

# O CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS NO MONITORAMENTO DA FABRICAÇÃO EM UMA EMPRESA NO RAMO COLCHOEIRO

## *THE STATISTICAL CONTROL OF PROCESSES IN MANUFACTURING MONITORING IN A COMPANY OF MATTRESS*

Ana Cláudia Leite Miranda<sup>1</sup>  
Alessandro Ferreira Alves<sup>2</sup>

### RESUMO

Este trabalho descreve a aplicabilidade das ferramentas do controle estatístico de processos em uma situação específica, justificada pela preocupação em reduzir os itens não conformes produzidos. Diante da acirrada concorrência e recessão com relação às vendas, é de fundamental importância para as organizações manter a melhoria contínua para reduzir a variabilidade de seus processos. O objetivo do trabalho é analisar a variabilidade do processo produtivo de um colchão de mola por intermédio dos índices de capacidade e gráficos de controle da empresa X. Este propósito foi alcançado mediante revisão bibliográfica com buscas em artigos científicos, livros e revistas especializadas sobre temas pertinentes a pesquisa, como gestão da qualidade total nos produtos e controle estatístico de processos, seguido de um estudo de caso. Este, foi desenvolvido a partir de coleta de dados através de visitas *in loco* e seleção de amostras semanais para verificação da conformidade das dimensões dos colchões. Posteriormente, os dados foram inseridos no programa Minitab 18.0 para que fosse feita a análise e a interpretação das variações encontradas no produto escolhido. Assim sendo, foi possível trabalhar com algumas das principais técnicas do controle estatístico a fim de reduzi-las. O embasamento teórico, a compilação e análise dos gráficos desenvolvidos, permitiram aos autores do trabalho analisar que, embora encontrados alguns itens não conformes, o processo de modo geral encontrava-se controlado e capaz, ou seja, dentro das especificações exigidas no produto pela empresa fabricante.

**Palavras-chave:** Controle Estatístico de Processos (CEP). Variabilidade. Gestão da Qualidade Total. Melhoria contínua. Índices de Capacidade.

### ABSTRACT

*This paper describes the applicability of statistical process control tools in a specific situation, justified by the concern to reduce the nonconforming items produced. In the face of fierce competition and sales recession, it is of fundamental importance for organizations to maintain continuous improvement to reduce the variability of their processes. The objective of this work is to analyze the variability of the production process of a spring mattress through the capability indices and control charts of company X. This purpose was achieved through a bibliographic review with searches in scientific articles, books and specialized journals on relevant subjects. research, such as total product quality management and statistical process control, followed by a case study. This was developed from data collection through on-site visits*

---

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS. E-mail: anaclaudialeite\_@hotmail.com.

<sup>2</sup> Professor Orientador; Doutor em Engenharia Elétrica – FEEC UNICAMP; Mestre em Matemática IMECC UNICAMP; Licenciado em Matemática com habilitação em Física – UFU; Membro da comissão de avaliadores INEP/MEC; Consultor na área de Controle Estatístico de Processos, Gestão Financeira e Pesquisas de Mercado. E-mail: alemengo2003@yahoo.com.br.

*and selection of weekly samples to verify the compliance of mattress dimensions. Subsequently, the data were entered in the Minitab 18.0 program for analysis and interpretation of the variations found in the chosen product. Thus, it was possible to work with some of the main statistical control techniques in order to reduce them. The theoretical basis, the compilation and analysis of the developed graphs, allowed the authors to analyze that, although some nonconforming items were found, the process was generally controlled and capable, that is, within the specifications required by the company manufacturer.*

**Keywords:** *Statistical Process Control (CEP). Variability. Total Quality Management. Continuous improvement. Capability indices.*

Data de conclusão: 06/11/2019.

## **1 INTRODUÇÃO**

Considerando que a qualidade se tornou um dos mais importantes fatores de decisão dos consumidores na escolha de produtos e serviços, saber compreender e melhorá-la é um aspecto-chave que pode conduzir ao sucesso, crescimento e uma melhor posição de competitividade em um dado negócio. Dentre as várias faces da qualidade, o trabalho em questão tratará sobre a conformidade com especificações pré-determinadas com intuito de descobrir quais são as principais causas da variabilidade da produção de um colchão de mola na empresa X e, como minimizá-la com algumas técnicas específicas.

Geralmente, considera-se de boa qualidade o produto que apresenta exatamente as especificações dele exigidas, ou seja, isso mostra que a maior qualidade deriva diretamente dos processos com menor variabilidade (menor dispersão). A fim de reduzir desperdícios, evitar o retrabalho, proporcionar redução no gasto de tempo, esforço, dinheiro e na variabilidade, os métodos estatísticos e a gestão da qualidade desempenham papel relevante no processo de melhoria contínua dos processos.

Dados do IBGE mostram que as vendas no mês de abril de 2019 caíram e com isso o varejo perdeu a força (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2019). Diante deste fato, por conta da acirrada concorrência e recessão com relação às vendas, se torna de fundamental importância para as organizações oferecer produtos com excelência na qualidade e paralelamente, diminuir os custos envolvendo os ciclos produtivos. Sucintamente, a melhoria contínua dos processos passa essencialmente pelo monitoramento e controle dos mesmos, realizado a partir da caracterização da variabilidade e da descrição de sua capacidade (processo capaz). Logo, é relevante a aplicação das ferramentas da qualidade juntamente com as técnicas da estatística, originando o controle estatístico de processos, que é um diferencial competitivo para as organizações no quesito mensuração da qualidade e monitoramento contínuo.

Nesse contexto, o Controle Estatístico de Processo (CEP) procura estabilizar o processo através da redução da variabilidade e monitoramento contínuo. De acordo com Montgomery (2004), o CEP possibilita apontar as variabilidades apresentadas através de representações gráficas, o que proporciona uma melhor visualização do processo, com objetivo de caracterizar possíveis causas (especiais ou aleatórias), para aplicação de correções mais eficientes visando a busca da melhoria contínua.

Segundo Rodrigues (2016), para preservar a qualidade e competitividade, as organizações têm-se utilizado de práticas de controle dos processos de produção com a finalidade de garantir que os mesmos cheguem aos clientes com as especificações desejadas. Semelhantemente, Oliveira (2016) descreve que através do CEP é possível controlar o processo,

seja por meio da verificação da qualidade do produto, do tempo de processamento, ou de qualquer outro aspecto quantificável.

Nas subseções seguintes, uma breve revisão da literatura sobre a importância do controle de processo, ferramentas da qualidade, controle estatístico de processos e suas especificidades, bem como as normas de qualidade e algumas particularidades do colchão a ser estudado.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Diante da atual competitividade nos diversos âmbitos do mercado, a busca pela qualidade de produtos e de serviços, tornou-se um relevante fator de decisão na maioria dos negócios. Como foi dito, de acordo com Montgomery (2004), qualidade é o inverso de variabilidade, ou seja, quanto maior for a variabilidade, menor qualidade teremos no produto ou serviço ofertado. Dessa forma, fica evidente que ao reduzir o índice de variação no processo é possível diminuir o número de produtos defeituosos fabricados.

Segundo Juran e Gryna (1991), qualidade significa adequação ao uso, ou seja, pressupõe-se que as especificações devem satisfazer os requisitos do cliente final quanto ao uso do produto. De forma semelhante, Campos (2004) afirma que um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende devidamente, de forma confiável, segura e no tempo certo às necessidades do cliente. Por conseguinte, o monitoramento contínuo dos processos é condição básica para a manutenção da qualidade (COSTA, 2005).

### **2.1 A importância do controle e monitoramento de processo**

De acordo com a norma ABNT ISO 9001:2015, processo é qualquer atividade, ou conjunto de atividades, que utilizam recursos para transformar “entradas” em “saídas” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015). Analogamente, Fernandes (2010) relata que os processos são os fluxos de trabalho de uma empresa, em que se inicia com as especificações, prazos e exigências dos clientes e conclui-se com os produtos ou serviços produzidos e realizados de acordo com a necessidade dos mesmos.

Sob o ponto de vista de Ramos (2000), como existem diversos métodos de trabalho, o processo fica suscetível à muitas inconformidades. Há diversas causas que interferem na produção e geram produtos fora do padrão, como por exemplo, o ambiente em que está inserido, variação nos materiais, situação do equipamento e mão-de-obra. Costa (2005) alerta que muitas vezes ocorrem falhas nas máquinas, ocasionando folgas e, conseqüentemente, variações no produto, surgindo então a necessidade da manutenção nos equipamentos. Já quando o problema é mão-de-obra, é preciso rever se o operador tem a capacitação mínima para a operação, sua influência e os riscos que ele pode causar.

Em um estudo, Santos (2009) constatou que dentro da linha de produção, tem-se a impressão que todos os produtos são precisamente iguais. Contudo, por meio de uma análise concisa é capaz de apontar distinções nos produtos obtidos pelo mesmo processo. É evidente que as perdas são intrínsecas ao processo produtivo, e que quanto maiores, inversamente será a capacidade do sistema analisado.

É durante a produção que os produtos defeituosos que saem dos padrões de fabricação são identificados. Segundo Campos (2004), manter o controle é conseguir identificar o problema, analisar o processo, padronizar e determinar pontos de controle de modo que o problema não ocorra mais. A fim de reduzir custos operacionais e aprimorar o processo, diversas ferramentas da qualidade foram criadas para auxiliar o profissional no entendimento e na solução de problemas.

## **2.2 Ferramentas da qualidade aplicadas aos processos**

Diante da constante e dinâmica transformação em que o mundo se encontra, as empresas se baseiam na análise de fatos e dados para tomadas de decisões. Um dos meios para obter mais qualidade nos processos e produtos, é a utilização das ferramentas de qualidade. Segundo Silva (2017), estas ferramentas dão suporte para a identificação e resolução de problemas e, por esse motivo, quando devidamente executadas, constituem-se como diferenciais competitivos e sustentáveis para as organizações.

Os projetos de qualidade têm como foco a satisfação dos clientes, e para tal, aplicam ferramentas e técnicas para um controle efetivo dos processos e conseqüente detecção de avarias. De acordo com Brassard (2004), as ferramentas da qualidade, além de auxiliarem na identificação de falhas em um dado processo, apontam também as possíveis causas, quantidade e até as relações entre as causas e problemas.

De acordo com Weill (2005), a introdução de um plano de qualidade é o meio mais efetivo de modificar a organização, adequando-a às novas exigências da sociedade e aperfeiçoando o atendimento aos clientes. O processo de implantação da qualidade total envolve, fundamentalmente, a seleção e aplicação de ferramentas e estratégias básicas específicas para as diferentes situações por que passa o processo de produção da qualidade (CARVALHO; PALADINI, 2005).

As chamadas ferramentas da qualidade são utilizadas nas empresas para registrar e interpretar o uso de dados. Ishikawa (1991) afirma que estes recursos podem solucionar 95% dos problemas existentes nas organizações. Costa (2005) acrescenta que, o monitoramento dos processos utilizado de forma sensata implica custos que se pagam facilmente, uma vez que a qualidade é capaz de agregar valores. Dentre as várias ferramentas, como folha de verificação, estratificação, diagrama de causa e efeito, diagrama de dispersão e histograma, neste trabalho, utiliza-se os gráficos ou cartas de controle dentro do CEP para auxiliar na determinação dos erros de produção.

## **2.3 Controle Estatístico de Processo (CEP)**

O controle estatístico de processos é uma ferramenta baseada em conceitos e técnicas da estatística e da engenharia que auxilia no controle da qualidade nas etapas da produção (WERKEMA, 2006). Sob o ponto de vista de Costa (2005), o CEP é uma metodologia preventiva para confrontar os resultados com um padrão já estabelecido e, por intermédio de técnicas estatísticas, banir ou pelo menos controlar a variabilidade.

Conforme Santos (2009), em todos os processos de produção ocorrerão perturbações, independente do excepcional projeto e/ou manutenção de qualidade. Segundo Montgomery (2004), as variações podem ser dadas por:

- a) Causas aleatórias ou comuns da variação: são intrínsecas ao processo e surgem, em geral, pelas máquinas ajustadas ou controladas de maneira incorreta, falhas operacionais ou matéria-prima defeituosa. Geralmente, são difíceis de serem percebidas e estão inseridas em um sistema constante de variações. Porém, o processo pode aspirá-las sem originar produtos defeituosos. Um processo que dispõe somente de causas aleatórias é considerado sob controle.
- b) Causas atribuíveis ou especiais da variação: possuem fontes de variação muito maiores do que a variabilidade natural, e representa, usualmente, um nível inaceitável do desempenho do processo. O processo que as contém é considerado fora de controle, portanto, as causas atribuíveis devem ser identificadas e corrigidas.

Segundo Carvalho e Paladini (2005), a concepção do CEP é que processos com menos variabilidade possibilitam níveis melhores de qualidade nos resultados da produção, além de

reduzir custos. Mas, em contrapartida, Montgomery (2004) afirma que muitas organizações acreditam ser difícil e oneroso fornecer produtos com as mesmas características de qualidade ao cliente.

Se um produto deve adaptar-se às exigências do consumidor, deve, via de regra, possuir um processo estável, ou seja, deve ser capaz de operar com pequena variabilidade em torno da dimensão padrão do mesmo. Sendo assim, o CEP é uma importante coleção de ferramentas com finalidade de resolver problemas, estabilizar o processo e obter uma melhoria contínua da capacidade produtiva. De acordo com Montgomery (2004), o gráfico de controle é uma ferramenta eficaz para redução dessa variação, tanto quanto possível. Contudo, para gerá-lo, deve-se estabelecer limites de controle a fim identificar as causas especiais oriundas de dimensões fora do valor alvo.

### 2.3.1 Limites de controle

Mediante o CEP, é possível analisar a variabilidade do processo e comparar o desempenho atual com o desempenho esperado. O gráfico de controle tem dois limites que são calculados a partir dos dados amostrais, separando a variação comum da variação aleatória. Desta maneira, Montgomery (2004) relata que primeiramente pode-se estabelecer a Linha Central (LC), ou seja, a média histórica dos dados. Em seguida, pode-se estabelecer o Limite Superior de Controle (LSC) e o Limite Inferior de Controle (LIC).

Ainda segundo Montgomery (2004), uma estatística amostral posicionada entre esses dois limites indica a aleatoriedade da distribuição e, de outro lado, um valor fora a um dos dois limites indica a não aleatoriedade. Nos gráficos de controle é comum a utilização do LSC três sigmas acima da linha média ( $\mu + 3\sigma$ ) e do LIC três sigmas abaixo desta ( $\mu - 3\sigma$ ) (CARVALHO; PALADINI, 2005).

Segundo Castro (2012), o CEP monitora as características relevantes dentro de um processo, garantindo o controle dentro do que foi especificado e evidenciando quando adotar ações de correção e melhoria, o que proporciona grandes benefícios para toda a empresa. Através dos gráficos (ou cartas) de controle é possível verificar se um determinado produto/serviço está dentro dos limites aceitáveis.

### 2.3.2 Gráficos de Controle (Cartas de Controle)

Sob a visão do CEP, processos podem ser controlados através de medições de determinadas variáveis em pontos intervalados no tempo e registros dos resultados em cartas de controle. De acordo com Montgomery (2004), as cartas de controle são as ferramentas mais utilizadas no controle estatístico de processo e têm como finalidade identificar desvios de critérios peculiares do processo, minimizando a quantidade de produtos fora de especificações e os custos de produção.

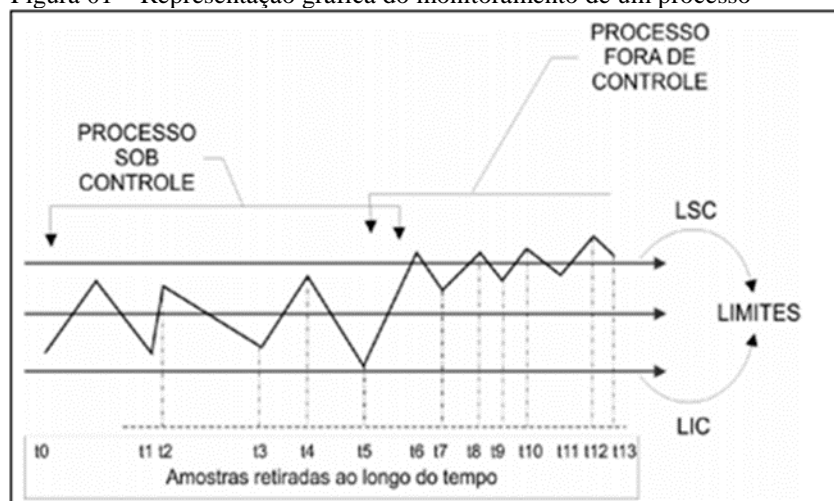
Os gráficos de controle de Shewhart possuem um modelo básico. O que muda de um gráfico para outro, são as variáveis a serem monitoradas. Krajewski (2009) relata que Shewhart desenvolveu sua técnica para trabalhar com dados não correlacionados e de comportamento estacionário, ou seja, o comportamento futuro do processo não pode ser previsto a partir de observações anteriores, pois estas são independentes. Shewhart ainda considerou que os dados deveriam apresentar uma distribuição normal, ou seja, todos os valores se concentram ao redor da média variando de  $-3\sigma$  a  $3\sigma$ .

Essa é uma das técnicas estatísticas que dão suporte ao controle de qualidade em um processo, subsidiando evidências da variabilidade, tanto de caráter comum quanto de caráter determinável. Os gráficos possibilitam atuar no processo de forma preventiva, reparando possíveis avarias no ato da ocorrência, não permitindo que chegue produtos com defeito no

cliente final. Entretanto, vale ressaltar que através de um gráfico de controle não é possível identificar quais são as causas atribuíveis de variação, mas é capaz de processor e proporcionar informações necessárias para identificá-las.

As cartas ou gráficos de controle consistem em uma linha central, um par de limites de controle, um dos quais se localiza abaixo e outro acima da linha central, e valores característicos marcados no gráfico representando o estado de um processo (COSTA, 2005). A Figura 1 representa em um mesmo gráfico, um processo ora sob controle, ora fora.

Figura 01 – Representação gráfica do monitoramento de um processo



Fonte: Ramos (2000).

Visto isso, quando os pontos identificados estiverem entre o LSC e LIC, sem seguir tendências e os valores estiverem dispostos de forma aleatória, considera-se um processo sob controle. Já quando os pontos estiverem marcados na parte de fora dos limites ou demonstrarem uma disposição atípica, o processo é considerado fora de controle.

A análise dos gráficos de controle permite determinar se um dado processo é estável, ou seja, se não há presença de causas especiais de variação atuando sobre o mesmo (RAMOS, 2000). Após verificar a estabilidade do processo, pode-se quantificar sua capacidade empregando os índices de capacidade.

### 2.3.3 Índices de Capacidade de Processos (ICP's)

As técnicas de controle estatístico de processo ajudam os gerentes a alcançar e manter uma distribuição do processo que não se altera em termos de sua média e variância. De acordo com Krajewski (2009), a capacidade do processo é a capacidade de satisfazer as especificações de projeto para um serviço ou produto. Segundo Montgomery (2004), fazer a análise da capacidade do processo é quantificar a variabilidade do mesmo e auxiliar na minimização ou extinção da variação durante o seu desenvolvimento.

Os índices de capacidade organizam os dados encontrados de forma que seja possível avaliar se um processo é ou não capaz de conceber produtos que atendam as especificações oriundas dos clientes externos e internos. Para desfrutar dos índices de capacidade é indispensável que o processo esteja sob o controle estatístico e que a variável em questão tenha distribuição próxima da normal. Ainda conforme Montgomery (2004), os índices de capacidade são números adimensionais que viabilizam uma quantificação do desempenho de processos. Eles se dividem em:  $C_p$ ,  $C_{pk}$ ,  $C_{pm}$  e  $C_{pmk}$ . Para este trabalho, os índices usados foram o  $C_p$  e  $C_{pk}$ , definidos em função das características dos dados coletados.

O índice Cp, chamado de índice de capacidade potencial do processo, considera que o processo está centrado no valor nominal da especificação (MONTGOMERY, 2004). Se a característica de qualidade tenha distribuição bilateral, o índice Cp é representado pela Equação 01, em que LSE é o limite superior de especificação, LIE é o limite inferior de especificação e  $\sigma$  é o desvio-padrão do processo.

$$Cp = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \quad (01)$$

Este índice associa a variabilidade aceitável ao processo com a variabilidade natural do mesmo. Desse modo, fica evidente que quanto maior for o valor de Cp, maior será a capacidade do processo em atender às especificações, desde que a média esteja centrada no valor nominal. De acordo com Montgomery (2004), para analisar este índice deve-se definir três intervalos de referência, como na Tabela 01.

Tabela 01 - Intervalos de referência para análise do índice Cp

Cp	Interpretação
$Cp < 1$	Processo incapaz
$1 \leq Cp \leq 1,33$	Processo aceitável
$Cp \geq 1,33$	Processo potencialmente capaz

Fonte: Montgomery (2004).

Todavia, em muitos casos o processo não está centrado no valor nominal da especificação e, o uso do índice Cp pode levar à imprecisões. O índice de desempenho Cpk considera a distância da média do processo em relação aos limites de especificação. Este índice é seguido pela Equação 02, sendo LSE o limite superior de especificação, LIE o limite inferior de especificação,  $\mu$  a média do processo e  $\sigma$  o desvio-padrão.

$$Cp = MIN \left( \frac{LSE - \mu}{3\sigma} ; \frac{\mu - LIE}{3\sigma} \right) \quad (02)$$

Em seu livro, Krajewski (2009) afirma que, quando o processo está centrado no valor nominal de especificação,  $Cp = Cpk$ . Sendo assim, se Cp for diferente de Cpk, entende-se que o processo está descentrado, ou seja, que a média não condiz com o valor nominal das especificações. As interpretações do índice Cpk também podem ser feitas baseadas na análise do índice Cp, visto que para analisar a capacidade do processo utilizam-se estes dois índices em conjunto. O *software* Minitab auxilia na construção dos gráficos e nas interpretações dos índices de capacidade do processo.

## 2.4 Normas de qualidade do colchão

Considerando que é dever de todo fornecedor oferecer produtos seguros no mercado, todos os colchões produzidos na empresa X são certificados pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia). Diante da necessidade de prover a harmonização das relações de consumo e a concorrência justa no setor colchoeiro, os padrões devem ser seguidos, aumentando a produtividade por meio da adoção de mecanismos destinados à melhoria da qualidade e da segurança de produtos e serviços.

O colchão em estudo é de mola, que, segundo a norma ABNT NBR 15413-1:2013 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013), é um bem de consumo

durável para o repouso humano, constituído por quatro principais componentes: molejo, isolante, estofamento e revestimento. Analisando a Portaria INMETRO nº 52/2016 (INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA, 2016), vê-se que, particularmente, o colchão escolhido possui:

- a) Molas simples: colchões de molas que não possuem as características e funcionalidades dos colchões de molas combinados, articulados, conjugados ou para cama auxiliar;
- b) Borda/reforço perimetral: componente interno do colchão, destinado a dar uniformidade e sustentação ao perímetro do molejo, podendo ser em arame de aço, espuma ou outros materiais;
- c) Estofamento: material utilizado no colchão, agregado ou não ao revestimento, utilizado para agregar conforto ao usuário;
- d) Isolante: material utilizado no colchão entre o molejo e o estofamento, de forma a proteger esses componentes de avarias que o contato entre eles poderia causar ao produto;
- e) Molejo: armação de molas que compõe o colchão de molas, podendo ter função estrutural ou de conforto;
- f) Revestimento: tecido 100% poliéster.

Conforme ABNT NBR 15413-1:2013, mesmo após uso contínuo, as espumas existentes devem atender às propriedades esperadas para sua densidade e os revestimentos e costuras utilizados devem ser suficientemente resistentes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013). Além disso, para verificar a qualidade do colchão, é feito o teste de rolagem em produtos acabados. Neste teste observa-se se há rasgos ou esgarçamentos no revestimento (desconsiderando as regiões danificadas pelos cantos do rolo) ou quebra das molas do molejo.

A norma ABNT NBR 15413-1:2013 também frisa que, as dimensões da altura, comprimento e largura dos colchões não podem diferir-se daquelas declaradas pelo fornecedor, podendo haver uma variação máxima de  $\pm 1,5$  cm (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013). Para determinar as dimensões do produto, esta mesma norma estabelece um passo a passo:

- a) Serão necessários dois esquadros com base de apoio e altura mínima maior que a altura do colchão; régua e uma trena ou escala com resolução de 0,1 cm;
- b) Deve-se colocar o colchão sobre uma superfície plana e rígida maior que a área do colchão;
- c) Para dimensionar o comprimento e largura, deve-se colocar os dois esquadros sobre a superfície plana, encostando sua face vertical (90°) nas laterais do colchão, em posições opostas. Medir a distância entre as faces verticais dos esquadros, utilizando a trena, no sentido do comprimento e da largura do colchão.
- d) Para dimensionar a espessura, deve-se apoiar a régua longitudinalmente no centro do colchão, de forma a ultrapassar as extremidades (cabeceira e peseira). Medir a distância entre a superfície de apoio do colchão e a parte inferior da régua com a trena ou a escala nas duas extremidades. Fazer a média dos resultados, caso haja diferença.

Visto isso, a fim de atender os padrões do INMETRO, os colchões de molas devem ser projetados, construídos e comercializados de forma que seu molejo esteja apropriado para o repouso humano.

### **3 METODOLOGIA**

O trabalho foi realizado em uma indústria de colchão, localizada no Sul de Minas Gerais. É possível caracterizá-lo em um estudo de caso, que segundo Gil (2010), é designado pelo estudo árduo e em profundidade de poucos objetos, de forma a permitir conhecimento abrangente e específico do mesmo. Em um primeiro momento, foi realizada uma revisão da literatura, em fontes de informações acadêmicas, com buscas por artigos, livros e revistas sobre



os temas pertinentes a pesquisa: qualidade nos produtos e o controle estatístico de processos. Na segunda etapa foi feita a coleta dos dados. Para isso, foram realizadas visitas *in loco* e escolhidas amostras semanalmente para verificar a conformidade das dimensões dos colchões. De acordo com Werkema (2006), para atingir o tamanho ideal da amostra é necessário coletar 20 ou 25 subgrupos (amostras) de 4 ou 5 itens, respectivamente. Para o trabalho, foi adotado  $K=25$  amostras, com  $n=5$  dados, sendo  $K$  o número de amostras, e  $n$  o tamanho de cada amostra. Dessa forma, totalizou-se 125 dados de cada dimensão do colchão (comprimento, largura e altura) colhidos para análise.

Após a coleta, os dados foram compilados no programa Minitab 18.0 para a inserção das variáveis e dados do estudo de caso. A seguir, foi feita a análise dos dados, em que se constatou o número de variações encontradas no produto escolhido e, assim, foi possível trabalhar com algumas das principais técnicas do controle estatístico, dentre elas os índices de capacidade e gráficos de controle. Para Dias (2010), este tipo de análise prevê a utilização de técnicas estatísticas, o que auxilia na caracterização e construção dos dados, além de tornar possível a verificação das relações existentes entre as variáveis relacionadas ao problema de pesquisa.

### **3.1 O processo analisado**

A ideia de começar um negócio novo parecia tarefa reservada a aventureiros. Foi nesse clima de incerteza que nasceu uma pequena empresa situada no Sul de Minas Gerais. Fundada em 1980, a fábrica de colchões atua no mercado a fim de realizar sonhos, entregando conforto com qualidade e comodidade para os clientes. A empresa X possui a visão de ser uma empresa reconhecida pela excelência no fornecimento de colchões, e, sua missão é dedicada a fabricar colchões que proporcionem confiabilidade, fidelização e a realização de sonhos dos clientes, colaboradores e acionistas.

A empresa encarna valores humanos fortes que reúnem o conjunto de seus colaboradores em suas atividades cotidianas. Preserva a ética, respeito e transparência no relacionamento interno e externo da empresa, age com humildade e disposição para aprender o novo e aprimorar as práticas atuais, mantém o respeito e a valorização dos colaboradores através de oportunidades de crescimento profissional e preocupação com a qualidade de vida. Além disso, busca constantemente a excelência no negócio com foco no cliente e compromisso com os resultados desejados e a sustentabilidade econômica, social e ambiental.

Diante da acirrada concorrência e do obscuro cenário econômico mundial, as empresas tendem a cada vez mais reverem sua estrutura produtiva a fim de acompanharem as mudanças que ocorrem no mercado. É perceptível que o setor de produção é um dos mais atingidos pelas alterações, sobretudo no que se diz respeito modernização dos processos produtivos, melhoria da qualidade de seus produtos e racionalização da produção. Mediante a percepção de variação nas dimensões, o produto escolhido é um colchão de mola. Com intuito de aperfeiçoar o processo, este trabalho tem como objetivo analisar a variabilidade do processo produtivo deste colchão por intermédio dos índices de capacidade e gráficos de controle da empresa X.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Visto que todos os colchões da empresa são certificados pelo INMETRO, para melhor precisão no estudo, os padrões da norma ABNT NBR 15413-1:2013 são utilizados para conseguir as dimensões do produto. A Figura 02 e a Figura 03 ilustram a medição do comprimento e da altura, respectivamente, como citado na norma.

Figura 02 – Medição do comprimento do colchão



Fonte: O autor.

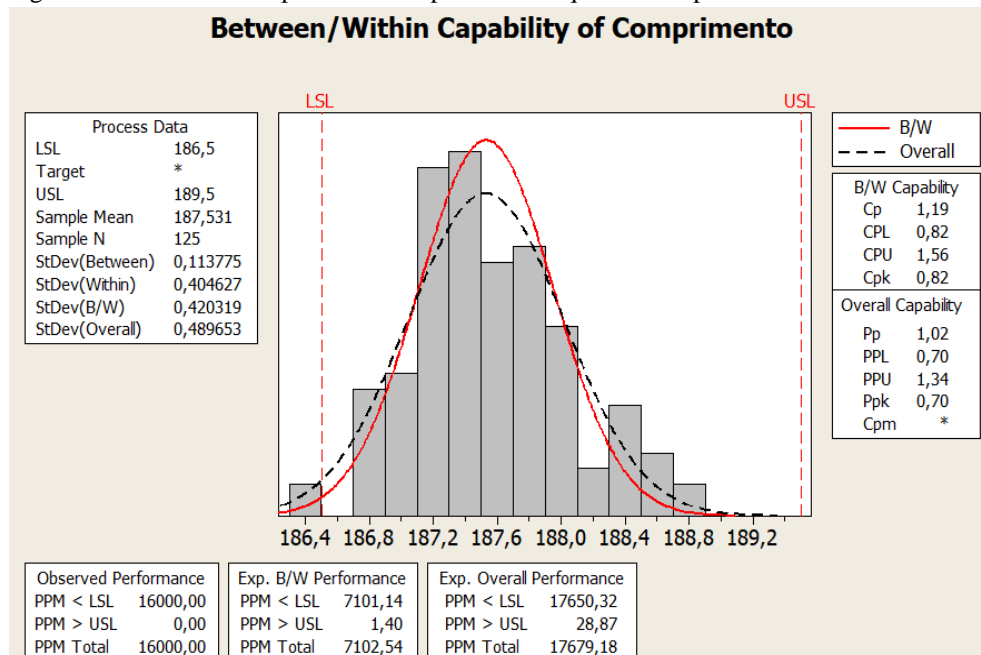
Figura 03 – Medição da altura do colchão



Fonte: O autor.

Após coletar todos as amostras no quesito comprimento, os dados foram lançados no Minitab 18.0. Este *software* fornece um conjunto de ferramentas de análise estatística e melhoria de processos, que é abrangente e um dos melhores da sua classe, para ajudar empresas e instituições a identificar tendências, resolver problemas e descobrir insights valiosos nos dados (MINITAB, 2019). Os resultados são explanados na Figura 04 a seguir.

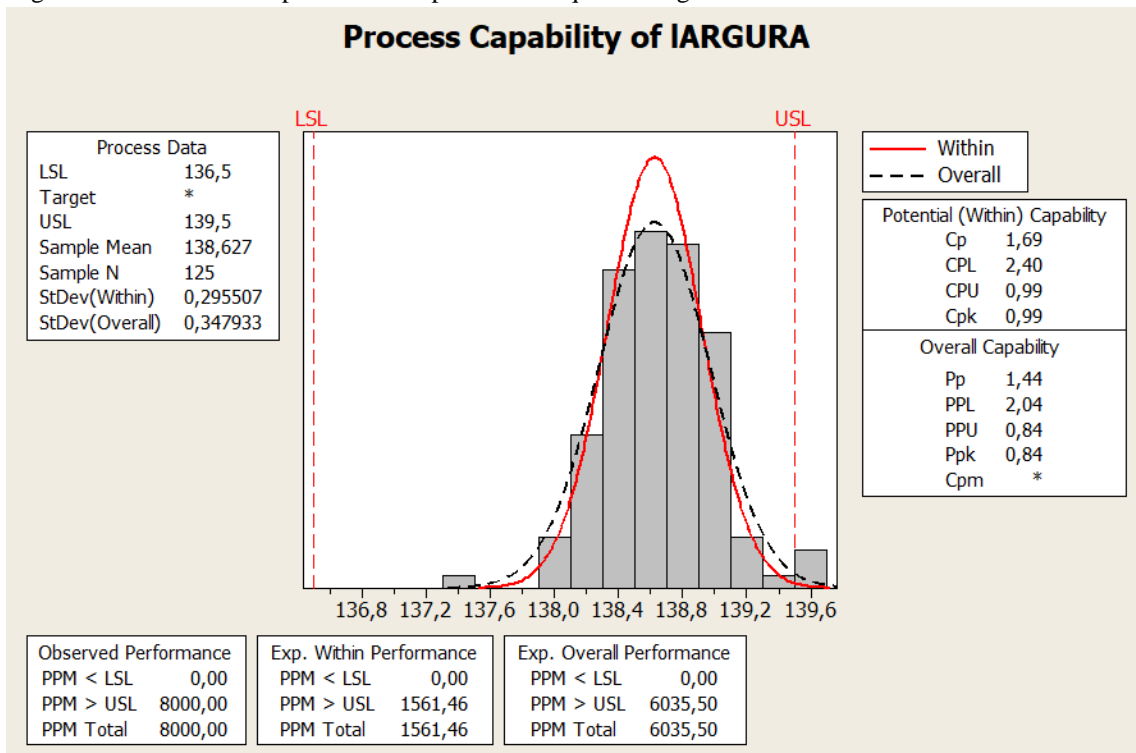
Figura 04 – Análise da capacidade de processo no quesito comprimento do colchão



Fonte: O autor.

Diante dos resultados e dos parâmetros que o controle estatístico de processo impõe, têm-se que o processo relacionado ao comprimento é aceitável com o  $C_p = 1,19$ . Seu PPM é de 1,6%, ou seja, haverá 16.000 itens não conformes em 1 milhão. Ao utilizar o mesmo procedimento para a dimensão da largura, obtém-se que o processo é altamente capaz com seu  $C_p = 1,69$ , como ilustra a Figura 05. Seu PPM de 0,8% mostra que terá 8.000 itens não conformes a cada milhão.

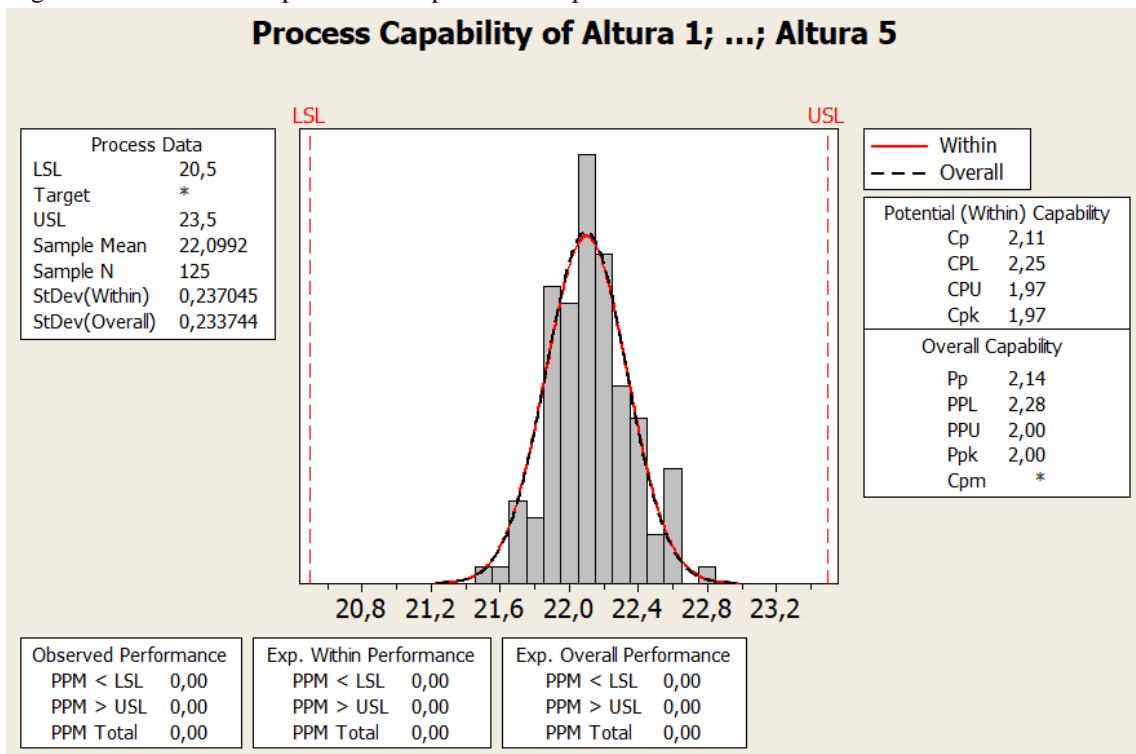
Figura 05 – Análise da capacidade de processo no quesito largura do colchão



Fonte: O autor.

Da mesma forma foi analisado a dimensão da altura. Mediante análise do resultado, é possível constatar que o processo nesse quesito é altamente capaz com o seu  $C_p = 2,1$ , como fica evidente na Figura 06. Seu  $PPM = 0$  mostra que não haverá itens não conformes referente à altura, ou seja, está dentro do que é proposto.

Figura 06 – Análise da capacidade de processo no quesito altura do colchão



Fonte: O autor.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visto que a qualidade é a principal preocupação das empresas que buscam conquistar o mercado, o artigo propôs a utilização do CEP no controle e monitoramento da produção de um colchão de mola. Este recurso visa utilizar ferramentas para a detecção e solução de problemas a fim de obter a estabilidade do processo e a melhoria da sua capacidade através da redução da variabilidade.

O objetivo de analisar a variabilidade do processo por intermédio dos índices de capacidade e gráficos de controle da empresa X foi alcançado. De modo geral, tem-se que o processo é capaz e está sob controle. Dentre as dimensões analisadas, o comprimento com  $C_p = 1,19$  e  $PPM = 1,6\%$  é aceitável, a largura com  $C_p = 1,69$  e  $PPM = 0,8\%$  demonstra ser um processo altamente capaz e, a altura com  $C_p = 2,1$  e  $PPM = 0$  mostra que além do processo ser altamente capaz, não haverá itens não conformes nesse quesito. É importante lembrar que o levantamento dos dados deverá ser continuado para que as possíveis causas sejam levantadas em diferentes períodos e se obtenha a cultura do acompanhamento do processo.

Vale ressaltar que, diante da relevância do assunto tratado, foi encontrado conteúdo suficiente para subsidiar o trabalho. Pesquisas feitas em artigos, livros e instituições brasileiras permitiram concluir o referencial bibliográfico e, assim, utilizar como um meio de condução para os próximos passos. O levantamento dos dados deverá ser continuado para que as possíveis causas sejam levantadas em diferentes períodos e se obtenha a cultura do acompanhamento do processo.

Em síntese, observou-se que a empresa pode conseguir a melhoria contínua através da aplicação do controle estatístico de processos, aumentando assim a qualidade, confiabilidade e satisfação dos clientes, além de reduzir os custos e tempos por retrabalho. A aplicação do CEP possibilita trilhar um caminho para sanar problemas com a utilização de ferramentas apropriadas. Assim sendo, fica evidente que esta metodologia propicia não somente uma cultura de gestão proativa para a organização com base nas falhas oriundas nos processos, mas também contribui como pivô de uma aplicabilidade futura em outros processos produtivos ou até mesmo em outras pesquisas.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15413-1:2013**: colchão de molas e bases. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT ISO 9001:2015**: sistemas de gestão da qualidade: fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2015.

BRASSARD, M. **Qualidade**: ferramentas para uma melhoria contínua. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da Qualidade Total**: no estilo japonês. 8. ed. Nova Lima (MG): INDG Tecnologia e Serviços, 2004.

CARVALHO, M.; PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade**: teoria e casos. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CASTRO, D. R. C. A aplicabilidade dos gráficos de controle nas empresas como modelo de inspeção para a avaliação da qualidade. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32., 2012, Bento Gonçalves. **Anais** [...]. Bento Gonçalves: UEPA, 2012. Disponível em:

<[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012\\_tn\\_stp\\_158\\_921\\_20804.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_tn_stp_158_921_20804.pdf)>. Acesso em: 31 maio 2019.

COSTA, A. F. B. **Controle Estatístico de Qualidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações**: manufatura e serviços - uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2004.

DIAS, M. T. **Construção do Conhecimento e Metodologia da Pesquisa**. Natal: UnP, 2010.

FERNANDES, A. P. L. M. O uso do Controle Estatístico de Processo na gestão da qualidade. Estudo de caso: grupo Coringa - AL. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., 2010, São Carlos. **Anais** [...]. São Carlos: UFAL, 2010. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010\\_tn\\_stp\\_114\\_747\\_16156.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_stp_114_747_16156.pdf)>. Acesso em: 16 maio 2019.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Vendas caem 0,6% em abril e varejo perde força após dois meses de estabilidade**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/24806-vendas-caem-0-6-em-abril-e-varejo-perde-forca-apos-dois-meses-de-estabilidade>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Portaria INMETRO nº 52/2016**. Rio de Janeiro, 2016.

ISHIKAWA, K. **Guide to quality control**. Nova York: Kraus International Publications, 1991.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. **Controle da qualidade**. 4. ed. São Paulo: Makron McGraw-Hill, 1991.

KRAJEWSKI, L. **Administração de Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MINITAB. **Sobre nós**. Disponível em: <<https://www.minitab.com/pt-br/company>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

OLIVEIRA, R. P. Aplicação do Controle Estatístico de Processo no tempo gasto nas filas de atendimento numa agência de correio. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2016, João Pessoa. **Anais** [...]. João Pessoa: UFG, 2016. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STP\\_227\\_325\\_29736.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_227_325_29736.pdf)>. Acesso em: 11 jul. 2019.

RAMOS, A. W. **CEP para processos contínuos e em bateladas**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

RODRIGUES, A. L. P. Proposta de implementação do Controle Estatístico de Processo (CEP) em uma indústria de pré-moldados. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2016, João Pessoa. **Anais** [...]. João Pessoa: PITÁGORAS, 2016. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_227\\_325\\_28846.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_227_325_28846.pdf)>. Acesso em: 11 jul. 2019.

SANTOS, A. G. A importância dos gráficos de controle para monitorar a qualidade dos processos industriais: estudo de caso numa indústria metalúrgica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29., 2009, Salvador. **Anais** [...]. Salvador: UFCG, 2009. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009\\_TN\\_STP\\_092\\_623\\_14093.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STP_092_623_14093.pdf)>. Acesso em: 17 maio 2019.

SILVA, J. L. Aplicação das ferramentas de qualidade para melhoria de processos produtivos: estudo de caso em um centro automotivo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 37., 2017, Joinville. **Anais** [...]. Joinville: UNIPAM, 2017. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_238\\_383\\_30942.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_238_383_30942.pdf)>. Acesso em: 23 maio 2019.

WEILL, M. **A gestão da qualidade**. São Paulo: Loyola, 2005.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 2006.