

ANÁLISE DA VARIAÇÃO NO PESO MÉDIO DA CAIXA DE MANGA A PARTIR DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO

André Muritiba Araújo*
João Marques de Melo**
Ângelo Antônio Macedo Leite***

RESUMO: A fruticultura na região do Submédio do Vale do São Francisco representa, entre outros aspectos, o principal meio de renda para diversos produtores de pequeno, médio e grande porte. A exportação de frutos como a manga, por exemplo, constitui um grande destaque no cenário nacional, não apenas pela grande quantidade de área cultivada e do alto volume de produção, mas, principalmente, pelos elevados rendimentos alcançados e pela qualidade da manga produzida. Dessa forma, visando manter a qualidade do produto, o controle dos processos referentes ao beneficiamento e a variação do peso médio na caixa desta fruta têm um papel ainda mais fundamental para a garantia da colheita e manutenção das vendas. Este trabalho, portanto, buscou, mediante um estudo de caso em um *packing house* de manga na cidade de Juazeiro (BA), aplicar o Controle Estatístico do Processo (CEP), a fim de medir e avaliar o comportamento do processo de pesagem das caixas de manga e inferir sob o quanto a variabilidade influencia no produto final. Destarte, foi possível perceber que o mapeamento de um processo feito de forma dinâmica, atrelado à utilização de ferramentas da qualidade, permite reduzir sumariamente o número de perdas e falhas garantindo a previsibilidade, padronização e qualidade final do produto.

PALAVRAS-CHAVE: CEP; Manga; Vale do São Francisco.

VARIATION IN MEAN WEIGHT OF A BOX OF MANGOES BY STATISTICAL PROCESS CONTROL

ABSTRACT: The culture of fruits in the mid-Vale do São Francisco, Brazil, is one of the main sources of income for several small, medium and big producers. The export of fruits (mangoes, for instance) may be highlighted in Brazil due to the

* Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Brasil.

** Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Brasil.

*** Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil.
E-mail: angelo.leite@univasf.edu.br

extensive area cultivated, high production volume, excellent mango quality and high income. So that product quality may be maintained, the statistical process control on processing and on the variation of mean box weight is greatly relevant for a good harvest and the maintenance of sales. Statistical process control was applied in a case study involving a mango packing house in Juazeiro BA Brazil, to measure and assess the weighing process of mango boxes and how variability affects the final product. Mapping of a dynamic process coupled to the employment of quality tools reduces losses and faults and guarantees predictability, standardization and the product's final quality.

KEY WORDS: Statistical Process Control; Mangoes; Vale do São Francisco.

INTRODUÇÃO

Com a constante evolução dos processos e iminente competitividade entre as empresas, novas alternativas tecnológicas têm sido implantadas a fim de aprimorar os processos produtivos. Esta evolução culmina em uma maior quantidade de dados que devem ser tratados para que, quando estes, em estado de informação, fundamentem o envolvimento dos setores nas organizações e, partindo desse pressuposto, possam apoiar a tomada de decisão (SLACK; LEWIS, 2009).

Essas estratégias, portanto, fundamentadas pelo objetivo de gerenciar a qualidade, contribuem para toda a evolução da empresa, ajudando-a focar seus esforços em aspectos críticos para a satisfação do cliente, além de expandir o horizonte de visualização dos processos (TOLEDO et al., 2014).

Além disso, a qualidade tornou-se um dos mais importantes fatores de decisão para os consumidores na seleção de produtos ou serviços que competem entre si. Dessa forma, compreender e melhorar a qualidade são fatores-chave que conduzem ao sucesso, crescimento e, por conseguinte, o alcance de uma melhor posição de competitividade em um negócio (MONTGOMERY, 2013).

Para tanto, o controle da qualidade de um processo produtivo é totalmente recomendável, haja vista que qualquer sistema fechado tende a passar da ordem para a desordem em condição mínima de energia, ou seja, pequenas influências ocasionam a variabilidade do processo, tornando sua saída imprevisível e, portanto,

dificultando seu acompanhamento e controle.

Olhando sob essa ótica, um produto que corresponda às exigências dos clientes, deve, em geral, ser produzido por um processo que esteja estável ou replicável. Desse modo, o sistema deve comportar relativa capacidade de operar com baixa variabilidade em torno das dimensões nominais das características estabelecidas para o produto e, se embasa no controle estatístico do processo (CEP), por este comportar uma poderosa coleção de ferramentas que auxiliam o controle da qualidade.

Atualmente, mais do que uma aplicação estatística, o CEP é entendido como uma abordagem de gerenciamento de processos que abrange um conjunto de princípios de técnicas e habilidades originárias da Estatística e da Engenharia de Produção e que visam garantir a estabilidade e melhoria contínua de um processo de produção (TOLEDO et al., 2014).

Para Rotondaro et al. (2002), controlar um processo significa mantê-lo sob vigilância contínua, a fim de assegurar um comportamento desejado. Para tanto, é necessário realizar a observação ou medição, avaliar ou compará-lo, analisar e decidir, bem como agir e corrigir. Werkema (2006) coloca a inspeção como atividade fundamental para medir e comparar o que foi produzido com as padronizações estabelecidas.

Todo processo, a partir das ocorrências de não conformidades, necessita que sejam identificadas as causas da variabilidade para então desenvolver ações corretivas e atualizar os padrões sempre quando necessário. Os gráficos de controle, embora de maneira simplista, apresentam-se como ferramentas fundamentais que apoiam esta identificação e monitoramento do processo produtivo (MONTGOMERY, 2013).

No entanto, para implementar o CEP com sucesso, é essencial que as organizações utilizem e compreendam os gráficos que apontam o controle dos processos. Esses gráficos, no que lhes dizem respeito, fornecem inúmeras informações as quais podem ser utilizadas para reduzir não conformidades em tempo real, monitorar o grau de variabilidade de um produto e auxiliar na identificação de tendências que indicam se a mesma está sob controle ou não. O CEP atua principalmente de forma preventiva combatendo, por exemplo, o desperdício antes que ele ocorra, não se fixando, portanto, em um único caso, mas em todo o

processo produtivo (MELO, 2004).

Em vista da representatividade do cultivo da manga para o semiárido nordestino, o controle dos processos referentes ao beneficiamento deste fruto tem um papel ainda mais fundamental na garantia da colheita, volume de exportações e geração de empregos.

A cultura da manga se apresenta como de grande importância principalmente para a região do Submédio do Vale do São Francisco (maior produtor e exportador do Brasil), tanto por fatores econômicos, de desenvolvimento, quanto sociais (LIMA et al., 2009). Isto é evidenciado, de acordo com Lima et al. (2009) em vista do grande volume anual de negócios voltado para os mercados interno e externo e que conferem, por consequente, inúmeras oportunidades de ocupação que se traduzem em empregos indiretos.

Conforme Bustamante (2009), o polo frutícola dessa região retrata uma das localidades do país na qual houve o desenvolvimento estrutural e de organização da produção em torno da fruticultura baseado, principalmente, em investimentos de irrigação pública.

Além disso, no Nordeste é unanimidade entre os Estados o cultivo da manga, com destaque especial para as áreas irrigadas da região semiárida, as quais apresentam excelentes condições para o desenvolvimento da cultura, obtenção de elevada produtividade e qualidade dos frutos (RIBEIRO, 2014).

Nesse ensejo, para o presente estudo de caso, o acompanhamento dos pesos das caixas que compõem os *pallets* para a expedição no *packing house* é imprescindível, uma vez que estando fora das especificações, grandes perdas podem ocorrer durante o processamento, ocasionando altos níveis de prejuízo, bem como o declínio da confiança dos clientes. Desse modo, o objetivo desse trabalho foi aplicar o Controle Estatístico do Processo (CEP), a fim de avaliar o quanto a variabilidade do peso médio da caixa de manga pode influenciar na confiabilidade do produto final.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi efetivado em quatro etapas distintas, sendo elas: (I) preparação do estudo; (II) coleta de dados; (III) desenvolvimento dos gráficos de

controle; (IV) análise do comportamento do gráfico e análises das causas especiais.

Conforme Vergara (2016), esta pesquisa tem âmbito quantitativo, pois está voltada para análise e interpretação de resultados, com ênfase em ferramentas e técnicas estatísticas, bem como também se caracteriza como estudo de caso, uma vez que tenta detalhar profundamente o comportamento de um processo organizacional.

O presente estudo foi realizado em um *packing house* de beneficiamento de mangas situado na cidade de Juazeiro (BA) o qual, entre os diversos processos existentes, conta com uma pesagem das caixas após o empacotamento das mangas para exportação. Em vista do grande volume de saída e da força econômica da fruticultura na região, o objetivo desse estudo foi, para melhor avaliar o método e a conformidade do seu produto final, aplicar o controle estatístico de processos na seleção e acondicionamento do fruto para exportação, a fim de inferir sobre a variabilidade e de que maneira se comporta o processo ao longo do tempo.

2.1 ESTUDO DE CASO

A empresa X na qual foi realizado o estudo tem seu escritório situado na cidade de Petrolina (PE) e o *packing house* está estabelecido na cidade de Juazeiro (BA). A empresa trabalha com mercado interno, mas seu foco está diretamente ligado com a exportação de manga (em grande escala) e melão (menor escala) e seus principais mercados são a Europa e Ásia. A instituição conta com duas fazendas próprias e todo o restante da produção necessária para atender a alta demanda é comprado de terceiros. A exportação é feita por modal marítimo e aéreo, a depender da necessidade do cliente, e, para isto, há um sistema de rastreabilidade que vai desde a plantação (nas fazendas próprias e fazendas parceiras), até a chegada do fruto ao seu destino final. É válido ressaltar também, que todo o processo de beneficiamento é feito no *packing house* de Juazeiro (BA), ou seja, independentemente de onde venha o fruto, ele deve obrigatoriamente passar pelo *packing*. A empresa tem grande representatividade no mercado de exportações de manga a nível nacional, prezando pela qualidade do fruto desde a plantação, durante a colheita e beneficiamento, até a exportação, bem como as alianças firmadas tantos com seus produtores quanto compradores.

2.2 UNIDADE DE ESTUDO

O *packing house* processa cinco variedades de mangas sendo elas: Tommy, Hadem, Palmer, Kent e Keitt, sendo classificadas de acordo com o calibre que pode variar com o peso. Usou-se para a amostra a manga Palmer, por ser a variedade que estava sendo processada durante o período de coleta, o que de certa forma facilita os cálculos e viabiliza uma melhor visualização das causas de perdas.

2.3 TAMANHO DA AMOSTRA

Para Ribeiro e Caten (2012), uma coleta de dados deve ser realizada com uma certa frequência fixa e tamanho de amostra definidos de acordo com a finalidade e singularidade do estudo, sendo a frequência compatível com as principais causas de variabilidade que possam estar atuantes no processo.

Para analisar o comportamento através de dados históricos e fomentar o cálculo dos limites de controle tentativos, Quesenberry (1993), por intermédio de simulações concluiu que é desejável ter os limites baseados em pelo menos 100 observações.

Vieira (2014) afirma que o tamanho da amostra, bem como a frequência podem ser analisadas por meio do comprimento médio de sequência (*average run length* - ARL), uma vez que esta técnica considera o número médio de pontos plotados em um gráfico até que um ponto indique a condição de fora de controle, cujo cálculo é apresentado abaixo.

$$ARL = \frac{1}{p} \quad (1)$$

Como pretende-se analisar um gráfico com limite 3-sigma, pode-se tomar p como a probabilidade de que um ponto caia fora do limite. Nesse caso, o comprimento médio de sequência é:

$$ARL = \frac{1}{0,0027} = 370 \quad (2)$$

Desta forma, foram coletadas amostras do dia 27 de junho de 2016 até o dia 21 de julho de 2016, compreendendo 18 dias de produção não consecutivos, pois tiveram alguns dias em que não houve produção para manutenção da linha. Portanto, foi pesada uma amostra aleatória de uma unidade a cada 24 minutos, totalizando 10 unidades no turno da manhã e 10 unidades no turno da tarde. Cabe lembrar que nas folhas de verificação de um dia constavam erros de anotações e, por conveniência, um turno foi desconsiderado, totalizando 370 coletadas. Logo, se o processo estiver sob controle poder-se-á esperar, em média, um ponto fora dos limites a cada 370 amostras.

2.4 CÁLCULO DOS LIMITES

De acordo com Werkema (2006), os limites de controle para o gráfico das médias são:

$$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_3 \cdot \bar{S} \quad (3)$$

$$C_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} \quad (4)$$

$$LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_3 \cdot \bar{S} \quad (5)$$

E os limites de controle para o gráfico dos desvios padrão são:

$$LSC_S = B_4 \cdot \bar{S} \quad (6)$$

$$C_S = \bar{S} \quad (7)$$

$$LIC_S = B_3 \cdot \bar{S} \quad (8)$$

Onde:

LSC - Limite superior de controle

LC - Limite central

LIC - Limite inferior de controle

Os valores A_3 , B_4 e B_3 são valores tabelados.

2.5 PROCEDIMENTOS DE ESTUDO

Primeiramente foi realizado um levantamento da bibliografia e estudo das principais metodologias de aplicações do CEP e demais assuntos relacionados ao estudo. Após, foram realizadas algumas visitas técnicas à empresa que possibilitaram a observação da cadeia produtiva e demais processos envolvidos no beneficiamento da manga. A partir de então foi possível detectar que não eram realizadas inspeções no tocante ao peso do produto final da linha de produção, não tendo, portanto, comprovações de padronização, podendo através do CEP visualizar o desempenho do processo e, a partir do seu controle, evitar perdas na reta final da linha de produção.

Após a coleta dos dados, houve a tabulação destes para o cálculo dos limites de controle, posteriormente, foram realizados testes estatísticos, bem como a plotagem dos gráficos de \bar{X} barra S no programa Minitab® versão 17. Após a análise inicial dos gráficos, os pontos que ficaram fora dos limites de controle foram retirados conforme Montgomery (2013), e os limites recalculados.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

A linha de beneficiamento de manga é composta por 6 classificações de calibres, em que estes são definidos pelo número de frutos na caixa. Como objetivou-se analisar o desvio dos pesos das caixas de mangas, foi plotado o gráfico das médias (\bar{X} barra) que representa a variabilidade entre as médias dos pesos das amostras coletadas e subgrupo racional por turno, ou seja, 10 dados agrupados, e o gráfico de desvio padrão (S) que ilustra a variação de cada subgrupo.

Cabe ressaltar que, por conveniência, foi estudada apenas a produção da caixa de calibre 10, ou seja, 10 mangas por caixa, haja vista que esta classificação apresenta o maior número de expedição, cerca de 20% superior que o calibre 9, e em média 80% maior que os demais calibres, 6, 7, 8 e 12.

A empresa estabelece como especificação dos clientes o peso médio de 4000 g, tendo como parâmetro de tolerância $\pm 10\%$, mantendo os limites de especificação (LSE e LIE) entre 3600 g e 4400 g, valores que embora amplos, correspondem, segundo a empresa, o suficiente para amortizar o peso médio do *pallet*, que é o produto final para a expedição internacional. Os dados tabulados são demonstrados

na Figura 1.

Calibre	Dia	Turno	Medida (em g)									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	27/jun	Manhã	4150	4165	4145	4130	4200	4195	4200	4135	4190	4150
		Tarde	4200	4190	4145	4150	4170	4200	4200	4180	4140	4200
	28/jun	Manhã	4145	4135	4190	4175	4100	4120	4140	4180	4190	4170
		Tarde	4200	4120	4190	4110	4130	4110	4150	4150	4220	4150
	29/jun	Manhã	4150	4175	4155	4165	4200	4110	4170	4175	4300	4135
		Tarde	4120	4100	4145	4270	4100	4225	4220	4130	4110	4225
	30/jun	Manhã	4110	4050	4110	4135	4300	4100	4300	4190	4115	4100
		Tarde	4100	4105	4110	4300	4145	4200	4190	4125	4195	4300
	04/jul	Manhã	4300	4300	4290	4250	4260	4280	4190	4300	4230	4105
		Tarde	4135	4255	4160	4110	4140	4100	4140	4290	4180	4115
	05/jul	Manhã	4125	4300	4155	4080	4140	4115	4110	4300	4110	4120
		Tarde	4110	4300	4230	4100	4150	4120	4065	4190	4175	4100
	06/jul	Manhã	4120	4130	4145	4160	4110	4155	4120	4215	4150	4300
		Tarde	4140	4075	4070	4010	4105	4145	4160	4120	4040	4075
	07/jul	Manhã	4300	4160	4270	4075	4300	4065	4215	4145	4300	4265
		Tarde	4275	4162	4180	4240	4195	4170	4145	4130	4170	4135
	08/jul	Manhã	4125	4300	4250	4135	4100	4105	4065	4080	4300	4280
		Tarde	4165	4105	4300	4125	4105	4100	4140	4170	4135	4110
	11/jul	Manhã	4150	4165	4100	4135	4320	4135	4265	4270	4120	4130
		Tarde	4105	4250	4100	4090	4150	4125	4070	4105	4020	4260
	12/jul	Manhã	4160	4100	4300	4090	4170	4300	4245	4195	4135	4070
		Tarde	4300	4250	4095	4300	4205	4125	4300	4300	4220	4300
	13/jul	Manhã	4300	4290	4300	4215	4300	4300	4290	4215	4300	4270
		Tarde	4200	4260	4205	4150	4165	4290	4200	4140	4245	4160
	14/jul	Manhã	4300	4080	4240	4190	4185	4215	4190	4115	4125	4300
		Tarde	4190	4170	4200	4300	4180	4290	4300	4115	4300	4185
	15/jul	Manhã	4300	4250	4260	4295	4170	4170	4215	4300	4150	4110
		Tarde	4300	4280	4270	4300	4080	4300	4075	4145	4300	4200
18/jul	Manhã	4300	4230	4285	4260	4300	4245	4200	4140	4200	4100	
	Tarde	4205	4100	4215	4290	4115	4215	4190	4300	4090	4155	
19/jul	Manhã	4300	4125	4135	4290	4300	4125	4110	4300	4300	4110	
	Tarde	4125	4180	4260	4135	4300	4155	4160	4225	4300	4130	
20/jul	Manhã	4170	4300	4280	4300	4320	4300	4280	4170	4255	4115	
	Tarde	4250	4115	4155	4135	4285	4300	4200	4295	4160	4230	
21/jul	Manhã	4095	4240	4160	4300	4265	4105	4160	4205	4250	4275	
	Tarde	4080	4280	4050	4080	4300	4095	4130	4230	4125	4110	

Figura 1. Tabulação de dados a partir das folhas de verificação

Fonte: Elaborado pelos autores.

É importante observar que os dados coletados não obedeceram uma distribuição normal ($\text{Valor-}P < 0,05$) aplicando o teste de Anderson-Darling conforme Ryan (2009) possuindo, deste modo, um comportamento relativamente assimétrico por conta da quantidade superior de aferições no intervalo entre 4290 g e 4310 g, identificado na Figura 2A, o que pode ser explicado pela recorrência de amostras com as mesmas características ou até mesmo possíveis erros nas medições.

Conforme Ryan (2009) e Montgomery (2013), alguns autores declaram que a não-normalidade não deve ser um fator de preocupação no que tange a pesquisa,

uma vez que um gráfico de \bar{X} tende a obedecer ao Teorema do Limite Central.

Realizando o teste de *outlier* de Grubbs (1969) temos que os dados não se comportam como *outliers*, mesmo com um comportamento assimétrico. Portanto, os dados não precisam ser desconsiderados, uma vez que estes fazem parte da distribuição e têm relação direta com os resultados encontrados.

Isto posto, para efeito de comparação, um segundo cenário foi analisado retirando os dados pertencentes ao intervalo, cuja distribuição pode ser observada na Figura 2B que, por sua vez, ficou visualmente mais ajustada à curva normal, embora, mesmo após a retirada dos dados, não passou a obedecer a normalidade (Valor- $P < 0,05$), o que prova mais uma vez que os dados não podem ser considerados *outliers*.

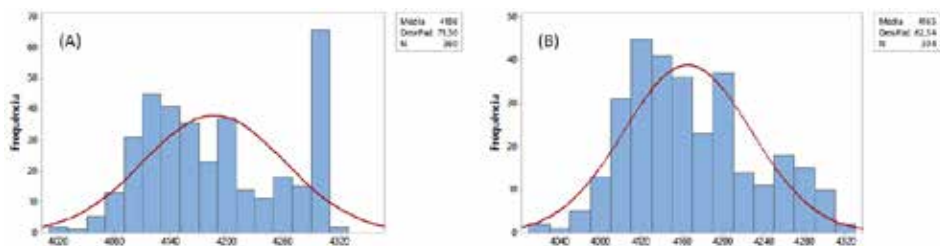


Figura 2. Distribuição total dos dados (A) e após a retirada do intervalo (B)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Através dos dados supracitados, foi possível realizar os cálculos conforme as equações 3 a 8, assinalando o limite superior de controle (LSC), bem como o limite inferior de controle (LIC) com valores de 4250,7 g e 4121,8 g respectivamente, para a carta de controle das médias \bar{X} barra demonstrada na Figura 3.

O mesmo cálculo foi realizado considerando a retirada dos dados, conforme segundo cenário citado e apresentada na Figura 4. É importante atentar que, como os dados retirados correspondem, normalmente, a uma medição em cada subgrupo, estes após a retirada ficaram com tamanhos diferentes, alguns com subgrupos de 10 medições, outros com 9 medições e, desta forma, os limites de controle se tornam variáveis a cada subgrupo. Como últimos limites obtivemos um LSC de 4220,7 g e LIC 4109,9 g que, por sua vez, são valores inferiores aos calculados anteriormente, explicado pela retirada dos altos valores que estavam acima da média do conjunto.

No entanto, embora os limites sejam diferentes, o comportamento das cartas de controle permanece bem similar, mantendo as causas especiais (pontos em

destaque) nos mesmos pontos, com exceção da primeira causa especial da Figura 3B, que manteve o comportamento atípico já apresentado na Figura 3A, porém sem acusação de causa especial por conta do limite de controle ter maior valor e ser constante.

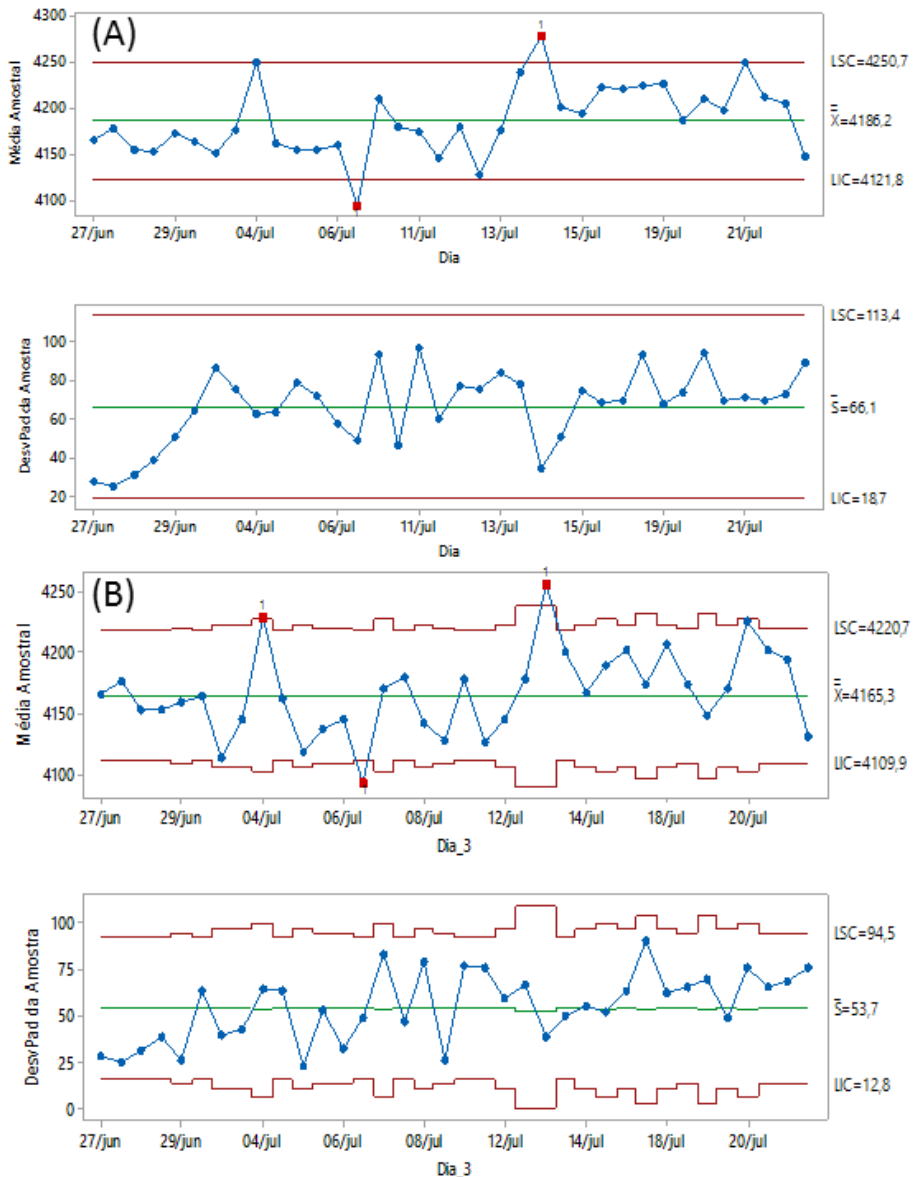


Figura 3. Carta de controle das médias para mangas do calibre 10 (A) e carta de controle das médias de mangas calibre 10 após retirada dos dados (B)

Fonte: Minitab® 17.

Portanto, como os dados não apresentam caráter de *outlier*, bem como não houve mudanças significativas no comportamento das cartas, a análise foi sequenciada considerando o primeiro cenário, quando foram levados em conta todos os dados coletados.

É possível notar que as amostras 14 e 23, com médias 4094 g e 4278 g correspondentes aos dias 06 de julho turno da manhã e 13 de julho turno da tarde respectivamente, apresentaram valores excedentes aos limites estabelecidos, estando, portanto, sob efeito de causas especiais; já as demais variações foram consideradas sob efeito de causas normais. Na carta do desvio padrão, embora apresente limites altos, não se percebe a influência de causas especiais.

Como a amostra tem caráter preliminar, conforme Montgomery (2013), entende-se que os limites obtidos são limites de controle tentativos, ou seja, a partir deles é possível determinar se um processo estava sob controle quando as amostras iniciais foram selecionadas. Ao modo que, em caso de um processo fora de controle, uma revisão dos limites tentativos se faz necessária, isto é, examinar cada um dos pontos fora de controle à procura de uma causa atribuível e, em caso positivo, o ponto pode ser descartado e os limites recalculados.

Desta forma, diante da presença de dois pontos fora de controle, tornou-se necessário mapear as possíveis causas dos desvios. Para tanto, foi realizado um Diagrama de Ishikawa (Figura 4) baseado em um *brainstorming* entre os funcionários e pesquisadores.

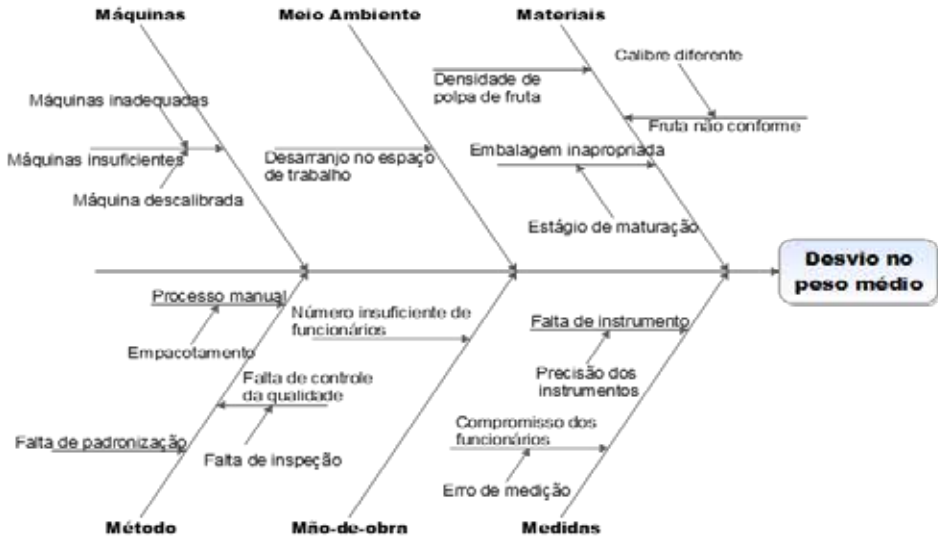


Figura 4. Diagrama de Ishikawa para desvio no peso médio das mangas de calibre 10

Fonte: Elaborado pelos autores.

Mediante a abordagem estruturada oferecida pelo Diagrama de Ishikawa para identificar, explorar e demonstrar graficamente as possíveis causas relacionadas ao problema do desvio no peso médio notou-se que apesar da empresa possuir uma esteira mecanizada que interliga o processo inicial de lavagem com o final da linha, além de bandejas sensoriais que fazem a separação automática dos calibres através do peso, foi constatado que ocorre o caso de duas frutas estarem em uma mesma bandeja, podendo ser efeito da falta de manutenção periódica.

Outo fator relevante deve-se ao fato de que a fruta pode apresentar um estágio avançado de maturação, ocasionando um peso diferente por conta da perda de água, tendo, portanto, uma classificação errônea.

Além disso, como o empacotamento é feito de forma manual, o sobrepeso observado também pode ser vinculado a um operador destreinado ou desmotivado, o qual pode utilizar uma embalagem incorreta, não seguindo o padrão do produto final. É válido ressaltar que não há um controle efetivo de qualidade ao final da produção, ou seja, não há inspeções no tocante aos pesos.

Em vista dessas causas, os pontos fora de controle foram retirados, novos limites foram calculados e os pontos restantes reexaminados de acordo com a Figura 5.

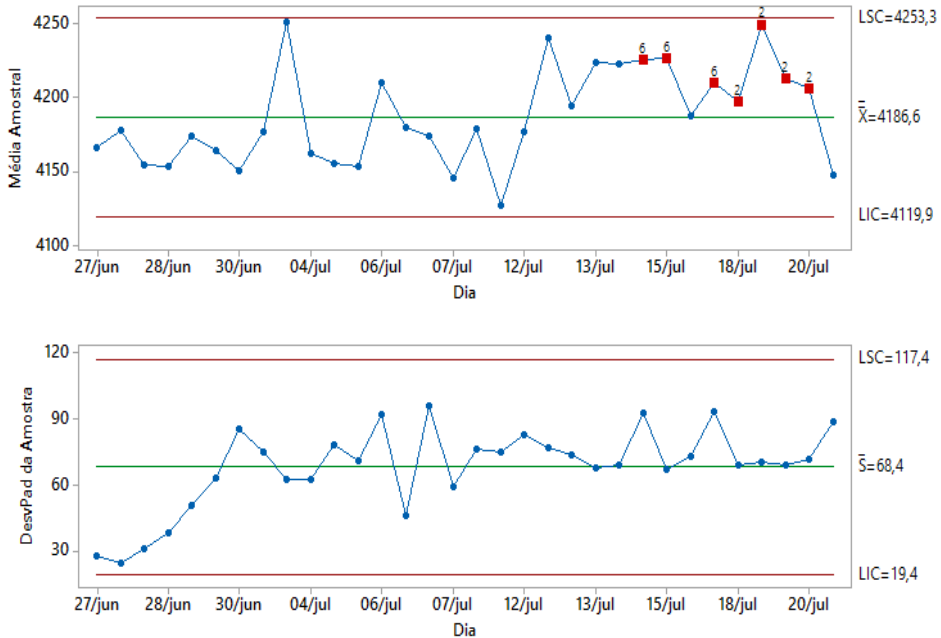


Figura 5. Carta de controle das médias de manga calibre 10 sem causas especiais

Fonte: Minitab ® 17.

Observa-se, nesse momento, que o processo não apresenta pontos fora dos limites de controle. Todavia, ao analisar os pontos em vermelho através dos testes para padrões de Nelson (1984) é possível perceber a presença de um comportamento sistêmico no teste 2: 9 pontos em uma linha no mesmo lado da linha central e que falhou nos pontos: 28; 29; 30; 31; no teste 6: 4 de 5 pontos com mais de 1 desvio padrão da linha central (em um lado da LC), o teste falhou nos pontos: 24; 25; 27. Dessa forma, segundo Montgomery (2013), pode-se caracterizar o processo como fora de controle estatístico.

Vale ressaltar que, apesar das amostras estarem dentro dos limites de especificação, todas as coletas obtiveram valores acima do peso médio (4000 g) e valor informado na embalagem, podendo, ao considerarmos limites mais restritos, serem rotuladas como não conformes.

Verifica-se também uma possível presença de deslocamento da média (Figura 6) na qual tal comportamento é examinado ao dividir a carta de controle em estágios a partir do dia 11 de julho.

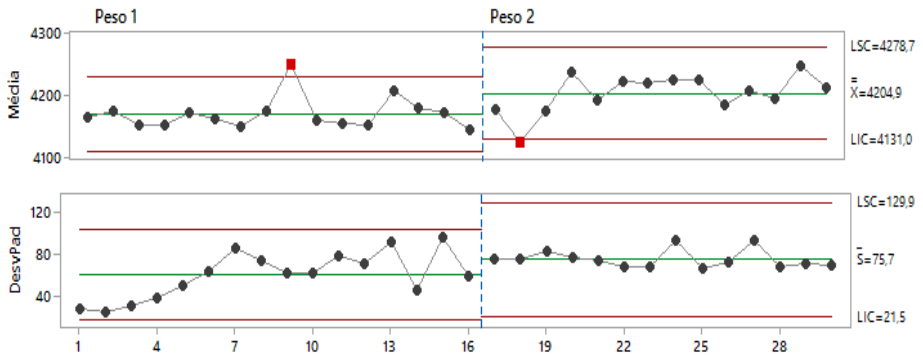


Figura 6. Carta de controle das médias de mangas calibre 10 com estágio

Fonte: Minitab® 17.

Observa-se, portanto, que a média das caixas produzidas após o dia 11/jul tem resultados superiores aos anteriores, bem como também apresenta um maior desvio-padrão. Esses resultados são apresentados conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Estatística descritiva para estágios

Estágio	Subgrupos	Tamanho do subgrupo	Média	DesvPad
Peso 1	16	10	4171,8	66,246
Peso 2	14	10	4204,9	78,539

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após verificada uma alteração no processo, foi testado se o desvio padrão ou a média sofreram alterações. Para isto, tendo em vista a não-normalidade dos dados, utilizou-se o teste não-paramétrico de Mann-Whitney, conforme Ryan (2009). Como resultado é possível afirmar com 95% de confiança que o desvio padrão não foi reduzido significativamente ($p > 0,05$) do mesmo modo que a média é significativamente maior ($p < 0,05$). Contudo, é importante frisar que a direção do deslocamento não foi uma melhoria, possuindo média superior, assim como limites de controles mais amplos, tendo resultado oposto ao objetivo central do controle estatístico de processos. Desta forma, a mudança verificada não foi resultante de ações implementadas, mas na verdade tratou-se de modificações naturais do processo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como o Controle Estatístico do Processo tem por objetivo desenvolver e aplicar métodos estatísticos como parte de uma estratégia para prevenção de defeitos, melhoria da qualidade de produtos/serviços e redução de custos (MONTGOMERY, 2013) notou-se, para o presente estudo, que as ferramentas utilizadas se mostraram extremamente úteis para a análise dos possíveis problemas relacionados ao desvio do peso médio das caixas de manga.

Dessa forma, como a presença de itens defeituosos ao final do processo deve-se, geralmente, à existência de variação nos materiais, nas condições do equipamento, nos métodos de trabalho, na inspeção, nas condições de mão de obra (TOLETO et al., 2014), se estas variações forem conhecidas, controladas e reduzidas, os índices de não conformidades tendem a reduzir significativamente, ou seja, mesmo setores de beneficiamento de frutas como por exemplo o *packing house* podem utilizar o controle estatístico para rever e aprimorar os seus processos.

A análise feita pelo CEP e suas ferramentas no *packing house* de Juazeiro (BA) permitiu, também, identificar e priorizar as causas de variação da qualidade da manga, ou seja, fazer a separação entre as poucas causas vitais e as diversas causas triviais que afetavam diretamente o comportamento do processo. Além disso, foi possível perceber que o mapeamento de um processo, quando feito de forma dinâmica, atrelado à utilização de ferramentas da qualidade permite reduzir sumariamente o número de perdas e falhas garantindo a previsibilidade, padronização e qualidade final do produto.

No que diz respeito às médias encontradas um pouco acima do padrão de vendas, estas não representam, neste caso, grandes problemas para a organização, uma vez que essa quantidade “a mais”, desde que esteja igual ou abaixo do limite superior de especificação, pode ser utilizada como estratégia de mercado na conquista e manutenção dos seus clientes.

No entanto, apesar dos conceitos e técnicas estatísticas como o CEP serem de fundamental importância, esses devem ser vistos somente como auxiliares. Os gráficos de controle, por exemplo, por si só não podem produzir o controle estatístico, este é o trabalho do pessoal responsável pelo processo. Os gráficos têm

papel de indicar se o controle estatístico está ou não sendo mantido e proporcionar aos usuários outros sinais a partir dos dados. Todavia, é inerente a presença de pessoal capacitado, caso do Engenheiro de Produção, na aplicação, análise, interpretação e disseminação dos resultados oferecidos, por exemplo, pelo CEP, a fim de demonstrar a aplicabilidade e o diferencial que pode ser alcançado.

O mais importante, portanto, é desenvolver dentro da empresa uma nova cultura baseada em produzir com qualidade e que permita a motivação e colaboração de todos os envolvidos na busca da melhoria contínua de todo o processo. É essa nova cultura organizacional que irá proporcionar as condições necessárias para extrair ao máximo toda a potencialidade das ferramentas estatísticas e atuar como diferencial competitivo para a empresa.

REFERÊNCIAS

BUSTAMANTE, P. M. A. C. A fruticultura no Brasil e no Vale do São Francisco: vantagens e desafios. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 40, n. 1, p. 153-171, jan./mar. 2009.

GRUBBS, F. E. Procedures for detecting outlying observations in samples. **Taylor & Francis Group**, v. 11, p. 1-2, 1969.

LIMA, M. A. C.; SA, I. B.; KIILL, L. H. P.; ARAUJO, J. L. P.; BORGES, R. M. E.; LIMA NETO, F. P.; SOARES, J. M.; LEAO, P. C. de S.; SILVA, P. C. G. da; CORREIA, R. C.; SILVA, A. S.; SÁ, I. I. S.; SILVA, D. F. **Subsídios técnicos para a indicação geográfica de procedência do Vale do Submédio São Francisco: uva de mesa e manga**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. (Documentos, 222).

MELO, K. C. **Utilização das cartas de controle de média para avaliação de peso em sorvetes**. 2004. Monografia (Trabalho de conclusão de curso) - Universidade Católica de Goiás, Goiânia.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.