



**Congrega**  
Urcamp 2016

13ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa

REVISTA DA JORNADA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA ISSN:1982-2960

## 13ª JORNADA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

### CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO NO SETOR DE EMBALAGEM: UM ESTUDO DE CASO

THAINNA THATISUANE OLIVEIRA SENA<sup>1</sup>, THIAGO ANTONIO AMARAL VITORINO<sup>2</sup>, ADEMARIA APARECIDA DE SOUZA<sup>3</sup>, ALINE DAS GRAÇAS DE SOUZA, ANTONIO LUCRÉCIO DOS SANTOS NETO  
**RESUMO**

A garantia da qualidade dos produtos ou serviços é imprescindível para que produtor e consumidor criem entre si confiança. O Controle Estatístico de Processo (CEP) é uma das mais poderosas metodologias desenvolvidas visando auxiliar no controle eficaz da qualidade e na manutenção da empresa no mercado competitivo. Assim, o objetivo deste trabalho é realizar uma análise do processo produtivo de uma empresa fabricante localizada no município de Arapiraca - AL e propor a implantação de ferramentas básicas do Controle Estatístico de Processos. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em livros clássicos e básicos, em bancos de teses, artigos científicos e anais de congresso sobre o tema Controle Estatístico de Processo. Paralelo a isso, buscou-se selecionar a empresa que tivesse sua linha de produção em série e relevância em termos de número de empregos ofertados. Para tanto foi realizado um estudo de caso da empresa x, por ser a empresa que mais se ajustou aos objetivos do trabalho. Escolhida a empresa e a linha de produção do setor de embalagens, descreveu-se o processo produtivo desta linha. A partir da descrição do processo foi verificado em conjunto com a gerência alguns pontos considerados críticos tais como: número de itens não conformes relacionados a impressão (defeito de impressão, sujeira, tinta nas bordas e dimensões) e medidas da espessura ( $\mu$ ) das embalagens de colorífico. Para monitorar os pontos críticos foram utilizadas diversas ferramentas da qualidade tais como: diagrama de Pareto, cartas de controle por atributos e por variáveis e índices de capacidade  $C_p$  e  $C_{pk}$ . Com a análise dos gráficos e tabelas desenvolvidas verificou-se a existência de pontos fora dos limites de especificação tanto no gráfico de controle para as variáveis (espessura) quanto para atributos (defeitos visuais) o que indica uma instabilidade no processo. Instabilidade esta que foi confirmada através do cálculo dos índices de capacidade ( $C_p$  e  $C_{pk}$ ). O presente trabalho mostra como as ferramentas da qualidade puderam ser utilizadas para detectar causas especiais de variação em uma indústria de embalagens.

**Palavras-chave:** Qualidade. Carta de Controle. Produção. Variabilidade.

#### **ABSTRACT**

Quality assurance of products or services is vital so that producers and consumers create trust each other. The Statistical Process Control (SPC) is one of the most powerful

methodologies developed aimed at assisting in the effective quality control and maintenance of the company in the competitive market. The objective of this project is to analyze the production process of a manufacturing company located in the city of Arapiraca - AL and propose the implementation of basic tools of Statistical Process Control. For this, a literature classics and basic books was held in databases of theses, papers and conference proceedings on the subject Statistical Process Control. Parallel to this, we tried to select the company that had its line of serial production and relevance in terms of number of jobs offered. To this end it conducted a case study of the company x, to be the company that has set the objectives of the work. Chosen the company and the production line in the packaging sector, has been described the production process of this line. From the description of the process was found together with management few considered critical points such as the number of non-conforming items related to printing (print defects, dirt, ink edges and dimensions) and measures the thickness ( $\mu$ ) of packages of spice. To monitor critical points were used various quality tools such as Pareto diagrams, control charts for attributes and variables  $C_p$  and  $C_{pk}$  and capability indices. With the analysis of graphs and tables developed verified the existence of points outside the specification limits both the control chart for variables (thickness) and for attributes (visual defects) indicating instability in the process. Instability that this was confirmed by calculating the capability indices ( $C_p$  and  $C_{pk}$ ). This paper shows how quality tools could be used to detect special causes of variation in a packaging industry.

**Key- words:** Quality, Control Chart, Production, variability

## INTRODUÇÃO

As organizações como um todo, nos dias de hoje, se preocupam cada vez mais com a questão da qualidade de seus produtos/serviços, esta tornou-se tão importante que é tida como um dos principais fatores de decisão utilizados pelo cliente na hora da compra. Em decorrência disso, cada vez mais as empresas investem num processo de melhoria da qualidade a fim de proporcionar satisfação para seus clientes.

Uma das estratégias mais utilizadas para a melhoria da qualidade é a inserção de técnicas estatísticas para a detecção da variabilidade que afeta o processo de produção. Uma vez percebido a incidência desta no processo é possível a identificação de suas causas permitindo a tomada de ações corretivas para melhorar a qualidade final do produto. Uma das maneiras de detectar a variabilidade é com o uso do Controle Estatístico do Processo (CEP).

Antes de entender o significado do CEP é importante atentar para o conceito de processo, que segundo Hradesky (1990) é qualquer combinação de material, máquinas, ferramentas, métodos e pessoas tendo como objetivo a fabricação de um bem ou o fornecimento de um serviço.

Dito isto, podemos definir o CEP como sendo uma poderosa coleção de ferramentas de resolução de problemas útil na obtenção da estabilidade do processo e na melhoria da capacidade através da redução da variabilidade (MONTGOMERY, 2013).

Considerada uma das principais ferramentas do CEP, a carta ou gráfico de controle, também chamada de carta de Shewhart, é uma ferramenta de auxílio no monitoramento estatístico do processo que atua em torno da identificação de causas especiais (não desejáveis) que podem afetar o processo de produção através da identificação de padrões de não aleatoriedade, pois um processo é considerado fora de controle quando são detectados padrões de não aleatoriedade.

Segundo Nomelini et al, (2009), no processo sob controle, a característica de qualidade do conjunto dos itens produzidos possui distribuição normal e quando a variabilidade se torna anormal, as amostras indicarão que o processo de fabricação se modificou e ficou fora de controle. Assim, o CEP possibilita monitorar as características de interesse, assegurando sua manutenção dentro de limites pré-estabelecidos e indicando quando adotar ações de correção e melhoria.

Contudo, ainda há muito por fazer em razão da potencialidade do CEP não ter sido totalmente explorada. Novas aplicações aparecem constantemente, demonstrando a sua versatilidade e importância no aumento da competitividade (RAMOS, 2000).

Considerando a importância da aplicação do CEP para viabilizar e padronizar a qualidade demandada pelos clientes, o potencial de desenvolvimento do município de Arapiraca, apresentando o segundo maior Produto Interno Bruto (PIB), entre as cidades alagoanas, composto em mais de 70% pelos setores de Indústria e Serviços (SEPLANDE, 2014) e a carência de informações disponíveis na literatura sobre a utilização do CEP pelos empresários no município citado, este trabalho tem por objetivo analisar o processo produtivo (produção de embalagens) de uma empresa manufatureira situada no município de Arapiraca e propor à aplicação dessa ferramenta de qualidade.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Quanto à natureza do estudo, enquadra-se como uma pesquisa aplicada, pois, de acordo com Silva e Menezes (2001), tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática, além de uma pesquisa descritiva, tendo dados levantados que servirão para avaliar e propor melhoria em seu processo, tendo como base uma pesquisa bibliográfica sobre CEP. E o método de procedimento técnico utilizado é o estudo de caso (LAKATOS, 2001).

A pesquisa foi realizada através de um levantamento de empresas manufaturas localizadas na cidade de Arapiraca- AL. Optou-se pela empresa x, por sua relevância em termos de número de empregos ofertados e por ter sua linha de produção em série.

Na primeira visita, conversou-se com a gerência e com alguns funcionários do setor de produção de embalagem. Em seguida, o gerente realizou uma apresentação dentro do setor explicando o processo de fabricação de embalagens. Após adquirir conhecimento do processo e das etapas de fabricação de embalagens foi possível verificar em conjunto com a gerência a necessidade de estudo investigativa no número de itens não conformes relacionados à impressão (como: defeito de impressão; sujeira; tinta nas bordas e dimensões), além da medida de espessura ( $\mu$ ) e da embalagem de colorífico (Figura 1A e B).

Figura 1: Embalagem de colorífico utilizada na inspeção (A); Medidor de espessura (B).



Fonte: Elabora pelos autores, 2016.

A empresa x disponibilizou amostras das embalagens utilizadas para a produção de colorífico da empresa. Para não atrapalhar o andamento do processo da empresa a coleta das embalagens foi realizada por um funcionário da empresa entre as 15:20h do dia 25 e 14:40h do dia 26 de novembro de 2014 com instruções dos pesquisadores. Sendo explicado ao funcionário que a cada 20 minutos fossem retiradas trinta embalagens ( $m=30$ ) até completar trinta subgrupos ( $n=31$  amostras). As amostras das embalagens foram inspecionadas pelos pesquisadores.

Durante o período da coleta de dados foram produzidas aproximadamente três toneladas de embalagem de colorífico (1.666.576 unidades). Para a variável número de itens não conformes foi avaliado os 31 subgrupos, sendo que estes subgrupos foram formados por 30 embalagens. Para a variável espessura foi avaliado também os 30 subgrupos, sendo que estes subgrupos foram formados por cinco embalagens selecionadas aleatoriamente.

Para monitorar os itens não-conformes foi utilizada a carta de controle para atributos e o gráfico de Pareto para a identificação das principais falhas das embalagens. Para o monitoramento da variável espessura foi utilizado a carta de controle para a Média X e para

a Amplitude R, em razão dos subgrupos amostrais serem relativamente pequenos (n= 5). Além do mais, ainda foram utilizados os índices de capacidade do processo (Cp e Cpk).

A carta de controle possui uma Linha Central (LC) que representa o valor médio da característica da qualidade, existem ainda duas outras linhas localizadas, uma acima, e outra abaixo da linha central, chamadas respectivamente de Limite Superior de Controle (LSC) e Limite Inferior de Controle (LIC), sendo utilizadas as seguintes equações (Tabela 1):

Tabela 1: Limites de controle das cartas  $\bar{X}$  e R.

Limites de controle		
Carta para Atributos	Carta da Média ( $\bar{X}$ )	Carta da Amplitude (R)
$LSC = np + 3\sqrt{np(1-p)}$	$LSC = \bar{\bar{X}} + A2\bar{R}$	$LSC = D4\bar{R}$
$LC = np$	$LC = \bar{\bar{X}}$	$LC = \bar{R}$
$LIC = np - 3\sqrt{np(1-p)}$	$LIC = \bar{\bar{X}} - A2\bar{R}$	$LIC = D3\bar{R}$

Fonte: Montgomery, (2013).

Na tabela 1, os termos A2, D3 e D4, variam de acordo com o tamanho da amostra e são valores tabelados, onde os termos  $\bar{\bar{X}}$  e  $\bar{R}$  são a média das médias em cada tempo e a amplitude da média respectivamente (FERREIRA; OLIVEIRA, 2008).

Outras ferramentas utilizadas foram os índices de capacidade (Cp e Cpk). Esses índices são medidas utilizadas para mensurar a capacidade do processo determinando se o mesmo é ou não capaz de satisfazer as necessidades dos clientes. Um  $Cp > 1$  indica que o processo é capaz de atender as especificações dos clientes. Quando  $Cp < 1$  tem-se um processo descentrado sendo necessária a utilização do índice Cpk, para esses índices são utilizadas as seguintes equações (Figura 2):

Figura 2: Cálculo dos índices de capacidade

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6 \frac{\bar{R}}{d_2}} \quad C_{pi} = \frac{\bar{X} - LIE}{3 \frac{\bar{R}}{d_2}} \quad C_{ps} = \frac{LSE - \bar{X}}{3 \frac{\bar{R}}{d_2}} \quad C_{pk} = \min(C_{pi}; C_{ps})$$

Fonte: Montgomery, (2013).

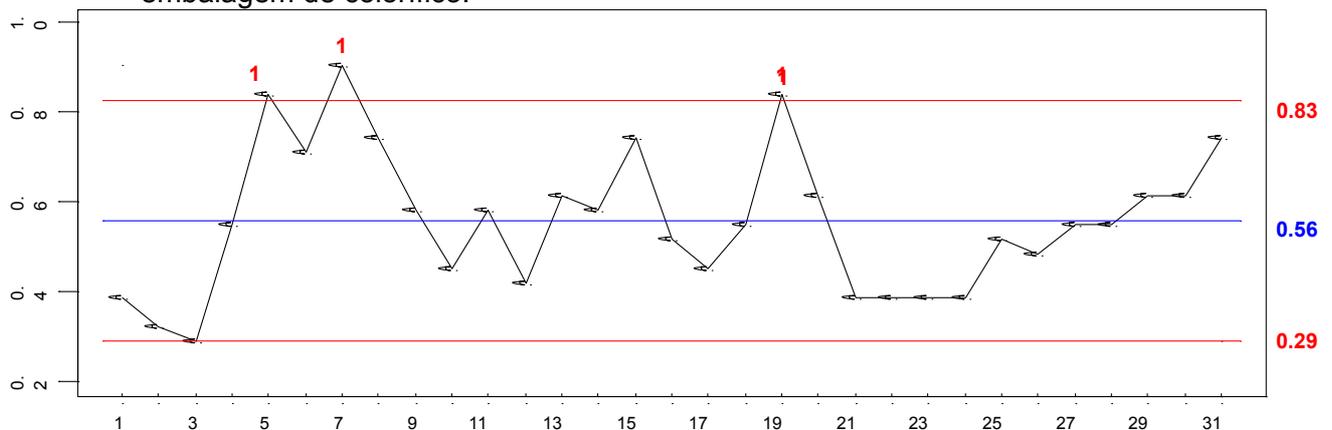
Em que (LIE) é o Limite Inferior de Especificação, (LSE) é o Limite Superior de Especificação, (Cpi) é a capacidade inferior e (Cps) é a capacidade superior. Todas as análises e gráficos foram realizadas com o software estatístico Action.

Após a entrevista feita no setor de embalagens da empresa, pode-se constatar que a mesma não possui nenhum programa formalmente implantado de controle da qualidade. As metas que a referida indústria possui no tocante à qualidade são verificadas apenas ao final do processo produtivo, por meio de inspeção.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise da carta de controle para atributos (Figura 3), observa-se a existência de três pontos fora dos limites de controle (amostras 5, 7 e 19). Tal fato já é suficiente para afirmar que o processo de produção se encontra fora de controle estatístico, não sendo necessário investigar outros padrões de não-aleatoriedade e indicando que existem causas especiais gerando variabilidade.

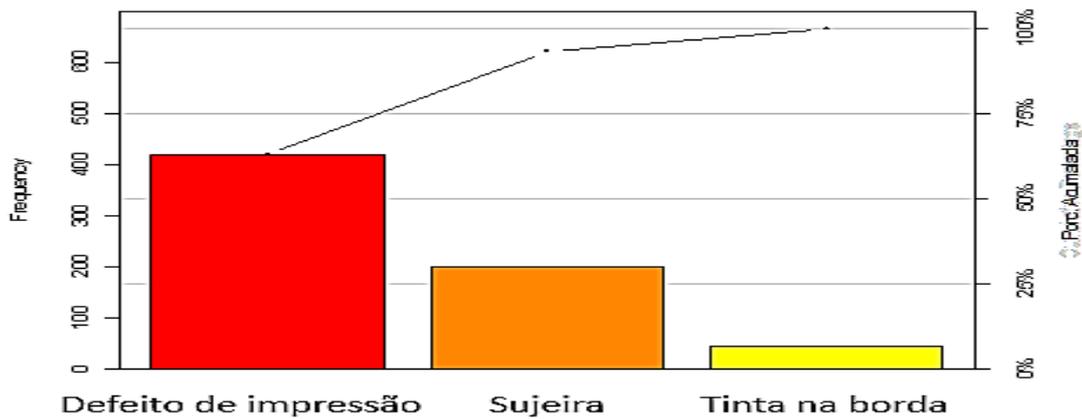
Figura 3: Carta de controle para número de itens não conformes relacionados à impressão da embalagem de colorífico.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2016.

O gráfico de Pareto (Figura 4) mostra os defeitos visuais mais encontrados nas embalagens, a partir dele, percebemos que os defeitos de impressão juntamente com a sujeira nos rolos são responsáveis por cerca de 80% das embalagens classificadas como defeituosas. Percebe-se então a necessidade de adotar-se ações efetivas para tentar minimizar a incidência de tais causas no processo e diminuir assim o número de embalagens defeituosas.

Figura 4: Gráfico de Pareto para número de itens não conformes relacionados à impressão da embalagem de colorífico.

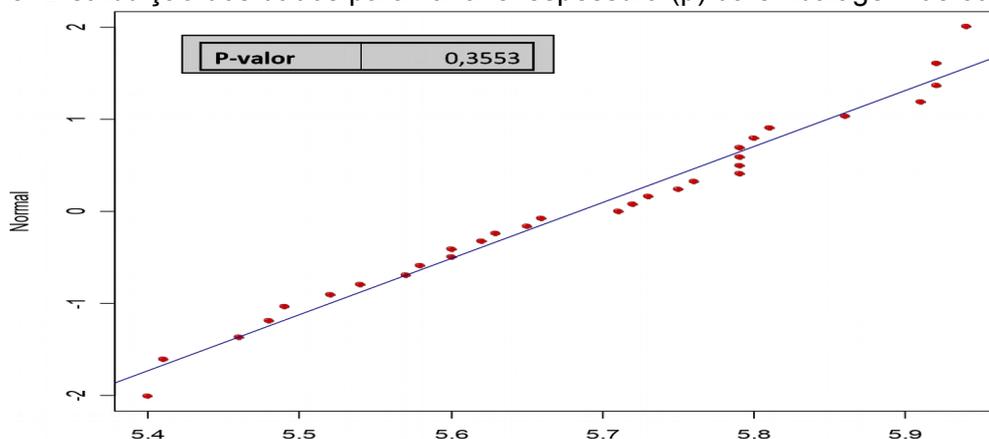


Fonte: Elabora pelos autores, 2016.

Para o consumidor, evidentemente, o ideal seria uma embalagem sem defeitos, mas isto teria uma influência muito grande nos custos. Uma embalagem com qualidade muito alta apresenta também um custo muito elevado, o que a torna inviável economicamente. Dessa forma, o que se procura fazer é alcançar um máximo de qualidade possível dentro de uma faixa de custo viável, ou seja, o custo passa a ser limitante do nível de qualidade da embalagem (SARANTÓPOULOS et al., 2002).

Para a análise da variável espessura foi realizado o teste de normalidade de Shaphiro Wilk (Figura 5), observa-se que os dados seguem uma distribuição normal (p-valor = 0,3553).

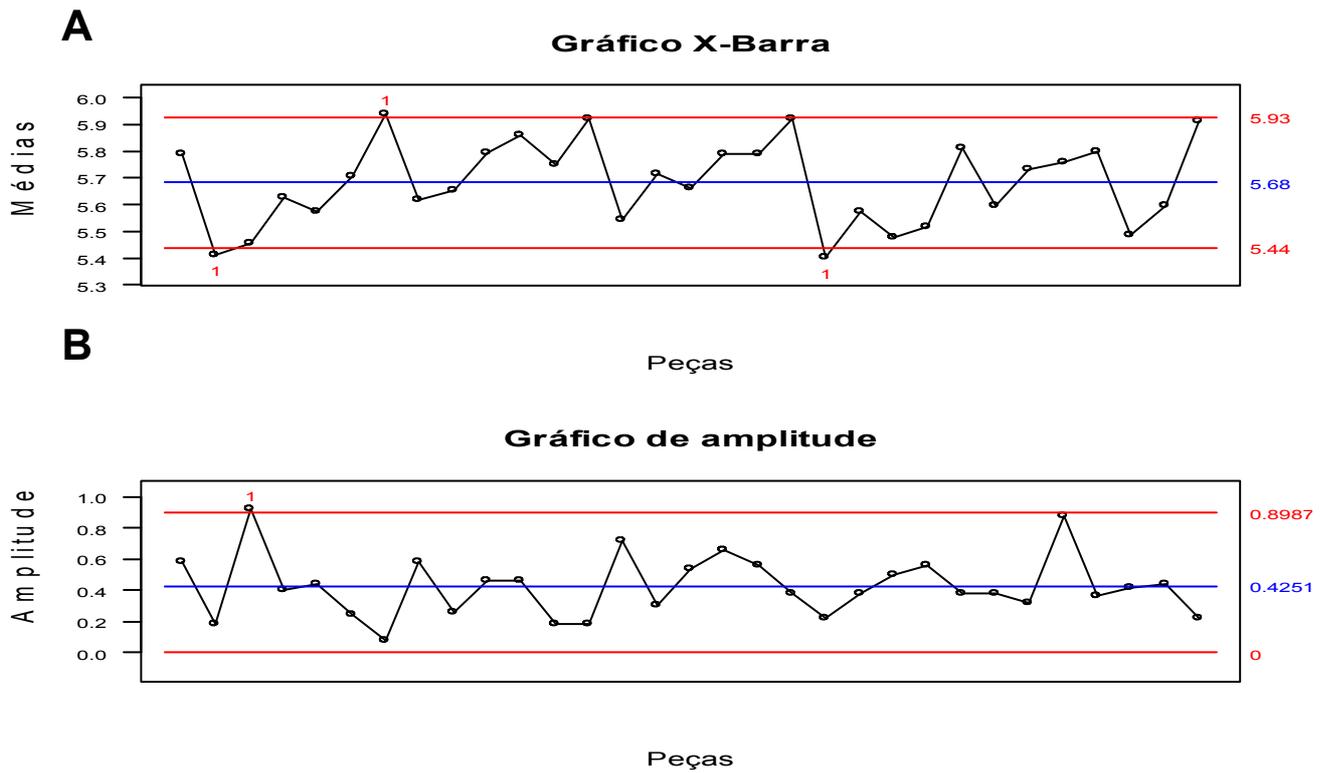
Figura 5: Distribuição dos dados para variável espessura ( $\mu$ ) da embalagem de colorífico.



Fonte: Elabora pelos autores, 2016.

Na análise da espessura por meio da carta de controle para a média (figura 6A) nota-se que, a existência de três pontos localizados fora dos limites de especificação (amostras 2, 7, 20) indicando que o processo encontrasse fora de controle e indicando também a atuação de causas especiais no mesmo. Ao analisar a aleatoriedade dos pontos, todos os pontos estão plotados aleatoriamente no gráfico. O gráfico de controle da amplitude R para a espessura (figura 6B) mostra a existência de um ponto fora dos limites de especificação (amostra 3) confirmando a existência de causas especiais atuando no processo e sendo necessária a tomada de ações corretivas para as mesmas.

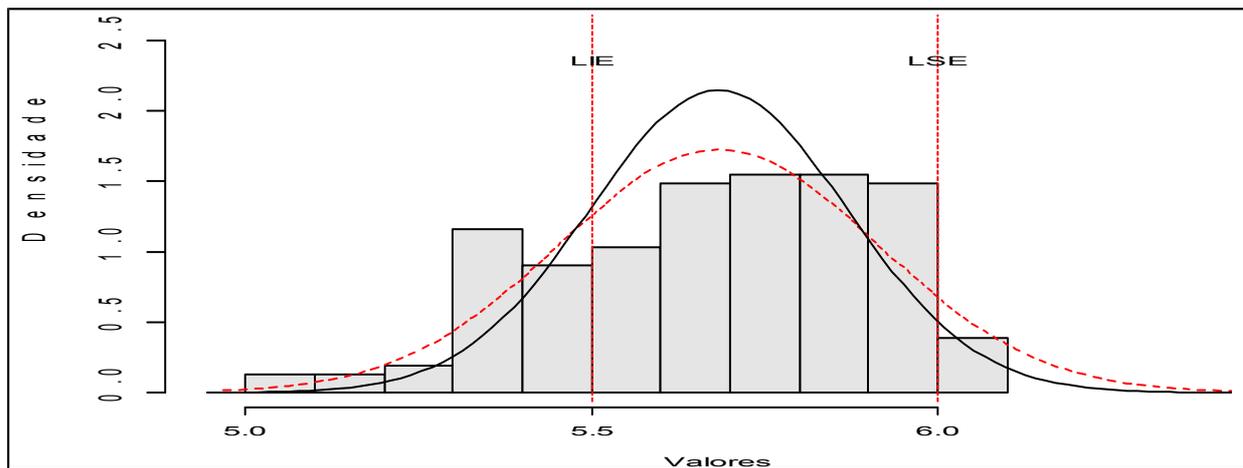
Figura 6: Cartas de controle para média  $\bar{X}$  (A); Amplitude R para **variável espessura** ( $\mu$ ) da embalagem de colorífico (B).



Fonte: Elaborada pelos autores, 2016.

Na figura 7, observa-se que boa parte dos dados encontra-se fora dos limites especificados pela empresa ( $5,5 \mu$  a  $6 \mu$ ). Também foi feita a análise da capacidade do processo de produção de embalagens da empresa x, realizando o cálculo dos índices Cp e Cpk. Com um Cpk igual a 0,32 conclui-se que o processo é incapaz de atender as especificações do cliente. Foi analisado apenas o Cpk em virtude de o processo estar descentrado uma vez que os valores de Cp e Cpk são diferentes.

Figura 7: Histograma da performance do processo para variável espessura ( $\mu$ ) da embalagem de colorífico.



Fonte: Elabora pelos autores, 2016.

Importante lembrar o fato de que a produção das embalagens não é feita pela empresa x, o mesmo é responsável apenas pelos processos de eletrocussão, colagem e impressão dos filmes plásticos, onde os mesmo são comprados de um fornecedor específico. Portanto é possível que as causas especiais que atuam no processo sejam oriundas do processo de produção dos filmes plásticos do fornecedor.

## CONCLUSÃO

A partir da análise do processo produtivo descrita no item anterior propõe-se uma reflexão sobre alguns pontos do sistema de produção, o primeiro deles é o desperdício. Este é um dos fatores que mais devem ser combatidos nas organizações uma vez que o mesmo causa a redução do lucro obtido nas empresas. É interessante ressaltar que a indústria deve adotar políticas de combate ao desperdício antes mesmo que ele ocorra, atuando de forma preventiva, em uma análise orientada para o futuro, fixando a atenção no processo de produção como um todo.

No processo de fabricação de embalagens da empresa x observa-se a incidência do desperdício uma vez que o acompanhamento da qualidade é realizado apenas no final do processo produtivo, fazendo com que caso haja uma anomalia na fase inicial do processo de produção está seja identificada apenas no final do mesmo causando o desperdício de recursos utilizados em fases posteriores.

Diante disso, sugere-se que seja implantado um acompanhamento do processo de produção por fase para que haja a identificação de determinados problemas quando ainda precoces evitando futuros desperdícios com matéria-prima.

Diante os resultados das análises conclui-se que o processo das embalagens de colorífico encontra-se fora de controle estatístico havendo a atuação de causas especiais

gerando variabilidade indesejada no mesmo. Pode-se constatar a necessidade de se aprofundar os estudos que envolvem a embalagem de colorífico e de se elaborar um sistema de controle de qualidade mais intenso.

Para o acompanhamento da qualidade das embalagens, tanto da espessura como dos defeitos visuais, sugere-se o uso de algumas das ferramentas do CEP como a carta de controle e o gráfico de Pareto, entretanto é importante salientar que o sucesso na implantação destas ferramentas depende de uma ação conjunta da empresa com o envolvimento total da gerência, treinamento de funcionários, diálogo entre chefes e funcionários e o constante contato com os clientes.

## **REFERÊNCIAS**

FERREIRA, E. B.; OLIVEIRA, M. S. de. **Controle estatístico da qualidade**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2008. 87p.

HRADESKY, J. L. **Aperfeiçoamento da Qualidade e da Produtividade**. Guia prático para implementação do Controle Estatístico de Processo (CEP). São Paulo, Editora McGraw-Hill Ltda, 1990.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. - **Fundamentos de metodologia científica**. 4.ed., São Paulo, Atlas, 2001.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. 4ªed. LTC, 2013.

RAMOS, A. W. **Controle Estatístico de Processos (CEP) para Processos Contínuos e em Bateladas**. São Paulo: Edgard Blucher, 2000.

SARANTÓPOULOS, et al. **Embalagens Plásticas Flexíveis**, CETEA/ITAL, 2002, 267p

SEPLANDE. **Secretaria de Estado do Planejamento e do Desenvolvimento Econômico**. Disponível em: <<http://www.seplande.al.gov.br/>>. Acesso em: 02 abr. 2014.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da Universidade Federal de Santa Catarina, 2001. 121p.