

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

GABRIELA DE ARAÚJO HERMENEGILDO

**PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO GRÁFICO DE CONTROLE EM
UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE NO PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2017

GABRIELA DE ARAÚJO HERMENEGILDO

**PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO GRÁFICO DE CONTROLE
EM UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE NO PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof^a. Claudia Tania Picinin

PONTA GROSSA

2017

	<p>Ministério da Educação UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CÂMPUS PONTA GROSSA Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção</p>	 <small>UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ</small>
---	---	--

TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO GRÁFICO DE CONTROLE EM UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE NO PARANÁ

por
Gabriela de Araújo Hermenegildo

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 27 de novembro de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profª. Dra. Claudia Tania Picinin
Prof. Orientadora

Profª. Juan Carlos Claros Garcia
Membro titular

Prof.Dr. Nelson Canabarro
Membro titular

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão abranger a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço primeiramente aos meus pais, que sempre me incentivaram, sem os quais não estaria realizando o sonho da graduação.

A minha irmã, meus avós, meu namorado e meus amigos que sempre estiveram ao meu lado nos momentos de alegria e de tristeza.

A minha orientadora professora Claudia Tania Picinin e sua equipe de mestrado pela dedicação com que orientaram na execução do trabalho.

A empresa e sua equipe, por todo o auxílio, atenção e paciência que tiveram comigo durante a elaboração deste trabalho

A todos os professores que lecionaram durante a jornada acadêmica, pela experiência e conhecimento adquiridos com eles.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

HERMENEGILDO, Gabriela de Araújo. Proposta de Implementação do Gráfico de Controle em uma empresa de pequeno porte no Paraná. 2017. 56f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

Em virtude de uma realidade mercantil delineada pela competitividade, faz-se necessário um diferencial que capacite a empresa para sua permanência e destaque no mercado. O presente estudo tem como objetivo propor a aplicação da ferramenta Gráfico de Controle Estatístico de Processos (CEP) em uma empresa gráfica de pequeno porte do estado do Paraná, cuja área da qualidade não utiliza o controle estatístico nos seus processos. Pesquisou-se nesta empresa a etapa do processo produtivo com maior criticidade e necessidade de avaliação da qualidade, para tanto a etapa escolhida foi a de 'Impressão', devido sua alta complexidade de operação e vulnerabilidade a defeitos. Na seqüência escolheu-se o tipo de gráfico adequado às variáveis em questão, coletou-se as amostras, construiu-se o gráfico de controle e por fim analisou-se os resultados. Estes demonstraram que a etapa de 'Impressão' estudada, encontra-se "fora de controle" estatístico, gerando desperdícios de matéria-prima e conseqüentemente custos indesejados pela empresa, além de gerar riscos maiores de um produto defeituoso chegar às mãos do cliente. Com isso a proposta de implementação do Gráfico de Controle na empresa objeto de estudo se faz assertiva, uma vez que, com a ferramenta aplicada, a empresa se torna capaz de visualizar suas lacunas da qualidade, investigá-las e traçar ações para solucioná-las efetivamente.

Palavras-chave: Proposta de Implementação. Controle Estatístico. Gráfico de Controle.

ABSTRACT

HERMENEGILDO, Gabriela de Araújo. Proposal for the Implementation of Control Chart in a small company in Paraná. 2017. 57 f. Course Completion Work (Bachelor of Production Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Ponta Grossa, 2017.

Due to a commercial reality delineated by the competitiveness, it is necessary a differential that empowers the company for its permanence and prominence in the market. The present study aims to propose the application of Control Chart of the Statistical Process Control (CEP) tool in a small scale printing company in the state of Paraná, whose quality area does not use statistical control in its processes. In this company, the stage of the production process was analyzed with the greatest criticality and the need for quality evaluation. For this, the chosen stage was 'Printing', due to its high complexity of operation and vulnerability to defects. In the sequence, the type of graph appropriate to the variables in question was chosen, the samples were collected, the control plot was constructed and the results were analyzed. These have demonstrated that the stage of 'Printing' studied, is out of control statistic, generating waste of raw material and consequently costs unwanted by the company, besides generating greater risks of a defective product reaching the customer's hands. With this, the proposal of implementation of the Control Chart in the company under study becomes assertive, once with the tool applied, the company becomes able to visualize its quality gaps, investigate them and outline actions to solve them effectively.

Keywords: Proposed Implementation. Statistical Control. Control Chart.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Perspetiva da Evolução da Qualidade.....	15
Figura 2 – Qualidade definida como ausência de lacunas.....	16
Figura 3 - Qualidade maior tem um efeito benéfico tanto sobre receitas como sobre custos.....	17
Figura 4 - Exemplo de Histograma.....	20
Figura 5 - Exemplo de Gráfico de Pareto	21
Figura 7 - Exemplo de Gráfico de Controle	22
Figura 6 - Exemplo de Diagrama Causa - Efeito.....	22
Figura 8 - Linhas limites do Gráfico de Controle.	24
Figura 9 - Método de escolha do tipo de Gráfico de Controle	30
Figura 10 - Gráfico de Controle estável, sem causas especiais.....	32
Figura 11 - Exemplo I: Gráfico de Controle com causas especiais.....	33
Figura 12 - Exemplo II: Gráfico de Controle com causas especiais	33
Figura 13 - Exemplo III: Gráfico de Controle com causas especiais.....	34
Figura 14 - Sequência do Processo da Produtivo da empresa estudada.....	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVOS	10
1.1.1 Objetivo Geral	10
1.1.2 Objetivos Específicos.....	10
1.2 JUSTIFICATIVA	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 COMPETITIVIDADE	12
2.2 QUALIDADE	13
2.2.1 Breve Evolução do Controle da Qualidade	13
2.2.2 Conceito de Qualidade	15
2.3 CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO PARA O GERENCIAMENTO DA QUALIDADE.....	18
2.4 MONITORAMENTO DO PROCESSO POR GRÁFICO DE CONTROLE	23
2.4.1 Tipos de Gráfico de Controle Conceito de Qualidade	25
2.4.1.1 Gráficos de Controle para Variáveis	25
2.4.1.2 Gráficos de Controle para Atributos	28
2.5 INTERPRETAÇÃO DO GRÁFICO DE CONTROLE	30
2.6 IMPLEMENTAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO EM UMA EMPRESA.....	34
3 METODOLOGIA	37
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	37
3.2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA	37
4 RESULTADOS	41
5 CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS	51
ANEXO	56

1 INTRODUÇÃO

Com o crescente desenvolvimento do mercado, surge entre as organizações uma acirrada competição em busca de estratégias que proporcionem uma diferenciação e, conseqüentemente, a satisfação e aproximação de seus clientes com os serviços e produtos oferecidos.

Segundo Hradesky (1989) uma empresa que almeja destaque no mercado e sucesso nos negócios é primordial um sentimento ganancioso de sobrevivência e conscientização de que, se nenhuma providência for tomada para aprimorar os produtos e processos, muito provavelmente ocasionará falência. Souza (2005) complementa o pensamento de Hradesky (1989) ao dizer que a busca por estratégias industriais é essencial para empresas que aspiram ter sucesso em seu empreendimento, que almejam sobreviver no processo competitivo.

O estudo da qualidade tornou-se um grande aliado para que as empresas pudessem alcançar o objetivo de se tornar um destaque no mercado, uma vez que, essa possibilita evidenciar múltiplos fatores para uma empresa, como: atender as expectativas dos clientes importando-se com seus *feedbacks*, preocupar-se com o desenvolvimento das partes e das pessoas da organização, evitar custos de falhas e retrabalho, bem como buscar a melhoria contínua.

Ter um gerenciamento da qualidade tornou-se, portanto, peça chave dentro de uma organização. No entanto, limitar a qualidade apenas ao produto final, reduz a confiabilidade de entregar um produto excelente ao cliente; além de diminuir as chances de ter um processo estável e padronizado. O Controle Estatístico do Processo (CEP) é uma metodologia utilizada por muitas empresas com intuito de controlar de forma eficaz a qualidade de todo o processo, que auxilia na resolução dos problemas da produção e desenvolvimento de planos de melhoria.

Para realizar o controle da qualidade do processo e do produto, uma das ferramentas estatísticas utilizadas é o gráfico de controle. Segundo Montgomery (1997) a aplicação dessa ferramenta da qualidade permite identificar e medir as variações que ocorrem no processo produtivo.

Os gráficos de controle apresentam, de forma visual, o comportamento dos produtos e processos. Através da média e dos limites superior e inferior de controle, é possível avaliar a normalidade e a existência de causas especiais e, caso

detectadas, aplicar ações corretivas para desenvolverem projetos de aperfeiçoamento (SAMOHYL, 2009).

Dessa forma, o gráfico de controle possibilita uma visão sistêmica do processo produtivo, e coloca em evidência as variabilidades que necessitam de uma tratativa, e gera um conseqüente aprimoramento nos processos, nos produtos e nos custos de perda e retrabalho.

Observando esse cenário, o presente estudo propõe a implementação da ferramenta gráfico de controle, com auxílio do programa Microsoft Excel e do software Action, ambos disponíveis livremente na internet, em um processo produtivo de uma empresa de pequeno porte situada no estado do Paraná.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Propor a implementação da ferramenta Gráfico de Controle em um processo produtivo de uma empresa de pequeno porte situada no estado do Paraná.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar os pontos do processo produtivo da empresa que são cabíveis de aplicação do CEP por meio da ferramenta Gráfico de Controle;
- Avaliar a aplicabilidade do tipo de gráfico de controle às variáveis da empresa;
- Analisar o comportamento do Gráfico de Controle detectando a existência de variabilidades anormais (causas especiais) do processo produtivo que necessitam de tratativas.

1.2 JUSTIFICATIVA

Ferramentas e métodos de controle da qualidade são fundamentais para as empresas na obtenção de uma vantagem competitiva. Nas empresas, a melhoria e controle da qualidade tornaram-se estratégia crucial a fim de atingir a satisfação de seus clientes e se sobressair sobre a concorrência (GODINA et al., 2016).

O alto nível da qualidade aliado ao controle estatístico do processo (CEP) é um desafio para os setores industriais, que se conquistado, proporciona diversas melhorias e garante maior satisfação dos clientes, produção com variabilidade controlada, além de redução de custos de perda e retrabalho. O CEP com suas várias ferramentas consegue; portanto, colocar as empresas implantadoras em um patamar seguro, protegido da concorrência.

A melhoria contínua do processo, segundo Pozzobon (2001), só pode ser alcançada a partir da implantação de novos procedimentos e métodos, por meio da utilização do controle estatístico do processo e análise estatística.

A empresa gráfica, objeto de estudo deste trabalho, não possui em seu setor de qualidade o usufruo do controle estatístico, e nesse contexto em que qualidade não é um detalhe, mas uma necessidade, é que se propõe a implementação da ferramenta Gráfico de Controle, que segundo Galuch (2002) possibilitará um considerável ganho de produtividade, com a eliminação dos desperdícios do processo de retrabalho, aprimorará a qualidade do produto final e proporcionará maior aceitação por parte dos clientes.

Para Silva et al. (2015), as informações que esta ferramenta estatística pode trazer para a empresa que a aplica, proporciona aos gestores visibilidade dos pontos de partida inicial para buscarem, constantemente, melhor desempenho dos seus processos, mantendo-se, portanto, cada vez mais fortificados no segmento de mercado que atuam.

Pode-se afirmar também que o conteúdo apresentado neste trabalho é de notável importância para os acadêmicos que almejam conhecimentos atualizados e de grande valia para o mercado que deseja profissionais com formações que deem resultados e melhorias em suas empresas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 COMPETITIVIDADE

Pisano et al (2008) afirma que o processo de aprofundamento internacional da integração econômica e social trouxe como principal consequência o aumento da competitividade entre as empresas. Este fato colocou os empreendedores em situações desafiadoras em que a capacidade de se adaptar às mudanças e imposições; e traçar decisões estratégicas rápidas e assertivas, tornou-se uma questão de sobrevivência para esse cenário competitivo. O autor Silva (2001), afirma que uma empresa que compete, sobrevive a novas transformações, desenvolve-se e arquiteta-se a fim de conquistar seu objetivo final: permanecer ou expandir a sua participação no mercado.

Coltro (1996) define que a competitividade é compreendida como o coração do sucesso ou do fracasso dos negócios empresariais, sendo a responsável pelo ajustamento das atividades de uma firma para com seu âmbito empresarial, fruto das tomadas de decisões estratégicas adequadas ao meio competitivo vivenciado.

Para tentar contornar esse ambiente competitivo as estratégias podem ser delimitadas baseando-se nas dimensões da concorrência, como por exemplo: preço/custo da produção, qualidade, prazos de entrega dos produtos e seu atendimento, *lead time* dos produtos, flexibilidade, atendimento das inovações tecnológicas exigidas pelo mercado.

Goulart e Bernegozzi (2010), afirmam que priorizar a produtividade e a qualidade por meio de melhorias propiciadas pelas ferramentas desta resulta na redução de custos, prevenção de perdas nos processos, aumento da competitividade e atenção às necessidades dos clientes; assim como, na longevidade da organização, de seus produtos e serviços.

Enfatizando da mesma forma, Indezeichak (2005), defende que aumento da competitividade da empresa é estabelecido pela gestão da qualidade, a qual dá destaque a melhoria do produto e processos dessa, garantindo assim, a satisfação dos clientes.

O desejo de tornar-se competitivo tem induzido o aperfeiçoamento das organizações e a aquisição de novos mercados. A Qualidade Total passou a ser

tratada como um modo de gestão, objetivando o aprimoramento ininterrupto da performance empresarial (VERAS, 2009)

Ghobadian e Gallear (1996) apud Oliveira (2017) afirmam que a má qualidade de produtos e serviços das pequenas e médias empresas influencia negativamente a competitividade das grandes empresas que as têm como fornecedores.

Segundo Montgomery (2012), a qualidade é uma área que gera grande influência para os consumidores no momento de selecionar os produtos e serviços que são concorrentes entre si.

Em uma época caracterizada pela intensa competitividade, é essencial que as empresas ofereçam um produto ou serviço diferenciado e de qualidade. A qualidade está inerentemente relacionada à satisfação do cliente, portanto, a sua percepção é um fator-chave para avaliar as expectativas em relação a um produto ou serviço oferecido (COSTA, NASCIMENTO e PEREIRA, 2012).

2.2 QUALIDADE

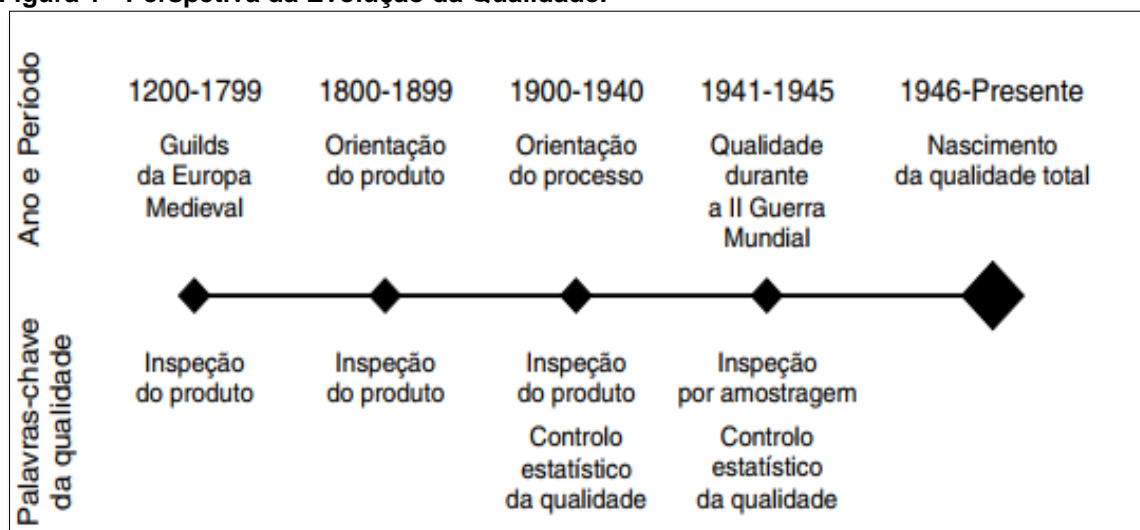
2.2.1 Breve Evolução do Controle da Qualidade

Segundo Paladini et al. (2012) a preocupação com a qualidade inicia-se antes mesmo da Revolução Industrial, quando os artesões eram os fornecedores de produção para a população. O artesão era um especialista que possuía conhecimento de todo o ciclo de sua manufatura, desde a criação do produto até o pós-venda. Nessa época, a relação com o cliente era bastante estreita, o artesão necessitava atender todas as necessidades de seu cliente, pois a comercialização de seus produtos dependia da reputação de qualidade, que, naquele tempo, era disseminada boca a boca pelos consumidores satisfeitos. Dessa forma, o artesão englobava algumas características da qualidade moderna como, por exemplo, atendimento às especificações do cliente, porém conceitos de confiabilidade, conformidade, tolerância ainda eram rudimentares. Além disso, o intuito do controle da qualidade era voltado para o produto por meio de inspeção e não para o processo de produção em si.

Com a chegada das teorias de Taylor, no século XX, aliada à produção em massa e à Administração Científica, observou-se mudança vigorosa na prática do controle da qualidade, quando a responsabilidade fora transferida a um inspetor de qualidade, cuja função era a de separar os produtos bons dos defeituosos antes de serem direcionados ao consumidor. Na década de 20, W. Shewhart em seu Laboratório de Bell introduziu os primeiros conceitos de Gráfico de Controle, cujo objetivo era estabelecer a possibilidade máxima da resposta de um processo produtivo, e com isso controlar a qualidade do processo de fabricação (CARPINETTI, 2012). A preocupação de Shewhart era estabelecer o momento de interromper uma máquina a fim de consertá-la, pois o risco de perda de produtividade era presente; ou manter sua atividade, com o risco de ter que descartar muitas peças não incluídas nas especificações da empresa. Através do gráfico de controle, foi possível equilibrar essas ações e o resultado Foi a potencialização da produtividade. Sendo assim, essa ferramenta, tornou-se um símbolo da gestão da qualidade nos anos 1950 (SANTOS, 2015).

Segundo Antonio et al. (2016), na história da qualidade é de suma importância registrar a reformulação conferida à qualidade, ocorrida no século passado, que originou o estatuto da disciplina científica com a consequente elaboração de um conjunto de valores baseados em uma filosofia pragmática, isto é, nasce uma nova perspectiva sobre a gestão das organizações em que esta passa a ser uma responsabilidade de nível geral, e não exclusiva a uma elite de gestores, engenheiros ou especialistas; neste momento, o foco do controle da qualidade deixa de ser uma inspeção assegurada por departamentos especializados e passa para uma visão voltada à prevenção e ao cliente. A figura 1 representa os principais marcos da historia da qualidade segundo Antonio et al. (2016).

Figura 1 - Perspetiva da Evolução da Qualidade.



Fonte: Antonio et al. (2016). p.21

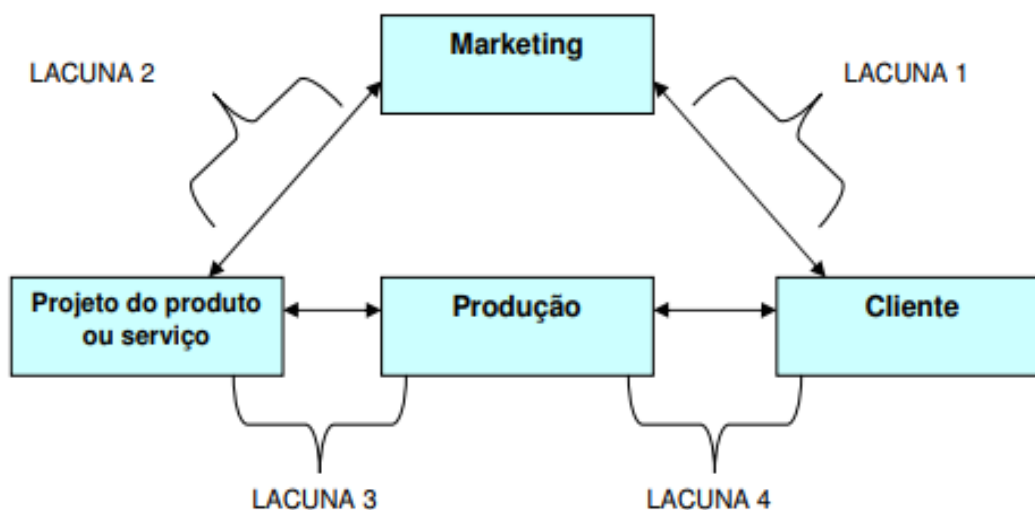
Sob a ótica de Veras (2009) o desenvolvimento da qualidade para atual administração da qualidade total é uma história que possui três “eras” principais. A primeira era é chamada de Era da Inspeção, na qual os produtos são verificados um a um, o processo de inspeção procura defeitos, mas não produz qualidade e o cliente possui participação ativa neste. A segunda é chamada de Era do Controle Estatístico em que os produtos são verificados por amostragem há uma ênfase na procura por de defeitos sendo que existe um departamento especializado para realizar o monitoramento da qualidade. E a última era é a Era da Qualidade Total, cujo processo produtivo é controlado e há uma complexa atenção para a prevenção de defeitos, gerando dessa forma uma qualidade assegurada por um sistema de administração da qualidade na qual toda a empresa é responsável.

Segundo Ramos (2000) a potencialidade do controle da qualidade no Brasil, ainda não foi totalmente explorada. Porém esta, gradativamente, sendo implantada nas empresas, quer seja por exigência, tal como é o caso das montadoras, quer seja eficácia na melhoria da produtividade das operações.

2.2.2 Conceito de Qualidade

Para Slack, Chambers e Jonhston (2009) o conceito atual de qualidade pode ser compreendido por meio do modelo apresentado na Figura 2, em que a qualidade é definida como ausência de lacunas.

Figura 2 – Qualidade definida como ausência de lacunas.



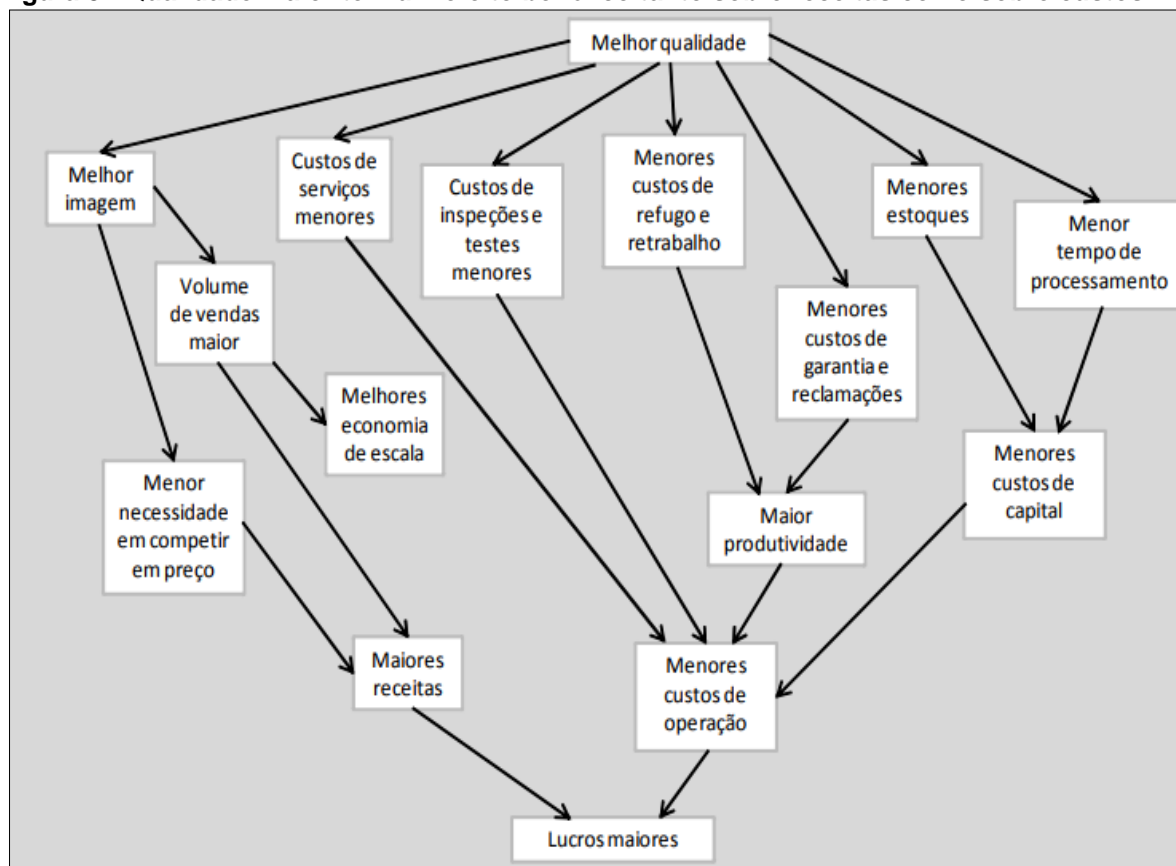
Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2002) apud Barbosa (2006). p.22

A interpretação desse modelo de acordo com Barbosa (2006) afirma que a Lacuna 1 representa a lacuna entre as especificações do consumidor e as especificações da operação, isto é, o “*marketing*” deve ser o responsável por detectar corretamente as necessidades, desejos de seu público-alvo. Caso isso não ocorra, a qualidade pode ser considerada fraca, mesmo que as lacunas 2, 3 e 4 estejam preenchidas. A Lacuna 2 é a lacuna conceito-especificação, na qual representa um possível descasamento entre o conceito do produto ou serviço e a forma como a organização criterizou internamente a qualidade. A Lacuna 3 representa a lacuna entre a especificação da qualidade e a qualidade real, isto é, o produto deve ser produzido de acordo com as especificações traçadas no projeto. Por fim, a Lacuna 4, demonstra a lacuna entre a qualidade real e a imagem comunicada, no qual o marketing pode gerar expectativas inatingíveis na perspectiva dos clientes, ou da produção não proporcionar o nível de qualidade esperado pelos consumidores.

De acordo com Cerqueira Neto (1991) os resultados do controle da qualidade não só garantem a plena satisfação dos clientes como também reduz os custos de operação, minimizando as perdas, diminuindo consideravelmente os custos com serviços externos e otimizando a utilização dos recursos existentes. A figura 3, de Slack (2009), complementa a visão desse autor, uma vez que, representa os

benefícios que a qualidade pode proporcionar nos outros aspectos de desempenho de uma organização.

Figura 3 - Qualidade maior tem um efeito benéfico tanto sobre receitas como sobre custos.



Fonte: Slack, Chambers e Johnston (2009) - p.523

Goulart e Bernegozzi (2010) defendem que a busca da qualidade, nos diversos âmbitos econômicos, abrange todos os processos organizacionais e implica no total comprometimento das categorias da empresa. Dessa forma, a qualidade passou a englobar não só o produto, mas também, a organização, os *stakeholders* e as exigências do mercado; contribuindo para a constante melhoria da organização. Os mesmos autores ainda afirmam por meio de uma citação de Crosby (1992) que a qualidade em uma linha de produção fundamenta-se em atender as especificações pretendidas, a fim de evitar a ocorrência de falhas; utilizando-se de princípios da cultura organizacional, como disciplina, persistência, exemplos construtivos, foco na liderança e investimentos em treinamentos de indivíduos.

2.3 CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO PARA O GERENCIAMENTO DA QUALIDADE

Montgomery (2016) afirma que em um processo produtivo, determinada quantidade de variabilidade inerente ou natural sempre existirá, independente de quão detalhado for seu planejamento ou prudentemente mantido ele seja. A maioria dos problemas da qualidade decorre da variabilidade nos processos. As empresas que possuem a capacidade de controlar os processos e minimizar a variabilidade proporcionam, de modo consistente, produtos e serviços de alta qualidade (BROWN, 1996).

A definição genérica da variabilidade para Carneiro (2017) trata-se de uma oscilação da média ou de um ponto referência do processo, e está presente em todos os sistemas de produção. De acordo com Indezeichak (2005) “a variabilidade é a diferença entre as unidades produzidas, se esta for grande, as diferenças são facilmente observáveis, mas se pequenas, não”.

Quando se tem uma variabilidade frequente em relação às especificações, manifesta-se o risco de se produzir não conformidades. Este fato representa um dos motivos da existência do controle do processo.

Ramos (2000) afirma que a área de Controle Estatístico do Processo (CEP) tem por objetivo acompanhar a qualidade durante a produção, prevenindo possíveis falhas; ao contrário de controlá-la ao final do processo, em que os produtos defeituosos são separados daqueles que são adequados às especificações. Desse modo, os custos com retrabalho e o tempo gasto com a seleção são reduzidos (RAMOS, 2000). O quadro 1 demonstra a comparação entre as características do controle do processo como um todo e do produto final (inspeção).

Quadro 1 - Controle do Produto versus Controle do Processo

Controle do Produto x Processo		
<i>Tipo de Controle</i>	<i>Produto</i>	<i>Processo</i>
<i>Ênfase</i>	Detecção de defeitos	Prevenção de defeitos
<i>Objetivo</i>	Separar itens bons dos ruins	Evitar itens ruins
<i>Padrão de Comparação</i>	Limites de especificação	Limites de controle
<i>Tipo de Ação</i>	Inspeção	Controle
<i>Responsável</i>	Operador ou inspetor	Todos os envolvidos

Fonte: Adaptação de Ramos (2000)

Para Maiczuk e Júnior (2013) o Controle Estatístico do Processo (CEP) é um sistema de prevenção de falhas, que leva o processo produtivo a ocorrer de maneira segura, prevista e sem grandes variações das características do produto, ou seja, mantendo-o dentro de padrões já estabelecidos. Possui finalidade de melhorar a qualidade do produto, obter custos mais baixos, satisfazer os clientes e por fim, alcançar um crescimento significativo da empresa.

Carvalho, Correia e Fernandes (2016) salientam um fator que merece ser apontado: de que quando mencionam-se melhores processos, tem-se não somente a abordagem da qualidade e sim, redução de custos em vários segmentos da empresa.

O Controle Estatístico de Processo compreende o recolhimento, a avaliação e compreensão de informações para, posteriormente solucionar possíveis dificuldades no processo produtivo. (PARANTHAMAN, 1990 apud LIMA et al. 2006).

A área de CEP contribui na obtenção de melhorias cada vez mais efetivas na qualidade e na produtividade. Para tal, o CEP se estrutura por meio de uma coleção de ferramentas de solução de adversidades, mostrando-se muito eficiente na conquista da estabilidade de uma linha produtiva, na redução da variabilidade e na conseqüente melhoria do desempenho da organização (MONTGOMERY, 2016). Essas ferramentas, segundo Maiczuk e Júnior (2013), são técnicas de uma organização para aperfeiçoar processos e sanar possíveis problemas na área da qualidade, sendo que, o uso dessas técnicas visa facilitar deliberações sustentando-se em fatos e informações concretas, e não, apenas em teorias. São sete as ferramentas utilizadas para o controle estatístico do Processo: Estratificação, Folha de Verificação, Histograma, Gráfico de Pareto, Diagrama Causa-Efeito, Gráfico de Dispersão e Gráfico de Controle.

- Estratificação:

Para Werkema (2006), estratificação consiste na divisão de um grupo específico de dados em diversos subgrupos detalhando as informações em características singulares. Carpinetti (2012) complementa que esta estratificação foca na identificação de como cada um desses subgrupos influencia no resultado do processo ou problema observado.

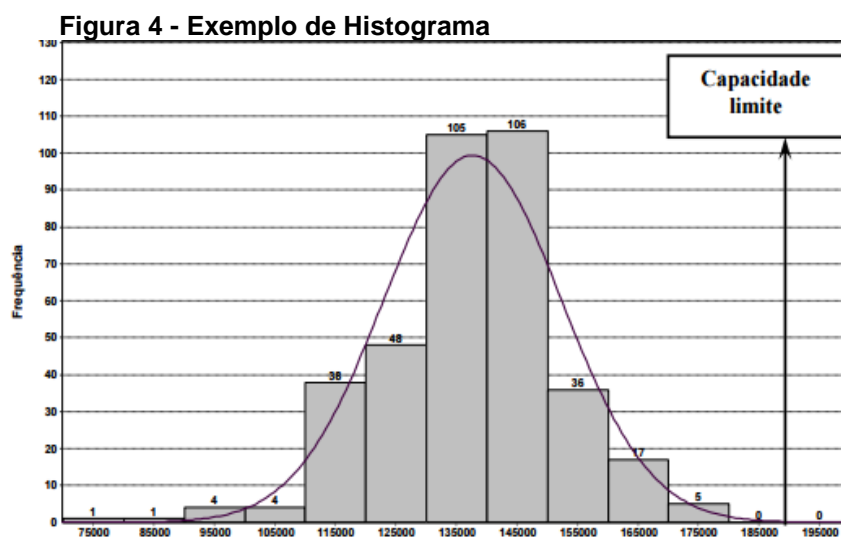
- Folha de Verificação:

A Folha de Verificação, ainda segundo Werkema (2006), é um

documento que objetiva simplificar, estruturar e padronizar os fatos e os dados de um problema, otimizando, dessa forma, as análises e possíveis tomadas de decisão. Ou seja, esta ferramenta consiste em um formulário planejado que especifica os itens a serem analisados, contribuindo para a coleta e as anotações dos dados.

- Histograma:

Consiste em um gráfico de barras da distribuição de frequências de um conjunto de dados recolhidos através da observação dos processos, apresentando informações da variável analisada o que permite verificar os dados de uma maneira mais concisa e que possibilita extrair informações sobre seu comportamento (JUNIOR, 2006).



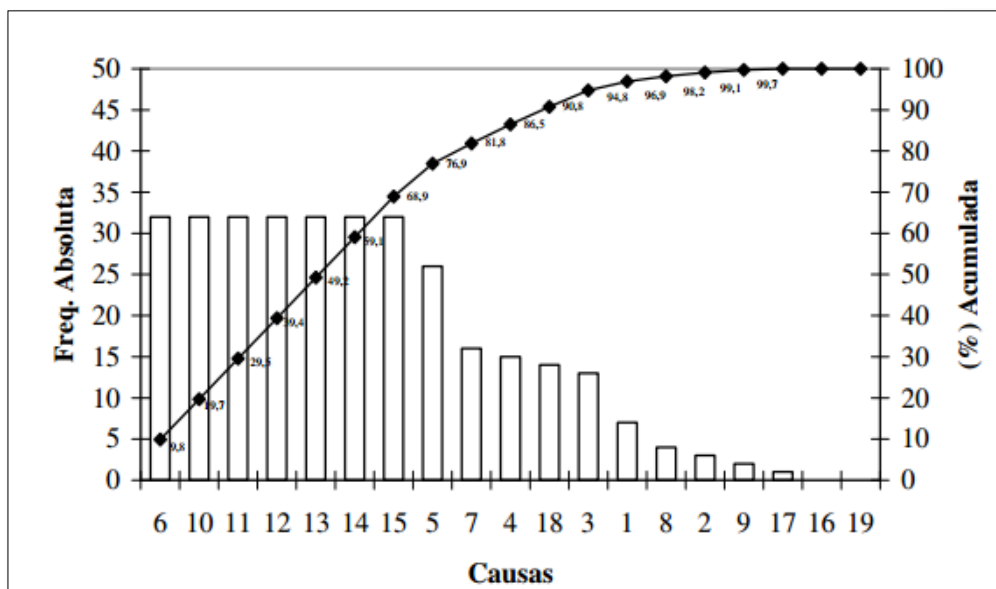
Fonte: Adaptado de Kurokawa (2002). p.03

- Gráfico de Pareto:

Desenvolvido por Joseph Juran, trata-se de um gráfico de barras verticais, ordenado de forma decrescente com a causa principal localizada no lado esquerdo do diagrama e é desenhada uma curva referente às porcentagens acumuladas de cada barra. Observando estas informações é possível analisar quais aspectos precisam ser priorizados e, assim, realizar planos de melhorias e ganhos significativos. É também conhecido como Relação 20/80 (lê-se vinte para oitenta) e sustenta que uma porcentagem

pequena das causas observadas são as maiores responsáveis pelos efeitos negativos do problema (CARPINETTI, 2012).

Figura 5 - Exemplo de Gráfico de Pareto

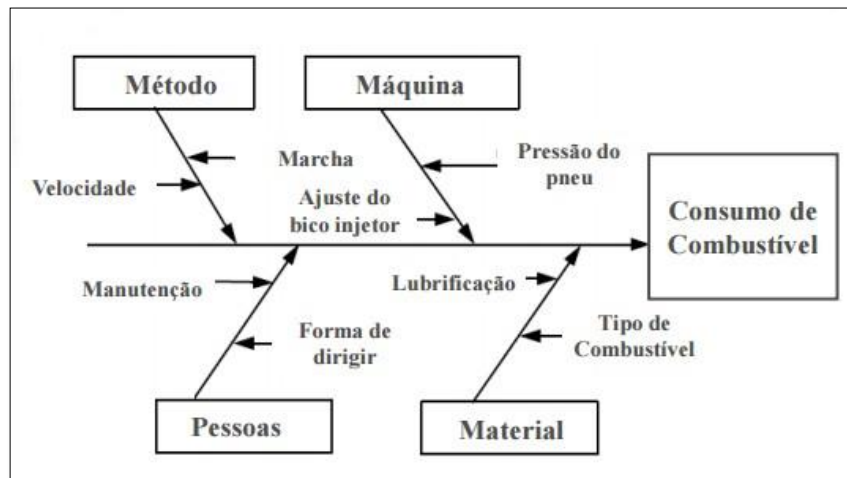


Fonte: Maciel e Santos (2006). p.632

- Diagrama Causa –Efeito:

O diagrama de Causa e Efeito é uma ferramenta que visa relacionar a especificação de um problema (efeito) e as causas que podem gerar o efeito indesejável. A partir disso, é possível determinar as raízes principais de um problema e, analisando-as, verificar as ações que devem ser tomadas para sanar ou minimizar o problema, ou seja, o diagrama de Causa e Efeito auxilia na observação das causas mais relevantes do problema analisado (WERKEMA, 2006). Para que a ferramenta seja desenvolvida de forma eficaz, Carpinetti (2012) salienta que seja desenvolvida em equipe e com o maior número de participantes possíveis para que, através de *brainstorms*, a equipe gere todas as ideias necessárias, de modo a evitar o esquecimento de alguma causa.

Figura 6 - Exemplo de Diagrama Causa - Efeito

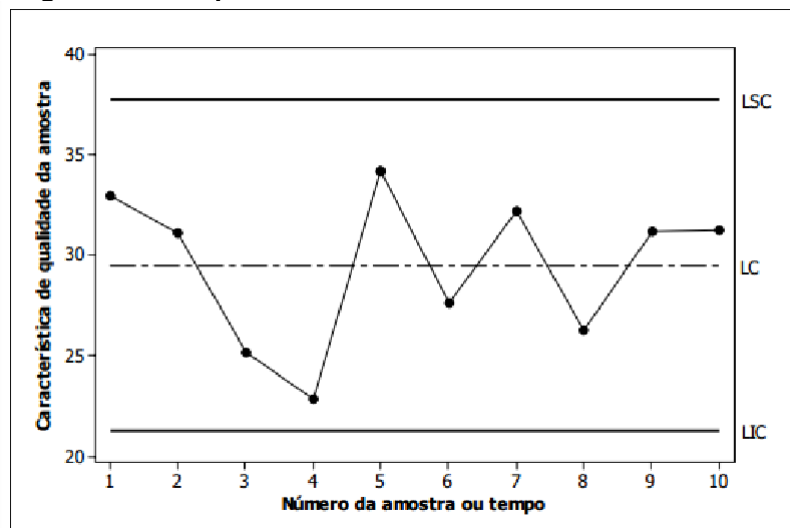


Fonte: Adaptado de Santos (2015). p.52

- **Gráfico de Controle:**

O gráfico de controle, é uma ferramenta primordial para o acompanhamento de um processo e diminuição da variabilidade deste, e é considerada, dentre as sete ferramentas apresentadas, a mais sofisticada tecnicamente.

Figura 7 - Exemplo de Gráfico de Controle



Fonte: Montgomery (2004). p.123

A partir de sua análise observa - se que, quando a causa de uma variabilidade não está prevista pela organização, as médias amostrais se

apresentarão fora dos limites do gráfico, representados na figura 7 pelas linhas LSC e LIC. Sendo assim, faz-se necessário investigar esta causa, e então tomar providências que corrijam a falha encontrada (MONTGOMERY, 2012). Os gráficos de controle serão melhor definidos no item 2.4.

2.4 MONITORAMENTO DO PROCESSO POR GRÁFICO DE CONTROLE

Segundo Lins (1993) o gráfico de controle possibilita acompanhar o comportamento do processo e registrar a sua variabilidade, verificando o instante em que um determinado desvio foi identificado e assim utilizar as demais ferramentas para estudar as suas causas e corrigi-las.

Samohyl (2009) afirma que para supervisionar a variabilidade de um processo, os gráficos de controle são muito úteis, pois são recursos visuais que contribuem no controle da qualidade em manter a conformidade das características do processo. Se empregados corretamente, esta ferramenta age de imediato, possibilitando a identificação dos danos da linha produtiva, em seus pontos estratégicos.

O gráfico de controle é uma das técnicas mais utilizadas no intuito de detectar rapidamente a ocorrência de causas atribuíveis das mudanças do processo, de modo que a investigação do processo e a ação corretiva possam ser realizadas antes que muitas unidades não – conformes sejam fabricadas (MONTGOMERY, 2012).

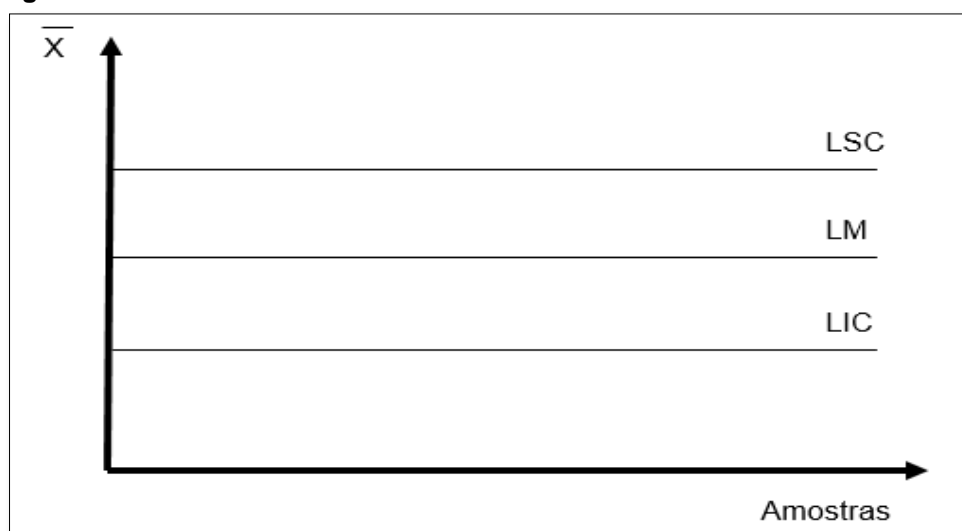
O gráfico foi elaborado para atuar no processo produtivo, porém sua utilização é muito mais vasta, podendo ser usado todas as vezes que dados forem obtidos no decorrer do tempo, e é apresentada uma linguagem habitual para abordar o comportamento do processo (SANTOS, 2015).

Os diferentes gráficos de controle indicam se o processo está controlado e se continuará assim. Essas ferramentas podem, dessa maneira, desde analisar o comportamento atual do processo até fazer previsões (PALADINI, 2002).

Os gráficos de controle são formados por uma linha central entre dois limites de controle, com valores específicos destacados no gráfico identificando a situação de um processo, normalizado ou não. Se todos os valores estiverem dentro dos

limites e a ordenação dos pontos dentro dos limites for aleatória, diz-se que o processo está sob controle. Todavia, caso os pontos estiverem fora dos limites, mostrando uma condição incomum, o processo é considerado fora de controle (VIEIRA, 1999 apud LIMA, 2006).

Figura 8 - Linhas limites do Gráfico de Controle.



Fonte: Adaptado de Selene e Stadler (2008) – p.78

Para que uma amostra seja considerada fora dos limites de controle, é necessária a ultrapassagem de três limites padrões da média da distribuição, já estabelecidos; sendo que, quando isso ocorre, a variação é considerada “anormal” e os limites são denominados Limite Superior de Controle (LSC) e Limite Inferior de Controle (LIC). Nesse sentido, a possibilidade de uma amostra qualquer estar fora de controle por causas aleatórias é de 0,3%. Caso os limites de controle sejam estabelecidos com dois desvios-padrão, as possibilidades crescem para 5%. E, caso os desvios-padrão passem para 1, as possibilidades de erro crescem, expressivamente, para 32% (SLACK, 2009).

No chão de fábrica, muitos engenheiros sofrem demais com a presença de alarmes, correndo atrás de falsas causas especiais e não as encontrando. O intuito da colocação dos limites de controle aos três desvios – padrão da média diminui a presença do alarme falso para a probabilidade de um evento raro (SAMOHYL, 2009).

É essencial ressaltar que o gráfico de controle não possibilita o diagnóstico da variabilidade fora do domínio estatístico, porém dá condições, através do

processamento e união de informações, para o reconhecimento das raízes desta variação (WERKEMA,1995).

2.4.1 Tipos de Gráfico de Controle Conceito de Qualidade

Existem dois tipos de Gráfico de Controle. Se a característica da qualidade pode ser mensurada e expressa por meio de um número em determinada escala contínua de medida, é portanto, denominada variável. Os gráficos de controle que monitoram esse tipo de característica são chamados de Gráficos de Controle para Variáveis. Se a característica da qualidade não pode ser medida em uma escala contínua, e pode-se julgar cada unidade do produto como conforme ou não conforme, baseando-se no fato desta possuir, ou não, determinados atributos, tem-se para este tipo de monitoramento, o Gráfico de Controle para Atributos.

Pode-se trabalhar com dois tipos de dados em um gráfico de controle: dados variáveis ou dados tipo atributos. Nos dados por variáveis é necessário adotar medidas em unidades, tais como comprimento, temperatura, etc. Os dados do tipo atributos determinam uma decisão: “aceitável/não aceitável”, e ainda decidir se os dados são defeitos ou defeituosos (SILVEIRA, 2017).

Os gráficos de controle quando são por variáveis é indispensável que possuam uma distribuição normal, mas quando são por atributos podem possuir distribuição binomial, de Poisson ou Bernoulli (MONTGOMERY, 2009).

2.4.1.1 Gráficos de Controle para Variáveis

Para Soares (2000), as definições dos gráficos utilizados com medições do tipo variável são:

- Gráfico \bar{X} e R (média e amplitude):

Este tipo de gráfico de controle é adequado caso se trabalhe com subgrupos que possuam entre 2 e 9 amostras. Trata-se do gráfico mais comumente utilizado nas indústrias.

O gráfico \bar{X} reflete o valor médio de um subgrupo. Seu objetivo é monitorar a média de um processo, ao tempo que o gráfico R controla a

variação. Estes dois gráficos devem ser plotados juntos a fim de controlar a variação do processo dentro de um subgrupo.

- Gráfico \bar{X} e S (média e desvio – padrão)

Apesar do gráfico \bar{X} e R ser frequentemente mais usado, há casos em que se torna viável estimar diretamente o desvio padrão do processo ao invés de utilizar a amplitude R. Para tanto, usa-se o gráfico de controle \bar{X} e S, em que S é o desvio padrão amostral. É adequado a utilização deste quando o tamanho da amostra n é moderadamente grande ($n > 10$ ou 12) ou o tamanho da amostra n é variável.

- Gráfico \tilde{x} e R (mediana e amplitude): registram as medianas e suas amplitudes. Apresenta maior facilidade no controle contínuo do processo pois não há necessidade de cálculos porém a mediana é um estimador mais fraco que a média.

- Gráfico de controle de Shewhart para medidas individuais

Este tipo de gráfico é utilizado quando a amostra consiste de uma única medida individual, isto é, o tamanho da amostra para monitoramento do processo é $n = 1$. Um exemplo para este tipo de situação é quando a taxa de produção é muito lenta e não é conveniente acumular tamanhos de amostras $n > 1$ para análise. O longo intervalo entre observações pode causar problema na formação de subgrupos.

As fórmulas para a construção dos tipos de gráficos de controle para variáveis são mostradas no quadro 2.

Quadro 2 - Fórmulas dos Tipos mais comuns de Gráficos de Controle para Variáveis

Tipo de Gráfico	Limites de Controle	
	Gráfico	Fórmulas
\bar{X} e R	Média	$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 * \bar{R}$ $LMC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}}$ $LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 * \bar{R}$
	Amplitude	$LSC_R = D_4 * \bar{R}$ $LMC_R = \bar{R}$ $LIC_R = D_3 * \bar{R}$
\bar{X} e s	Média	$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_3 * \bar{s}$ $LMC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}}$ $LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_3 * \bar{s}$
	Desvio-Padrão	$LSC_s = B_4 * \bar{s}$ $LMC_s = \bar{s}$ $LIC_s = B_3 * \bar{s}$
\tilde{X} e R	Mediana	$LSC_{\tilde{X}} = \bar{\tilde{X}} + A_2 * \bar{R}$ $LMC_{\tilde{X}} = \bar{\tilde{X}}$ $LIC_{\tilde{X}} = \bar{\tilde{X}} - A_2 * \bar{R}$
	Amplitude	$LSC_R = D_4 * \bar{R}$ $LMC_R = \bar{R}$ $LIC_R = D_3 * \bar{R}$
\bar{X} e R	Individuais(X)	$LSC_{X_i} = \bar{\bar{X}} + 2,660 * \bar{R}$ $LMC_{X_i} = \bar{\bar{X}}$ $LIC_{X_i} = \bar{\bar{X}} - 2,660 * \bar{R}$
	Amplitude	$LSC_R = 3,267 * \bar{R}$ $LMC_R = \bar{R}$ $LIC_R = 0$

Fonte: Galuch (2002) p.29

Os valores A2 , A3 , B3 , B4 , D3 , e D4 dependem do tamanho da amostra n e são obtidos em tabela adequada disponível no Anexo.

2.4.1.2 Gráficos de Controle para Atributos

- Gráfico np (número de itens defeituosos)

Este tipo de gráfico de controle se baseia no número de não conformes e necessita de tamanhos iguais para as amostras. É utilizado quando o número real de não conformidades é mais expressivo ou mais fácil de registrar e quando o tamanho da amostra mantém-se constante (INDEIZEICHAK, 2005).

- Gráfico p (fração defeituosa)

Este tipo de gráfico possibilita trabalhar com tamanhos das amostras diferentes, ao contrário do gráfico p , cujos dados devem ser iguais. O gráfico p segue os princípios estatísticos com base na distribuição binomial e se relaciona com a fração de itens não conformes ou defeituosos, produzidos por um processo de manufatura. Tais itens podem ter diversas características da qualidade que são inspecionadas simultaneamente; caso o item não satisfaz o padrão em uma ou mais dessas características é classificado como não conforme. A fração não conforme é definida como a razão entre a quantidade de itens não conformes em uma população e o total de itens nesta população (MONTGOMERY, 2016).

- Gráfico c (número de defeituosos na amostra)

É o gráfico utilizado para controlar um processo a partir dos defeitos de uma amostra de tamanho constante (SELENE, STADLER, 2008). Esses gráficos de controle assumem, em geral, que a ocorrência de não conformidades em amostras moldadas pela distribuição de Poisson.

- Gráfico u (defeitos por unidade)

É utilizado para o número de não conformidades por amostra considerada como uma unidade. As amostras não precisam ter o mesmo tamanho (GALUCH, 2002).

Quadro 3 - Fórmulas dos Tipos de Gráficos de Controle para Atributos

TIPO DE GRÁFICOS	FÓRMULAS	
	Linha Média	Limites de Controle
p Proporção de defeituosos	$\bar{p} = \frac{\sum d}{\sum n}$	$\bar{p} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$
np Número total de defeituosos	\bar{np}	$n\bar{p} \pm 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$
c Número de defeituosos na amostra	$\bar{c} = \frac{\sum c}{m}$	$\bar{c} \pm 3\sqrt{\bar{c}}$
u Defeitos por unidade	$\bar{u} = \frac{\sum c}{\sum n}$	$\bar{u} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$

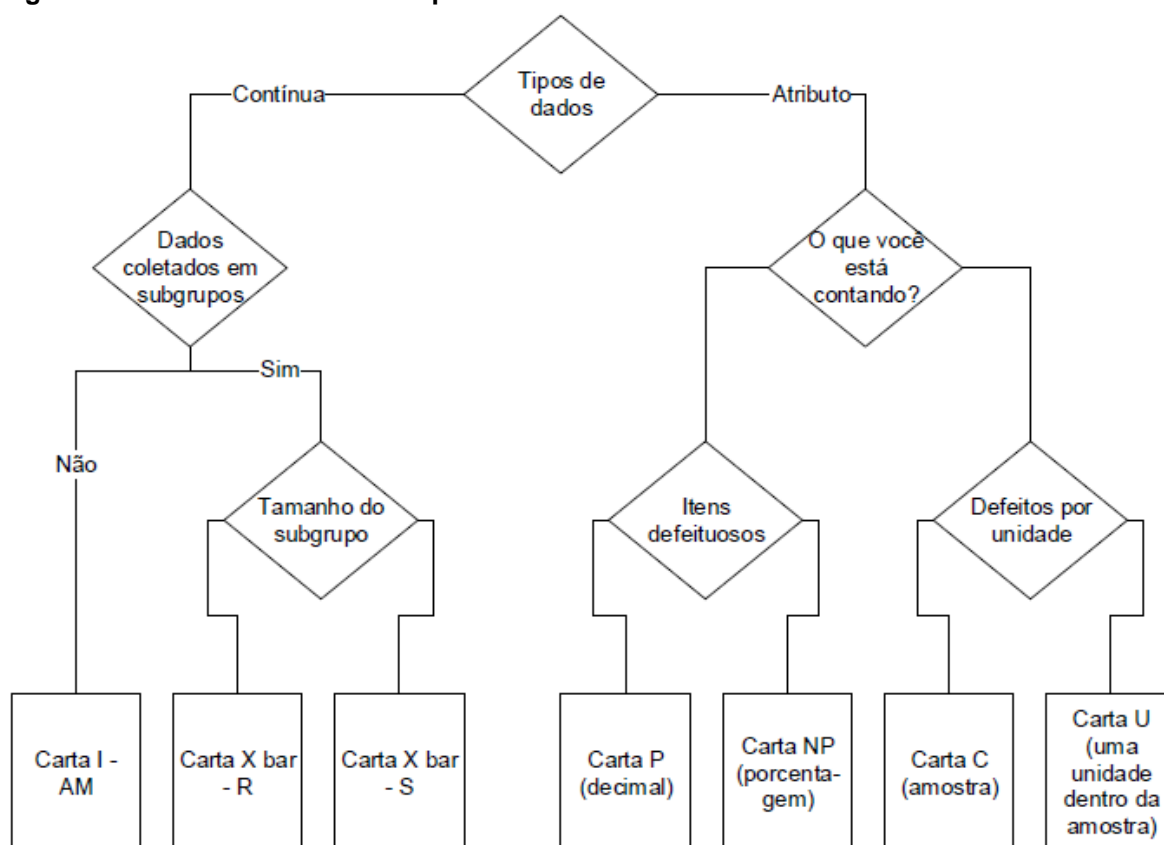
Fonte: Galuch (2002) p.31

Para a construção dos gráficos de controle para atributos temos nas fórmulas algumas variáveis que significam:

- n = tamanho das amostras
- m = número de amostras
- c = número total de defeitos em todas as unidades da amostra
- d = número de peças defeituosas

A figura 9 demonstra de forma resumida um fluxograma para facilitar o tipo de gráfico de controle a ser utilizado mediante as características do processo.

Figura 9 - Método de escolha do tipo de Gráfico de Controle



Fonte: Santos (2015) p.227

Como pode ser observado, cada tipo de dado requer um gráfico de controle diferente para melhor realizar a análise. Segundo Costa, Epprecht e Carpinetti (2004) apud Cortivo (2005), para construir os gráficos de controle tem-se uma fase inicial de conhecimento. O conhecimento do processo e suas características. Fase árdua, porém com grande relevância para o sucesso da ferramenta.

2.5 INTERPRETAÇÃO DO GRÁFICO DE CONTROLE

Gráficos de Controle são utilizados para verificar se o processo está ou não sob controle. Unificam um amplo conjunto de dados, usando métodos estatísticos para observar as mudanças dentro do processo, com apoio de dados de amostragem. Indica em determinado período como o processo está se comportando, se ele está dentro dos limites preestabelecidos, revelando dessa forma a

necessidade de investigar a causa de variação (SHEWHART,1931 apud PRATA et al. 2009).

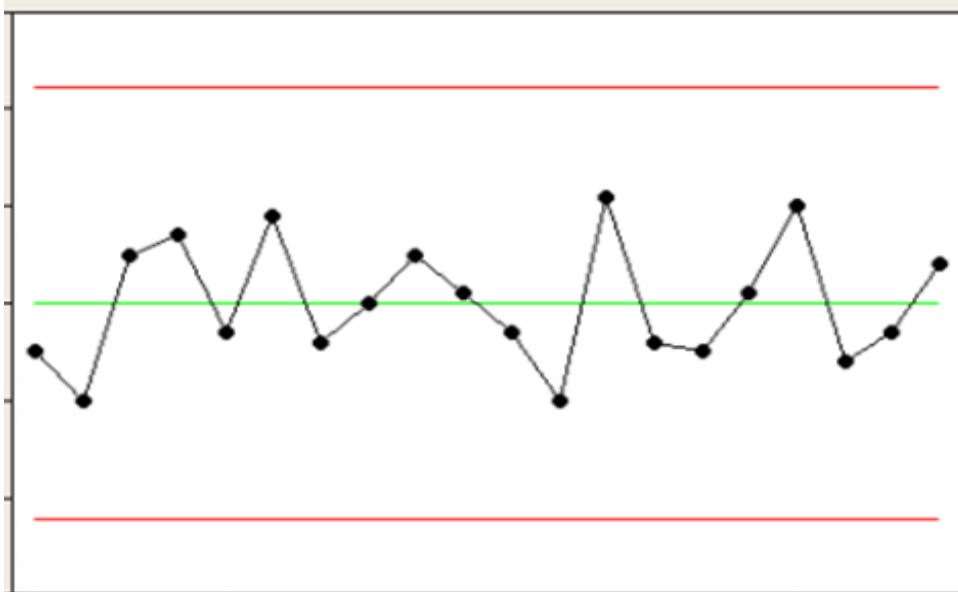
Ramos (2000) declara que observar os gráficos de controle permite a determinação da estabilidade de um processo a partir da ausência de causas especiais de variabilidade. Além disso, fica evidente a relevância da separação entre causas comuns e especiais de variação, pois, de acordo com a causa, serão acionados diferentes setores da empresa.

Sob a perspectiva de Carvalho e Paladini (2005), a variabilidade de um processo é devido a:

- I. Causa especial: destaca-se rapidamente, e na maioria das vezes, é única, causando grandes transtornos na linha produtiva. Por isso, precisam ser corrigidas ou amenizadas através de contra balanceamento. Exemplos: trovoadas e relâmpagos, funcionário intoxicado, substância estranha na matéria prima, dentre outros;
- II. Causa Estrutural: Ocorre constantemente, mas pode ser facilmente excluída ou equilibrada. Tem-se, como exemplo, a queda da produtividade nas segundas-feiras em razão de grandes partidas de futebol no domingo.
- III. Causa comum: Ocorre constantemente, mas não produz grande impacto em uma linha produtiva por ser característica de qualquer processo. Exemplo: matéria-prima de baixa qualidade, maquinaria obsoleta e combinação errada de ingredientes em um processo químico.

Na figura 10 tem-se um exemplo de gráfico de controle de um processo que está ausente de causas especiais.

Figura 10 - Gráfico de Controle estável, sem causas especiais.



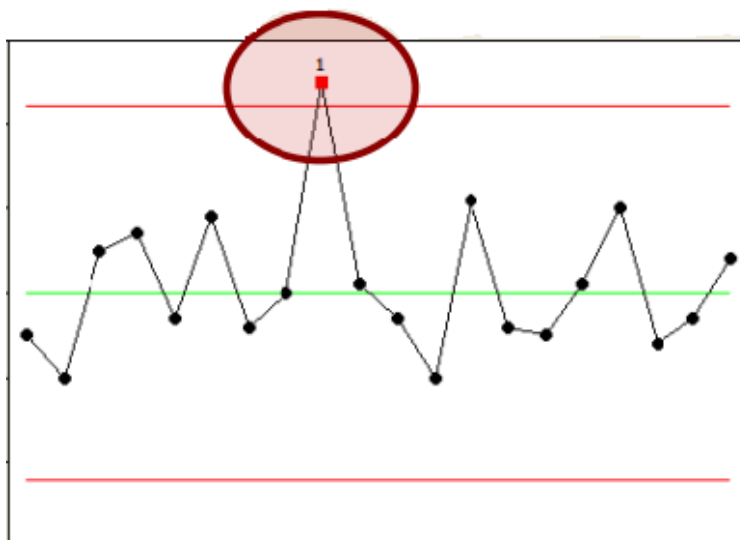
Fonte: Santos (2015) p.101

Observa-se na figura 10 que o comportamento do gráfico mantém-se dentro dos limites superior e inferior, sendo essa uma característica de estabilidade do processo.

Segundo Montgomery (2004) apud Guimarães e Russo (2016), o julgamento se um gráfico encontra-se sob ou fora de controle, pode ser determinado por vários critérios concomitantes. O critério básico é um ou mais pontos fora dos limites de controle. Os critérios suplementares são, ocasionalmente, utilizados para aumentar a sensibilidade dos gráficos de controle onde detecta pequenas mudanças no processo, de forma a responder mais rapidamente a uma causa atribuível.

Santos (2015) apresenta o critério básico e suplementares para identificação das causas especiais em um gráfico de controle. As figuras 11, 12 e 13 apresentam as possíveis causas especiais existentes no gráfico de controle segundo esse mesmo autor.

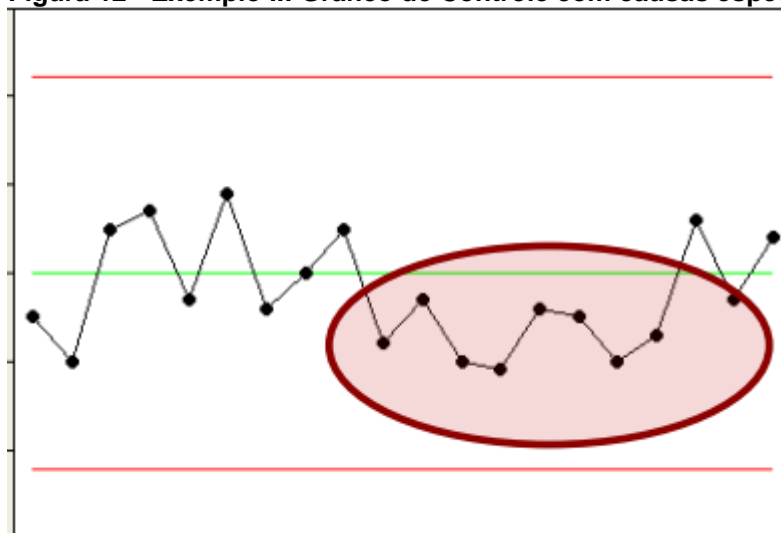
Figura 11 - Exemplo I: Gráfico de Controle com causa especiais.



Fonte: Santos (2015) p.103

Neste gráfico é possível notar o critério básico de uma causa especial representada no ponto em destaque que está acima da região de estabilidade.

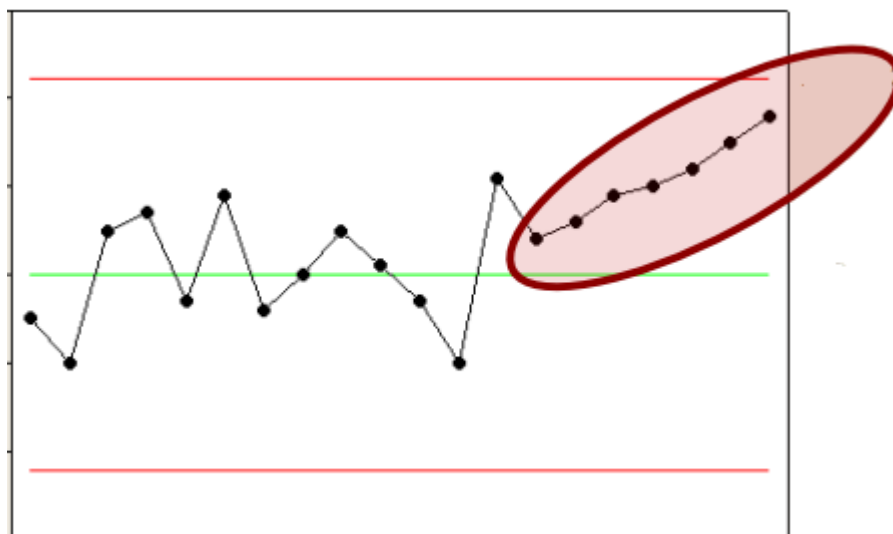
Figura 12 - Exemplo II: Gráfico de Controle com causas especiais.



Fonte: Santos (2015) p.104

Neste gráfico notam-se oito pontos abaixo da média (mesmo que dentro da região delimitada pelas linhas de controle) indicando uma causa especial.

Figura 13 – Exemplo III: Gráfico de Controle com causas especiais



Fonte: Santos (2015) p.105

Neste gráfico da figura 13 notam-se seis pontos em ordem gradativamente crescente (mesmo que dentro da região delimitada pelas linhas de controle) indicando uma causa especial.

2.6 IMPLEMENTAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO EM UMA EMPRESA

Para Montgomery (2016) a implementação de CEP consiste em seis etapas principais: liderança gerencial, abordagem de equipe, educação dos colaboradores em todos os níveis, ênfase na redução da variabilidade, avaliação do sucesso em termos quantitativos e um mecanismo para comunicar os resultados de sucesso por toda a empresa. Tais etapas podem ser observadas a seguir.

1) Liderança gerencial:

Os líderes devem criar e manter um ambiente interno onde as pessoas estejam engajadas com o propósito de atingir os objetivos da organização. Por meio da pro - atividade, liderança por meio de exemplos, compreender as mudanças do meio externo, considerar os fatores humanos do envolvidos, adequar os objetivos e metas desafiadoras e implementar estratégias para alcançá-las.

2) Abordagem de equipe:

Forma-se a equipe de trabalho, e define as pessoas responsáveis pelas ações sobre o sistema quando for detectado um estado de descontrole estatístico e também é definida a ação a ser tomada. O envolvimento de pessoas de todos os níveis possibilita que suas habilidades sejam usadas para o benefício da organização.

3) Educação dos empregados em todos os níveis:

Nesta etapa é realizado o treinamento dos colaboradores de diferentes níveis e setores envolvidos, com o objetivo de capacitar o grupo a desenvolver as atividades futuras propostas no CEP (análise estatística, elaboração de cartas de controle, monitoramento das cartas de controle e análise das causas especiais).

4) Ênfase na redução da variabilidade:

Para que ocorra a redução da variabilidade é necessário a implementação da padronização. Com o objetivo de obter resultados previsíveis em processos repetitivos, proporcionar e manter o domínio tecnológico nas organizações.

5) Avaliação do sucesso em termos quantitativos:

A avaliação do sucesso em termos quantitativos da implantação do CEP é feita com o auxílio de gráficos, monitoramentos do processo e auditorias de processos, produtos ou sistemas, garantindo que a qualidade do produto final satisfaça as exigências dos clientes.

6) Um mecanismo para comunicar os resultados de sucesso por toda a empresa:

Entende-se sobre comunicação interna, como sendo um meio de promover a interação entre colaboradores e empresas, de permitir a circulação de informações e troca de conhecimentos, pode ser realizada através de quadros de avisos, reuniões, *e-mails* (FILHO, PEREIRA, PASSOS, 2013).

Para a aplicação da ferramenta de CEP, Gráfico de Controle, Ramos (2000) estabelece os seguintes passos:

Passo 1: Realizar a coleta de dados em um intervalo de tempo que seja suficiente para obter todos os tipos de variação que se possa encontrar.

Passo 2: Iniciar os cálculos das estatísticas que resumem as informações contidas nos dados, como médias, amplitudes, desvios-padrões, proporções, número de defeitos, produtos defeituosos, etc.

Passo 3: Calcular os limites de controle baseando-se nas estatísticas obtidas no passo 2.

Passo 4: Evidenciar os pontos (estatísticas) nos gráficos de controle e uni-los a fim de facilitar a visualização do comportamento do processo.

Passo 5: Plotar os limites de controle por meio da fórmula geral de *Shewhart*, adequando-a com as substituições necessárias para cada tipo de gráfico;

Passo 6: Observar se existem causas especiais no gráfico de controle, como tendências, ciclos, estratificações, etc.

Passo 7: Caso sejam detectados a presença de causas especiais, identificá-las, eliminá-las e preveni-las.

Nota-se que os passos desenvolvidos por Ramos (2000) para construção do gráfico de controle estão inclusos na etapa da implementação do CEP por Montgomery (2016) a partir da etapa 4, em que se determina a ênfase na redução da variabilidade a partir de critérios padrões definidos pela empresa a partir das necessidades e desejos de seus clientes.

Galuch (2002) enfatiza que a implantação de CEP é um processo de mudança organizacional e comportamental, e que é de grande importância o diálogo entre chefes e funcionários para a troca de informações e também o contato direto com o cliente para se ter o conhecimento da aceitação do produto. E na implantação em um processo produtivo de arquivos de aço, a principal dificuldade encontrada foi a obtenção dos dados necessários porque a pesquisadora não fazia parte do quadro de funcionários da empresa. E em uma primeira análise foi observado que a empresa possuía condições de melhorar a qualidade do produto final e como consequência teria o aumento da produtividade, possível maximização dos lucros e melhor aceitação no mercado.

No caso da implantação do CEP em uma indústria de bebidas por Soares (2001), houve a minimização dos problemas por meio do controle de algumas variáveis de influência, e reduziu o número de reclamações por parte dos clientes, mesmo o processo não estando ainda em controle e não atendendo às especificações.

Pozzobon (2001), em sua implementação do Gráfico de Controle em uma indústria de concreto, verificou que falhas nas etapas do processo produtivo. A análise realizada pelos gráficos apontou diversos problemas de causas especiais que sempre ocorriam, porém não era identificados.

3 METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Segundo Gil (2002) uma pesquisa científica deve conter quatro classificações, dentre elas natureza, objetivos, abordagem e método.

Este trabalho, do ponto de vista de sua natureza, é aplicada, por haver uma proposta de implementação e análise da ferramenta Gráfico de Controle em um processo produtivo. Markoni e Lakatos (2003) afirmam que uma pesquisa aplicada tem como objetivo uma aplicação prática que procura resolver problemas envolvendo interesses locais.

Em relação aos objetivos, esse trabalho é caracterizado como pesquisa exploratória, pois possui obtenção de dados, análise dos mesmos e pelo interesse da pesquisadora em deixá-lo evidente e formar condições hipotéticas para a solução (GIL, 2002).

A classificação quanto à abordagem do problema se encaixa como pesquisa quantitativa, pois os dados foram coletados e organizados em tabelas (MARKONI, LAKATOS, 2003). No entanto, o fato de prevalecer o caráter quantitativo, não significa desconsiderar os dados qualitativos, o intuito foi permitir a investigação atrelada à observação.

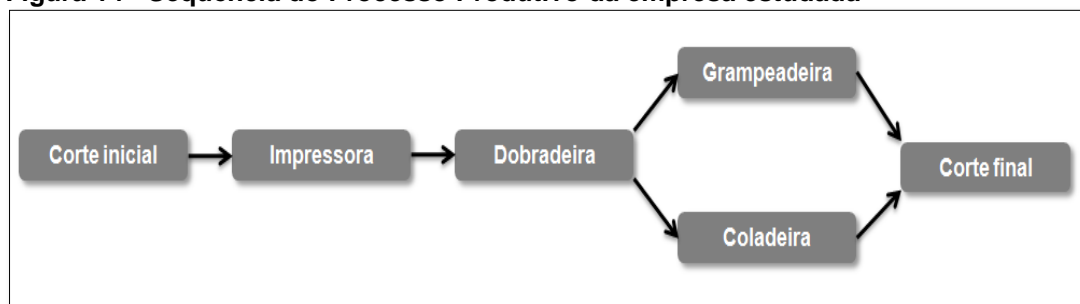
Quanto ao método, trata-se de um estudo de caso. Conforme Yin (2001) o estudo de caso é uma método de pesquisa que abrange abordagens específicas de coletas e análise de dados.

3.2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa situada no Paraná, esta no mercado há mais de 20 anos. Possui duas filiais no estado, uma no ramo da indústria gráfica, com mais de 20 funcionários e outra no ramo de componentes industriais, que possui seis funcionários. Seus produtos atendem grandes montadoras, indústrias de máquinas e equipamentos em geral, áreas educacionais e editoras.

O processo produtivo da filial do ramo gráfico foi o local no qual esse trabalho foi aplicado. A sequência do processo básico para a maioria dos produtos desta empresa segue a representação da figura 14.

Figura 14 - Sequência do Processo Produtivo da empresa estudada



Fonte: Autoria Própria

O processo inicia-se no corte inicial, onde o papel é refilado de acordo com as especificações do produto em demanda. O papel refilado segue para a impressora, que realiza a estampagem dos textos e das imagens na superfície do papel. Em seguida, o produto impresso sucede para a dobradeira em que é feito as dobras necessárias para formar as páginas do produto em serviço. As folhas dobradas seguem ou para grampeadeira ou para coladeira, ambas as etapas têm a função de unir as folhas cujos dorsos são presos formando um volume coberto com uma capa resistente. Após isso, o produto segue para o corte final de acabamento, onde retirasse as rebarbas do produto.

A área de qualidade da empresa atua nesse processo por meio de uma inspeção visual no final do processo de cada etapa. Essa inspeção é realizada pelo próprio operador da máquina de forma simples, sem coleta de dados e controle do histórico de qualidade.

3.3 ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO TRABALHO

Neste item segue a explicação das etapas necessárias para o desenvolvimento deste trabalho por meio do Quadro 4. Tais etapas foram realizadas baseando-se nos passos de implementação do gráfico de controle do autor Ramos (2000) descritos no item 2.6.

Quadro 4 - Etapas do desenvolvimento do trabalho

Número da Etapa	Etapas	Descrição das Etapas
1	Análise da empresa, seu processo produtivo e seus principais pontos potenciais de melhoria	Nesta etapa inicial foi realizado um acompanhamento presencial de todo o processo produtivo da empresa durante nove dias, desde o corte inicial do papel até o acabamento do produto final. Esta etapa foi fundamental para compreensão do funcionamento do processo e para identificar os pontos com potenciais de melhoria.
2	Análise dos pontos cabíveis de aplicação da ferramenta Gráfico de Controle	Nesta etapa foi realizado a seleção dos pontos determinados na etapa 1, cuja aplicação do gráfico de controle fosse viável e satisfatória para o aumento da qualidade da produção da empresa. Diante disso, a etapa selecionada para a realização do estudo fora a máquina de impressão <i>Off Set</i> . Devido ser a máquina de maior complexidade de operação e por isso maior necessidade de controle e vulnerabilidade a defeitos.
3	Definição do tipo de Gráfico de Controle a ser aplicado	A característica da qualidade analisada na máquina escolhida foi a atribuição de produtos conformes e não conformes. Com isso, o tipo de gráfico aplicado no presente trabalho foi o Gráfico de Controle por atributos p , uma vez que o tamanho das amostras n não poderia ser constante mediante a dificuldade de contagem igualitária das subamostras.
4	Coleta de Dados	Coletou-se, de forma aleatória, durante 18 dias, a quantidade de 80 amostras não conformes presentes nos lotes dos itens produzidos pela impressora <i>Off Set</i> . O julgamento da não conformidade foi realizado de acordo com os padrões de qualidade já existentes na empresa.

(Continuação)

Número da Etapa	Etapas	Descrição das Etapas
5	Construção dos Gráficos de Controle	Após coletados os dados e com auxílio do programa Microsoft Excel e o software Action, o Gráfico de Controle p do processo produtivo da máquina Off Set foi construído.
6	Análise dos resultados	Nesta última etapa, para a conclusão deste trabalho, analisou-se o comportamento do gráfico de controle gerado para o processo de produção da máquina <i>Off Set</i> , verificando a variabilidade do gráfico e detectando possíveis causas especiais.

Fonte: Autoria Própria

A análise dos resultados gerados pelo Gráfico de Controle descritos na etapa 6 do Quadro 4 será explicada, detalhadamente, no item 4.

4 RESULTADOS

Os primeiros resultados obtidos foram os números de itens não conformes de cada amostra. A tabela 1 apresenta o registro dos defeituosos detectados em subamostras de tamanho aleatoriamente variável da impressora Off Set.

Tabela 1 - Registro dos defeituosos detectados nas amostras coletadas

Máquina Off Set Impressora			
Amostra	Data da Coleta	Tamanho da amostra (folhas)	Defeituosos (folhas)
1	11/08/2017	188	0
2	11/08/2017	100	0
3	11/08/2017	211	0
4	11/08/2017	111	0
5	11/08/2017	155	2
6	11/08/2017	111	0
7	11/08/2017	77	0
8	11/08/2017	111	0
9	11/08/2017	100	0
10	11/08/2017	111	0
11	11/08/2017	200	0
12	11/08/2017	111	0
13	11/08/2017	155	2
14	11/08/2017	133	0
15	11/08/2017	133	0
16	11/08/2017	155	0
17	11/08/2017	122	0
18	11/08/2017	111	0
19	11/08/2017	166	0
20	11/08/2017	122	0
21	17/08/2017	111	0
22	17/08/2017	133	0
23	17/08/2017	122	0
24	17/08/2017	155	0
25	17/08/2017	122	8
26	17/08/2017	66	0

(Continuação)

Amostra	Data da Coleta	Tamanho da amostra (folhas)	Defeituosos (folhas)
27	17/08/2017	122	0
28	17/08/2017	122	0
29	17/08/2017	111	1
30	17/08/2017	144	0
31	17/08/2017	122	0
32	17/08/2017	77	0
33	17/08/2017	111	0
34	23/08/2017	122	0
35	23/08/2017	111	0
36	23/08/2017	66	9
37	23/08/2017	133	0
38	23/08/2017	88	0
39	23/08/2017	111	0
40	23/08/2017	100	0
41	23/08/2017	133	0
42	23/08/2017	166	0
43	23/08/2017	100	0
44	23/08/2017	100	0
45	23/08/2017	166	0
46	23/08/2017	122	0
47	23/08/2017	88	1
48	23/08/2017	111	0
49	23/08/2017	100	0
50	23/08/2017	100	0
51	23/08/2017	88	0
52	23/08/2017	111	0
53	23/08/2017	111	0
54	23/08/2017	100	0
55	23/08/2017	122	0
56	23/08/2017	300	300
57	23/08/2017	166	1
58	23/08/2017	166	0
59	23/08/2017	111	7
60	28/08/2017	144	0

(Continuação)

Amostra	Data da Coleta	Tamanho da amostra (folhas)	Defeituosos (folhas)
61	28/08/2017	133	0
62	28/08/2017	111	1
63	28/08/2017	111	0
64	28/08/2017	88	0
65	28/08/2017	122	0
66	28/08/2017	166	0
67	28/08/2017	144	0
68	28/08/2017	100	0
69	28/08/2017	111	7
70	18/09/2017	100	0
71	18/09/2017	111	0
72	18/09/2017	77	0
73	18/09/2017	88	0
74	18/09/2017	122	0
75	18/09/2017	111	18
76	18/09/2017	111	0
77	18/09/2017	144	0
78	18/09/2017	144	0
79	18/09/2017	300	300
80	18/09/2017	133	21

O tipo de gráfico escolhido para trabalhar com os dados coletados foi o gráfico p , uma vez que, a não conformidade baseia-se no julgamento das características da qualidade que são destinadas ao retrabalho ou à perda devido apresentarem defeitos não aceitáveis pelos parâmetros do cliente, e também devido o tamanho das amostras serem desiguais, impossibilitando a utilização do gráfico np conforme explicação no item 2.4.1.2.

O software Action ao receber o comando para elaboração do gráfico de controle com os respectivos dados da tabela 1, gera, simultaneamente, uma tabela detalhada com os valores dos resultados das variáveis necessárias para construção do gráfico, que são: linha de centro, limite inferior, limite superior e fração de defeituosos, que estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores para Construção do Gráfico de Controle p

Amostra	Linha de Centro	Limite Inferior	Limite Superior	Fração de Defeituosos
1	0,067368839	0,01252513	0,122212549	0
2	0,067368839	0	0,142566746	0
3	0,067368839	0,015600466	0,119137213	0
4	0,067368839	0	0,138743533	0
5	0,067368839	0,006968428	0,127769251	0,012903226
6	0,067368839	0	0,138743533	0
7	0,067368839	0	0,153064807	0
8	0,067368839	0	0,138743533	0
9	0,067368839	0	0,142566746	0
10	0,067368839	0	0,138743533	0
11	0,067368839	0,01419589	0,120541789	0
12	0,067368839	0	0,138743533	0
13	0,067368839	0,006968428	0,127769251	0,012903226
14	0,067368839	0,002163985	0,132573694	0
15	0,067368839	0,002163985	0,132573694	0
16	0,067368839	0,006968428	0,127769251	0
17	0,067368839	0	0,135449825	0
18	0,067368839	0	0,138743533	0
19	0,067368839	0,009003945	0,125733734	0
20	0,067368839	0	0,135449825	0
21	0,067368839	0	0,138743533	0
22	0,067368839	0,002163985	0,132573694	0
23	0,067368839	0	0,135449825	0
24	0,067368839	0,006968428	0,127769251	0
25	0,067368839	0	0,135449825	0,06557377
26	0,067368839	0	0,159931063	0
27	0,067368839	0	0,135449825	0
28	0,067368839	0	0,135449825	0
29	0,067368839	0	0,138743533	0,009009009
30	0,067368839	0,004703918	0,130033761	0
31	0,067368839	0	0,135449825	0
32	0,067368839	0	0,153064807	0
33	0,067368839	0	0,135449825	0
34	0,067368839	0	0,138743533	0
35	0,067368839	0	0,159931063	0
36	0,067368839	0,002163985	0,132573694	0,136363636
37	0,067368839	0	0,147530077	0

(Continuação)

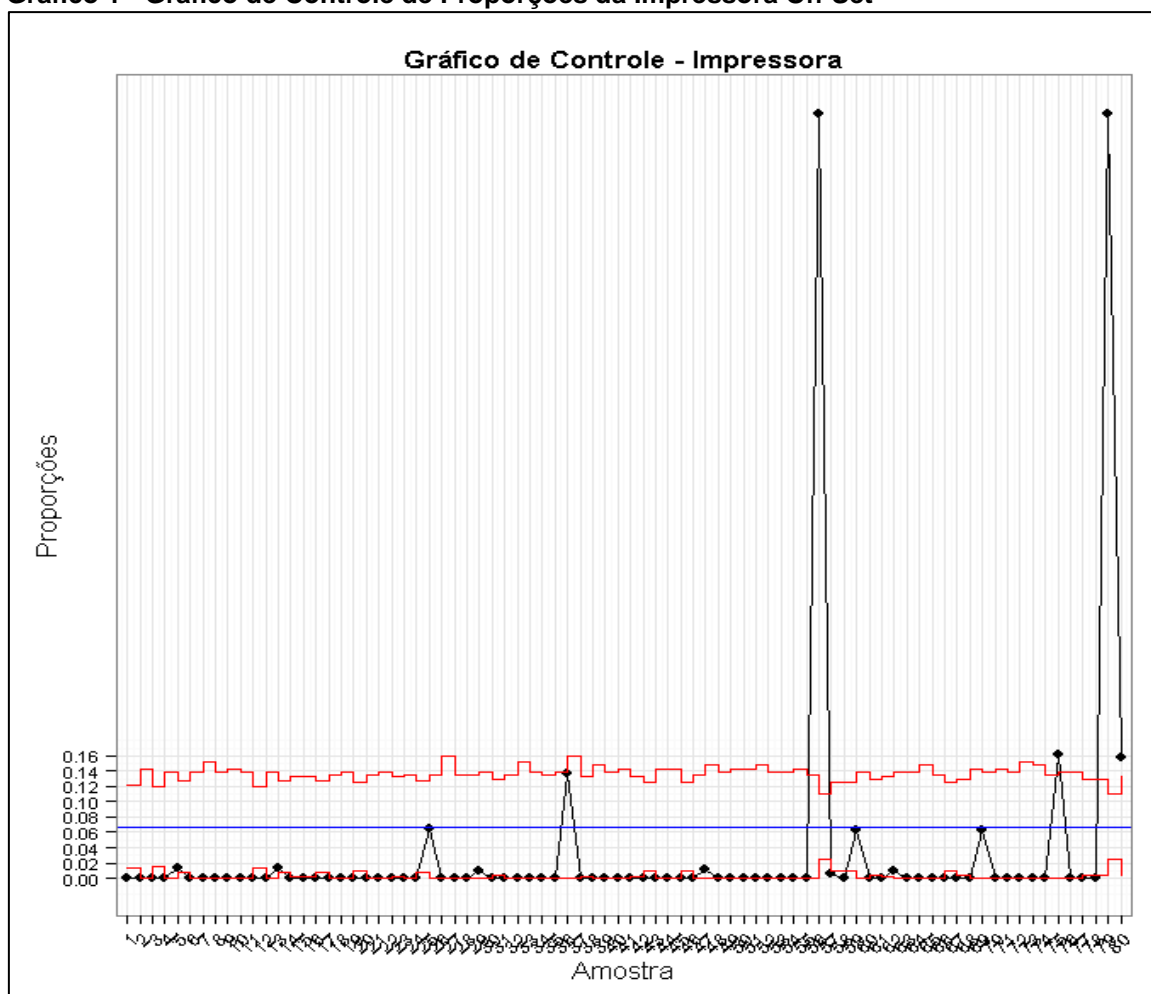
Amostra	Linha de Centro	Limite Inferior	Limite Superior	Fração de Defeituosos
38	0,067368839	0	0,138743533	0
39	0,067368839	0	0,142566746	0
40	0,067368839	0,002163985	0,132573694	0
41	0,067368839	0,009003945	0,125733734	0
42	0,067368839	0	0,142566746	0
43	0,067368839	0	0,142566746	0
44	0,067368839	0,009003945	0,125733734	0
45	0,067368839	0	0,135449825	0
46	0,067368839	0	0,147530077	0
47	0,067368839	0	0,138743533	0,011363636
48	0,067368839	0	0,142566746	0
49	0,067368839	0	0,142566746	0
50	0,067368839	0	0,147530077	0
51	0,067368839	0	0,138743533	0
52	0,067368839	0	0,138743533	0
53	0,067368839	0	0,142566746	0
54	0,067368839	0	0,135449825	0
55	0,067368839	0,023953308	0,110784371	0
56	0,067368839	0,009003945	0,125733734	1
57	0,067368839	0,009003945	0,125733734	0,006024096
58	0,067368839	0	0,138743533	0
59	0,067368839	0,004703918	0,130033761	0,063063063
60	0,067368839	0,002163985	0,132573694	0
61	0,067368839	0	0,138743533	0
62	0,067368839	0	0,138743533	0,009009009
63	0,067368839	0	0,147530077	0
64	0,067368839	0	0,135449825	0
65	0,067368839	0,009003945	0,125733734	0
66	0,067368839	0,004703918	0,130033761	0
67	0,067368839	0	0,142566746	0
68	0,067368839	0	0,138743533	0
69	0,067368839	0	0,142566746	0,063063063
70	0,067368839	0	0,138743533	0
71	0,067368839	0	0,153064807	0
72	0,067368839	0	0,147530077	0
73	0,067368839	0	0,135449825	0
74	0,067368839	0	0,138743533	0

(Continuação)

Amostra	Linha de Centro	Limite Inferior	Limite Superior	Fração de Defeituosos
75	0,067368839	0	0,138743533	0,1621621620
76	0,067368839	0	0,138743533	0
77	0,067368839	0,004703918	0,130033761	0
78	0,067368839	0,004703918	0,130033761	0
79	0,067368839	0,023953308	0,110784371	1
80	0,067368839	0,002163985	0,132573694	0,157894737

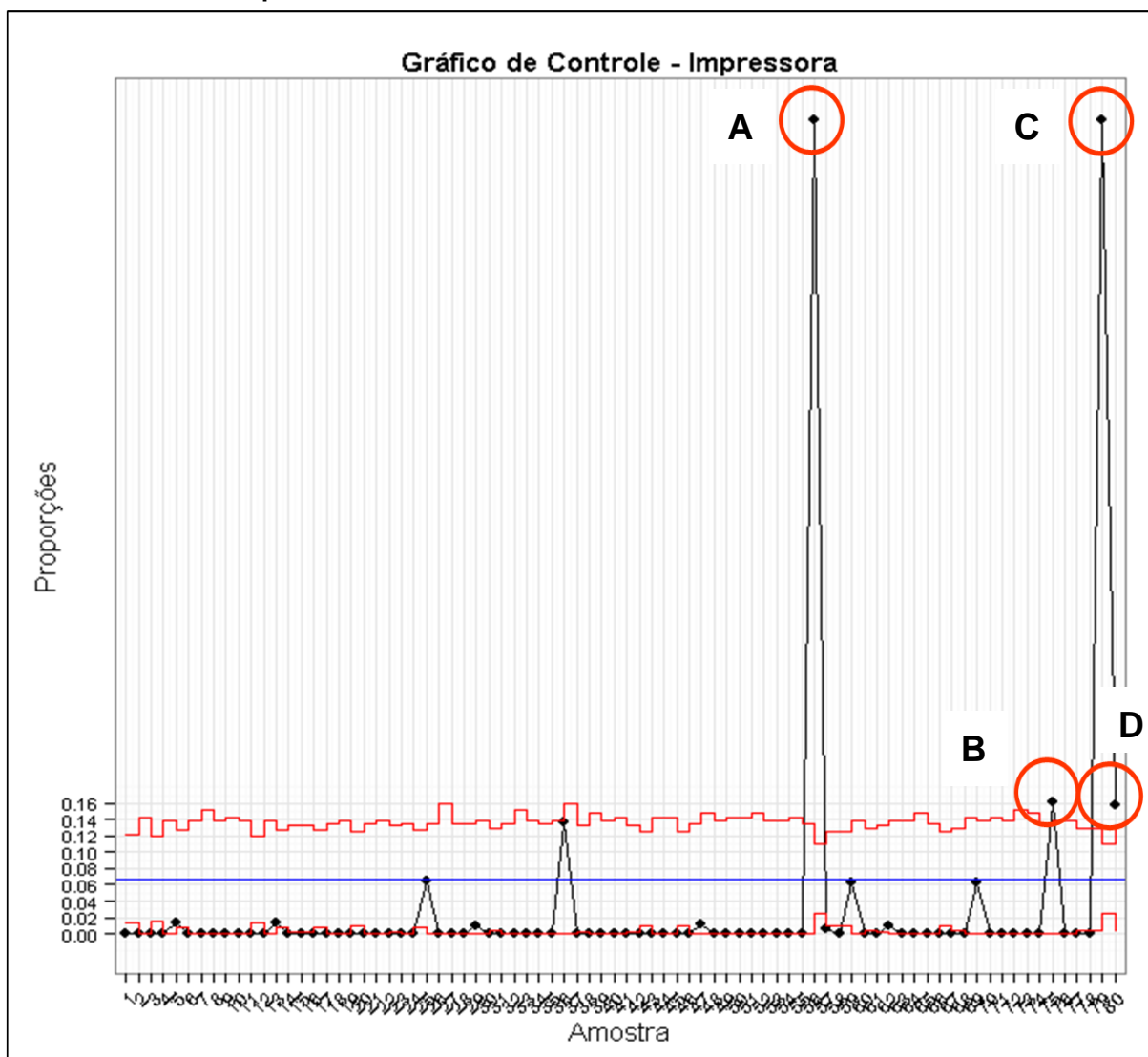
Com esses dados da Tabela 2, forma-se o Gráfico de Controle p da Máquina Impressora Off Set, apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Gráfico de Controle de Proporções da Impressora Off Set



Observando o gráfico gerado, pode-se observar que a maioria dos pontos das amostras, que representam a variabilidade da produção, tendem a um comportamento de proporção de zero defeito, porém nota-se a existência de pontos que estão, discrepantemente, acima do limite superior, identificados no Gráfico 2, verificando-se; portanto, causas especiais no processo, o que indica que o processo produtivo da empresa analisada possui uma geração fora de controle de itens defeituosos.

Gráfico 2 - Causas especiais detectadas



O gráfico apresentou 4 (quatro) evidentes pontos, identificados por A, B, C e D no Gráfico 2, que representam causas especiais no processo, demonstrando um elevado número de itens não conformes produzidos durante o período de análise; o

que revela, dessa forma, um processo “fora de controle” estatístico, gerando desperdícios de matéria prima, custos indesejáveis e perda de máxima lucratividade.

Para as causas especiais detectadas A, B, C e D, foram traçados possíveis motivos que ocasionaram esses pontos “fora de controle”.

Ponto A: o ponto A refere-se à amostra de número 56, no qual 100% das amostras recolhidas foram perdidas por apresentarem uma mancha na impressão policromada, não aceitável pelos padrões da qualidade. O motivo provável para esse descontrole foi devido a um problema técnico relacionado à tinta da máquina, não percebido pelo operador.

Pontos B, C e D: tais pontos referem-se, respectivamente, às amostras de número 75, 79 e 80, cuja produção pertence ao mesmo produto. As não conformidades destas amostras foram devido também à manchas na impressão, consideradas não aceitáveis pelo padrão de qualidade. Tais defeitos ocorreram em razão do não abastecimento de tinta preta na máquina pelo operador.

Estes resultados levam a verificar que a Empresa, objeto de estudo, possui o risco de desperdiçar considerável volume de matéria-prima, uma vez que esses produtos não puderam ser retrabalhado se foram destinados à perda, gerando dessa forma, custos da não qualidade.

5 CONCLUSÃO

As empresas que desejam sobreviver à concorrência do mercado e conquistar um patamar de produção excelente aliam suas estratégias empresariais com ferramentas que garantem aumentar a qualidade, os clientes, reduzir custos, desperdícios, e com isso, elevar a lucratividade. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi demonstrar como uma ferramenta Gráfico de Controle de CEP pode proporcionar condições de alavancar resultados que garantam melhorias em indicadores como os citados.

O objeto de estudo neste trabalho, uma gráfica de pequeno porte, não possuía em seus programas de qualidade o usufruo das ferramentas de Controle Estatístico. Diante disso, foi proposto à empresa a aplicação do Gráfico de Controle em uma das etapas de seu processo produtivo com intuito de mostrar a funcionalidade do CEP para promover melhorias na empresa.

Para tanto, a produção da empresa foi estudada por um período suficiente para determinar os pontos críticos do processo e assim detectar a etapa com maior necessidade de análise estatística. A etapa escolhida foi a impressão realizada em uma máquina de tecnologia de ponta com alta complexidade de operação. Dentre todos os tipos de gráficos de controle existentes, o gráfico de proporções (gráfico p) mostrou-se o mais adequado às condições do processo, uma vez que a maioria dos defeitos resultantes desta máquina é julgada como característica conforme e não conforme e também pelo fato de não ser possível realizar a coleta de tamanhos amostrais iguais.

O gráfico p construído apresentou pontos externos aos limites de controle, ou seja, causas especiais, evidenciando dessa fora, uma variabilidade “fora de controle estatístico”, e por meio de uma análise diagnóstica, foi verificado os possíveis problemas nos pontos de causa especial, cujas ações tratativas se fazem necessárias a fim de reduzir a variabilidade instável do processo. Todavia, por ser um estudo de proposta de implementação do Gráfico de Controle, as falhas detectadas não foram corrigidas. Sugere-se à empresa que investigue as “causas raiz” dos problemas apresentados por meio de outras ferramentas de CEP como, por exemplo, diagrama de Ishikawa. Indezeick (2005) afirma que a redução do número de itens não-conformes proporciona melhora à performance de todo

processo, promovendo a diminuição do retrabalho e do refugo, conseqüentemente do desperdício, e assim aumentando a lucratividade

Esse estudo, portanto, comprova que por meio das ferramentas Gráfico de Controle, é possível ter uma visão sistêmica do processo produtivo, de modo que as falhas e os sucessos das operações sejam detectadas de imediato e, com isso, tornar possível traçar ações assertivas para eliminar tais falhas ou manter os tais sucessos.

Diante desta comprovação, proveniente da pesquisa realizada, a implementação consistente do CEP na empresa estudada revelou-se quesito fundamental para sua melhoria continua. E para o referido objetivo é crucial que todos os colaboradores, desde a operação até a gerência, estejam envolvidos e treinados com as ferramentas e os softwares facilitadores de CEP. Desta forma, a tão almejada excelência na produção e na qualidade, com seus respectivos indicadores de melhoria, tornam-se uma realidade atingível para empresa gráfica em questão.

REFERÊNCIAS

ABDUL H. L. S., ANTONY, J., GARZA-REYES, J. A., & AESHED, N. *Towards a Conceptual Roadmap for Statistical Process Control Implementation in the Food Industry. Trends in Food Science & Technology*, 2015.

AILDEFONSO, Edson Costa. **Gestão da qualidade**. Centro Federal de Educação Tecnológica, 2006.

ANTÓNIO, Nelson Santos *et al* (2016) – **Gestão da Qualidade: de Deming ao Modelo de Excelência da EFQM**. 2ª .ed. Edições Sílabo. Lisboa

BARBOSA, Vinicius Victor. **O Sistema de Gestão da Qualidade do Grande Hotel Campos do Jordão, Hotel- Escola Senac: Uma referencia para os meios de hospedagem na região do cone leste Paulista**. Taubaté - (2006)

BROWN, Mark Graham. **Por que o TQM falha**. NBL Editora, 1996.

CARNEIRO, Ana Fátima Maia. **Análise de Variabilidade num Processo Industrial de Produção de bolachas** – (2017)

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. Atlas, 2012.

CARVALHO, Lindary; CORREIA, Danubia; FERNANDES, Ana Paula. **O uso do controle estatístico de processo na gestão da qualidade. Estudo de caso: indústria alimentícia localizada em Maceió - AL**. (2016)

CERQUEIRA, NETO. EP **Gestão da Qualidade: princípios e métodos**. SãoPaulo: Pioneira, 1991.

COLTRO, Alex. **A gestão da qualidade total e suas influências na competitividade empresarial**. Caderno de Pesquisas em Administração. FEA/USP. SãoPaulo,v.1,n.2,p. 1-7,1996.

CORTIVO, Zaudir Dal. **Aplicação do Controle Estatístico de Processo em seqüências curtas de produção e análise estatística de processo através do planejamento econômico**. 2005. Tese de Doutorado. Dissertação] Curitiba: Universidade Federal do Paraná.

COSTA, Nascimento, Pereira - **Gestão da Qualidade: A qualidade como fator de competitividade e satisfação do cliente.** (2012)

DE ANDRADE MARCONI, Marina; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica.** Atlas, 2007.

Galuch, Lucia. **Modelo para Implementação das Ferramentas Básicas do Controle Estatístico do Processo – CEP em Pequenas Empresas Manufatureiras.** 2002. 86f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

Gil, Antonio Carlos. "**Como elaborar projetos de pesquisa.**" *São Paulo* 5 (2002): 61.

GODINA, Radu; MATIAS, João C.o.; AZEVEDO, Susana G. **Quality Improvement With Statistical Process Control in the Automotive Industry.** International Journal Of Industrial Engineering And Management, v. 7, n. 1, p.1-8, fev. 2016.

GOULART, LET; BERNEGOZZI, R. P. **O uso das Ferramentas da Qualidade na melhoria de processos produtivos.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATIONS MANAGEMENT. 2010.

Guimarães, Daiane Costa; Russo, Suzana Leitão; "**Avaliando o controle estatístico de qualidade do fluxo aéreo do aeroporto Santa Maria Aracaju-se**", p. 220-230 . In: Anais do XVIII Simpósio de Pesquisa Operacional & Logística da Marinha [Blucher Marine Engineering Proceedings, v.2, n.1]. São Paulo: Blucher, 2016.

HAYES, R., PISANO , G. , UPTON,D. , WHEELWRIGHT, S. **Produção, Estratégia e Tecnologia: Em busca da vantagem competitiva.** Porto Alegre: Bookman, 2008.

INDEZEICHAK,V.Análisedocontroleestatísticodaproduçãoparaempresadepequeno porte: um estudo de caso. : Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação. Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2005.

ISO 9001: 2000: **Sistemas de gestão da qualidade para operações de produção e serviços.** São Paulo: Atlas, 2002.

KUROKAWA, Edson; BORNIA, Antonio Cezar. **Utilizando o histograma como uma ferramenta estatística de análise da produção de água tratada de Goiânia.** in: XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. 2002.

LIMA, A. A. N. et al. **Aplicação do controle estatístico de processo na indústria farmacêutica.** Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, v. 27, n. 3, p. 177- 187, 2009.

LINS, Bernardo FE. **"Ferramentas básicas da qualidade."** *Ciência da Informação* 22.2 (1993): 153-161.

DE SOUZA, Luiz Gonzaga. (2005) **Economia Industrial.** Disponível em <http://www.eumed.net/libros-gratis/2005/lgs-ei/2a.htm>. Acesso em: 28 de nov. 2016

MACIEL, Antônio J. da S.; SANTOS, Sérgio R.; **PROPOSTA METODOLÓGICA UTILIZANDO FERRAMENTAS DE QUALIDADE NA AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE PULVERIZAÇÃO.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v.26, n.2, p.627-636, maio/ago. 2006

MAICZUK, Jonas; JÚNIOR, Pedro Paulo Andrade. **Aplicação de ferramentas de melhoria de qualidade e produtividade nos processos produtivos: um estudo de caso.** Qualitas Revista Eletrônica, v. 14, n. 1, 2013.

MONTGOMERY, Douglas C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade.** GrupoGen - LTC, 2012.

MONTGOMERY, D. C.. **Introdução ao Controle Estatístico de Qualidade.** LTC. 2016

OLIVEIRA, Gustavo Silveira de. **Investigação da implementação da Gestão da Qualidade Total: Um Estudo Empírico em pequenas e médias empresas brasileiras certificadas pela ISO 9001.** 2017. 98 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2017.

PALADINI, E. P. **Avaliação Estratégica da Qualidade.** Atlas. 2002.

PALADINI, Edson Pacheco *et al.* **Gestão da Qualidade Total – 2ª.ed.** – Rio de Janeiro – ABREPRO, 2012.

POZZOBON, Estela Mari Piveta. **Aplicação do Controle Estatístico do Processo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil, 2001.

PRATA, M. S.; RUSSO, S. L.; SIMON, V. H.. **Aplicação do controle estatístico de qualidade na variável DT do processo de perfilagem de um poço de petróleo**. Ingepro, 2009

RAMOS, A.W. **CEP para processos contínuos e embateladas**. SãoPaulo: Edgard Blucher LTDA, 2000.

SAMOHYL, R. W. **Controle estatístico da qualidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

SAMOHYL, R. W. et al. **Aplicação de gráficos de Controle Estatístico de Processos para o monitoramento dos casos de meningite no município de Joinville**. Revista Eletrônica Produção em Foco, v. 2, n. 1, 2012.

SANTOS, M., APOSTILA **Programa 6-sigma: Formação Green Belt**, FM2S Consultoria. Campinas. 2015.

SILVA, Christian Luiz - **competitividade e estratégia empresarial: um estudo de caso da indústria automobilística brasileira na década de 1990** - Rev. FAE, Curitiba, v.4, n.1, p.35-48, jan./abr. 2001

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/cartas-de-controle/> Acesso em 05/10/2017.

SLACK,N.,CHAMBERS,S.,JOHNSTON,R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

SOARES, Gonçalo Maria de Vasconcelos Pessanha et al. **Aplicação do controle estatístico de processos em indústria da bebidas: um estudo de caso**. 2001.

Toledo JC. **Qualidade industrial: concertos, sistemas e estratégias**. São Paulo: Atlas; 1987.

SOARES, Gonçalo M. V. P.P. **Aplicação do Controle Estatístico de Processos em Indústria de Bebidas: um estudo de caso.** 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

TRIVELLATO, Arthur Antunes et al. **Aplicação das sete ferramentas básicas da qualidade no ciclo pdca para melhoria contínua: estudo de caso numa empresa de autopeças.** 2010.

VERAS, Carlos Magno dos Anjos. **Gestão da Qualidade.** São Luiz, 2009.

Werkema MCC. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos.** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG; 1995.

YIN, Roberto K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 2ª Ed. Porto Alegre. Editora: Bookmam. 2001

ANEXO

Factors for Constructing Variables Control Charts

Observations in Sample, n	Chart for Averages				Chart for Standard Deviations						Chart for Ranges					
	Factors for Control Limits		Factors for Center Line		Factors for Control Limits			Factors for Center Line			Factors for Control Limits					
	A	A_2	A_3	c_4	$1/c_4$	B_3	B_4	B_5	B_6	d_2	$1/d_2$	d_3	D_1	D_2	D_3	D_4
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	1.2533	0	3.267	0	2.606	1.128	0.8865	0.853	0	3.686	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.8862	1.1284	0	2.568	0	2.276	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.574
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	1.0854	0	2.266	0	2.088	2.059	0.4857	0.880	0	4.698	0	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	1.0638	0	2.089	0	1.964	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	1.0510	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	1.0423	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.3698	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	1.0363	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.3512	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	1.0317	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.3367	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	1.0281	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	1.0252	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.3152	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	1.0229	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.3069	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	1.0210	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.2998	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	1.0194	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.2935	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	1.0180	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.2880	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	1.0168	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.2831	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	1.0157	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.2787	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	1.0148	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.2747	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	1.0140	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.2711	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597
20	0.671	0.180	0.680	0.9869	1.0133	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.2677	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.9876	1.0126	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.2647	0.724	1.605	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.9882	1.0119	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566
23	0.626	0.162	0.633	0.9887	1.0114	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.9892	1.0109	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.451	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.9896	1.0105	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.2544	0.708	1.806	6.056	0.459	1.541

For $n > 25$,

$$A = \frac{3}{\sqrt{n}} \quad A_5 = \frac{3}{c_4 \sqrt{n}} \quad c_4 = \frac{4(n-1)}{4n-3}$$

$$B_5 = 1 - \frac{3}{c_4 \sqrt{2(n-1)}} \quad B_4 = 1 + \frac{3}{c_4 \sqrt{2(n-1)}}$$

$$B_3 = c_4 - \frac{3}{\sqrt{2(n-1)}} \quad B_6 = c_4 + \frac{3}{\sqrt{2(n-1)}}$$