



ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

APLICAÇÃO DO MÉTODO PDCA EM UMA INDÚSTRIA PROCESSADORA DE FRUTAS

APPLICATION OF QUALITY TOOLS IN A FRUIT PROCESSING INDUSTRY

APLICACIÓN DEL MÉTODO PDCA EN UNA INDUSTRIA DE PROCESAMIENTO DE FRUTAS

Alessandra Ruivo¹, Tiago Pacheco Wermuth², & Itiara Gonçalves Veiga^{2*}

^{1,2} [Engenharia Agroindustrial Agroquímica, Universidade Federal do Rio Grande](#), ³ [Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos](#)

^{1*} itiveiga@gmail.com ² alessandraruivo97@hotmail.com ³ tiago.p.w@hotmail.com

ARTIGO INFO.

Recebido: 18.03.2022

Aprovado: 27.08.2022

Disponibilizado: 16.09.2022

PALAVRAS-CHAVE: Ciclo PDCA; Maçã; Gráficos de Controle.

KEYWORDS: PDCA Cycle. Apple. Control chart.

PALABRAS CLAVE: ciclo PDCA; Lecho; Gráficos de control.

*Autor Correspondente: Veiga, I. G.

RESUMO

Contexto: indústrias alimentícias possuem grande importância no cenário econômico brasileiro. A qualidade durante o processamento de produtos está relacionada com a menor geração de defeitos e desperdícios. **Objetivo:** aplicar a metodologia PDCA, em consonância com as ferramentas da qualidade em uma indústria processadora de frutas, com objetivo de melhorar a qualidade do processamento. **Métodos:** o estudo de caso buscou avaliar o processo produtivo através da coleta de dados de rendimento no despulpamento de lote de maçã Fuji e Pink Lady e analisar variabilidade com uso de ferramentas da qualidade, como gráficos de controle de média e amplitude. Além disso, realizou-se análise de custos com base nos resultados de rendimento observados com o uso das cartas de controle. **Resultados:** Através da aplicação do ciclo PDCA criou-se uma estrutura de tomada de decisão para avaliação em função de redução dos custos do processo. Foi possível identificar a carência de treinamento dos operadores e a ausência de instruções de trabalho, gerando oportunidade de elaboração junto a engenheira responsável. Além disso, a partir da análise de variabilidade, propor melhorias na metodologia de coleta de dados para validação e aplicação em outras frutas processadas pela indústria. **Conclusão:** O Ciclo PDCA se mostrou uma ótima metodologia para atuar de forma integrada com as demais ferramentas da qualidade, visando a melhoria dos produtos e processos e reduzindo o desperdício ao longo do processamento das frutas, obtendo-se um uma previsão de aumento do lucro anual de R\$ 45.465,57.

ABSTRACT

Context: The food industries are of great importance in the Brazilian economic scenario. The quality during product processing is related to the lowest generation of defects and waste. **Objective:** apply the PDCA methodology in line with quality tools in a fruit processing industry to improve the quality of the production process. **Method:** the case study pursued to evaluate the production process through the

collection of yield data in the pulping batch of Fuji and Pink Lady apples and to analyze variability using quality tools, such as average and amplitude control charts. In addition, a cost analysis was performed based on the yield results observed using the control charts. **Results:** Through the application of the PDCA cycle, a decision-making structure was created for evaluation in terms of reducing the process costs. It was possible to identify the lack of training of operators and the absence of work instructions, creating an opportunity for elaboration with the responsible engineer. In addition, from the analysis of variability, to propose improvements in the methodology of data collection for validation and application in other fruits processed by the industry. **Conclusion:** The PDCA Cycle proved to be a great methodology to work in an integrated way with the other quality tools, aiming at improving products and processes and reducing waste during fruit processing, obtaining a forecast of increased production. annual profit of R\$ 45,465.57.

RESUMEN

Contexto: las industrias de alimentos son de gran importancia en el escenario económico brasileño. La calidad durante el procesamiento del producto está relacionada con una menor generación de defectos y desperdicios. **Objetivo:** aplicar la metodología PDCA, en línea con las herramientas de calidad en una industria procesadora de frutas, para mejorar la calidad del procesamiento. **Métodos:** el estudio de caso buscó evaluar el proceso de producción a través de la recolección de datos de rendimiento en el lote de despulpado de manzanas Fuji y Pink Lady y analizar la variabilidad utilizando herramientas de calidad, como gráficas de control de promedio y amplitud. Además, se realizó un análisis de costos con base en los resultados de rendimiento observados con el uso de gráficas de control. **Resultados:** Mediante la aplicación del ciclo PDCA se creó una estructura de toma de decisiones para la evaluación en términos de reducción de costos del proceso. Fue posible identificar la falta de capacitación de los operadores y la ausencia de instrucciones de trabajo, creando una oportunidad de elaboración con el ingeniero responsable. Además, a partir del análisis de variabilidad, proponer mejoras en la metodología de recolección de datos para su validación y aplicación en otras frutas procesadas por la industria. **Conclusión:** El Ciclo PDCA demostró ser una gran metodología para trabajar de forma integrada con las demás herramientas de calidad, con el objetivo de mejorar los productos y procesos y reducir los desperdicios durante el procesamiento de la fruta, obteniendo una previsión de aumento de la producción anual de R\$ 45.465,57.



1 INTRODUÇÃO

A indústria brasileira de alimentos é a maior do país e a segunda maior exportadora de alimentos industrializados do mundo. Além disso, processa mais da metade do que é produzido no campo e conta com contingente de milhares de indústrias geradoras de emprego. O faturamento desse setor representou 9,6% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro em 2019 e contribuiu para um superávit de US\$ 28,8 bilhões (ABIA, 2019).

A indústria processadora de alimentos é bastante ampla, pois engloba uma variedade de matérias-primas e produtos e, conseqüentemente, envolve diferentes processos de transformação. Os consumidores demandam por produtos de qualidade e esta é constantemente influenciada pelas características dos insumos empregados, por isto, a diminuição da variabilidade é de extrema importância para a manutenção da qualidade de produtos (Marchal *et al.*, 2019). Devido à sazonalidade das frutas, existe dificuldade na padronização destas matérias primas, por isto, a variabilidade é uma das chaves para diminuir o desperdício e conseqüentemente, aumentar o rendimento das frutas.

O controle da qualidade de produtos e processos faz uso de ferramentas de qualidade clássicas e modernas. Estas são utilizadas para auxiliar na tomada de decisão e facilitar a solução de problemas, possuindo os objetivos de definir, analisar, mensurar e sugerir soluções para aumentar o desempenho em quaisquer etapas de um processo. Um melhor controle e uma visão detalhada e crítica dessas etapas podem aumentar a produtividade, reduzindo trabalhos e paradas desnecessárias (Maiczuk *et al.*, 2013).

O ciclo PDCA é um método de gestão que representa o curso a ser seguido para que as metas estipuladas possam ser atingidas. O controle de processos é exercido por meio do Ciclo PDCA de controle de processos, compreendendo quatro fases, do inglês, *plan, do, check* e *action* (Werkema, 2013).

A indústria de frutas e de seus subprodutos estimulam o desenvolvimento do agronegócio, bem como, o consumo destes alimentos de composição nutricional rica. O Brasil exportou mais de 234 mil toneladas de frutas, somando US\$ 183 milhões em exportação no primeiro trimestre de 2020, porém apresentou declínio no comparado do mesmo trimestre do ano de 2019 (ABRAFRUTAS, 2020). O plano Nacional de Desenvolvimento da Fruticultura (PNDF), de 2018, busca ainda mais, melhorar a qualidade, aumentar a produção e o consumo interno, assim como a exportação de frutas, ficando ainda mais evidente a importância do desenvolvimento deste setor.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo a aplicação do ciclo PDCA juntamente com ferramentas da qualidade em uma indústria processadora de frutas de Santo Antônio da Patrulha/RS, a fim de melhorar a qualidade do processo produtivo reduzindo desperdícios, assim como, suprir deficiências ocasionadas durante o processamento. Além disso, pretendeu-se tornar o ciclo PDCA uma metodologia institucionalizada pela empresa, para que a mesma seja utilizada em quaisquer setores no quais se identifique a necessidade de melhoria contínua.



2 Referencial Teórico

2.1 Qualidade

Para (Juran & Godfrey, 1998), qualidade significa que através dos recursos fornecidos pelos produtos, a satisfação do cliente será atendida. Porém, para fornecer recursos de melhor qualidade requer-se investimento e, portanto, envolve aumento de custos para a empresa. Ainda para o autor, qualidade significa a ausência de erros que exijam duplicações de esforços ou que resultem em falhas, insatisfação do cliente e reclamações deste. Nesse sentido, a definição de qualidade está relacionada com custos de operação, uma vez que um sistema de qualidade eficiente resulta em menos custos para a organização.

A qualidade durante o processamento está direcionada para eliminação de defeitos, indo desde a percepção dessas deficiências e suas correções, até a eliminação de suas causas através de ações preventivas. A gestão de qualidade no processo consiste, de maneira geral, em uma melhor organização do processo através da eliminação de perdas, de suas causas e da otimização do processo, de maneira a agregar valor ao produto e reduzir os custos finais de processamento (Paladini, 2012).

O aumento das expectativas dos consumidores e sua preocupação com a qualidade e segurança de alimentos devido a cadeias alimentares diversificadas e suas especificidades, impôs que os fabricantes melhorem a qualidade e segurança de seus produtos através da implementação de sistemas de gerenciamento (Panghal *et al.*, 2018).

Segurança e qualidade são fatores inerentes à cadeia de processamento de alimentos. O uso de técnicas para criar condições que garantam a qualidade do produto é uma melhor forma de administrar um processo. Por isso, o reconhecimento de que a qualidade não depende somente do processamento, mas sim, da qualidade das matérias-primas é fundamental. A manutenção da qualidade até o produto acabado, fornece a garantia de um produto seguro aos clientes, bem como, minimiza a necessidade de um extensivo controle de qualidade (Campbell-Platt, 2015).

2.2 Ferramentas da Qualidade

O processo de fabricação de um produto deve ser estável ou capaz de ser repetido e de operar com pouca variabilidade ao redor do alvo ou valor nominal. Uma das ferramentas que compõe o Controle Estatístico de Processo (CEP) são os gráficos ou cartas de controle e as Instruções de trabalho (IT's). Essas ferramentas são uma parte importante do CEP, pois abordam o aspecto técnico do assunto. Entretanto, um elemento indispensável é a atitude, devendo partir de todos os elementos da organização, possuindo um objetivo em comum: melhoria contínua na qualidade e na produtividade através da redução sistemática da variabilidade. O gráfico de controle é a ferramenta mais poderosa das ferramentas do CEP (Montgomery & Runger, 2003).

Em qualquer processo de produção, independente de bem projetado ou cuidadosamente mantido este seja, existe uma quantidade de variabilidade inerente que sempre existirá. Essa variabilidade natural, no âmbito do CEP, é chamada de causa comum. Um processo que esteja operando somente com causas comuns é dito estar sob controle estatístico. Outro tipo de variabilidade pode ocorrer ocasionalmente e geralmente está associada a três fontes: máquinas não propriamente ajustadas, erros operacionais ou matérias-primas defeituosas, tornando-se



chaves para a má qualidade do produto. Neste caso, tais causas são chamadas de causas especiais e não são ideais a nível de processo. Um processo que opera com tais causas é um processo descontrolado sob o ponto de vista estatístico (Montgomery & Runger, 2003).

Embora a presença de variações seja inevitável em um processo real, existem variações em um processo que podem ser eliminadas a fim de tornar o processo estável. Pode-se determinar o comportamento do processo através de um sistema estatístico por meio de coleta periódica de dados e comparação com os limites de controle superior (LCS) e inferior (LCI). Esses limites apontam se os valores de processo encontrados são aceitáveis e desde que os pontos permaneçam entre eles, a estabilidade do processo está garantida, caso contrário, há indicação de que a variabilidade tomou proporções e uma intervenção na gestão do processo é necessária (Vardeman & Jobe, 2006).

As Instruções de Trabalho (IT's) são também uma ferramenta importante na gestão do controle da qualidade, pois, padronizam o modo de executar uma determinada atividade. Apesar de sua definição simples, é de extrema importância que o responsável pela construção conheça detalhadamente a tarefa descrita ou receba auxílio de quem a conheça. Desta maneira, uma instrução pode ser atribuída a cada fase do processamento através de um passo a passo, possibilitando um processo claro e objetivo para os colaboradores que irão executá-las.

2.3 Ciclo PDCA

A ISO 22000 (International Organization for Standardization, 2018) afirma que o gerenciamento de processos e do sistema como um todo pode ser alcançado utilizando o ciclo PDCA, no qual permite que a organização garanta que seus processos sejam providos adequadamente de recursos e gerenciados, e que as oportunidades de melhoria sejam identificadas e adotadas, com o objetivo de impedir resultados indesejáveis, uma vez que esse pode ser aplicado em cada processo da organização ou no sistema como um todo.

De acordo com (Dudin, Smirnova, Vysotskaya, Frolova, & Vilkova, 2017), o ciclo PDCA, também chamado de ciclo de Deming, permite estruturar claramente o processo de produção em seus principais estágios. Este apresenta como vantagens a objetividade e uso de recursos indutivos para estudar os fatores que afetam a qualidade, tornando o ciclo PDCA um conceito mais racional em termos de qualidade nos processos de produção, principalmente do setor agroindustrial.

O ciclo PDCA auxilia nas melhorias de maneira sistemática, prevenindo a recorrência de erros e estabelecendo padrões. A etapa de planejamento, “*Plan*” consiste em estabelecer metas e a metodologia para alcançá-las. A fase “*Do*” é a etapa onde serão executadas as tarefas conforme foram estabelecidas na etapa anterior e coletar os dados para que sejam utilizados na etapa seguinte, sendo importante o treinamento dos envolvidos para a coleta de dados. A fase C, “*Check*” é a etapa onde se compara o resultado alcançado com a meta planejada. É nesta etapa que serão identificadas quaisquer possibilidades de aperfeiçoamento e melhorias. Na fase A, “*Action*”, ocorre a atuação corretiva, desempenhando papel no processo em função dos resultados obtidos. A fase pode ocorrer de duas formas: na adoção como padrão o plano proposto caso a meta tenha sido alcançada ou, agir sobre as causas do insucesso, caso o plano



não tenha sido efetivo. Além disso, o ciclo PDCA se repete até que o objetivo seja alcançado e não é incomum que passe por várias retificações (Werkema, 20013).

Qualidade e variabilidade são conceitos antagônicos, de modo que onde se tem muito de um, se terá pouco do outro, seja com relação a um produto ou processo. Com o uso do ciclo PDCA, a variabilidade e, desse modo, a má qualidade deve diminuir no decorrer do tempo de sua utilização, podendo ser verificado através de medidas estatísticas, como os gráficos de controle (Samohyl, 2009).

2.4 Produção de Geleia e Pasta Alemã

Segundo a Resolução nº 12 de 1978 da ANVISA “geleia de fruta é o produto obtido pela cocção, de frutas, inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, com açúcar e água e concentrado até consistência gelatinosa”. Deve apresentar consistência semissólida adequada, relativamente viscosa, com tendência para fluir ou com características de gel macio (Brasil, 1978).

A pasta alemã consiste em um recheio pronto termoestável e não perde suas características ao ser submetido a temperaturas de -15°C até 200°C. Possui 85% de frutas em pedaços e é utilizada para rechear e cobrir produtos de confeitaria em geral, como bolos, tortas, sonhos, cucas, etc. Comparando com a geleia, a pasta alemã apresenta maior adição de amido ou pectina e maior quantidade de frutas e em tamanhos maiores, também apresenta menor adição de açúcar na sua formulação e um tempo de cocção menor.

A primeira etapa do processamento consiste na seleção, lavagem e enxágue da fruta. Posteriormente a fruta segue para as etapas de descascamento e despulpamento e a qualidade da polpa depende da matéria-prima selecionada e da realização correta dessas etapas. Para que se possa avaliar o rendimento da produção e o controle da mão-de-obra, a etapa de descascamento é crítica, uma vez que as frutas devem ser pesadas antes e após o descascamento para a coleta dos dados e análise dos resultados (Matta *et al.*, 2005).

O despulpamento é o processo em que se extrai a polpa da fruta do material fibroso, sementes e restos de cascas provenientes de etapas anteriores. De acordo com a fruta, o despulpamento pode ser realizado através de trituração do material em desintegrador ou liquidificador industrial. O rendimento, em quantidade de polpa em relação a quantidade de fruta utilizada varia conforme a espécie de fruta e as condições da etapa (Matta *et al.*, 2005).

A cocção é uma das etapas mais importantes no processo de fabricação da geleia, pois a fervura aumenta a concentração do açúcar até o ponto em que ocorre a gelificação. Por fim, o produto é embalado a quente, em torno de 85°C, em frascos de vidro, seguidos de resfriamento rápido a cerca de 21°C (Sinha *et al.*, 2012)

3 Metodologia

3.1 Local do Estudo

O estudo de caso foi desenvolvido em uma indústria alimentícia produtora de geleias e pasta alemã, com o intuito de analisar o processo produtivo, elaborando um plano de melhoria contínua. A empresa, foco do estudo está localizada no município de Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, possui vinte e cinco colaboradores e está em processo de expansão de suas



instalações. Atualmente a indústria trabalha com uma linha diversificada de geleias e vinte e sete sabores de pasta alemã, sendo seu principal produto a pasta alemã sabor coco. Seus produtos são destinados, principalmente, para estabelecimentos de confeitaria e panificação, distribuídos por todo o território nacional.

3.2 Coleta de Dados

Durante o desenvolvimento do estudo de caso foram realizadas visitas de campo para a coleta de dados nas dependências da empresa. Um dos problemas apresentado pela empresa foi a variabilidade no despolpamento de maçãs e o uso de duas variedades dessa fruta (Fuji e *Pink Lady*). Havia a hipótese que uma dessas variedades apresentava rendimento maior no despolpamento, motivando assim o presente estudo.

3.3 Gráficos de Controle e Variabilidade

A partir da coleta dos dados, foram elaborados gráficos de controle de média e de amplitude para verificação da variabilidade do rendimento no processo de despolpamento, bem como um esquema do processo produtivo da geleia e Pasta Alemã, para que fosse possível observar as falhas de processo. Os gráficos de controle de rendimento foram construídos levando em consideração 25 amostras, com tamanho amostral de 25 unidades e com intervalo de 30 minutos a cada coleta. A análise de variabilidade das maçãs Fuji e Pink Lady foi realizada com 1 lote de ambas as variedades da fruta. As amostras foram coletadas antes e depois do descascamento para avaliação do rendimento da polpa.

De acordo com (Samohyl, 2009), os gráficos de controle são compostos por três linhas horizontais, a saber, uma linha central que representa a média da variável ou o alvo, e duas linhas chamadas de limites de controle, um superior (LSC) e outro inferior (LIC). O limite central (Equação 2) é definido pela média das amostras e as linhas de controle foram calculadas considerando uma distância de três desvios-padrão da média dos dados. O desvio-padrão utilizado foi o das médias (erro-padrão), definido como o desvio-padrão do processo, dividido pela raiz quadrada do tamanho da amostra, assim como mostram as Equações 1 e 3.

$$LSC = \bar{x} + 3 * \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

$$LC = \bar{x} \quad (2)$$

$$LIC = \bar{x} - 3 * \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

A metodologia de construção dos gráficos R e foram definidas por Montgomery e Runger (2003). As Equações 4, 5 e 6, respectivamente, foram utilizadas para a construção do limite superior, linha central e limite inferior dos gráficos de amplitude, onde, \bar{r} é a amplitude média das amostras e as constantes D_3 e D_4 são tabeladas para vários tamanhos de amostra. No presente de estudo, o tamanho da amostra foi definido como 25, possuindo valor das constantes D_3 e D_4 , nessa ordem, 0,459 e 1,451.

$$LSC = D_4 \bar{r} \quad (4)$$

$$LC = \bar{r} \quad (5)$$

$$LIC = D_3 \bar{r} \quad (6)$$



3.4 Análise de Custos

Os custos de processamento consideraram apenas custos de matéria-prima e de mão de obra e o tempo de processamento para cada tipo de maçã, desconsiderando custos com energia, depreciação de maquinário, entre outros, devido às limitações nos dados fornecidos pela empresa. Para o custo de mão de obra foi considerado o salário médio dos funcionários do (R\$ 7,70/h em 2018). O custo de matéria-prima (maçãs) foi de R\$ 1,60/kg, tanto para maçã Fuji, quanto para a Pink Lady.

A análise de custos foi realizada em dois lotes distintos de maçãs, um cada variedade. Foi realizado o acompanhamento de ambos os lotes pelo setor de descascamento e despulpamento, verificando o tempo de produção e rendimento final.

3.5 Plano de Ação

A proposta de aplicação do ciclo PDCA foi realizada para observação e coleta de dados, identificação de variabilidade e plano de ação com descrição dos problemas e/ou melhorias e a forma como deveriam ser solucionados/alcançados, como por exemplo, através da criação de IT's, treinamento de funcionários e encaminhamento dos dados aos responsáveis pela empresa para uma tomada de decisão.

4 Resultados e Discussão

4.1 Aplicação do Ciclo PDCA

A fase P do ciclo PDCA foi realizada através do planejamento das coletas de dados buscando entender o comportamento do processo com relação as suspeitas de problemas de qualidade associados às variedades de maçã utilizadas pela empresa. A meta principal era promover redução de variabilidade, aliado a redução de custos, no processamento de maçãs Fuji e *Pink Lady* através da análise de rendimento no despulpamento da fruta. Nessa etapa, foram planejadas a metodologia de coleta de dados assim como planejada a apresentação das ferramentas de qualidade e metodologia PDCA para a engenheira responsável.

Na fase D (*Do*), após treinamento e apresentação das ferramentas e metodologia para a engenheira, foi verificado que a empresa necessitava da criação, verificação e melhorias nas IT's do processamento das maçãs para fabricação de pasta alemã. Essa tarefa se tornou prioridade, principalmente pelo fato das etapas de descascamento e despulpamento serem realizadas de maneira manual pela empresa. Ainda, os colaboradores não recebiam treinamento adequado com relação a função e, para que a aplicação do ciclo fosse eficiente, antes, os operadores necessitariam passar por treinamentos para possuir pleno conhecimento dos procedimentos. Desta maneira, na fase D, foram criados modelos de IT's para descascamento e despulpamento, melhorias nas instruções já existentes e a realização de treinamento em relação a estas instruções de trabalho. Posteriormente, coleta de dados foi executada.

A avaliação da variabilidade do rendimento de ambos os tipos de maçãs compôs a fase C (*Check*), em que foi realizada a análise dos dados coletados juntamente com os custos de processamento, tornando padrão uma das variedades de maçã a ser processada.



4.1.1 Análise de Variabilidade

O estudo de variabilidade foi desenvolvido para as maçãs, visto que, a empresa utiliza duas variedades para processamento, Fuji e *Pink Lady*. A análise de variabilidade foi realizada, inicialmente, em relação a massa das frutas *in natura*, ou seja, antes do descascamento e posteriormente ao rendimento de polpa, através dos gráficos de controle da média (\bar{X}) e desvio padrão e amplitude (R).

Figura 1. Gráficos de controle de média (a) e amplitude (b) dos rendimentos das maçãs Fuji. Fonte: autores. Legenda: LSC (Limite Superior de Controle), LC (Limite Central) e LIC (Limite Inferior de Controle).

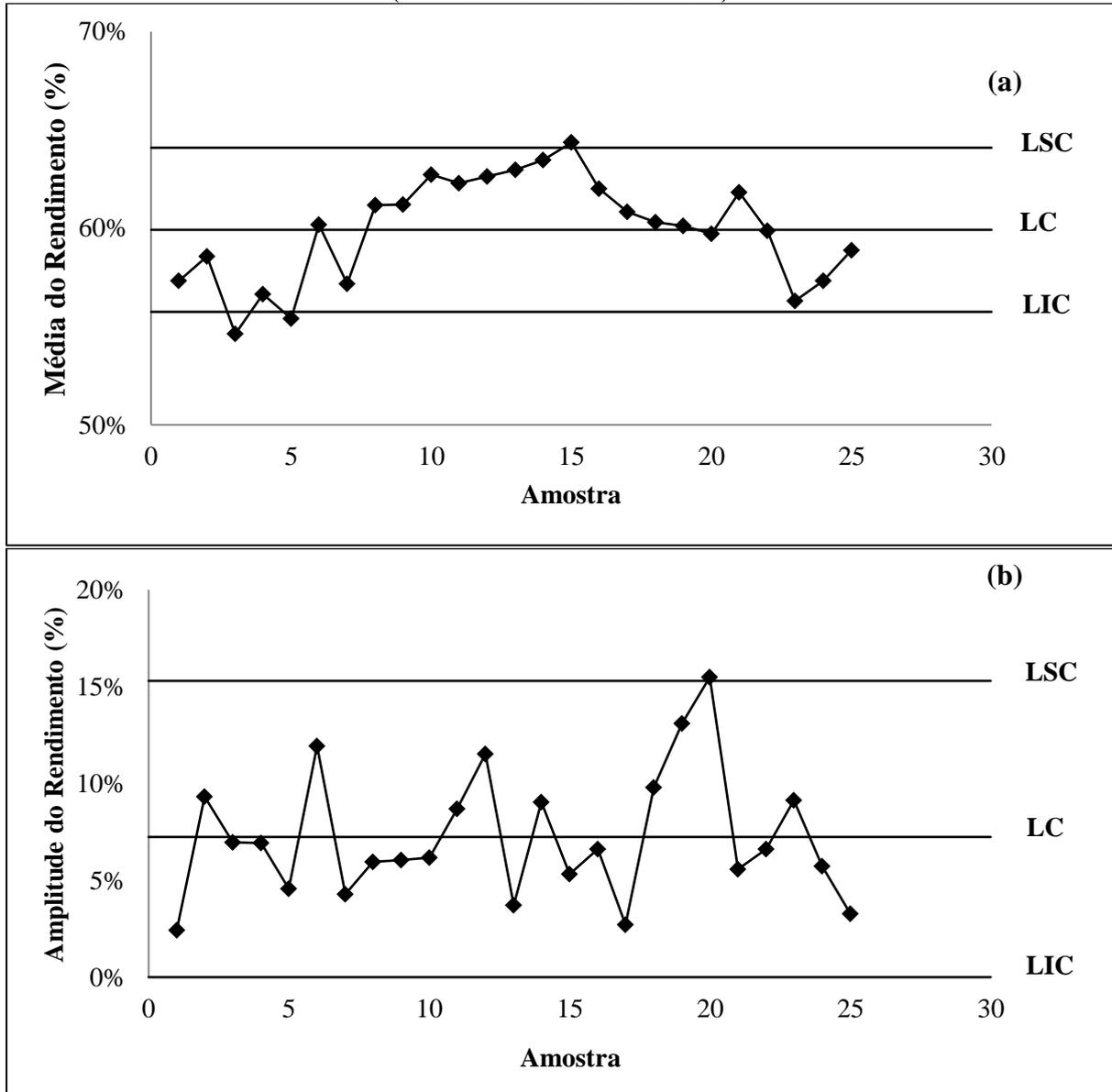
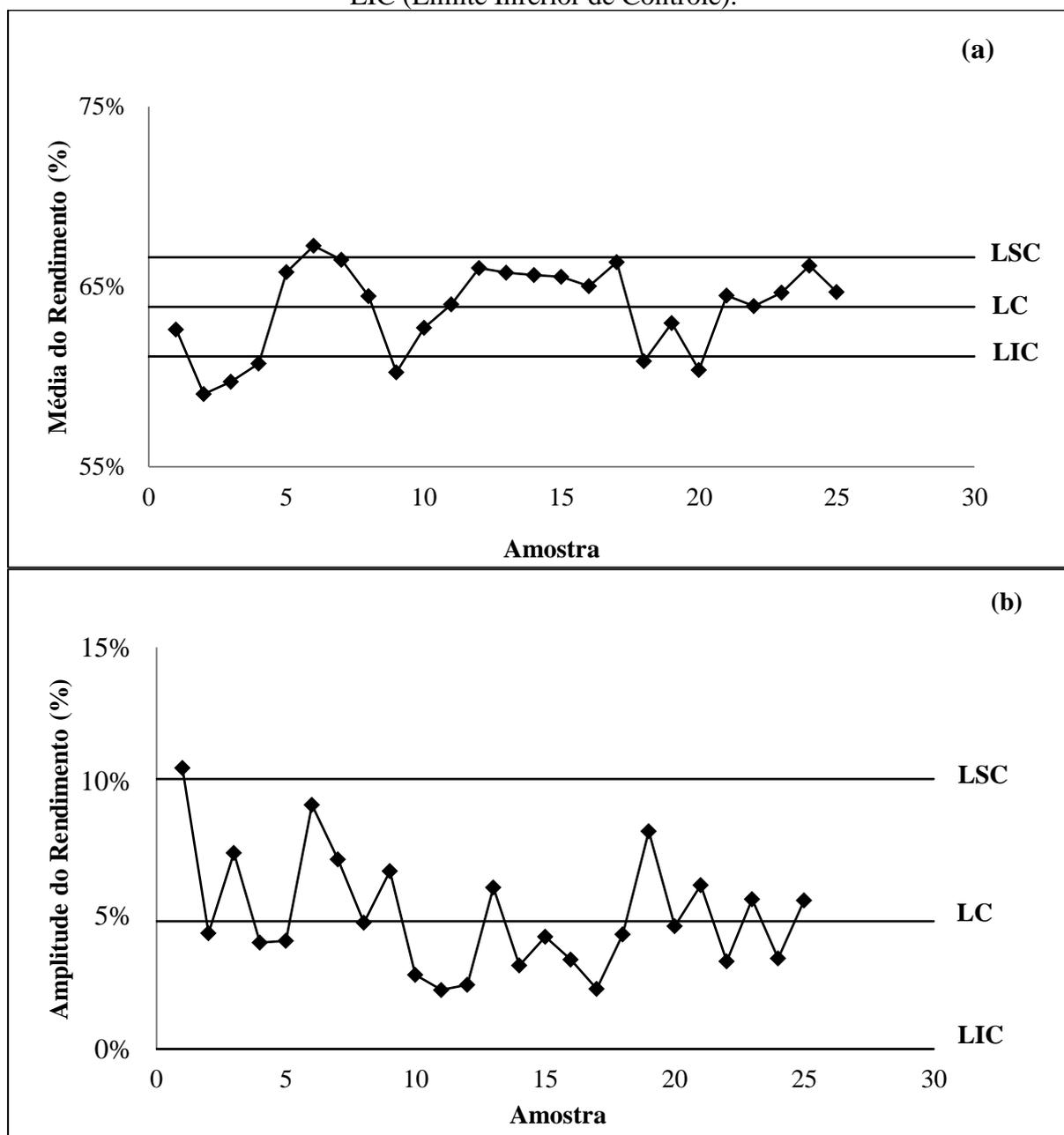


Figura 2. Gráficos de controle de média (a) e amplitude (b) dos rendimentos das maçãs Pink Lady. Fonte: Autores. Legenda: LSC (Limite Superior de Controle), LC (Limite Central) e LIC (Limite Inferior de Controle).



Pode-se observar que nas cartas R, tanto para a maçã Fuji quanto para a *Pink Lady* houve surgimento de pontos de causa especial, sugerindo descontrole do processo. Em ambos os gráficos de amplitude do rendimento, um ponto foi encontrado acima do LSC. Uma das possíveis explicações para esta ocorrência é a não racionalidade, uma vez que causas especiais apareceram entre os subgrupos.

Shewhart (1940) sugere a coleta de grupos de tamanho (20 a 25) e subgrupo pequeno (4 a 6) como forma de garantir a racionalidade dos dados e reduzir o custo por amostragem. O fato de



o tamanho amostral ter sido grande, pode ter comprometido a análise dos dados, mostrando então, que os limites de controle da carta \bar{X} não são precisos.

Outra possível causa pode estar associada ao baixo investimento em tecnologia, uma vez que o descascamento das frutas é realizado de maneira manual onde a polpa pode ficar mais ou menos junto a casca a ser descartada, dependendo então do operador de que realiza a etapa. Além disso, o fato de não haver padronização de tamanho das maçãs pode ter contribuído para as causas, o que é comum quando a compra é realizada para frutas a serem processadas.

Como observado nas Figuras 1 e 2, a maçã Fuji apresentou maior variabilidade de rendimento médio quando comparado a maçã *Pink Lady*, com seus limites de controle de 55,75% até 64,10%, enquanto a maçã *Pink Lady* apresentou os limites de controle de 61,13% até 66,63%. Na Tabela 1 estão apresentados os resultados obtidos de massa e rendimento médios e seus respectivos desvios padrões.

Tabela 1. Resultados da variabilidade de massa e rendimento nas maçãs processadas.

Maçã	Massa média (g)	Desvio padrão (g)	Rendimento médio (%)	Desvio padrão (%)
Fuji	148,59	11,12	59,92	2,93
Pink Lady	155,02	4,98	63,88	1,96

Fonte: Autores.

De acordo com a Tabela 1, a maçã Fuji também apresentou maior desvio padrão quando comparado com a maçã *Pink Lady*, 11,12 g para massa e 2,93% para rendimento contra 4,98 g e 1,96% da *Pink Lady*. Isso pode ocorrer devido a maçã Fuji disponibilizada para a empresa possuir qualidade intermediária, logo, as maçãs Fuji apresentam tamanhos variados e consequentemente massas variadas, enquanto as maçãs *Pink Lady* não apresentam variação significativa em seu tamanho e massa.

4.1.2 Análise de Custos

Para avaliar os custos de processamento foram levados em consideração os custos da matéria-prima, mão de obra e tempo de processamento para cada tipo de maçã. Para o custo de mão de obra considerou-se o salário médio dos funcionários do setor de descascamento e despulpamento, fornecido pela empresa, sendo o mesmo de R\$ 7,70/h. O custo de matéria prima (maçãs) é de R\$ 1,60/kg, tanto para maçã Fuji, quanto para a *Pink Lady*.

A análise de custos foi realizada em dois lotes distintos de maçãs recebidos pela empresa, um de maçãs Fuji e outro de maçãs *Pink Lady*, considerando apenas custos com mão de obra e matéria prima, desconsiderando custos com energia, depreciação de maquinário, entre outros. Foi realizado o acompanhamento de ambos os lotes pelo setor de descascamento e despulpamento, verificando o tempo de produção e rendimento final. Na Tabela 2 estão contidos os valores obtidos para ambos os lotes de maçãs.

Tabela 2. Lote de maçãs e seus rendimentos, tempo de processamento e produtividade.

Lote	Tamanho (kg)	Rendimento final (kg)	Rendimento final (%)	Tempo proc. (h)	Tempo proc./ kg maçã in natura (h/kg in natura)	Produtividade (kg maçã proc./h)
Fuji	3160,0	1693,0	53,6	178,25	0,056	17,73
Pink Lady	1923,8	1121,5	58,3	97,98	0,051	19,63

Fonte: Autores.



Conforme observado na Tabela 2 o rendimento da maçã *Pink Lady* foi maior do que o rendimento da maçã Fuji, visto no estudo de variabilidade do rendimento. Entretanto esse rendimento ficou abaixo do visto anteriormente, podendo ser explicado pelo fato de que esta medição não foi realizada por amostragem e sim na totalidade do lote.

Para processar 1,00 kg de maçã Fuji é necessário um tempo de 0,056 hora de mão de obra, logo o custo de mão de obra para o processamento de 1,00 kg de maçã Fuji *in natura* é de R\$ 0,43, enquanto para processar 1,00 kg de maçã *Pink Lady in natura* é necessária 0,051 hora, sendo o custo de mão de obra de R\$ 0,39. O custo de matéria prima foi fornecido pela empresa, sendo R\$ 1,60 para os dois cultivares. Na Tabela 3 estão apresentados os custos totais de processamento para as maçãs Fuji e *Pink Lady* e uma previsão de custos anuais considerando um processamento mensal de 3185 kg de maçãs *in natura* (média de processamento mensal dos anos 2015, 2016 e 2017, fornecidos pela empresa).

Tabela 3. Custos totais e de processamento de maçãs Fuji e Pink Lady.

Lote	Custo matéria prima (R\$/kg)	Custo mão de obra (R\$/kg)	Custo total (R\$/kg)	Proc. mensal (kg)	Proc. anual (kg)	Custo total anual (R\$)
Fuji	1,60	0,43	2,03	3185,00	38220,00	77.752,60
<i>Pink Lady</i>	1,60	0,39	1,99	3185,00	38220,00	76.140,53

Fonte: Autores.

Na Tabela 3 observa-se que o custo total anual para processamento mensal de 3185 kg de maçã Fuji é de R\$ 77.752,60, enquanto para a maçã *Pink Lady* é de R\$ 76.140,53. Caso a empresa opte por processar apenas maçã *Pink Lady* deixará de gastar R\$ 1.612,07.

Também pode-se analisar a vantagem do processamento apenas de maçãs *Pink Lady* pela renda gerada através das vendas dos produtos. Na Tabela 4 está apresentado a renda para produção de Pasta Alemã de maçã para a mesma quantidade de 3185 kg de maçãs processadas mensalmente da Tabela 3, considerando a venda total das unidades processadas e considerado um preço médio de R\$ 21,27/kg de Pasta Alemã de maçã (valor informado pela empresa).

Tabela 4. Renda gerada pelas vendas de Pasta Alemã de maçã processadas com maçãs Fuji e Pink Lady.

Tipo Maçã	Maçã <i>in natura</i> mensal (kg)	Maçã proc. (kg)	kg maçã/kg Pasta Alemã	Produção de Pasta Alemã mensal	Preço Pasta Alemã/kg (R\$)	Renda mensal (R\$)	Renda anual (R\$)
Fuji	3185,00	1706,39	0,875	1950,16	21,27	41.480,00	497.760,00
<i>Pink Lady</i>	3185,00	1856,73	0,875	2121,98	21,27	45.134,46	541.613,50

Fonte: Autores.

Na Tabela 4, pode-se verificar uma renda anual de R\$ 497.760,00 em se processar apenas maçã Fuji enquanto a renda anual em se processar apenas maçã *Pink Lady* é de R\$ 541.613,50. Caso a empresa opte por processar apenas maçã *Pink Lady* aumentará sua renda anual em R\$ 43.853,50. Considerando que o custo das outras etapas de processamento/produção de Pasta Alemã não se altere com o tipo de maçã utilizado, é possível afirmar que a diferença entre as rendas somada a diferença dos custos analisados são um aumento no lucro anual da empresa de



R\$ 45.465,57 em se processar apenas maçã do tipo *Pink Lady*, isto se deve ao rendimento da maçã *Pink Lady* ser maior do que o rendimento da maçã Fuji.

Compreendendo a fase A (*Action*) do PDCA, visando maior rendimento, a melhor opção para empresa foi adotar a compra exclusiva de maçã *Pink Lady* para processamento/produção de seus produtos, uma vez que ambos os tipos de maçãs estão disponíveis para a empresa durante todo o ano. Ainda, parte desta etapa do ciclo ficou como responsabilidade da engenheira responsável, a fim de avaliar o treinamento realizado através do conhecimento e agilidade de execução das tarefas e reavaliar a variabilidade do rendimento da etapa de descascamento e despulpamento aprimorando a metodologia utilizada, de acordo com o observado pela análise dos resultados. Devido a eficiência deste primeiro uso do ciclo, ele poderá ser reaplicado tanto para as maçãs como para as demais frutas processadas pela empresa, a fim de encontrar o melhor custo-benefício.

5 Conclusões

Neste trabalho foi possível utilizar as ferramentas da qualidade aliadas a metodologia PDCA para auxiliar a resolução do problema proposto pela empresa. Além disso, a aplicação fez com que outras demandas de melhoria surgissem, como a criação das instruções de trabalho para as etapas de descascamento e despulpamento. O desenvolvimento dessas ITs, juntamente com treinamento dos operadores, contribuiu para a aplicação e validação do método e para a padronização dos processos da empresa.

A análise de variabilidade permitiu avaliar o rendimento das variedades de maçã Fuji e *Pink Lady* em relação a renda da empresa e tornar a variedade *Pink Lady* como padrão para produção de pasta alemã, trazendo aumento no lucro anual de mais de R\$ 45.000,00. Além disso, melhorias na metodologia de coleta de dados foram identificadas, sendo necessárias novas avaliações para validações dos rendimentos das maçãs e conseqüentemente dos custos. Ficaram como sugestões, a redução do tamanho da amostra, garantindo assim, amostras racionais e a construção correta dos limites de controle.

Espera-se que com este trabalho, a empresa continue aplicando a metodologia PDCA, integrada com as ferramentas de qualidade, pois permitiram a construção de metas e decisões de maneira estruturada. A partir dos resultados e das melhorias propostas, a empresa poderá aplicar a metodologia em todos os seus produtos, objetivando também redução de custos.

6 Referências

- ABIA, A. B. da I. de A. (2019). *Relatório Anual 2019*. 29.
- ABRAFRUTAS. (2020). *Estatística de exportações de frutas no primeiro trimestre de 2020*. <https://abrafrutas.org/>
- Brasil. (1978). Resolução CNNPA nº 12, de 1978. *Anvisa, 1978*, 49-51.
- Campbell-Platt, G. (2015). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Manole.
- Dudin, M. N., Smirnova, O. O., Vysotskaya, N. V., Frolova, E. E., & Vilkovala, N. G. (2017). The deming cycle (PDCA) concept as a tool for the transition to the innovative path of the continuous quality improvement in production processes of the agro-industrial sector. *European Research Studies Journal*, 20(2), 283–293.



International Organization for Standardization. (2018). *Food safety management systems - Requirements for any organization in the food chain*.

Juran, J. M., & Godfrey, A. Blanton. (1998). *Juran's quality handbook* (5th ed.). McGraw-Hill.

Maiczuk, J., Paulo, P., & Júnior, A. (2013). Aplicação De Ferramentas De Melhoria De Qualidade E Produtividade Nos Processos Produtivos: Um Estudo De Caso. *Aplicação De Ferramentas De Melhoria De Qualidade E Produtividade Nos Processos Produtivos: Um Estudo De Caso*, 14(1), 1-14. <https://doi.org/10.18391/qualitas.v14i1.1599>

Marchal, P. C., Ortega, J. G., & Garcia, J. G. (2019). *Production Planning, Modeling and Control of Food Industry Processes*.

Matta, V. M., da., Freire, M., Jr., Cabral, L. M. C., Furtado, A. A. Lemos., & Embrapa Agroindústria de Alimentos. (2005). *Polpa de fruta congelada*. Embrapa Informação Tecnológica.

Montgomery, D. C. & Runger, G. C. (2003). Applied Statistics and Probability for Engineers Problem solutions. In *Phoenix Usa*.

Paladini, E. P. (2012). *Gestão da Qualidade: teoria e prática* (3º). Atlas.

Panghal, A., Chhikara, N., Sindhu, N., & Jaglan, S. (2018). Role of Food Safety Management Systems in safe food production: A review. *Journal of Food Safety*, 38(4), 1-11. <https://doi.org/10.1111/jfs.12464>

Samohyl, R. W. (2009). *Controle estatístico da qualidade*. Elsevier.

Sinha, N. K., Sidhu, J. S., Barta, J., Wu, J. S. B., & Cano, M. P. (2012). Handbook of Fruits and Fruit Processing. In N. K. Sinha, J. S. Sidhu, J. Barta, J. S. B. Wu, & M. P. Cano (Eds.), *Handbook of Fruits and Fruit Processing: Second Edition* (2nd ed.). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118352533>

Vardeman, S. B., & Jobe, J. M. (2006). *Statistical Methods of Quality Assurance*. Springer. <https://doi.org/10.2307/3620140>

Werkema, C. (2013). *Métodos PDCA e Demaic e Suas Ferramentas Analíticas*. Elsevier Editora Ltda.

Shewhart, W. A. (1940). Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control. *Supplement to the Journal of the Royal Statistical Society*, 7(1). <https://doi.org/10.2307/2983634>

