaltam Massarani, Breier e Caten (2012), o encerramento de um ciclo PDCA deve ser compreendido como o ponto de partida para um novo ciclo, uma vez que a melhoria contínua pressupõe evolução permanente. Embora a variável peso tenha apresentado estabilidade estatística, ainda existem oportunidades de aprimoramento, especialmente relacionadas aos processos manuais, à ergonomia do posto de trabalho e à automatização do transporte de carga. Essas ações não foram implementadas neste momento em razão de escolha do proprietário e restrições orçamentárias, mas permanecem como prioridades para ciclos futuros.

Nesse contexto, a manutenção do monitoramento por meio das cartas de controle na segunda fase torna-se fundamental, permitindo a rápida detecção de novas causas especiais. Paralelamente, o planejamento de ações futuras deve concentrar-se na eliminação de gargalos estruturais ainda existentes na linha de produção, assegurando a continuidade do processo de melhoria.

Análise dos limites de especificação e da capacidade do processo (Cp e Cpk)

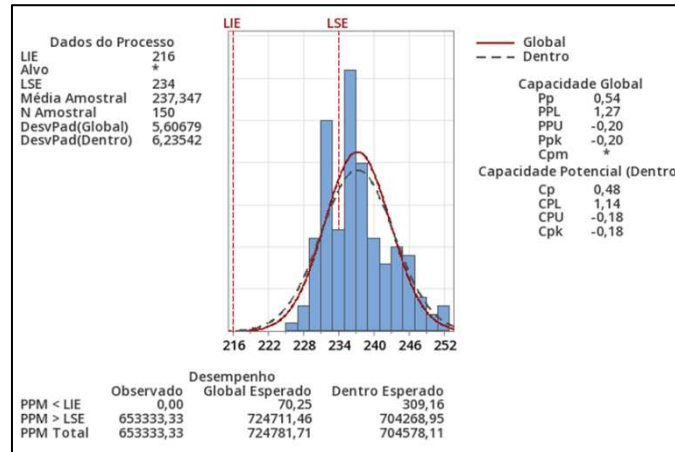
De acordo com o regulamento técnico metrológico apresentado por Jaime (1997), para produtos com conteúdo nominal entre 200 g e 300 g, a tolerância individual admissível é de ± 9 g. Assim, para o produto analisado, com peso nominal de 225 g, foram estabelecidos os limites de especificação inferior (LIE = 216 g) e superior (LSE = 234 g).

A análise da capacidade do processo, realizada com base em uma amostra de 150 unidades, obtida na segunda coleta de dados, indicou uma média amostral de 237,347 g, valor superior ao limite máximo de especificação. Esse resultado evidencia que o processo opera de forma descentrada, com tendência sistemática ao superenchimento das embalagens, o que compromete o atendimento às especificações estabelecidas.

Os índices de capacidade obtidos ($C_p = 0,54$ e $C_{pk} = -0,20$), como mostrado na Figura 6, confirmam a incapacidade estatística do processo. Conforme explicam Alves, Bonini e Maiellaro (2022), o índice C_p avalia a capacidade potencial do processo considerando apenas

a variabilidade, enquanto o Cpk incorpora o efeito do descentramento da média. Nesse caso, o valor negativo do Cpk indica que a média do processo se encontra além dos limites de especificação, caracterizando uma situação crítica de não conformidade. Os autores destacam que processos com índices inferiores a 1,33 são considerados inadequados para padrões rigorosos de qualidade, exigindo ações corretivas imediatas.

Figura 6: Análise de capacidade do processo



Fonte: elaborado pelas autoras (2026).

Complementarmente, Belleza (2011) enfatiza que a correta interpretação dos índices de capacidade pressupõe estabilidade estatística e aderência à distribuição normal. Quando o processo apresenta um comportamento sistematicamente deslocado, como observado neste estudo em função da adição manual de bolachas após a pesagem semiautomática, o indicador de PPM (partes por milhão) evidencia de forma clara a magnitude da ineficiência. Os resultados apontaram aproximadamente 65.333 unidades fora de especificação por milhão, concentradas acima do limite superior.

Essa condição reforça a constatação de que, embora a empresa disponha de balança de precisão e operadores treinados, a decisão operacional de realizar acréscimos manuais após a pesagem compromete a eficácia do controle. Conforme destaca Belleza (2011), a análise da capacidade do processo revela o custo da não qualidade. Neste cenário, o superenchimento contínuo resulta em perdas financeiras recorrentes por excesso de produto, demonstrando que o processo não falha apenas do ponto de vista estatístico, mas também econômico.

CONCLUSÃO

A aplicação do Controle Estatístico de Processo, associada ao ciclo PDCA, mostrou-se uma abordagem eficaz para a identificação, análise e redução da variabilidade no processo de empacotamento de uma fábrica de bolachas de pequeno porte. Os resultados evidenciaram que, na condição inicial, o processo apresentava instabilidade estatística, com a ocorrência de causas especiais de variação associadas principalmente à dosagem manual, à ausência de padronização operacional e a limitações ergonômicas e estruturais. A implementação de ações corretivas simples e compatíveis com a realidade financeira da empresa, como a instalação de uma balança de precisão e a capacitação dos operadores, contribuiu para a melhoria significativa da estabilidade do processo, conforme demonstrado pelas cartas de controle após as intervenções.

Contudo, a análise dos índices de capacidade revelou que o processo permaneceu incapaz de atender às especificações estabelecidas, em função do descentramento da média acima do limite superior, indicando perdas econômicas decorrentes do superenchimento das embalagens. Dessa forma, conclui-se que, embora o processo tenha evoluído para um patamar mais estável, a plena melhoria da qualidade depende da eliminação de práticas operacionais que comprometem o centramento, bem como da continuidade do monitoramento estatístico e da realização de novos ciclos de melhoria, reforçando a importância do CEP como ferramenta estratégica para a gestão da qualidade em pequenas indústrias alimentícias.

REFERÊNCIAS

AGUSTI, Alisson Luiz; DESCHAMPS, Fernando. Sistema de gestão da qualidade nas micro e pequenas empresas. *Visão*, v. 2, n. 1, p. 86-99, jan./jun. 2013. DOI: <https://doi.org/10.33362/visao.v2i1.89>

ALVES, G. B.; BONINI, L. M. M.; MAIELLARO, J. R. Análise da capacidade do processo de extrusão. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, São Paulo, v. 8, n. 6, p. 1098-1113, jun. 2022.

AZEVEDO, Bárbara Dacal de. **Controle estatístico de processos**: estudo de caso em uma indústria de produção de bandejas de ovos. 2017. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, 2017.

BELLEZA, M. R. **Procedimentos inferenciais sobre índices de capacidade do processo**. 2011. 76 f. Monografia (Bacharelado em Estatística) – Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resoluções e normas sobre boas práticas de fabricação de alimentos**. Brasília: ANVISA, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/alimentos>. Acesso em: 13 jan. 2026.

BUENO, Renato Varella; MACULAN, Benildes Coura M. S.; AGANETTE, Elisângela Cristina. Mapeamento de processos e gestão por processos: revisão sistemática de literatura. **Revista Múltiplos Olhares em Ciência da Informação**, v. 9, n. 2, 2019.

CARNEIRO, Eduardo Mazini. A importância da gestão da qualidade e de suas ferramentas na atuação da engenharia de produção: uma revisão bibliográfica. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (CONBREPRO), 10., 2020, Online. **Anais...** Ponta Grossa: APREPRO, 2020.

COSTA, Carlos Eduardo Silva da; SANTO, Eduardo Duca do Espírito; ROCHA, Luciana Aparecida; ORTIN, Sileno Marcos Araujo. Aplicação das ferramentas de qualidade - controle estatísticos de processos e diagrama de Ishikawa na determinação da qualidade de um processo produtivo de limão. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 5, p. 1794–1819, 2023. DOI: <https://doi.org/10.51891/reaase.v9i5.9916>

COSTA, Laís de Assis. **Mapeamento e melhoria de processos**: estudo de caso em empresa de serviços educacionais. 2025. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2025.

COSTA, T. B. S.; MENDES, M. A. Análise da causa raiz: Utilização do diagrama de Ishikawa e Método dos 5 Porquês para identificação das causas da baixa produtividade em uma cacauicultura. *In*: SIMPROD, 10., 2018, São Cristóvão. **Anais...** São Cristóvão: 2018.

FIORESE, Lucimara; SILVA, Diego. Impactos do processo de reestruturação em uma empresa de laticínios com a utilização de ferramentas de gestão da qualidade total. **Revista Gestão e Organizações**, v. 5, n. 2, p. 71-90, jan./jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.18265/2526-2289v5n1p69-88>

FONSECA, A. V. M.; MIYAKE, D. I. Uma análise sobre o Ciclo PDCA como um método para solução de problemas da qualidade. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 26., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABEPRO, 2006.

FRANCISCO JÚNIOR, W. S.; PINHEIRO, D. S.; HOPPE, J. H. B. Implementação do ciclo PDCA no processo de sinterização do ferro. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 7, e2613746217, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v13i7.46217>

FURTADO, Maria Eduarda Rocha; CAMPOS, Aline Aparecida de Oliveira; ALMEIDA, Carlos Podalirio Borges de; CAVALCANTI, Aline Coutinho. Fluxograma de processos como ferramenta tecnológica para a implantação do programa farmácia viva. *Revista científica saúde e tecnologia*, v. 2, n.1, e2184, 2022. DOI: <https://doi.org/10.53612/recisatec.v2i1.84>

GOMES, M. Ivette; FIGUEIREDO, Fernanda. The total median in Statistical Quality Control. **Applied Stochastic Models in Business and Industry**, v.20, n. 4, p. 339-353, 2004.

HENDGES, Julia C.; SUHRE, Tainara K.; BUTARELLI, Fernanda P. Controle estatístico de processos: uma avaliação na agregação de farinha em um processo de empanamento. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 11, n. 19, p. 1-15, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5380/relainep.v10i18.87882>

JACOBS, William; ZANINI, Roselaine Ruviaro. A utilização do controle estatístico de qualidade como ferramenta de suporte à gestão dos desperdícios de alimentos em uma unidade de alimentação e nutrição. **Revista Espacios**, v. 34, n. 11, p. 6, 2013.

JAIME, Sandra B. M. Novo regulamento técnico metrológico para a capacidade volumétrica. **Informativo CETEA**, Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 9, n. 5, p. 1-4, set./out. 1997.

LEITE, G. A.; SILVA, G. H. D. S.; SILVA, E. R. da; SALES FILHO, R. L. M.; SILVA, S. P. da. Aplicação do controle estatístico de processo para análise de peso líquido e atributos de qualidade na fabricação de biscoitos wafer. **Revista Principia**, v. 62, 2025. DOI: <https://doi.org/10.18265/2447-9187a2024id8549>

LOPES, B. C.; ALVES, J. P. Ciclo PDCA aplicado na indústria do pescado. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1370-1379, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34188/bjaerv3n3-054>

MALTA, Marina Silva *et al.* Uma revisão bibliográfica sobre controle estatístico de processos utilizando o enfoque metaanalítico. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP)*, 37., 2017, Joinville, SC. **Anais [...]** Joinville: ABEPRO, 2017.

MARIANO, Fabiana Duarte *et al.* CEP como ferramenta de verificação e melhoria da qualidade em uma organização do ramo alimentício. *In: ENCONTRO NACIONAL DE*

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 32., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: ABEPRO, 2012.

MASSARANI, F.; BREIER, G. P.; CATEN, C. S. Análise e melhoria de processo através do uso do CEP no ciclo PDCA em empresa do segmento Metal Mecânico. **Negócios e Talentos**, n. 9, 2012.

MINITAB, LLC. **Teste de normalidade**: comparação dos testes de normalidade Anderson-Darling, Kolmogorov-Smirnov e Ryan-Joiner. State College, PA: Minitab, 2026. Disponível em: <https://support.minitab.com/>... Acesso em: 25 jan. 2026.

MORO, R. W. Aplicação ciclo PDCA para redução de defeitos. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (CONBREPRO), 11., 2021. **Anais...** Ponta Grossa: APREPRO, 2021.

NASCIMENTO, Iasmin Constantino Barbosa do; OLIVEIRA, Luciana Bazante de. Implantação de ferramentas da qualidade na melhoria do processo produtivo em uma panificadora. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 5, n. 4, p. 88-95, 2020.

OLIVEIRA, Fênix Araújo de; DUARTE, Suelma Rodrigues. Ferramentas básicas aplicadas à qualidade: uma revisão bibliográfica. **Revista de Administração da UEG**, Anápolis, v. 11, n. 2, p. 91-110, maio/ago. 2020.

OLIVEIRA, Josenildo Brito de *et al.* Análise da capacidade de um processo: um estudo de caso baseado nos indicadores Cp e Cpk. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 31., 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2011.

OLIVEIRA, S. C. de; FERNANDES, I. do P.; NAVARRO, H. M.; AZZOLINO, G. H. da S. A importância da gestão da qualidade nas pequenas empresas – uma revisão da literatura (2021-2025). **Revista Contemporânea**, v. 5, n. 9, p. e9114, 2025. DOI: <https://doi.org/10.56083/RCV5N9-073>

POMPERMAYER JUNIOR, Marcelo; LIMA, André de; STOCO, Wanderson Henrique. Busca de melhoria contínua em processo produtivo: aplicações das ferramentas de gestão da qualidade. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 10621-10634, mar. 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-078>

PORTAL DA INDÚSTRIA. **Micro e pequenas empresas na indústria brasileira.**

Confederação Nacional da Indústria, 2019. Disponível em:

<https://www.portaldaindustria.com.br/...> Acesso em: 21 jan 2026.

ROSA, Leandro Cantorski da. **Introdução ao controle estatístico de processos.** 2 ed. Santa Maria: Editora da UFSM, 2015.

SANTANA, A. C. A.; NARCISO, R.; FERNANDES, A. B. Explorando as metodologias científicas: tipos de pesquisa, abordagens e aplicações práticas. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 1, e130, 2025. DOI: <https://doi.org/10.54033/cadpedv22n1-130>

SANTANA, Nathaly Silva de; BRITO, Arthur Arcelino de; PALHARES, Rafael de Azevedo; LIMA, Alessandro Jackson Teixeira de; OLIVEIRA, Mariana Simião Brasil de. Controle estatístico da qualidade: uma aplicação em uma indústria têxtil. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 7, n. 12, p. 47–56, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5380/relainep.v7i12.70312>

SANTOS, Cláudio Roberto de Medeiros; BRITO, Max Leandro de Araújo; GUARDIA, Mabel Simone de Araújo Bezerra; FONSECA, Gessica Fabiely; ARAÚJO, Maria Valéria Pereira de. O Diagrama de Ishikawa no processo de arquivamento na gestão pública. **Revista de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gestão**, v. 3, n. 1, p. e31, 2020.

SANTOS, J. A. A.; OTAVIANO, G. M.; SCHMIDT, C. A. P. Monitoramento do processo de produção de linguiça toscana: um estudo de caso usando controle estatístico de processo. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 12, n. 2, p. 132-144, 2020.

SILVA, B. V. B. *et al.* Melhoria Contínua na Produção de Tomates: Diagnóstico e Resolução de Problemas com o Uso do Diagrama de Ishikawa e Método 5W1H. *In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (SIMEP)*, 13., 2025, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SIMEP, 2025.

SORIANO, F. R.; OPRIME, P. C.; LIZARELLI, F. L. Os fatores que devem ser considerados para uma efetiva implantação do controle estatístico de processo (CEP): uma revisão de literatura. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 15, n. 1, p. 71–91, 2020.

VALENÇA, Antonio Karlos Araújo; OLIVEIRA, Rodrigo César Reis de. Análise bibliométrica do Controle Estatístico de Processo (CEP) aplicado ao processo de fabricação. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v. 23, n. 4, e-5096, 2023. DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v23i4.5096>