

APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

APPLICATION OF STATISTICAL PROCESS CONTROL IN AN AUTOMOBILE INDUSTRY

Thamires Lopes Azevedo¹
Alessandro Ferreira Alves²
Jéssica de Castro Trombine³

RESUMO

O cenário competitivo exige melhoria contínua dos processos. Evidentemente isto implica a redução de variabilidade. Com isso, cada vez mais se observa a necessidade de melhorar continuamente os processos. Tendo como objetivo a competitividade e a melhoria de seus processos produtivos as empresas, vem em crescente evolução utilizando-se de ferramentas estatísticas, tanto para o desenvolvimento quanto para o monitoramento de seus processos produtivos. Neste contexto encontra-se a empresa foco deste estudo, no qual o objetivo é utilizar ferramentas estatísticas para explorar os índices de capacidade de um processo de corte em uma indústria automobilística para análise da capacidade do processo, já que um processo é capaz se seus índices de capacidade estiverem dentro das especificações da empresa e do cliente. A utilização da metodologia de Controle Estatístico de Processo (CEP) será usada para quantificar quão bem o processo atende aos requisitos do cliente. O estudo assume as formas de pesquisa bibliográficas, estudo de caso e levantamento de coleta de dados, portanto classifica-se como exploratória e descritiva quanto aos seus objetivos. Em suma, o propósito deste artigo é mostrar de forma sucinta a capacidade do processo e por fim apresentar que a mesma poderia aproveitar-se da oportunidade de reduzir perdas em sua produção através do uso do controle estatístico da qualidade.

Palavras-chave: Controle Estatístico de Processo. Ferramentas da Qualidade. Gestão da Qualidade.

ABSTRACT

The competitive landscape requires continuous process improvement. Of course this implies the reduction of variability. As a result, there is an increasing need to continually improve processes. Having as objective the competitiveness and the improvement of their productive processes the companies, has been increasing evolution using statistical tools, for the development as well as for the monitoring of their productive processes. In this context is the focus company of this study, in which the objective is to use statistical tools to explore the capacity indices of a cutting process in an automobile industry to analyze the process capacity, since a process is capable if its indices capacity are within company and customer

¹Graduanda do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário do Sul de Minas. Email: thamireslopes18@hotmail.com

² Professor Orientador; Doutor em Engenharia Elétrica – FEEC UNICAMP; Mestre em Matemática – IMECC UNICAMP; Licenciado em Matemática com habitação em Física – UFU; Membro da comissão de avaliadores INEP/MEC; Consultor na área de Controle Estatístico de Processo, Gestão Financeira e Pesquisa de Mercado. Email: alemengo2003@yahoo.com.br

³ Professora Coorientadora do Curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário do Sul de Minas. Email: jtrombine@gmail.com

specifications. The use of the Statistical Process Control (CEP) methodology will be used to quantify how well the process meets customer requirements. The study takes the forms of bibliographic research, case study and data collection survey, so it is classified as exploratory and descriptive as to its objectives. In short, the purpose of this paper is to briefly show the process capability and finally to present that it could take advantage of the opportunity to reduce losses in its production through the use of statistical quality control.

Keywords: Statistical Process Control. Quality tools. Quality management.

1 INTRODUÇÃO

O mercado automobilístico é altamente competitivo e passa por diversas crises ao decorrer dos anos, por essa razão, preocupar-se em produzir produtos conforme e com qualidade, além de ser um fator diferenciador, passou a ser um requisito indispensável para se manter no mercado, já que os retrabalhos contribuem para o aumento dos custos.

A variabilidade permitida durante o processo de produção deve ser controlada, cujos objetivos são estabelecer um *feedback* entre todos os envolvidos no processo e fazer uma previsão sobre o estado atual e futuro do processo, quantificando quão bem o processo pode atender os requisitos dos clientes e reduzir a variabilidade do processo (AIAG, 2005; WANG, 2006; SHAHRIARI e ABDOLLAHZADEH, 2009).

Através da ferramenta de Controle Estatístico do Processo (CEP) é realizado o monitoramento da variabilidade do processo, se os resultados obtidos estiverem acima do objetivo, o processo não é capaz, ou seja, ele não permite produzir a quantidade de produtos conforme de acordo com a necessidade da empresa, isso ocorre por duas razões: a variabilidade do processo é grande quando comparada aos limites de controle ou a média do processo não é centrada na nominal.

Conhecendo dois importantes indicadores estatísticos e bastante usados nas indústrias, a capacidade pode ser quantificada através do C_p e C_{pk} , podendo-se comparar o que o processo deveria fazer com o que o processo está realmente fazendo (AIAG, 2005; WANG, 2006; SHAHRIARI; ABDOLLAHZADEH, 2009).

As indústrias defrontam-se com vários desafios, dentre estes se encontra o planejamento de investimentos em melhorias de processos, diante das incertezas do mercado. Devido a esse fato, as empresas adotam estratégias e ferramentas como o sistema de análise de viabilidade econômica e financeira, a fim de verificar a consistência e a rentabilidade do projeto a ser implementado ou aperfeiçoado.

O artigo irá abordar a utilização da estatística aplicada aos processos industriais demonstrando o controle da variabilidade de um processo de corte, após redução do comprimento do produto em uma indústria automobilística localizada no Sul de Minas Gerais, a fim de atingir a melhor qualidade do produto fornecido.

A estrutura do artigo traz, inicialmente, a fundamentação teórica sobre a Qualidade e Ferramentas da Qualidade, que foram usadas como base das análises. No tópico seguinte, explica-se a metodologia aplicada no desenvolvimento do trabalho e a origem dos dados. Nos resultados encontrados, são apresentadas as análises desenvolvidas. Na conclusão do artigo, mostram-se a importância da pesquisa, os resultados encontrados e os ganhos atribuídos através do uso do controle estatístico da qualidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são abordados os conceitos necessários para o embasamento teórico da pesquisa, tais como: gestão da qualidade, controle estatístico e ferramentas da qualidade.

2.1 Gestão da qualidade

De acordo com Machado (2012), atualmente, o controle da qualidade tem o objetivo de gerenciamento estratégico da qualidade no qual a maior preocupação é poder concorrer no mercado, buscando satisfazer as necessidades do cliente e do próprio mercado. Com um mercado cada vez mais competitivo, é imprescindível que as empresas mantenham seus produtos e serviços sempre dentro dos padrões estabelecidos. Deste modo, a gestão da qualidade apresenta-se como um setor administrativo de grande valia para um melhor funcionamento da empresa.

Segundo Garvin (2002), a aplicação da qualidade nas empresas tem como destaque quatro etapas essenciais para o seu desenvolvimento: Inspeção; Controle Estatístico da Qualidade; Garantia da Qualidade; e Gerenciamento Estratégico da Qualidade. A primeira etapa o objetivo principal era obter a qualidade igual e uniforme de todos os produtos e peças. Na segunda etapa se inicia a estruturar uma gestão corretiva, onde se começa analisar e identificar as causas reais (raízes) e tomar ações sobre elas e desenvolvem uma técnica: o Gráfico de Controle de Processos, que segundo Werkema (2006) é uma ferramenta fundamental para auxiliar no monitoramento do processo produtivo, pois através dos limites de controle identifica-se se as amostras estão sobre efeitos de causas especiais ou não. A terceira etapa tenta inovar ao buscar a qualidade de uma forma total na produção, desde a concepção e formulação até a entrega ao cliente. A última etapa trata de utilizar a qualidade como um fator estratégico e competitivo, relacionando a qualidade à obtenção de lucro, com isso foi necessário realizar algumas mudanças na gestão de negócios, como por exemplo, a criação de ferramentas para medir os resultados, reavaliar as metas de qualidade comparando-as com os concorrentes, capacitar os gestores nos conceitos de qualidade, realizar planejamentos entre outros.

A qualidade do produto afeta diretamente a competitividade e o desempenho das empresas, devido a isso, a tentativa de alcançar a qualidade total é constante entre essas instituições buscando ser diferencial entre as demais. Para isso, a qualidade total precisa ser entendida como uma nova maneira de pensar, agir e produzir. Implica também em uma mudança gerencial e uma forma moderna de entender o sucesso de uma organização.

Para Camargo (2011), conscientização para a qualidade e o reconhecimento da sua importância, tornou a certificação de sistemas de gestão da qualidade indispensável uma vez que: aumenta a satisfação e a confiança dos clientes; aumenta a produtividade; reduz os custos internos; processos contínuos e melhoria da imagem; além de permitir acesso mais fácil a novos mercados.

2.2 Controle estatístico

Durante a Segunda Guerra mundial foi difundido o controle estatístico da qualidade, devido à necessidade de produzir muito produtos militares com qualidade e em um curto tempo.

O controle Estatístico da qualidade preocupava-se em apenas detectar os defeitos, porém não havia uma análise das causas que levaram a tal problema.

O controle Estatístico de processo representa uma evolução do controle Estatístico da qualidade, no qual se preocupa em monitorar o processo, avaliando se o mesmo está dentro dos limites determinados.

Montgomery (2004), diz que os métodos estatísticos para o controle e a melhoria da qualidade focalizam em três áreas principais, que são: controle estatístico de processo, planejamento de experimentos, amostragem de aceitação.

Segundo Werkema (2006), o controle estatístico de processos é uma ferramenta baseada em conceitos e técnicas da Estatística e da engenharia de produção que contribui no controle da qualidade nas etapas de um processo, especialmente no caso de produção contínua, ou seja, é uma forma de comparar o processo existente com o padrão, e a partir das ferramentas da qualidade eliminar, diminuir ou controlar essas variações durante o processo.

2.2.1 Controle Estatístico de Processo (CEP)

Silva et al. (2017) argumenta que a qualidade, antes era verificada apenas após o desenvolvimento dos processos na inspeção, hoje é observada durante o mesmo, visando reduzir possíveis falhas e a variabilidade existente em busca da excelência.

Segundo Werkema (2006), o Controle Estatístico de Processo é uma ferramenta que auxilia no controle da qualidade nas etapas de um determinado processo, em especial quando trata-se de um processo de produção repetitivo, onde se compara os resultados obtidos com um padrão atual e a partir de técnicas estatísticas verificar o status das variações.

A aplicação da ferramenta CEP utiliza da técnica de amostragem, que permite avaliar amostras adequadas do processo a fim de identificar problemas de qualidade que podem afetar todos os produtos, para a análise de um todo (CARVALHO; PALADINI, 2005). Os autores ainda afirmam que a aplicação do CEP no controle de qualidade, gera custos mais baixos devido à redução do percentual de itens defeituosos fabricados em função das melhorias que podem ser feitas durante o processo de fabricação.

As análises são realizadas através de um gráfico de controle. Esse gráfico consta as médias das medidas de uma característica de qualidade em amostras do processo *versus* tempo, ou número de amostras. O gráfico tem uma linha central (LC) e limites superior e inferior de controle (LSC e LIC). A linha central representa onde essa característica de processo deveria estar se não estivessem presentes fontes de variabilidade. Os limites de controle são determinados a partir de algumas considerações estatísticas simples.

O objetivo de um programa de redução de variabilidade com base no CEP é uma melhoria contínua com base semanal, trimestral e/ou anual.

2.3 Ferramentas da qualidade

Segundo Corrêa e Corrêa (2012), as ferramentas clássicas da qualidade têm como finalidade auxiliar e apoiar na tomada de decisões para resolver problemas, ou apenas para melhorar situações. Para Silva e Montenegro (2009), as ferramentas da qualidade contribuem efetivamente para o controle de qualidade, quando aplicadas diretamente no processo.

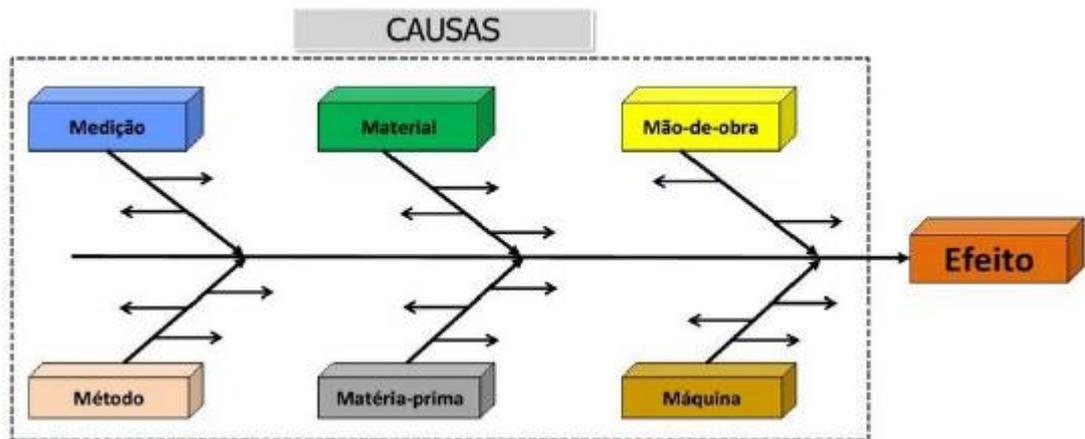
As ferramentas utilizadas para o controle da qualidade buscam observar, ordenar e analisar dados que permitam detectar aspectos cruciais para solução de problema e melhorias de processos.

2.3.1 Diagrama de causa e efeito

Conhecido como Diagrama de Espinha de Peixe, por parecer com um esqueleto de um peixe e também como Diagrama de Ishikawa, em homenagem ao professor Kaoru Ishikawa, que utilizou desta ferramenta de forma pioneira para explicar como vários fatores de um processo estavam inter-relacionados para engenheiros de uma indústria japonesa (WERKEMA, 2006).

De acordo com Vieira (2014) o diagrama de causa e efeito organiza “ideias soltas” em categorias de forma visual, o que ajuda a identificar as possíveis causas de determinado efeito e a encontrar soluções para aspectos do processo que precisam de melhoria.

Figura 1: Diagrama de causa e efeito



Fonte: Alves, 2015

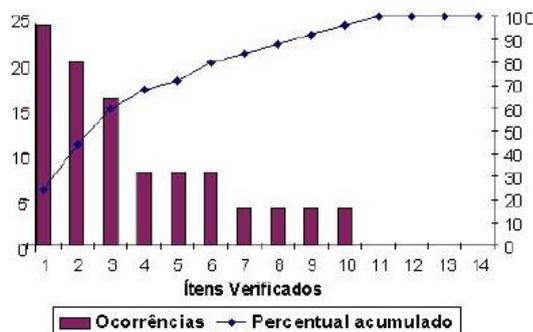
2.3.2 Gráfico ou diagrama de Pareto

Segundo Vieira (2014) o Diagrama de Pareto é uma ferramenta utilizada para estudar as perdas, pois estas constituem a grande preocupação de quem procura gerir a qualidade. No entanto, o mesmo também pode ser usado em outras situações, como em serviços e na implantação de melhorias.

O Diagrama de Pareto tem como finalidade mostrar a importância de todas as condições, a fim de: escolher o ponto de partida para solução do problema; identificar a causa básica do problema e monitorar o sucesso. Velfredo Pareto foi um economista italiano que descobriu que a riqueza não era distribuída de maneira uniforme. Ele formulou que aproximadamente 20% do povo detinha 80% da riqueza criando uma condição de distribuição desigual. Os Diagramas de Pareto podem ser usados para identificar o problema mais importante através do uso de diferentes critérios de medição, como frequência ou custo. (ALVES, 2015, p.61).

O Diagrama de Pareto é um gráfico composto por colunas que organiza as quantidades de ocorrências, organizando-as por ordem de frequência. O Pareto estabelece prioridade, mostrando a mais frequente para a menos frequente.

Figura 2: Gráfico ou diagrama de Pareto

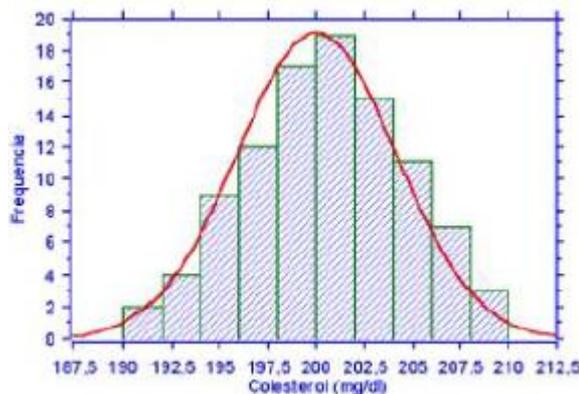


Fonte: Alves, 2015

2.3.3 Histograma

De acordo com Alves (2015), um histograma é um gráfico de representação de uma série de dados. Ele tem a finalidade de mostrar a distribuição dos dados através de um gráfico de barras, indicando o número de unidades em cada categoria.

Figura 3: Histograma



Fonte: Alves, 2015

2.3.4 Folha de verificação

Segundo Alves (2015), as folhas de verificação são tabelas ou planilhas simples usadas para facilitar a coleta e análise de dados.

Segundo Corrêa e Corrêa (2012), a folha de verificação deve conter, de maneira simples, clara e objetiva, as verificações que devem ser realizadas no processo para evitar a repetição dos problemas e também o procedimento correto a ser realizado.

Para Lobo (2013), as folhas de verificação possuem algumas vantagens entre elas estão: a praticidade em ser utilizadas por pessoas diferentes, redução de falhas, garantia da coleta de informações detalhadas e relevantes e por último a uniformização do sistema de registro.

Figura 4: Folha de verificação

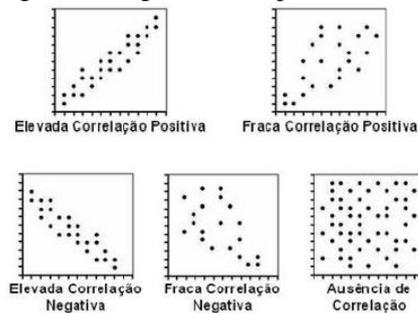
Item A1	<ul style="list-style-type: none">• Aprovado:• Reprovado:
Item A2	<ul style="list-style-type: none">• Aprovado:• Reprovado:
Item A3	<ul style="list-style-type: none">• Aprovado:• Reprovado:

Fonte: O autor

2.3.5 Diagrama de dispersão

Para Alves (2015), o Diagrama de Dispersão apresenta o que acontece com uma variável quando acontece uma mudança na outra, possibilitando testar possíveis relações de causa e efeito.

Figura 5: Diagrama de dispersão



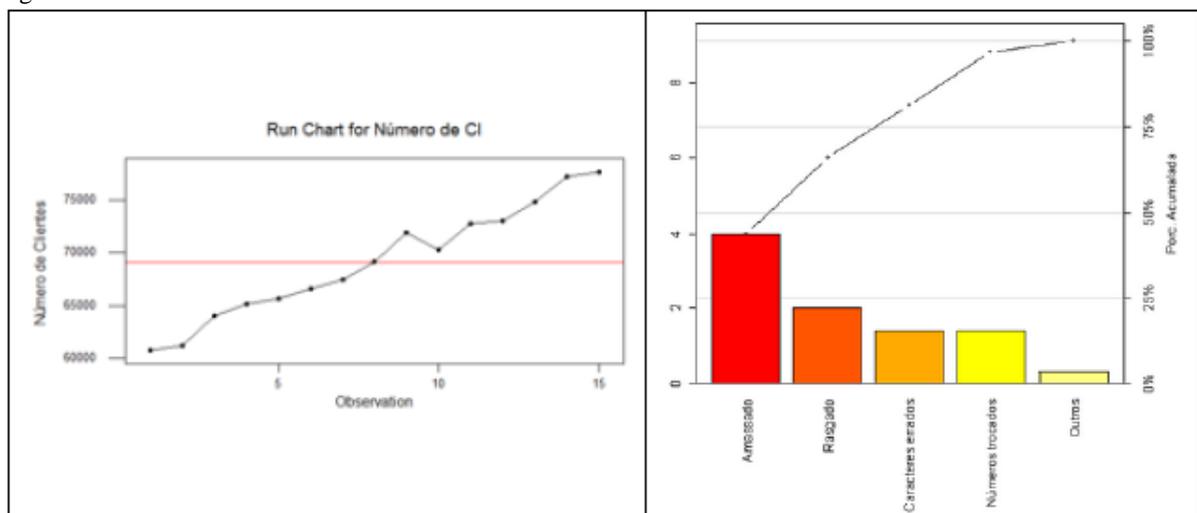
Fonte: Alves, 2015.

2.3.6 Gráficos de controle

Segundo Trivellato (2010), os gráficos de controle têm como objetivo identificar se existe alguma causa especial provocando variação no processo. A sua estrutura é desenvolvida através de valores do atributo da qualidade que está sendo controlada, uma linha média (LM), um limite superior de controle (LSC) e um limite inferior de controle (LIC), sendo os dois últimos posicionados acima e abaixo da linha média respectivamente.

De acordo com Aguiar (2002), os gráficos de controle são utilizados para identificar e quantificar os tipos de variações existentes em um processo e também permitem a coleta de dados para serem utilizadas nos estudos de variabilidade.

Figura 6: Gráficos de controle



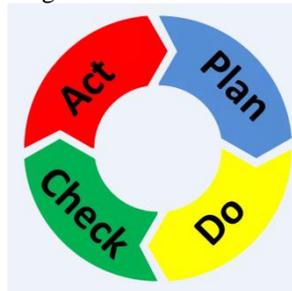
Fonte: Alves, 2015

2.3.7 Ciclo PDCA

De acordo com Marshall (2006), o Ciclo PDCA possui quatro fases, quando são realizadas na ordem de forma cíclica e ininterrupta se pratica a melhoria contínua.

O Ciclo PDCA é derivado das palavras em inglês que representam quatro fases principais do ciclo: Planejamento (Plan), Execução (Do), Verificação (Check) e Ação (Act).

Figura 7: Ciclo PDCA

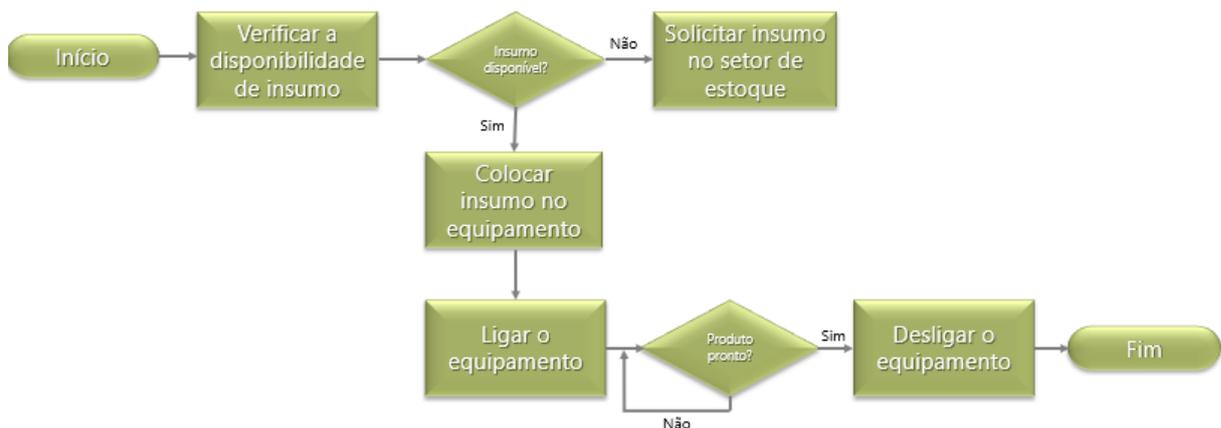


Fonte: Alves, 2015

2.3.8 Fluxos de controle

Os Fluxos de controle são representações gráficas do passo a passo da sequência de um processo. Segundo Campos (2004), o estabelecimento de fluxogramas é fundamental para a padronização e melhor entendimento do processo. Eles devem ser estabelecidos para as diversas áreas da empresa pelas pessoas que ali trabalham de forma participativa.

Figura 8: Fluxos de controle



Fonte: Gonçalves, 2019

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste artigo foi necessário realizar uma pesquisa bibliográfica sobre a gestão da qualidade e ferramentas da qualidade, para um melhor entendimento durante a aplicação de tais ferramentas, que permitiram diagnosticar a capacidade de um processo de corte, avaliando se os padrões estão de acordo com o que se espera e apresentar que a mesma poderia aproveitar-se da oportunidade de reduzir perdas em sua produção através do uso do controle estatístico da qualidade.

Posteriormente foi realizado um estudo de caso *in loco*, a fim de conhecer o processo e coletar as amostras para assim, poder realizar o dimensional do produto e verificar a capacidade do processo.

Foram coletadas pelo mesmo operador 125 amostras, mantendo desta forma um padrão de operação.

A análise dos dados foi realizada nas formas quantitativa e qualitativa, sendo apresentados os resultados na forma descritiva e por meio de gráficos.

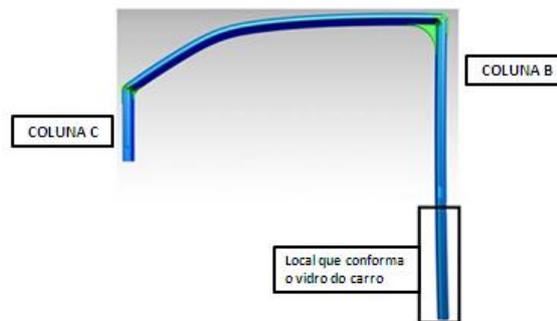
3.1 Estudo de caso

A empresa automobilística escolhida quanto objeto de estudo deste artigo está instalada desde 1995 no Sul de Minas Gerais, com cerca de 1,2 mil empregados no Brasil e com uma produção em torno de 18 milhões/ano de vedação de borracha. Os seus principais clientes são grandes montadoras, como a Ford, VW, Fiat, GM (Chevrolet), Renault, Peugeot, Honda e Toyota.

A organização está em conformidade com as prescrições da *International Automotiv Task Force* (IATF 16949). Para garantir o comprometimento no critério de desempenho qualidade, existe monitoramento constante dos processos de produção através de auditorias certificadas. O propósito dessas inspeções são garantir a satisfação do cliente, desempenho no prazo, qualidade do produto e processo e segurança.

Um dos produtos fabricados pela indústria é a canaleta de porta (Fig.9) que tem a função de vedação de poeira, ruído e água, além disso, a coluna B na parte inferior da peça tem a finalidade de auxiliar a canaleta metálica da porta na conformação do vidro no carro.

Figura 9: Canaleta de Porta

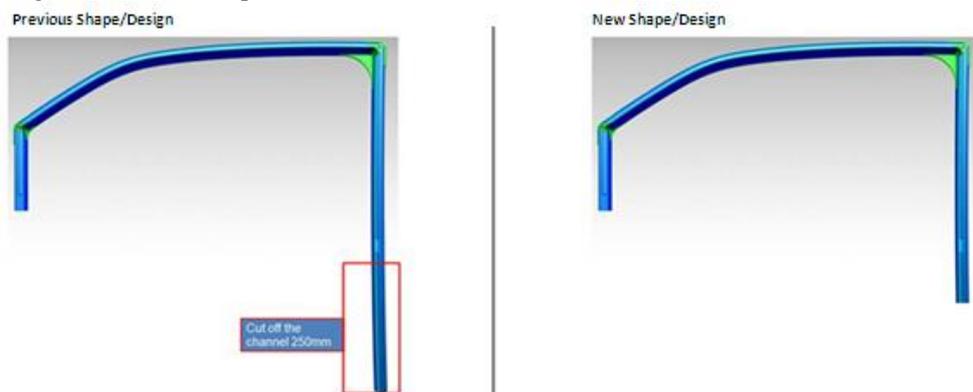


Fonte: Empresa, 2019

Durante uma reunião de alterações e melhorias de produtos entre cliente e fornecedor foi identificado que o fornecedor da canaleta metálica da porta realizou uma melhoria na mesma, no qual a canaleta metálica conseguiria realizar a sua função sem o auxílio da nossa canaleta, com isso surgiu oportunidade de realizarmos um estudo verificando a possibilidade de redução do comprimento da peça.

Nos estudos e testes realizados no cliente foi identificado que seria possível reduzirmos cerca de 250 mm no comprimento da coluna B da canaleta de porta, conforme figura abaixo.

Figura 10: Antes e depois da Canaleta de Porta



Fonte: Empresa, 2019

Para a realização dessa alteração foi necessário demonstrar para o cliente a capacidade do novo processo, através do software estatístico MINITAB, avaliando se os padrões estão de acordo com as especificações da montadora.

Conforme Montgomery (2004) existe quatro índices de capacidade para dados normalmente distribuídos. Os índices permitem uma quantificação do desempenho dos processos, sendo eles: Cp, Cpk, Com e Cpmk. Os índices utilizados neste estudo foram o Cp e Cpk, devido à função das características dos dados coletados.

De acordo com Montgomery (2004), há uma regra prática para analisar o índice e definir os três intervalos de referência, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Intervalos de referência para análise do índice Cp

Cp	Itens não conformes (PPM)	Interpretação
$Cp < 1$	Acima de 2700	Processo incapaz
$1 \leq Cp \leq 1,33$	64 a 2700	Processo aceitável
$Cp \geq 1,33$	Abaixo de 64	Processo potencialmente capaz

Fonte: Montgomery, 2004

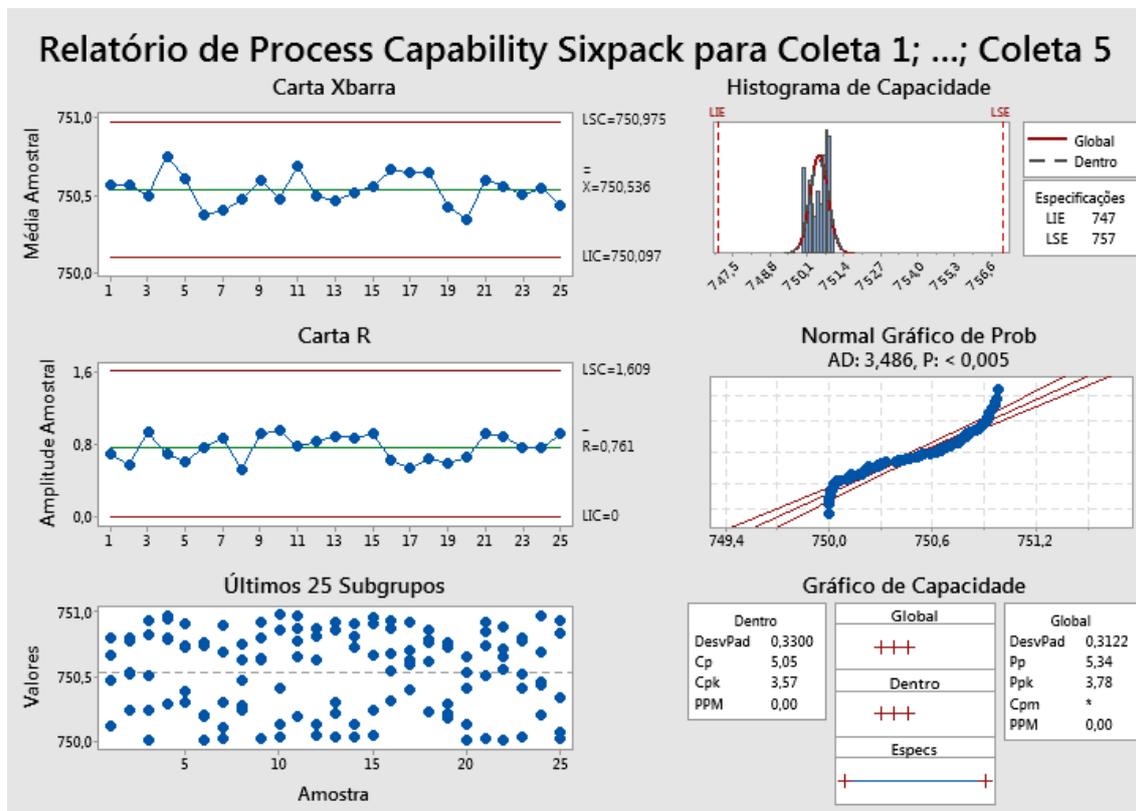
Para a aprovação de um novo processo, as montadoras do ramo automotivo, exigem um Cp e Cpk maior ou igual 1,67, um pouco acima do que a literatura nos mostra que é 1,33, um processo com Cp e Cpk maior ou igual a 1,33 já é capaz, mas, as montadoras exigem um valor acima deste para ter uma margem de garantia de produtos conforme especificado.

3.2 Análise dos resultados

Para a realização da coleta de dados temos a restrição de medidas, que nada mais é do que os limites superiores e inferiores do processo. Para esta abordagem, o item a ser analisado terá duas etapas, a primeira com as medidas antes da alteração do comprimento do produto, que é entre 747,00 mm a 757,00 mm e na segunda etapa com as medidas após as modificações, que é entre 497,00 mm a 507,00 mm.

Após o levantamento dos dados, realiza-se o estudo de capacidade do processo, através da metodologia sixpack, vejamos no Gráfico 1:

Gráfico 1: Metodologia Sixpack antes das alterações do produto

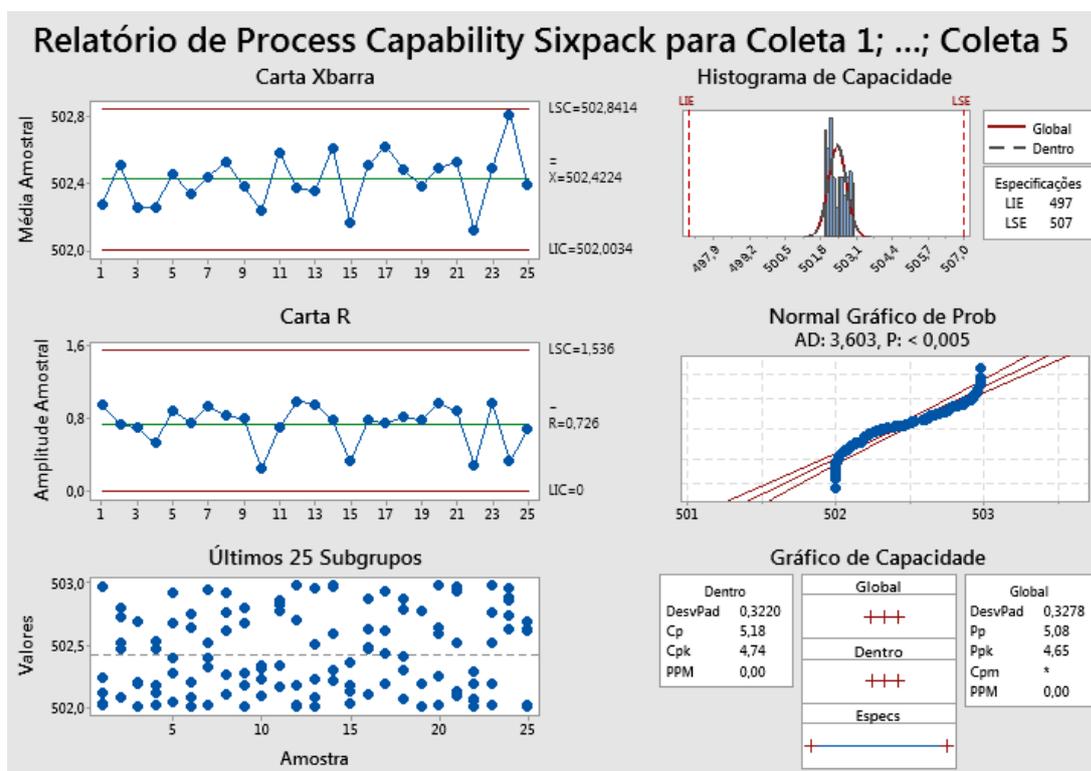


Fonte: O autor

No gráfico 1, temos a análise dos dados, e os resultados obtidos foram satisfatórios.

No gráfico Xbarra, pode-se notar que as medidas estão dentro dos limites superiores e inferiores de controle. No Histograma de Capacidade, os dados estão bem distribuídos e centralizados. Na Carta R, podemos ver que a variação entre os dados não foi muito grande e isso significa que a variação do equipamento de corte é baixa. Os últimos 25 subgrupos, que nos mostra a disposição das últimas 25 amostras coletadas e por fim temos o Gráfico de Capacidade, que informa o valor de Cp, Cpk e o PPM (partes por milhão). Como se pode ver, o Cp apresentou um valor de 5,34 e o Cpk de 3,78, desta forma atendendo a restrição do cliente, que exige o valor de Cp e Cpk maior do que 1,67. Logo em seguida, o valor de PPM é de 0 (zero), ou seja, zero defeitos por milhão.

Gráfico 2: Metodologia Sixpack depois das alterações do produto



Fonte: O autor

No gráfico 2, temos a análise dos dados, e os resultados obtidos foram satisfatórios.

No gráfico Xbarra, pode-se notar que as medidas estão dentro dos limites superiores e inferiores de controle. No Histograma de Capacidade, os dados estão bem distribuídos e centralizados. Na Carta R, podemos ver que a variação entre os dados não foi muito grande e isso significa que a variação do equipamento de corte é baixa. Os últimos 25 subgrupos, que nos mostra a disposição das últimas 25 amostras coletadas e por fim temos o Gráfico de Capacidade, que informa o valor de Cp, Cpk e o PPM (partes por milhão). Como se pode ver, o Cp apresentou um valor de 5,08 e o Cpk de 4,65, desta forma atendendo a restrição do cliente, que exige o valor de Cp e Cpk maior do que 1,67. Logo em seguida, o valor de PPM é de 0 (zero), ou seja, zero defeitos por milhão.

Observa-se que após a modificação do produto o processo tornou-se com uma capacidade melhor que antes.

4 CONCLUSÃO

Este artigo avaliou, através de ferramentas de qualidade e métodos estatísticos, a capacidade do processo de corte; o objetivo era verificar se o processo era aceitável aos padrões impostos pela empresa antes da alteração do comprimento da guarnição de portas e depois.

Diante do estudo realizado, verificou-se na utilização da ferramenta CEP resultou na estabilidade do processo usado no corte da guarnição, demonstrando a inexistência de causas especiais que provocassem uma má satisfação ao cliente, considerando-se assim esse processo como um sistema eficiente e estável.

Como contribuição para empresa, após a redução do comprimento do produto a indústria obteve uma redução de R\$0,75 no preço de custo em cada peça produzida, gerando uma redução anual de R\$288.000,00.

Fica clara a importância que os métodos de controle estatístico do processo têm para a indústria e outros setores, principalmente os indicadores de capacidade, já que eles revelam onde estão concentrados os problemas, direcionando assim um plano de ação assertivo, melhorando o nível de qualidade dos produtos e reduzindo os custos de fabricação. Ou seja, a análise estatística é fundamental como suporte na tomada de decisão, evitando erros e otimizando tempo e gastos.

REFERÊNCIAS

ALVES, Alessandro Ferreira. **Guia de estudos: estatística aplicada II**. Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS-MG, 2015.

AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa seis sigma**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

AUTOMOTIVE INDUSTRY ACTION GROUP (AIAG). **Statistical process control SPC reference manual**. Second Edition. Daimler Chrysler Corporation, Ford Motor Company, and General Motors Corporation Requirements Task Force, Michigan, p. 231, 2005.

CAMARGO, Wellington. **Controle da qualidade**, 2011. Disponível em: <[http://ead.ifap.edu.br/netsys/public/livros/LIVROS_SEGURANÇA DO TRABALHO/Módulo I/Livro Controle da Qualidade Total.pdf](http://ead.ifap.edu.br/netsys/public/livros/LIVROS_SEGURANCA_DO_TRABALHO/Módulo_I/Livro_Controlde_da_Qualidade_Total.pdf)>. Acesso em: 16 julho 2019.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do dia-a-dia**. Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços, 2004.

CARVALHO, M. M; PALADINI, E. P (coordenadores). **Gestão da qualidade: teoria e casos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: Manufatura e serviços, uma abordagem estratégica**. 3 ed. São Paula: Atlas, 2012.

GARVIN, David A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Quality mark Ed., 2002.

GONÇALVES, Vitor. **Fluxograma: o que é e como fazer**, 2019. Disponível em: <<http://voitto.com.br/blog/artigo/fluxograma>>. Acesso em: 17 de julho 2019.

LOBO, R. N. **Gestão da qualidade: As sete ferramentas da qualidade, Análise e solução de problemas, Jit, Kaisen, Housekeeping, Kanban, Fimea, Reengenharia**. São Paulo: Érica, 2013.

MACHADO, Simone Silva. **Gestão da qualidade**, 2012. Disponível em: <http://redeotec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_prd_industr/tec_acucar_alcool/161012_est_qual.pdf>. Acesso em: 17 de julho 2019.

MARSHALL JUNIOR. **Gestão da qualidade**. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

MINITAB. **Sobre nós**. Disponível em: <<https://www.minitab.com/pt-br/company>>. Acesso em: 09 jul. 2019.

MONTGOMERY, D. C. **Introduction to statistical quality control**. Tradução de Ana Maria Lima de Farias e Vera Regina Lima de Farias e Flores. 4th Edition, New York: John Wiley, 2004.

SHAHRIARI, H.; ABDOLLAHZADEH, M.A New Multivariate Process Capability Vector. **Quality Engineering**, v. 21, n. 3, p. 290–299, 12 jun, 2009.

SILVA, Aleson Belo et al. Aplicação do controle estatístico de processo na atividade de pagamentos de frete de uma indústria de corte e dobra de aço em São José do Mipibu/RN. XXXVII ENEGEP, 2017, Joinville. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_239_385_34786.pdf>. Acesso em: 08 junho 2019.

SILVA, L. G. B.; MONTENEGRO, E. B. **Análise da percepção da qualidade de serviços do setor de expedição da Unimed norte nordeste através do método de escala servqual**. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 5, 2009, Niterói.

TRIVELLATO, Arthur. **Aplicação das sete ferramentas básicas da qualidade no ciclo PDCA para melhoria contínua**: estudo de caso numa empresa de autopeças. São Carlos, 2010.

VIEIRA, Sônia. **Estatística para a qualidade**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

WANG, F. K. Quality Evaluation of a Manufactured Product with Multiple Characteristics. **Quality and reliability engineering international**, v. 22, n. 2, p. 225–236, mar, 2006.

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