

## GESTÃO ESTRATÉGICA POR MEIO DA IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA SHEWHART NO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS DE UMA MICROEMPRESA

Alessandro Moura Costa<sup>1</sup>

### RESUMO

Este artigo tem como objetivo divulgar os resultados de uma pesquisa realizada em uma microempresa do município de Rio Grande/RS sobre os benefícios que a implantação da Metodologia Shewhart pode exercer na questão da Gestão Estratégica das organizações, e na viabilidade econômica de seus processos. Para isto, o presente estudo foi baseado e descrito sob dois aspectos: bibliográfico e de campo. A microempresa do estudo de caso do ramo ervateiro apresenta as seguintes características: produz de maneira artesanal 80 unidades/dia em pacotes de 830 gramas, e a traz as seguintes problemáticas: seu atual processo de produção e embalagem é confiável? É viável a compra de maquinário no valor de R\$ 10.000 (dez mil reais), que elevaria sua produção para 500 pacotes/dia? A utilização da Metodologia Shewhart é útil para a organização? Após aplicar as técnicas estatísticas viabilizadas pela Metodologia Shewhart, foi possível observar que existem desvios observados no peso especificado para o produto final, entretanto, isto não chega a ser muito significativo, pois ao utilizar-se o gráfico de controle de modelo de médias ( $\bar{x}$ ) e amplitudes (R), para as amostras analisadas obtiveram-se resultados dentro do esperado para seus respectivos Limites: Superior (LSC), Inferior (LIC) e Central (LC), obedecendo ao que rege a Norma ISO 8258, ou seja, o atual processo de embalagem manual está sob controle, e tem qualidade aceitável, já no que se refere à troca do modelo manual de produção e embalagem pelo automático geraria uma menor variabilidade no processo, entretanto, teria que ser mensurado se esta viabilidade técnica estaria de acordo com a viabilidade econômica, o que no caso tal metodologia não responde, sendo uma limitação, no caso será necessário um estudo de mercado. Como resultados práticos pode-se observar que a Metodologia Shewhart auxilia na Gestão Estratégica das Empresas, principalmente na identificação de um problema, na priorização e análise das causas e na tomada de ações corretivas, sem ter que realizar grandes investimentos. Entretanto, faz-se necessário destacar que a utilização desta metodologia exige disciplina e comprometimento dos envolvidos para que todas as etapas, ações e melhorias identificadas sejam cumpridas e incorporadas à rotina.

**Palavras-chave:** Gestão Estratégica; Controle Estatístico de Processos; Controle da Qualidade Total.

### 1. Introdução

Em um mercado globalizado, o gerenciamento passou a ser o principal fator competitivo entre as empresas, sejam elas dos mais variados setores de produção,

---

<sup>1</sup> Graduado em Matemática (Universidade da Região da Campanha – Bagé/RS), com Especializações em Engenharia Econômica (Universidade Federal do Pampa – Alegrete/RS) e Estatística (Faculdade Futura – Votuporanga/SP). amcsgrt@hotmail.com.

entretanto, até as primeiras décadas do século XX era comum negligenciarem esta gestão, ocasionando a falência de inúmeras destas organizações.

As que sobreviveram passaram a adotar o gerenciamento para manterem-se nos mercados onde atuavam, e até mesmo como forma de se capitalizar para conquistar novos mercados, porém, seus custos continuavam altos e seus processos eram instáveis, e é neste cenário de mudanças gerenciais que no início da década de 1930, o controle de qualidade despontou nos Estados Unidos em uma aplicação industrial do gráfico de controle elaborado por Walter Andrew Shewhart, funcionário da empresa *Bell Telephone Laboratories*, o qual propôs o uso do gráfico de controle dando ênfase ao estudo e prevenção dos problemas relacionados à qualidade, e a um custo infinitamente mais baixo para as organizações. Em sua obra *Statistical Method from the view Point of Quality Control*, Shewhart, propôs o mesmo modelo de produção visto como um sistema, abordando os mesmos passos, mas de forma cíclica, e não mais linear.

Segundo o professor Shewhart o método em sequência linear simples deve ser condenado, pois os três passos (Inspeção, Especificação, Produção) constituem um processo científico dinâmico de aquisição de conhecimento, devendo ser cíclico. Tal modificação foi muito significativa, pois definiu que os resultados obtidos numa determinada passagem serão considerados no planejamento da próxima passagem. Isso embasa o processo e permite que ele seja aprimorado pela análise dos erros e problemas do ciclo anterior. Em 1950, o modelo foi levado ao Japão, já denominado ciclo de Shewhart.

A pesquisa de Shewhart foi eficaz e revolucionária para a indústria, uma vez que se percebeu que seu modelo era aplicável para processos repetitivos em busca de melhorias. Bastava substituir as etapas de desenvolvimento e comercialização de produtos por atividades de planejamento e análise de melhorias, mantendo o caráter cíclico.

Neste sentido, o presente estudo devido à carência das empresas (especialmente micro) faz-se necessário quanto à utilização de ferramentas e técnicas estatísticas que permitam tomar decisões devidamente embasadas. Grande parte das microempresas ainda se caracteriza por empreendimentos de cunho familiar e, na maioria das vezes, está desprovido de informações substanciais que possibilitem gerir o processo de maneira menos variável, com maior qualidade e reduzir custos provenientes de falhas no processo.

Para tentar atingir o êxito dos objetivos idealizados neste trabalho, além desta introdução, o mesmo apresenta em sua segunda parte o referencial teórico acerca da Metodologia Shewhart com um breve histórico sobre a mesma e conceituações sobre Gestão Estratégica, Qualidade, Controle de Processos, o Ciclo PDCA, e sobre o próprio Controle Estatístico de Processos, estabelecendo assim, a explicação da relevância de tal estudo, em uma perspectiva mais precisa, passando pelas técnicas estatísticas elaboradas por Shewhart, suas relações matemáticas e as contribuições Gaussianas para a elaboração de sua Metodologia.

Na terceira parte, serão descritos os procedimentos metodológicos aplicados bem como, apresentados os resultados obtidos, e na quarta parte as considerações finais do estudo.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1 Gestão Estratégica – Conceituações**

Para Mintzberg, Ahlstrand e Lampel, (2004, p.28) a estratégia é vista como: “a união entre qualificações e oportunidades que posiciona uma empresa em seu ambiente”.

Já a Gestão Estratégica é “um processo contínuo e iterativo<sup>2</sup> que visa manter uma organização como um conjunto apropriadamente integrado a seu ambiente” (CERTO; PETER, 1993, p. 6), ou seja, refere-se à “maneira como as organizações usam graus de liberdade para manobrar entre seus ambientes” (MINTZBERG *et al.*, 2006, p. 41). Levando isto para o mundo empresarial, conclui-se que a gestão estratégica significa desempenhar atividades diferentes pelos rivais ou desempenhar as mesmas atividades de maneira diferente, afinal “uma empresa só é capaz de superar em desempenho os concorrentes se conseguir estabelecer uma diferença preservável” (PORTER, 2009, p. 38), neste caso, ofertar qualidade a seus clientes, a um preço competitivo, obtendo lucro.

### **2.2 Conceituação sobre Qualidade**

---

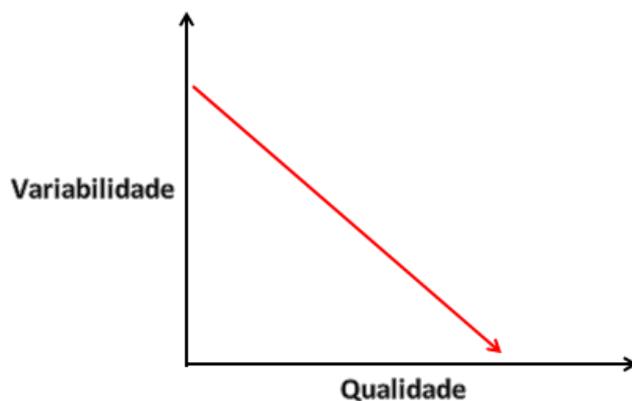
<sup>2</sup> Termo que significa que o processo é cíclico, ou seja, assim que termina a última etapa, a primeira recomeça, e assim repetidas vezes.

De acordo com o Dicionário Mini Aurélio, a palavra “qualidade” deriva do latim *qualitate* e significa:

1. Propriedade, atributo ou condição das coisas ou das pessoas, que as distingue das outras e lhes determina natureza.
2. Superioridade, excelência de alguém ou de algo (FERREIRA; FERREIRA, 2012, p. 627).

A palavra também pode expressar o grau de perfeição, precisão ou conformidade a certo padrão, quando o assunto é a gestão de processos, uma vez que a variabilidade é inerente aos processos produtivos, e que todos os produtos feitos em um processo produtivo apresentam alguma variação entre si, podendo ser “definida como sendo inversamente proporcional a variabilidade” (WOODALL; MONTGOMERY, 1999, p. 376), ou seja, quanto a maior variabilidade menor a qualidade do processo.

**Figura 1 - Variabilidade X Qualidade**



**Fonte:** Elaboração própria com base em informações de Woodall e Montgomery (1999).

Esta variabilidade durante o processo tem dois tipos de causas conforme pode ser observado no quadro a seguir:

**Quadro 1 – Tipos de Causas de Variações em Processos**

<b>Causas</b>	<b>Comuns</b>	<b>Especiais</b>
<b>Definição</b>	Efeito acumulativo de causas não controláveis, com pouca influência individualmente.	Falhas ocasionais que ocorrem durante o processo, com grande influência individualmente.
<b>Exemplos</b>	Vibrações, temperatura, umidade, falhas na sistemática do processo, dentre outras.	Variações na matéria-prima, erros de operação, imprecisão no ajuste da máquina, desgastes de ferramentas, dentre outras.

**Fonte:** Elaboração própria.

Na verdade, não existe na literatura uma definição única, universal, para qualidade:

[...] os próprios “gurus” da qualidade apresentam diferentes definições. Para Juran (1999), qualidade significa adequação ao uso. Para Deming (2000), qualidade significa atender e, se possível, exceder as expectativas do consumidor. Para Crosby (1995), qualidade significa atender as especificações. Para Taguchi (1999), a produção, o uso e o descarte de um produto sempre acarretam prejuízos (“perdas”) para a sociedade; quando menor for o prejuízo, melhor será a qualidade do produto (COSTA *et al.*, 2012, p.15).

### **2.3 Conceituação sobre Controle de Processos**

O conceito clássico tem sido apresentado por diversos autores, destacadamente Campos (1994), Montgomery (1991), Kane (1989), entre outros. Neste contexto, qualquer processo, genericamente, pode ser definido como “um conjunto de causas que tem por objetivo produzir um ou mais efeitos específicos” (CAMPOS, 1994, p. 17-18), como se pode visualizar na figura abaixo:

Figura 2 - Conceito de Processo



Fonte: Elaboração própria.

Controlar um processo é acima de tudo controlar a qualidade deste. Juran (1993, p. 149-150) define controle de processo como uma gerência composta pelas seguintes etapas:

1. Avaliação do desempenho real da qualidade;
2. Comparação do desempenho real com as suas metas;
3. Atuação nas diferenças entre desempenho real e metas.

Os autores a seguir nos apresentam outras definições de controle de processos, visualizando-o mais como uma função de “garantir que as atividades realizadas se igualem às atividades planejadas” (STONER; FREEMAN, 1999, p. 440), “Monitorar as atividades de forma a assegurar que elas estejam sendo realizadas conforme o planejado e corrigir quaisquer desvios significativos” (ROBBINS; COULTER, 1998, p. 414), “Assegurar que os objetivos organizacionais e administrativos sejam alcançados” (MEGGINSON; MOSLEY; PIETRI, 1998, p.466).

Logo, o conceito de controle de processo é de manter o *status quo*<sup>3</sup>, isto é, de manter o processo em seu estado planejado de modo que ele continue capaz de atingir as suas metas planejadas, este conceito foi à base para o surgimento do Ciclo PDCA.

## 2.4 O Ciclo PDCA

<sup>3</sup> "o estado das coisas".

Na esteira do surgimento da Administração Científica, alguns teóricos, na busca de soluções estruturadas, começaram a desenvolver ferramentas de natureza mais objetiva, percebendo a possibilidade de aplicação da estatística na administração organizacional.

O professor e estatístico americano Walter A. Shewhart formulou o ciclo *Specify-Product-Inspect* (Especificar-Fazer-Inspeccionar), como uma ferramenta para aplicar a estatística à indústria. Um dos alunos de Shewhart, W.E. Deming, que se tornou famoso por orientar o desenvolvimento da qualidade japonesa no pós-guerra, completou o ciclo de Shewhart, agregando mais uma fase. Como resultado, Deming formulou o ciclo PDCA, iniciais das palavras inglesas *Plan* (Plano), *Do* (fazer), *Control* (controlar, verificar) e *Action* (aprender e atuar corretivamente) (MARANHÃO, 2017, p. 80).

O ciclo PDCA pode ser considerado o método mais geral para trabalhar com qualidade e pode ser resumido como:

**Quadro 2 – Ciclo PDCA**

<b>Fase</b>	<b>Descrição</b>
P	Planejar o trabalho a ser realizado
D	Executar o trabalho planejado
C	Medir ou avaliar o que foi feito, identificando a diferença entre o que foi executado e o que foi planejado
A	Aprender e atuar corretivamente sobre a diferença identificada entre o planejado e o executado. A atuação corretiva pode ser aplicada sobre o que foi executado (retrabalho, reparo etc.) ou sobre o planejamento original

**Fonte:** Maranhão (2017, p. 80).

Ainda segundo o estatístico Mauriti Maranhão, em sua forma mais operacional, e com o fim de melhor estruturar a sua aplicação, ele propõe que o ciclo PDCA tenha as fases de planejamento e de execução subdivididas, de acordo com o quadro a seguir:

**Quadro 3 – Proposta de Subdivisão do PDCA**

<b>Fase</b>	<b>Descrição</b>
P (Planejar)	Estabelecer objetivos
	Definir Método
	Definir os recursos necessários para atingir os objetivos estabelecidos
D (Executar)	Educar (harmonizar-se com o ambiente, socializar-se, compreender o “espírito” do negócio)
	Treinar (desenvolver habilidades)
	Realizar o produto
C (Controlar)	Medir ou avaliar o que foi feito, identificando a diferença entre o que foi executado e o que foi planejado
A (Aprender e agir)	Aprender e atuar corretivamente sobre a diferença identificada. A atuação corretiva pode ser aplicada sobre o que foi executado (retrabalho, reparo etc.) ou sobre o planejamento

**Fonte:** Maranhão (2017, p. 81).

O bom senso recomenda pautar as ações de acordo com o PDCA em todo tipo de organização, a fim de que se tornem mais competitivas. O que se pode visualizar é que as sociedades e instituições que conseguiram implementar o ciclo PDCA em suas organizações prosperaram, enquanto as que não o utilizaram permaneceram atrasadas ou simplesmente desapareceram.

A diferença essencial entre elas pautou-se basicamente na capacidade de prevenção de falhas mediante planejamento adequado, otimizando os seus processos levando ao desenvolvimento das técnicas estatísticas (CEP) e de sua própria qualidade (TQC), durante as décadas que se sucederam.

## **2.5 Controle Total da Qualidade – TQC**

O Controle da Qualidade Total é um sistema administrativo aperfeiçoado no Japão, a partir de ideias americanas ali introduzidas logo após a Segunda Guerra Mundial.

A continuidade dos processos de qualidade total dentro das organizações pode ser definida pela sigla em inglês *TQC – Total Quality Control*, ou em português Controle da Qualidade Total, seu conceito foi introduzido por Feigenbaum como sendo:

Um sistema efetivo para a integração da qualidade de desenvolvimento, qualidade da manutenção, e qualidade da melhoria de esforços das várias funções em uma organização, a fim de tornar possível a produção e a prestação de serviços aos níveis mais econômicos, visando a mais completa satisfação dos clientes. (ROBLES JUNIOR, 1996, p. 21).

Segundo Feigenbaum, um sistema de qualidade total é:

A combinação da estrutura operacional de trabalho de toda a companhia ou de toda a planta documentada em procedimentos gerenciais e técnicos, efetivos e integrados, para o direcionamento das ações coordenadas de mão-de-obra, máquinas e informações da companhia e planta, de acordo com os melhores e mais práticos meios de assegurar a satisfação quanto a sua qualidade e custos (FEIGENBAUM, 1994, p.105).

Para Paladini (2004, p. 35), “gestão da qualidade total é o processo destinado a investir, continuamente em processos da melhoria, ou seja, de aumento da adequação de produtos e serviços ao fim que se destinam”, sendo assim:

A qualidade total só é mantida com o controle total da qualidade (TQC) e pode ser conceituado “como um processo usado para manter certo fenômeno dentro de padrões pré-estabelecidos” (MOREIRA, 2001, p. 559).

E como já descrito neste artigo vimos que a “variabilidade é inversamente proporcional à qualidade” nos processos, neste sentido, surge o controle estatístico de processos como uma ferramenta intrínseca ao próprio processo de produção, se relacionando com todas as fases da ação gerencial, contribuindo significativamente para a consolidação do TQC, e na redução dos possíveis custos dos produtos de não conformidade.

#### **Quadro 4 – Evolução dos custos de não conformidades**

Fase	Perda em R\$
Na origem da não conformidade	1
Nas etapas seguintes do processo	10
Na etapa final do processo	100
Após a entrega ao cliente	1000

**Fonte:** Maranhão (2017, p. 155). Adaptado pelo autor.

## **2.6 Controle Estatístico de Processos – CEP**

O Controle Estatístico de Processos é considerado uma das formas de controle do processo preventivo. Resumidamente constitui-se da “utilização de técnicas estatísticas para se controlar o processo. Por técnicas estatísticas entende-se a coleta, representação e análise de dados de um processo” (OWEN, 1989, p. 2),

ou seja, o CEP é “uma metodologia que potencialmente permite conhecer o processo, manter sob estado de controle estatístico e melhorar a capacidade dele. Tudo isso se resume a redução de variabilidade do processo” (SCHISSATTI, 1998, p.15), como já vimos quando tratamos sobre a conceituação de qualidade.

Neste sentido, para que possamos atingir os objetivos deste artigo, será necessária uma pequena recapitulação sobre alguns tópicos estatísticos, mais precisamente sobre Distribuição Normal ou também conhecida como Curva Gaussiana.

### **2.6.1 Faixa Característica dos Dados - Distribuição Normal ou Curva de Gauss**

A distribuição normal ou curva de Gauss é um modelo que descreve o comportamento de vários fenômenos aleatórios. Os conteúdos referentes a este modelo geralmente estão inseridos em disciplinas de Probabilidade e/ou Estatística sob um tópico denominado: “variáveis aleatórias contínuas”.

Indubitavelmente, o modelo mais largamente utilizado para a distribuição de uma variável aleatória é a distribuição normal. Toda vez que um experimento aleatório for replicado, a variável aleatória que for igual ao resultado médio (ou total) das réplicas tenderá a ter uma distribuição normal, à medida que o número de réplicas se torne grande. De Moivre apresentou esse resultado fundamental, conhecido como o teorema do limite central, em 1733. Infelizmente, seu trabalho ficou perdido por algum tempo e Gauss, independentemente, desenvolveu uma distribuição normal cerca de 100 anos depois. Embora De Moivre tivesse recebido posteriormente o crédito pela dedução, uma distribuição normal é também referida como uma distribuição gaussiana (MONTGOMERY; RUNGER, 2009, p. 73).

Segundo definição de Guerra e Donaire (1991): A variável aleatória  $X$ , que toma todos os valores reais  $-\infty < X < +\infty$ , têm uma distribuição normalmente se sua função densidade de probabilidade for da forma:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

Onde:

$\mu$  = média da distribuição

$\sigma$  = desvio padrão da distribuição

$$e = 2,718$$

$$\pi = 3,1416$$

Os parâmetros  $\mu$  e  $\sigma$  devem satisfazer às condições:

$$-\infty < \mu < +\infty, \sigma > 0$$

### 2.6.2 Fórmula para Cálculo da Distribuição Normal Padrão

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (2)$$

Onde:

Z crítico ou calculado = é o valor que a variável Z assume para um dado X.

$\mu$  = valor da média

$\sigma$  = valor do desvio padrão

X = variável aleatória contínua

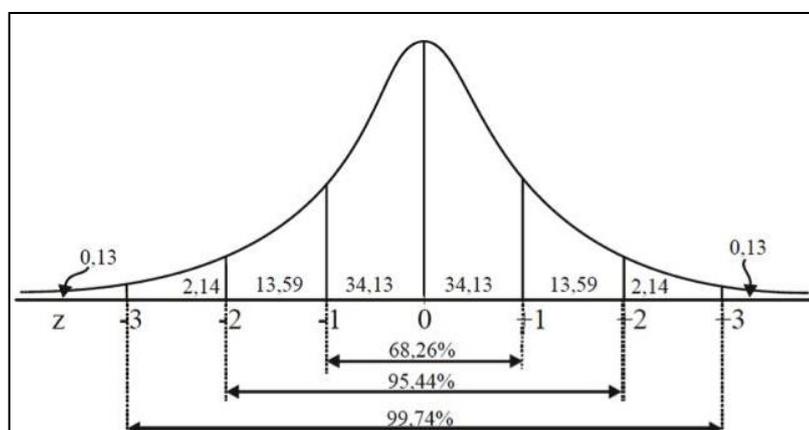
OBS: Os valores de Z e suas respectivas áreas de probabilidade estão tabelados.

### 2.6.3 Propriedades da Distribuição Normal

Se a distribuição da população de uma variável for (aproximadamente) normal, então:

1. Cerca de 68% dos valores estão a 1 desvio padrão da média.
2. Cerca de 95% dos valores estão a 2 desvios padrão da média.
3. Cerca de 99,7% dos valores estão a 3 desvios padrão da média (DEVORE, 2015, p. 144).

**Figura 3 - Distribuição Normal**



**Fonte:** Elaboração própria com base em informações de Devore (2015).

#### **2.6.4 Gráficos de Controle**

Os gráficos de controle para variáveis são usados para monitorar um processo quando a característica da qualidade é uma variável que pode ser mensurada e expressa em um valor na escala contínua.

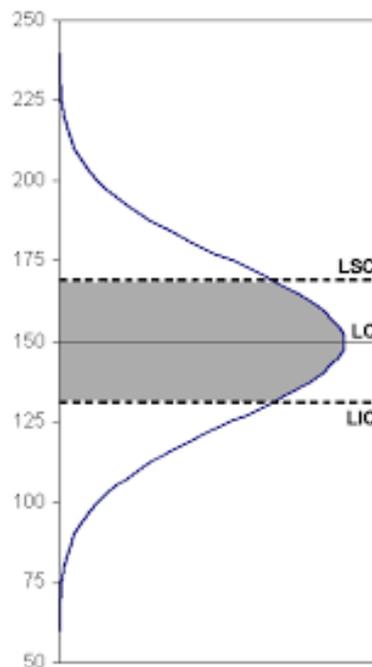
São usados para monitorar a estabilidade dos processos, identificar necessidade de ações de melhoria para a redução da variabilidade e estimar os parâmetros do processo ou do produto. Os gráficos de controle precisam ser planejados de forma a serem eficientes em detectar confiavelmente condições de fora-de-controle. Esse planejamento envolve a definição dos limites de controle, o tamanho da amostra, a frequência da amostragem e os testes de estabilidade (FONSECA, 2010, p. 40).

Uma das formas de monitorar esta variabilidade é utilizar estes tipos de gráficos, pois, eles são excelentes elementos visuais para monitoramento da conformidade de características dos processos. Por meio de gráficos de controle corretamente utilizados, “pode-se rapidamente identificar alterações inusitadas em pontos estratégicos na linha de produção” (SAMOHYL, 2009 *apud* WALTER *et al.*, 2013, p.272).

Os gráficos de controle foram originalmente propostos em 1924, por Walter Shewhart, que trabalhou no Bell Telephone Laboratories, com a intenção de eliminar variações anormais pela diferença entre variações devidas às causas assinaláveis e aquelas devidas às causas aleatórias (WALTER *et al.*, 2013, p. 272).

O Controle Estatístico de Processo (CEP) foi a mais importante contribuição desenvolvida por Shewhart, tanto para a estatística quanto para a indústria. A ideia era incorporar o uso de variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas (assim como a distribuição gaussiana, só que invertendo sua posição).

**Figura 4** - Exemplo de Inversão de Posição da Curva Normal para Gráfico de Controle

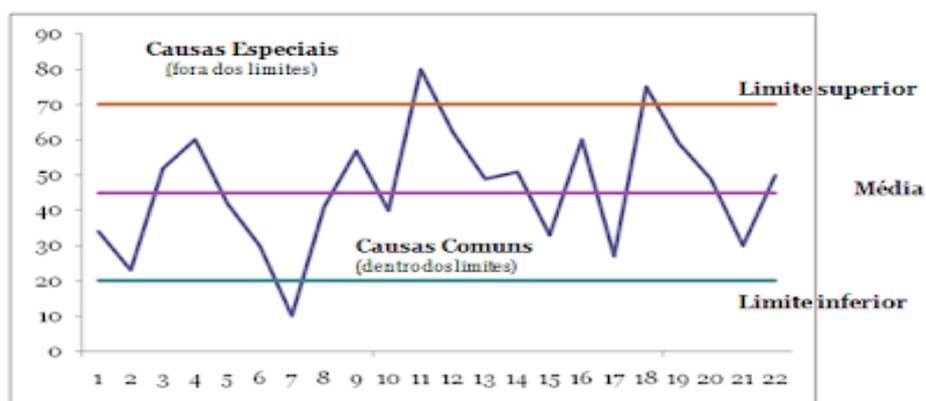


**Fonte:** Esteves (2009, p.19).

O princípio geral por trás da ideia é que quando um processo está em estado de controle e seguindo uma distribuição particular com certos parâmetros, o propósito é determinar quando o processo se afasta deste estado e quais ações corretivas devem ser tomadas.

Um gráfico de controle contém uma Linha Central (LC) que representa o valor médio da característica de qualidade, a linha superior que representa o Limite Superior de Controle (LSC) e a linha inferior que representa o Limite Inferior de Controle (LIC):

Figura 5 - Exemplo de Gráfico de Controle (LSC – LIC)



Fonte: Nogueira (2009).

Segundo Rosário *et al.* (2015) os gráficos de controle podem ser:

**( $\bar{X}$  e R)**: são os gráficos das médias e das amplitudes, os gráficos mais utilizados. Estes gráficos buscam controlar a variabilidade ao longo do tempo, no nível médio do processo e qualquer mudança que ocorra nele; **( $\bar{X}$  e R)**: são os gráficos da mediana e da amplitude. Acabam sendo uma alternativa ao gráfico de ( $\bar{X}$  e R). Por sua facilidade de aplicação, podem ser usados para amostras pequenas ( $n=5$ ), porém não é recomendado para amostras grandes ( $n > 7$ ); **(X e R)**: são os gráficos de valores individuais e da amplitude. É utilizado quando for mais conveniente fazer uma análise individual do que em amostras; **Gráfico de atributos**: em certos casos as características da qualidade não podem ser medidas numericamente, mas podem ser representadas pela presença ou ausência de um atributo (“conforme ou não conforme”, “passa, não passa”, etc.) **( $\bar{X}$  e s)**: seu uso é aconselhável para grandes amostras. As médias amostrais são registradas e a variabilidade é avaliada através do desvio-padrão, mas esse tipo de gráfico apresenta maior dificuldade de interpretação. (ROSÁRIO *et al.*, 2015, p. 6-7).

### 2.6.5 Cálculo dos Limites (Média e Amplitude)

$$LSC = \mu + 3 \sigma (3)$$

$$LIC = \mu - 3 \sigma (4)$$

$$LC = \bar{X} (5)$$

Lembrando que:

$$\bar{X} \cong \mu (6)$$

Logo teremos que:

$$\sigma = \frac{\sigma_{\bar{x}}}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

$$LSC = \bar{X} + 3 \left( \frac{\sigma_{\bar{x}}}{\sqrt{n}} \right) \quad (8)$$

$$LIC = \bar{X} - 3 \left( \frac{\sigma_{\bar{x}}}{\sqrt{n}} \right) \quad (9)$$

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (10)$$

$$LSC = \bar{X} + 3 \left( \frac{\bar{R}}{d_2 \cdot \sqrt{n}} \right) \quad (11)$$

$$LIC = \bar{X} - 3 \left( \frac{\bar{R}}{d_2 \cdot \sqrt{n}} \right) \quad (12)$$

Como:

$$3 \left( \frac{\bar{R}}{d_2} \right) \quad (13)$$

Pode ser considerado como constante, mantendo o tamanho da amostra fixa.

Então:

$$A_2 = 3 \left( \frac{\bar{R}}{d_2} \right) \quad (14)$$

Finalizando, nos **Gráficos de Controle das Médias**, obteremos:

$$LSC_{\bar{X}} = \bar{X} + A_2 \cdot \bar{R} \quad (15)$$

$$LIC_{\bar{X}} = \bar{X} - A_2 \cdot \bar{R} \quad (16)$$

$$LC = \bar{X} \quad (17)$$

E conseqüentemente nos **Gráficos de Controle para Amplitude** teremos:

$$LSC_R = \bar{R} \cdot D_4 \quad (18)$$

$$LIC_R = \bar{R} \cdot D_3 \quad (19)$$

$$LC = \bar{R} \quad (20)$$

Os valores abaixo são tabelados, e são dependentes do n° de amostras (n), os coeficientes B<sub>3</sub> e B<sub>4</sub> serão utilizados quando o estudo for para gráficos de média e desvio-padrão.

**Quadro 5 – Coeficientes de Shewhart para os Gráficos de Controle** <sup>4</sup>

n	A <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>
2	1.880	1.128	—	3.267	2.659	—	3.267
3	1.023	1.693	—	2.574	1.954	—	2.568
4	0.729	2.059	—	2.282	1.628	—	2.266
5	0.577	2.326	—	2.114	1.427	—	2.089
6	0.483	2.534	—	2.004	1.287	0.030	1.970
7	0.419	2.704	0.076	1.924	1.182	0.118	1.882
8	0.373	2.847	0.136	1.864	1.099	0.185	1.815
9	0.337	2.970	0.184	1.816	1.032	0.239	1.761
10	0.308	3.078	0.223	1.777	0.975	0.284	1.716
11	0.285	3.173	0.256	1.744	0.927	0.321	1.679
12	0.266	3.258	0.283	1.717	0.886	0.354	1.646
13	0.249	3.336	0.307	1.693	0.850	0.382	1.618
14	0.235	3.407	0.328	1.672	0.817	0.406	1.594
15	0.223	3.472	0.347	1.653	0.789	0.428	1.572
16	0.212	3.532	0.363	1.637	0.763	0.448	1.552
17	0.203	3.588	0.378	1.622	0.739	0.466	1.534
18	0.194	3.640	0.391	1.608	0.718	0.482	1.518
19	0.187	3.689	0.403	1.597	0.698	0.497	1.503
20	0.180	3.735	0.415	1.585	0.680	0.510	1.490
21	0.173	3.778	0.425	1.575	0.663	0.523	1.477
22	0.167	3.819	0.434	1.566	0.647	0.534	1.466
23	0.162	3.858	0.443	1.557	0.633	0.545	1.455
24	0.157	3.895	0.451	1.548	0.619	0.555	1.445
25	0.153	3.931	0.459	1.541	0.606	0.565	1.435

Fonte: ASTM (1976, p.32).

### 2.6.6 International Organization for Standardization – ISO

Durante uma reunião em Londres em 1946, representantes de vinte e cinco países decidiram criar uma organização internacional com o objetivo de facilitar, em nível mundial, a coordenação e a unificação de normas industriais. Essa organização, com sede em Genebra, Suíça, começou a funcionar oficialmente em 23 de fevereiro de 1947 a *Organização Internacional de Normalização - ISO*<sup>5</sup>.

### 2.6.7 Interpretação dos Gráficos de Controle

A norma ISO 8258 – *Shewhart Control Charts* estabelece:

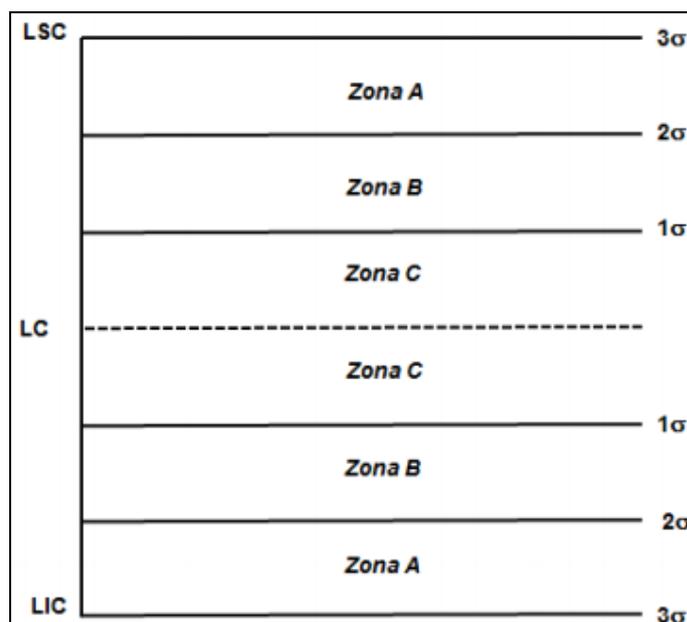
<sup>4</sup> Para textos originários de países de língua inglesa: o uso mais comum é a utilização do ponto como separador decimal, e a vírgula como agrupador de milhar.

<sup>5</sup> Maranhão (2017) – corresponde às iniciais de *International Organization for Standardization*.

[...] os seguintes critérios de decisão em cartas de controle: a) 1 ou mais pontos acima do LSC ou abaixo do LIC; b) 9 pontos consecutivos na zona C ou no mesmo lado do LC; c) 6 pontos consecutivos, todos aumentando ou todos diminuindo; d) 14 pontos consecutivos alternando para cima e para baixo; e) 2 de 3 pontos consecutivos na zona A ou além dela; f) 4 de 5 pontos consecutivos na zona B ou além dela; g) 15 pontos consecutivos na zona C (tanto acima quanto abaixo do LC); h) 8 pontos consecutivos na zona B.

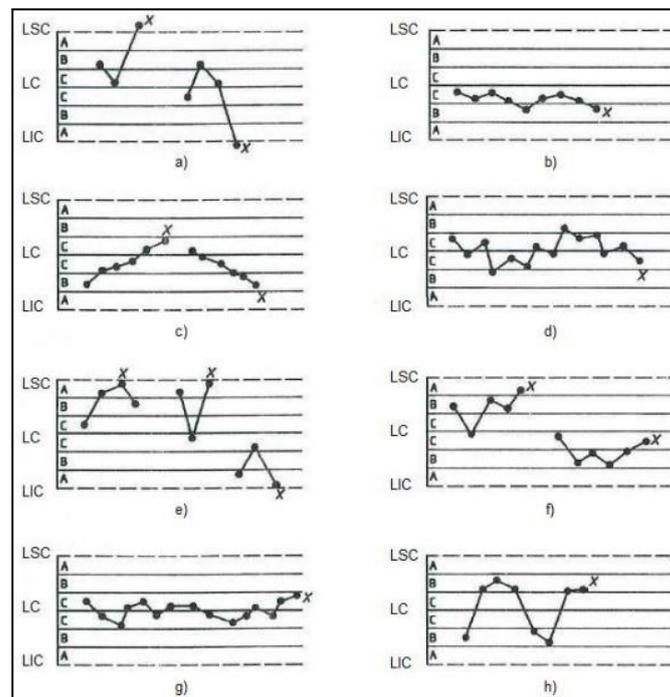
(OLIVEIRA *et al.*, 2013, p. 19).

**Figura 6** - Carta de Controle com os Limites Superior (LSC), Inferior (LIC) e Central (LC) e linhas correspondentes aos desvios ( $\sigma$ ).



Fonte: Oliveira *et al.* (2013, p. 19).

**Figura 7 - Exemplos de Processos Fora de Controle Estatístico - Adaptado da Norma ISO 8258**



Fonte: Oliveira *et al.* (2013, p. 20).

### 3. Metodologia

Este trabalho fundamenta-se nos seguintes procedimentos metodológicos:

Quanto aos objetivos, à metodologia pautou-se na pesquisa bibliográfica a qual foi “desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos” (GIL, 2002, p. 44), e manuais técnicos sobre Controle Estatístico de Processos. Já no que se refere aos procedimentos de coleta, ela pautou-se na realização de uma pesquisa de campo, baseada em técnicas estatísticas a fim de observar o comportamento do processo de embalagem da microempresa produtora de erva mate, utilizando para isto das técnicas de amostragem<sup>6</sup>.

#### 3.1 Definição da Unidade de Estudo

<sup>6</sup> Seleção de amostra para ser examinada como representante de um todo (FERREIRA; FERREIRA, 2012).

A empresa estudada é uma microempresa ervateira do interior do município de Rio Grande/RS, e possui com 1 (um) proprietário e 2 (dois) ajudantes (seu filho e um empregado), produzindo cerca de 80 pacotes de erva mate por dia, com peso estimado em 830 gramas por pacote, seu embalagem é feito de forma manual.

Para definir o porte do respectivo estabelecimento utilizou-se a classificação do IBGE (2013), o qual é estimado pelo número de empregados:

**Quadro 6 – Critérios de Classificação das Empresas por porte**

Porte/Critério	Nº de Empregados (IBGE)
Microempresa	Até 9 (comércio e serviço)
	Até 19 (indústria)
Pequena Empresa	De 10 a 49 (comércio e serviço)
	De 20 a 99 (indústria)
Média Empresa	De 50 a 99 (comércio e serviço)
	De 100 a 499 (indústria)
Média-Grande Empresa	Não Tem
	Não Tem
Grandes Empresas	Acima de 100 (comércio e serviço)
	Acima de 500 (indústria)

**Fontes:** Elaboração própria com base em IBGE (2013).

A utilização da Metodologia Shewhart nesta microempresa visa estabelecer se o atual processo está ofertando a seus clientes um produto de qualidade (no quesito peso), ou se há muita variabilidade, e conseqüentemente se existe a necessidade desta microempresa comprar um maquinário no valor de R\$ 10.000 (dez mil reais) para corrigir a falha no quesito estudo, a qual elevaria sua produção de 80 pacotes/dia para 500 pacotes/dia.

### 3.2 Definição do Tamanho da Amostra e Procedimentos Operacionais

Como o gráfico escolhido neste estudo foi o modelo de  $\bar{X}$  e R, para se obter de forma correta e científica o cálculo dos limites de controle se faz “necessário coletar 20 ou 25 subgrupos (amostras) de 5 ou 4 itens, respectivamente. Ou seja, aproximadamente 100 dados” (WERKEMA, 2006 *apud* ROSÁRIO *et al.*, 2015, p. 9).

Com este intuito a presente pesquisa coletou 5 amostras aleatórias durante 20 dias úteis na respectiva microempresa, para a coleta de dados foi necessário o

uso de uma balança de precisão, que foi fornecida por ela. Para a coleta dos dados, foi feito o uso de uma Folha de Verificação (Quadro 7) para registrar os dados obtidos para análise, por ser uma ferramenta simples e de fácil compreensão.

Com o intuito de analisar o desvio do peso médio dos pacotes de erva mate, foi plotado no Software Minitab<sup>7</sup> (em sua versão 18), o gráfico de controle das médias ( $\bar{X}$ ) que apresenta a variação existente entre as médias dos pesos das amostras estudadas e o gráfico das amplitudes (R), que evidencia a variabilidade existente em cada amostra retirada, o download do software pode ser feito por meio do link disponibilizado, e sua licença pode ser adquirida no valor entre R\$ 24 a R\$ 32, pela internet.

Outra opção é a sua construção manual utilizando-se para isto dos cálculos matemáticos descritos no item 2.6.5, deste estudo.

A folha de verificação, com o registro do peso dos itens de cada amostra de acordo com a leitura da balança, é apresentada a seguir:

---

<sup>7</sup> Desenvolvido no ano de 1972, é um dos primeiros softwares voltados para fins estatísticos, sendo comumente utilizado em universidades e cursos de introdução profissional à estatística, o Minitab também é utilizado em empresas, mas de forma mais avançada, sendo uma ferramenta indispensável por oferecer funções específicas focadas em gerenciamento. Sua interface se assemelha a uma planilha do tradicional Excel da Microsoft, mas ele é munido com a capacidade de realizar funções analíticas muito mais complexas. Disponível em: <https://www.minitab.com/pt-br/downloads/>. Acesso em: 17 ago. 2022.

**Quadro 7 – Compilação dos Dados Obtidos (Amostras) – Extrato da Folha de Verificação**

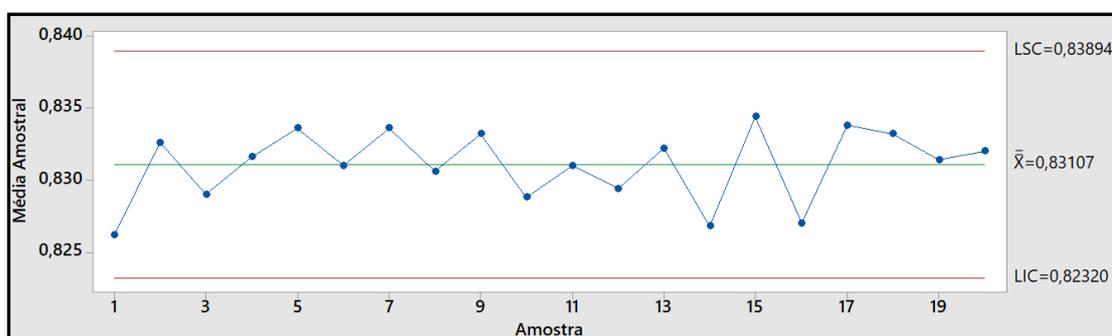
Amostra	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	n <sub>3</sub>	n <sub>4</sub>	n <sub>5</sub>	Médias	Amplitude
1	0,83600	0,82600	0,82200	0,83100	0,81600	0,82620	0,02000
2	0,83300	0,83100	0,83100	0,83500	0,83300	0,83260	0,00400
3	0,83000	0,83100	0,83300	0,83100	0,82000	0,82900	0,01300
4	0,82900	0,82800	0,83200	0,82800	0,84100	0,83160	0,01300
5	0,83500	0,83300	0,83000	0,82900	0,84100	0,83360	0,01200
6	0,81800	0,83800	0,83400	0,83500	0,83000	0,83100	0,02000
7	0,84100	0,83100	0,83300	0,83100	0,83200	0,83360	0,01000
8	0,83200	0,82800	0,83200	0,83600	0,82500	0,83060	0,01100
9	0,83100	0,83800	0,82700	0,84400	0,82600	0,83320	0,01800
10	0,83100	0,82600	0,83200	0,82800	0,82700	0,82880	0,00600
11	0,83800	0,82200	0,83000	0,83500	0,83000	0,83100	0,01600
12	0,81500	0,83200	0,83100	0,83100	0,83800	0,82940	0,02300
13	0,83100	0,83300	0,83400	0,83100	0,83200	0,83220	0,00300
14	0,83000	0,81900	0,83400	0,81900	0,83200	0,82680	0,01500
15	0,82600	0,83900	0,83500	0,84200	0,83000	0,83440	0,01600
16	0,81300	0,83300	0,83400	0,81900	0,83600	0,82700	0,02300
17	0,83200	0,83100	0,83100	0,82500	0,85000	0,83380	0,02500
18	0,83100	0,83800	0,83100	0,83300	0,83300	0,83320	0,00700
19	0,82500	0,83100	0,83400	0,83400	0,83300	0,83140	0,00900
20	0,83200	0,83200	0,83800	0,82900	0,82900	0,83200	0,00900
<b>MÉDIA DAS MÉDIAS - LC</b>						<b>0,83107</b>	<b>0,01365</b>

Fonte: Elaboração própria.

#### 4. Resultados

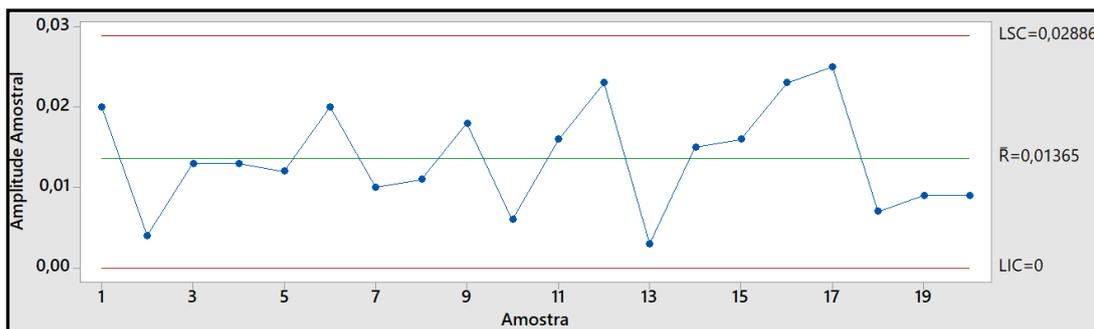
Com o uso dos gráficos ( $\bar{X}$  e R) ficou mais fácil à visualização dos desvios ocorridos entre os pesos dos pacotes de erva mate, como pode ser visto nas figuras 8 e 9, respectivamente.

**Figura 8 - Gráfico de Controle das Médias**



Fonte: Elaboração própria através do Software Minitab.

**Figura 9 - Gráfico de Controle para Amplitudes**



**Fonte:** Elaboração própria através do Software Minitab.

Por tratar-se de uma microempresa familiar, esta não dispõe de máquinas necessárias para o embalamento dos pacotes de erva mate, logo seu processo é feito manualmente, isto contribui significativamente para os desvios observados no peso especificado para o produto final, entretanto, isto não chega a ser muito significativo, pois, ao analisarmos as figuras 8 e 9 não se observou pontos fora de controle, e também não se observou nenhuma das oito situações que configuram problemas significativos conforme a Norma ISO 8258 (Figura 7), neste sentido, o processo está sobre controle estatístico e oferece qualidade aos clientes, apesar de certa variabilidade, com base nestas informações, a compra do maquinário no valor de R\$ 10.000 (dez mil reais), passaria pela elaboração de um projeto, que analisaria os seguintes aspectos: a automação geraria uma menor variabilidade no processo, e na prática a produção aumentaria de 80 pacotes/dia para 500 pacotes/dia, entretanto, teria que ser mensurado se esta viabilidade técnica estaria de acordo com a viabilidade econômica<sup>8</sup>, sendo essa uma das limitações da pesquisa, uma vez que, neste caso, o respectivo projeto teria que tratar as seguintes variáveis: lucro, redução de custos com funcionários, gasto com luz e mercado para o produto, para a tomada de decisão da possível compra do maquinário, mas, isto seria uma sugestão para trabalhos futuros, a serem desenvolvidos na respectiva microempresa.

<sup>8</sup> Em primeiro lugar, um projeto deve ter viabilidade técnica, isto é, pode ser realizado com procedimentos de engenharia e equipamentos disponíveis, porém, a viabilidade técnica é necessária, mas não é suficiente; é preciso que haja também viabilidade econômica, isto é, o investimento somente é viável se remunerar adequadamente o capital investido, ou seja, os benefícios devem ser maiores que os custos (TORRES, 2014).

## 5. Considerações Finais

Neste estudo, com base em fatos, observou-se que a Metodologia Shewhart auxilia, na Gestão Estratégica das Empresas, principalmente na identificação de um problema, na priorização e análise das causas e na tomada de ações corretivas, sem ter que realizar grandes investimentos. Entretanto, faz-se necessário destacar que a utilização desta metodologia exige disciplina e comprometimento dos envolvidos para que todas as etapas, ações e melhorias identificadas sejam cumpridas e incorporadas à rotina.

Além disso, foi possível comprovar que esta Metodologia Estatística “se bem utilizada” pode se apresentar como fator crítico para o sucesso na execução das ações estabelecidas, de conhecimento e domínio dos processos da área, o que permite prever possíveis desvios e atuar de forma rápida no tratamento dos mesmos, sendo possível gerir os processos na redução da variabilidade do mesmo, tornando-o mais estável, o que confirma a eficácia da implantação da Metodologia Shewhart como ferramenta de gestão da rotina.

### ***STRATEGIC MANAGEMENT THROUGH THE IMPLEMENTATION OF SHEWHART METHODOLOGY IN STATISTICAL PROCESS CONTROL OF A MICROENTERPRISE***

**ABSTRACT:** This paper aims to disseminate the results of a research carried out in a micro company in the city of Rio Grande/RS on the benefits that the implementation of the Shewhart Methodology can have on the issue of Strategic Management of organizations, and on the economic viability of their processes. For this, the present study was based and described under two aspects: bibliographic and field. The microenterprise case study in the herbaceous sector has the following characteristics: it produces 80 units/day in 830-gram packages by hand, and brings the following problems: is its current production and packaging process reliable? Is the purchase of machinery worth R \$ 10,000 (ten thousand reais) feasible, which would increase its production to 500 packages/day? Is the use of the Shewhart Methodology useful for the organization? After applying the statistical techniques made possible by the Shewhart Methodology, it was possible to observe that there are deviations observed in the specified weight for the final product, however, this is not very significant, because when using the control model of averages model ( $\bar{x}$ ) and amplitudes (R), for the analyzed samples, results were obtained within the expected for their respective Limits: Upper (LSC), Lower (LIC) and Central (LC), obeying the rules of ISO 8258, that is, the The current manual packaging process is under control and has acceptable quality, since the replacement of the manual production and packaging model with the automatic one would generate less variability in the process, however, it would have to be measured if this technical feasibility would be in accordance with economic viability, which in the case such methodology does not

respond, being a limitation, in this case a market study will be necessary. As practical results, it can be seen that the Shewhart Methodology helps in the Strategic Management of Companies, mainly in the identification of a problem, in the prioritization and analysis of the causes and in the taking of corrective actions, without having to make large investments. However, it is necessary to highlight that the use of this methodology requires discipline and commitment from those involved so that all stages, actions and improvements identified are fulfilled and incorporated into the routine.

**Keywords:** *Strategic Management; Statistical Process Control; Total Quality Control.*

## REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS [ASTM]. **Manual on Presentation of Data and Control Chart Analysis: STP 15D.** West Conshohocken, PA: ASTM International, 1976. v.15.

CAMPOS, V. F. **TQC - Controle da Qualidade Total (no estilo japonês).** 4. ed. Rio de Janeiro: Bloch, 1994.

CERTO, S.C.; PETER, J.P. **Administração Estratégica: planejamento e implantação da estratégia.** São Paulo: Makron Books, 1993.

CROSBY P. B. **Zero defects: Quality Progress.** New York: McGraw Hill, 1995.

COSTA, A. F. B. *et al.* **Controle Estatístico de Qualidade.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

DEMING, W. E. **Qualidade: A Revolução da Administração.** Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 2000.

DEVORE, J. L. **Probabilidade e Estatística para Engenharia e Ciências.** Tradução da 8ª edição norte-americana. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

ESTEVES, E. **Controlo Estatístico da Qualidade.** Faro: Instituto Superior de Engenharia, Universidade do Algarve, 2009. Disponível em: <https://silo.tips/download/controlo-estatistico-da-qualidade-eduardo-esteves>. Acesso em: 02 set. 2022.

FEIGENBAUM, A. V. **Controle da Qualidade Total.** São Paulo: Makron Books, 1994.

FERREIRA, A. B. de H.; FERREIRA, M. B. (coord.). **Mini Aurélio, o Dicionário da Língua Portuguesa.** 8. ed. rev. e ampl. Curitiba: Positivo, 2012.

FONSECA, P. C. **Modelo para Controle Estatístico de Processos de Desenvolvimento de Software (CEP-S).** 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência

da Computação) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GUERRA, M. J; DONAIRE, D. **Estatística Indutiva**. São Paulo: LCTE, 1991.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE]. **Critérios de Empresas Brasileiras por nº de Empregados**. 2013. Manual Técnico.

JURAN, J.M. **Juran na Liderança pela Qualidade**. 2. ed. São Paulo: Livraria Editora Pioneira, 1993.

KANE, V. E. **Defect Prevention: Use os Simple Statistical Tools**. New York: Marcel Dekker, Inc.: ASQC Quality Press, 1989.

MARANHÃO, M. **Governança Organizacional: uma Metodologia Universal (NBR ISO 9001/2015)**. 10. ed. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 2017.

MEGGINSON, L.C; MOSLEY, D.C; PIETRI, P. H. **Administração: Conceitos e Aplicações**. São Paulo: Habra, 1998.

MINTZBERG, H; AHLSTRAND, B; LAMPEL, J. **Safári de Estratégia: Um Roteiro pela Selva do Planejamento Estratégico**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

MINTZBERG, H. *et al.* **O Processo da Estratégia: conceitos, contextos e casos selecionados**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MONTGOMERY, D. C. **Introduction to Statistical Quality Control**. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 1991.

MONTGOMERY, D. C; RUNGER, G.C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção de Operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

NOGUEIRA, E. **Ferramentas da Qualidade: Gráfico Controle**. 2009. Disponível em: <http://sembugs.blogspot.com/2009/05/ferramenta-qualidade-grafico-controle.html>. Acesso em: 2 set. 2022.

OLIVEIRA, C. C. *et al.* **Manual para Elaboração de Cartas de Controle para Monitoramento de Processos de Medição Quantitativos em Laboratórios de Ensaio**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2013. Disponível em: [http://redsang.ial.sp.gov.br/site/docs\\_leis/pd/pd11.pdf](http://redsang.ial.sp.gov.br/site/docs_leis/pd/pd11.pdf). Acesso em: 3 set. 2018.

OWEN, M. **SPC and Continuous Improvement**. London: IFS Publications, 1989.

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

PORTER, M. **Competição**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

ROBBINS, S.; COULTER, M. **Administração**. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1998.

ROBLES JUNIOR, A. **Custos da Qualidade: uma Estratégia para Competição Global**. São Paulo: Atlas, 1996.

ROSÁRIO, K. P. *et al.* Aplicação do Controle Estatístico de Processo no Monitoramento do Peso Médio de Polpas de Frutas: Um Estudo Realizado em uma Empresa de Médio Porte. *In: XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 35., 2015, Fortaleza. **Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção**. Fortaleza, 2015.

SCHISSATTI, M. L. **Uma Metodologia de Implantação de Cartas de Shewhart para Controle de Processos**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

STONER, J. A.; FREEMAN, R. E. **Administração**. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

TORRES, O. F. F. **Fundamentos da Engenharia Econômica: e da Análise Econômica de Projetos**. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

WALTER, O. M. F. C. *et al.* Aplicação Individual e Combinada dos Gráficos Shewhart e CUSUM: uma Aplicação no Setor Metal Mecânico. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 20, n. 2, 2013.

WOODALL, W. H.; MONTGOMERY, D. C. Research Issues and Ideas in Statistical Process Control. **Journal of Quality Technology**, Milwaukee, v. 31, 1999.