

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ENGENHARIA**

ALAN QUEIROZ CARVALHO

**METODOLOGIA PARA CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO EM UMA
INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO DE VIDRO**

DOURADOS-MS

2018

ALAN QUEIROZ CARVALHO

**METODOLOGIA PARA CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP) PARA
INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO DE VIDRO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Faculdade de
Engenharia da Universidade Federal
da Grande Dourados, como requisito
para obtenção do título de graduação
em Engenharia de Produção.

Orientador: Professor Dr. Fabio Alves Barbosa

DOURADOS-MS

2018

ALAN QUEIROZ CARVALHO

**METODOLOGIA PARA CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP) PARA
INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO DE VIDRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Faculdade de Engenharia da Universidade Federal
da Grande Dourados como requisito para obtenção
do título de graduação em Engenharia de Produção.

Dourados 28-09-2018

BANCA EXAMINADORA

Professor Dr. Fábio Alves Barbosa (UFGD)

Professor Dr. Walter Hernandez Vergara (UFGD)

Professora Dra. Fabiana Raupp (UFGD)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, aquele que é o criador e soberano do universo, a quem devo tudo o que sou em minha vida.

A Virgem Santíssima que é a mãe de Cristo e de todos nós, e que por várias vezes intercedeu a meu favor de forma que eu conseguisse a chegar nesse momento.

A meu pai e minha mãe o seu José da Silva Carvalho e a dona Silvia Ribeiro Queiroz Carvalho, aqueles que amo verdadeiramente, que foram meus apoiadores e entusiastas desde o início na empreitada de cursar uma graduação. Eles que me deram o aporte financeiro e emocional para concluir este objetivo, meu agradecimento a eles é tão grande, que não sei se serei capaz de retribuir algum dia o tanto que fizeram por mim.

Agradeço a minha querida namorada Katherinne, que apesar de aparecer em minha nessa vida parte final do curso, foi uma grande incentivadora nos momentos nos quais o desânimo estava prestes a tomar conta.

Agradeço a todos os professores sem exceção, por todas as aulas, pela experiência durante a convivência na graduação, por todo o conhecimento transmitido. Com menção especial ao meu orientador o professor Fábio, o qual realmente me ajudou e que é alguém que tenho como amigo daqui em diante por toda a vida.

E por fim agradeço aos meus amigos com menção especial ao Renan e ao Gustavo que foram os meus companheiros nessa caminhada que foi a graduação, juntos compartilhamos alegrias e as angústias do processo. Também faço menção a todos os meus colegas de curso, os quais tive uma convivência pacífica durante esses anos.

RESUMO

A garantia da qualidade é um verdadeiro desafio das empresas que visam crescimento e a manutenção no mercado. Na busca por melhores índices de qualidade na obtenção de produtos e serviços, o controle estatístico do processo (CEP) apresenta benefícios na sua utilização, viabilizando uma avaliação eficiente e monitoramento do processo. O presente trabalho objetiva desenvolver e apresentar uma metodologia de implantação de Controle Estatístico de Processo (CEP) com Gráfico por atributo p, juntamente com Planos de Amostragem baseados nas normas NBR 5425, NBR 5426 e NBR 5427, para as operações críticas industriais de lapidação e têmpera, respectivamente, de forma que possibilite o alcance das metas estabelecidas pela gerência de maneira regular e constante, resolvendo um problema do setor da qualidade de uma indústria de transformação de vidro. O trabalho foi feito através de uma pesquisa exploratória, e a metodologia desenvolvida a partir de uma revisão bibliográfica baseada em engenharia da qualidade, levantamento de dados, informações relativos aos processos críticos, coleta e tratamento de dados e informações, além da elaboração e apresentação. A metodologia conta com um plano dividido em quatro etapas, tanto para o setor de lapidação quanto o setor de têmpera, onde diretrizes são traçadas para a implantação do CEP com gráfico p no setor de lapidação. Através disso, causas especiais poderão ser detectadas facilmente. Também contém uma apresentação de como utilizar as normas, além da sugestão para aplicação do sistema de comutação no processo de têmpera.

Palavras-chave: Controle Estatístico da Qualidade. Gráfico de Controle. Indústria de Transformação de Vidro, Planos de Amostragem. Metodologia

ABSTRACT

The quality of products and services is a factor that adds competitiveness to the organizations, allowing some organizations to stand out. Quality assurance is a challenge for companies aiming at growth and maintenance in the market. In the search for better quality indices in obtaining products and services, the statistical process control (CEP) presents benefits in its use, making possible an efficient evaluation and monitoring of the process. The present work aims to develop and present a methodology for the implementation of Statistical Process Control (CEP) with Graph by attribute p, together with Sampling Plans based on standards NBR 5425, NBR 5426 and NBR 5427, for the critical industrial operations of lapidation and respectively, in a way that allows the achievement of goals set by management on a regular and constant basis, solving a problem in the quality sector of a glass processing industry. The work was produced through a qualitative exploratory research, and the methodology developed from a literature review based on quality engineering, data collection, information on critical processes, collection and processing of data and information, as well as the elaboration and presentation of the same. The methodology has a plan divided into stages, where guidelines are drawn for the implantation of the CEP with chart p in the stoning sector, where special causes can be easily detected, as well as a presentation on how to use the standards, as well as the suggestion for application of the quenching process switching system.

Keywords: Statistical Quality Control. Control Chart. Glass Processing Industry, Sampling Plans. Methodology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Ciclo PDCA e suas fases -----	12
Figura 2 Diagrama de Ishikawa -----	13
Figura 3 Distribuição Normal com limites de especificações evidenciado -----	17
Figura 4 Gráfico \bar{X} e R -----	20
Figura 5 Gráfico de np -----	21
Figura 6 Resultados dos Limites de Controle -----	26
Figura 7 Curva Característica de Operação (CCO) -----	34
Figura 8 Organograma Douraglass -----	40
Figura 9 Fluxo dos espelhos- -----	47
Figura 10 Fluxo de produtos pequenos e não temperados-----	47
Figura 11 Fluxo dos produtos pequenos e temperados-----	48
Figura 12 Fluxo dos produtos médios -----	49
Figura 13 Fluxo dos produtos grandes, com furos e temperados -----	49
Figura 14 Fluxo dos produtos grandes, sem furos e temperados -----	50
Figura 15 Fluxo dos produtos grandes, sem furos e não temperados -----	51
Figura 16 Mapofluxograma Douraglass -----	51
Figura 17 Índices de erro operacional -----	52
Figura 18 Indicadores de não-conformidade por setor -----	53
Figura 19 Modelo sugerido de Folha de Verificação -----	57
Figura 20 Etapas para implantação do CEP-----	58
Figura 21 Esquema ilustrativo do sistema de comutação -----	65
Figura 22 Tabela 1 NBR 5426 -----	66
Figura 23 Tabela 4 NBR 5426 -----	67
Figura 24 Tabela 2 NBR 5426-----	68
Figura 25 Tabela 3 NBR5426 -----	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Quantidade de amostras, itens defeituosos e fração de itens defeituosos-24	
Tabela 2 Resumo dos tipos e regimes de inspeção da NBR 5426-----	31
Tabela 3 Resumo das etapas da metodologia-----	71

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVO	9
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS	10
1.3 JUSTIFICATIVA	10
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO (CEP)	13
2.1.1 Causas de Variação	15
2.1.2 Especificações	16
2.1.3 Gráficos de Controle	17
2.2 PLANOS DE AMOSTRAGEM	21
2.2.1. Norma 5425/1985	26
2.2.2 Norma 5426/1985	27
2.2.2.1 Tipos de Planos de Amostragem	29
2.2.2.2 Níveis e Regimes de Inspeção	30
2.2.2.3 Sistema de Comutação	31
2.2.2.4 Diferentes Abordagens de inspeção	32
2.2.3 Norma 5427/1985	33
2.2.4 Curvas Características de Operação (CCO)	34
3 METODOLOGIA	36
4 ESTUDO DE CASO	38
4.1 EMPRESA	38
4.2 DESCRIÇÃO DOS PRODUTO	41
4.3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO	42
4.3.1 Descrição dos materiais	45
4.3.2 Análise dos fluxos de produção	46
4.4 Erro operacional	52
4.5 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO	54
4.5.1. Desenvolvimento do gráfico de controle para o setor de lapidação	55
4.5.2. Estudo para implantação de plano de amostragem no setor de têmpera	61
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS	73

1. INTRODUÇÃO

A qualidade pode ser obtida por meio de diversas práticas, uma delas a aplicação de ferramentas tradicionais da qualidade e de técnicas de controle dos processos (NOYEL, THOMAS, CHARPENTIER, THOMAS & BEAUPRÊTERE, 2013). Para executar um controle eficaz da qualidade, Silva (2003) propõe ferramentas e técnicas como: examinar e testar para verificar se os resultados estão de acordo com o que foi especificado, inspeções, amostragem estatística, histogramas, entre outras. A aplicação da Gestão da Qualidade envolve alta conformidade com as especificações, aparência do produto, baixas taxas de defeitos, tempo curto de manufatura e aspectos tecnológicos (MARINO, 2006). A qualidade dos produtos e serviços é um fator que agrega vantagem competitiva para as organizações, possibilitando que algumas organizações se destaquem mais em relação às outras.

O CEP inclui análise por meio de gráficos de controle, estes que são significativos para verificação de falhas, pois os processos precisam ocorrer como planejado, isto é, dentro dos limites de controle. Estes gráficos podem ser utilizados nas operações produtivas, destacando problemas que afetam o sucesso da produção, levando a prevenção de defeitos (BITTENCOURT, 2014). Diante da realidade do mercado e da busca por melhoria contínua, o Controle Estatístico de Processo (CEP) é essencial para o aprimoramento da variabilidade de processos e aumento da qualidade dos produtos (GONÇALVES, 2011; SANCHO, PASTOR, MARTÍNEZ & GARCÍA, 2013).

Por vezes, a inspeção de todos os produtos é algo impraticável, sendo necessário a busca por alternativas. A amostragem com este intuito surge como a solução de fundamental importância para que uma empresa se mantenha competitiva no mercado, pois a utilização dos mesmos promovem um equilíbrio entre custos, agilidade na inspeção, e riscos a serem assumidos, com o objetivo de garantir a qualidade do produto e do processo como um todo.

1.1 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é desenvolver de uma metodologia para implantação de Controle Estatístico de Processo (CEP) com Gráfico por atributo p, juntamente com Planos de Amostragem baseados nas normas NBR 5425/1985, NBR 5426/1985 e

NBR 5427/1985, para as operações críticas industriais de lapidação e têmpera (respectivamente), com vista a solucionar o problema da irregularidade dos índices de erro operacional em uma indústria transformadora de vidro.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar uma revisão bibliográfica baseada em engenharia da qualidade, CEP e planos de amostragem;
- Executar um levantamento de dados, informações relativos aos processos críticos;
- Proceder ao tratamento dos dados e informações coletadas;
- Elaborar diretrizes para um plano de melhoria (proposta e intervenção) para as operações críticas;
- Apresentar metodologia para futura implantação de plano de melhoria para o setor de qualidade industrial da empresa.

1.3 JUSTIFICATIVA

Esse trabalho se justifica, pelo fato de que o desenvolvimento de uma metodologia simplificada, de fácil aplicação e compreensão, para uma indústria transformadora de vidro, possibilitar a implantação do Controle Estatístico do Processo (CEP) e Planos de Amostragem de maneira eficiente, o que no caso estudado pode ser crucial para melhoria no processo produtivo como um todo.

Os gestores industriais devem fundamentar suas tomadas de decisão em informações e dados, que fornecidas através das avaliações de desempenho em processos de produção. Em vista da necessidade de decisões baseadas sobre dados e informações, ferramentas como o CEP e planos de amostragem, se apresentam como importantes meios para controle de qualidade e de eficiência na inspeção, aliando a um equilíbrio no que concerne a custos de inspeção.

O tema presente é relevante devido ao fato de que no Brasil poucas empresas colocarem em prática o CEP e a inspeção por amostragem, uma vez que para a grande maioria das empresas, tais ferramentas permanecerem como algo afastado da realidade, sendo que uma das razões para que muitas indústrias deixem de aplicar

tais ferramentas, é uma aparente dificuldade de implantação e compreensão por parte dos colaboradores e até mesmo gestores.

Portanto se justifica o desenvolvimento de metodologias mais simplificadas. Portanto se faz necessário trabalhos nesse sentido para a disseminação das ferramentas, de forma que possa elevar a competitividade da indústria brasileira.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura do presente trabalho compreende 5 capítulos assim descritos:

- Capítulo 1: consiste na introdução, definição dos objetivos, justificativa, delimitação do problema da pesquisa e breve contextualização;
- Capítulo 2: Compreende a revisão da literatura sobre o Controle Estatístico do Processo (CEP) e Planos de Amostragem onde se abordará seus pressupostos, técnicas e ferramentas;
- No capítulo 3: aborda-se a orientação metodológica que foi empregada na confecção do presente trabalho;
- Capítulo 4: encontra-se o estudo de caso que contém a descrição da empresa (produtos e processos), o conjunto de procedimentos adotados e a discussão a respeito da proposta de melhoria;
- No capítulo 5: discorre-se sobre as considerações finais, contemplando uma análise crítica do trabalho bem como sugestões para trabalhos futuros.

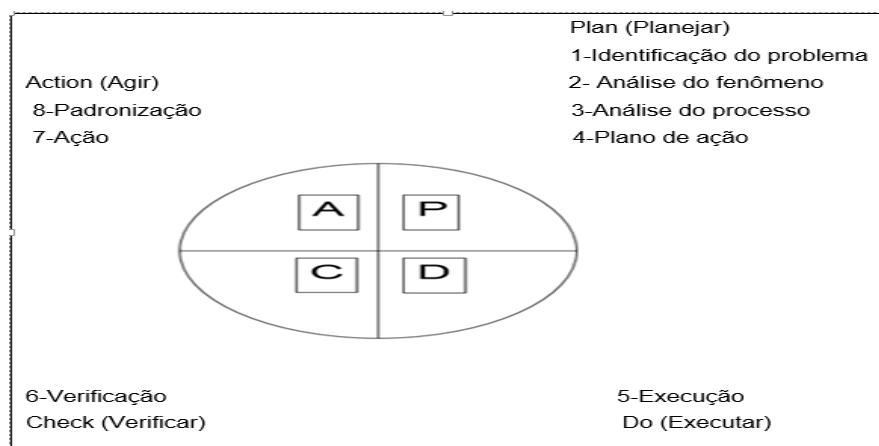
2. REVISÃO TEÓRICA

A conceituação de qualidade não é de fácil definição, uma vez que tal conceito trata-se de uma palavra genérica, comum e popular, o que gera uma gama de significados. A qualidade possui diversas definições, de diferentes autores. Para Juran (1993) qualidade significa adequação ao uso. Por sua vez, Deming (1993) considera que qualidade significa atender e, se possível exceder as expectativas do consumidor. Já Crosby (1986) diz que qualidade significa atender as especificações. Por fim, Taguchi (1988) relaciona a qualidade com a produção, o uso e o descarte de um produto, que sempre acarreta prejuízos para a sociedade, quanto menor for o prejuízo, melhor será a qualidade do produto. Montgomery (2004) diz que a qualidade é inversamente proporcional a variabilidade, e a melhoria da qualidade é redução da variabilidade nos processos e produtos.

A gestão da qualidade conta com variadas ferramentas e metodologias, dentre as quais pode-se destacar o Diagrama de Ishikawa e o ciclo PDCA.

Sobre o ciclo PDCA Carvalho & Paladini (2005) constata que Deming percorreu várias eras da qualidade, tendo sido discípulo de Shewhart, com quem compartilhou o interesse pelas ferramentas estatísticas aplicadas ao controle do processo e pelo método de análise e solução de problemas por meio do ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Action). Deming foi o grande disseminador desse ciclo na indústria norte-americana. O ciclo PDCA é uma metodologia de solução de problemas amplamente utilizadas no setor da qualidade e que também pode ser utilizada nos níveis estratégicos da empresa. Na figura 1, um esquema resume todo o ciclo PDCA.

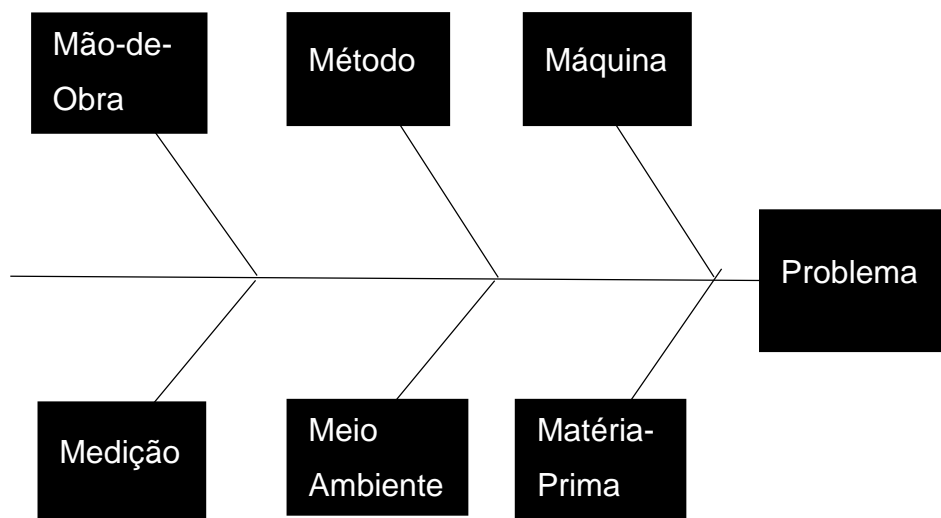
Figura 1. Ciclo PDCA e suas fases



Fonte: (CARVALHO, 2018)

O diagrama de Ishikawa foi desenvolvido para representar as relações existentes entre um problema ou efeito indesejável do resultado de um processo e todas as possíveis causas desse problema, atuando como um guia para a identificação da causa fundamental deste problema e para a determinação das medidas corretivas que deverão ser adotadas. (CARPINETTI, 2012). A figura 2 ilustra como é o diagrama de Ishikawa, que lembra uma espinha de peixe.

Figura 2. Diagrama de Ishikawa



Fonte: (CARVALHO, 2018)

2.1 CONTROLE ESTATÍSTICO DA PRODUÇÃO (CEP)

De acordo com Costa, Epprecht & Carpinetti (2005) o início formal do controle estatístico deu-se por volta de 1924, quando Walter A. Shewhart desenvolveu e aplicou os gráficos de controle nos Bell Telephone Laboratories. O controle estatístico da qualidade foi uma tendência na área durante a década de 30 como algo para aperfeiçoar a inspeção, em consonância com Garvin (1992) pode-se dizer que os gráficos de controle desenvolvidos por Shewhart, tinham como foco obter o máximo de informação sobre a qualidade das unidades com o menor volume possível de dados de inspeção. Além da preocupação em relação a como essas informações seriam apresentadas. Samohyl (2009) diz que por meio deles é possível identificar

pontos estratégicos na linha de produção, que se destacam por alterações fora do normal, sendo que quando detectados possibilita a compreensão das causas especiais que envolvem o processo industrial. Destaca-se que o gráfico de controle de Shewhart é determinante para constatar a ocorrência de desvios da média diante do processo, porém não é favorável a detecção de pequenas alterações, observando a independência entre as unidades amostrais (MINGOTI & YASSUKAWA, 2008).

Shewhart reconheceu que a variabilidade era inevitável. Ele entendeu que seria praticamente impossível que duas ou mais peças fabricadas fossem rigorosamente iguais, mesmo que fossem fabricadas pelo mesmo operário. Tais variações seriam decorrentes das nomeadas causas aleatórias, que são inerentes ao processo Garvin (1992). Tal constatação exigiu que a qualidade fosse repensada, pois a variabilidade no processo sempre irá ocorrer, entretanto existe um ponto limite de ocorrência sem que provoque danos a linha de produção e a reputação de uma empresa. Esse limite é trabalhado no Controle Estatístico de Processo (CEP).

Segundo Costa, Epprecht & Carpinetti (2005) a expressão variabilidade no processo tem a ver com as diferenças existentes entre as unidades produzidas. Se a variabilidade do processo for grande, as diferenças entre as unidades produzidas serão fáceis de observar; ao contrário, se a variabilidade do processo for pequena, tais diferenças serão difíceis de observar.

Segundo Ribeiro & Tem Caten (2012), o Controle Estatístico do Processo (CEP) é um sistema de inspeção por amostragem, que atua ao longo do processo, com o objetivo de verificar a presença de causas que não são naturais e que podem interferir na qualidade do produto final. O CEP permite monitorar, analisar, prever, controlar e melhorar a variabilidade de certa característica de qualidade do produto (SANCHO, PASTOR, MARTÍNEZ & GARCÍA 2013), e visa melhorar a qualidade, a produtividade e a confiabilidade do que está sendo produzido ou fornecido (HENNING, WALTER, SOUZA & SAMOBYL, 2014).

Uma vez identificadas as causas especiais, pode-se atuar nelas com o objetivo de melhorar continuamente o processo e conseqüentemente a qualidade do produto. Para Montgomery (2004) o CEP constrói um ambiente no qual todos os indivíduos em uma organização desejam a melhora continuada na qualidade e na produtividade. Possui um conjunto de técnicas estatísticas que aplicadas ao processo, permite a redução sistemática da variabilidade nas características da qualidade de interesse, contribuindo para a melhoria da qualidade intrínseca, da produtividade, da

confiabilidade e redução dos custos de produção. Montgomery (2004) afirma que há pelo menos cinco razões para a popularidade dos gráficos de controle:

- Os gráficos de controle são uma técnica comprovada para a melhoria da produtividade;
- Os gráficos de controle são eficazes na prevenção de defeitos;
- Os gráficos de controle evitam o ajuste desnecessário do processo;
- Os gráficos de controle fornecem informação de diagnóstico;
- Os gráficos de controle fornecem informação sobre a capacidade do processo.

2.1.1 Causas de variação

Existem dois grupos de causas resultantes da variabilidade nos processos, as causas comuns e as causas especiais. As causas comuns atuam continuamente sobre o processo, são de natureza aleatória e de difícil controle. Normalmente atuar sobre esse tipo de causa requer investimentos na melhoria de equipamentos e matérias-primas. Já as causas especiais de variação são anômalas, ou seja, não fazem parte do processo ou sistema, podendo ser prejudiciais à qualidade do produto manufaturado (RIBEIRO & TEN CATEN, 2012).

Sobre aos tipos de causas variantes do processo:

- a) Causas comuns ou aleatórias: fazem parte da natureza do processo e seguem padrões normais de comportamento. São causas de variação inerentes ao processo, sempre irão existir. De acordo com Samohyl (2009) essas causas são relativamente pequenas, mas ocorrem sempre e em grande número afetando a variabilidade do processo. A redução dessas causas vem apenas com muito sacrifício em tempos e recursos. Para diminuir as irregularidades das causas comuns, é necessário a análise off-line, e talvez com a linha de produção parada, investimentos em novas e melhores máquinas, melhor matéria-prima, treinamento intensivo, um ambiente de trabalho mais confortável entre outras. São variações que não são naturais do processo. Variações na tensão de energia elétrica ou precisão do operador, na maioria das vezes são variações dentro dos limites de especificação;

- b) Causas especiais ou atribuíveis: Montgomery (2004) se refere as essas causas como fontes de variabilidade, que não fazem parte do padrão de causas aleatórias. As causas especiais são as que poderiam ser evitadas. Aparecem esporadicamente Referem-se a fatores que causam grandes variações, e que podem ser corrigidos. Geralmente são fatores acidentais. Quando o gráfico de controle possui pontos fora da FCO (Faixa Característica de Operação) indicando que algum tipo de causa especial está atuando no processo, nessa configuração o processo está fora do regime de controle estatístico.

Baseado em Costa, Epprecht & Carpinetti (2005) pode-se aferir que ao constatar que o processo está fora do regime estatístico, o próximo passo na aplicação do CEP é a descoberta de qual causa especial está atuando. A ferramenta mais indicada e mais disseminada atualmente para esses casos é o Diagrama de causa e efeito também conhecido como diagrama de Ishikawa, embora existam outras ferramentas que possam ser utilizadas também. O diagrama lembra o formato de uma espinha de peixe devido a seu formato. Ele se baseia em seis ramificações do chamado 6M's: Método, Máquinas, Materiais, Mão-de-obra, Meio ambiente e Medidas. Geralmente, a causa especial se encontra em um desses 6M's que vai gerando ramificações para a dissecação do problema até o encontrar exatamente a raiz do problema.

2.1.2 Especificações

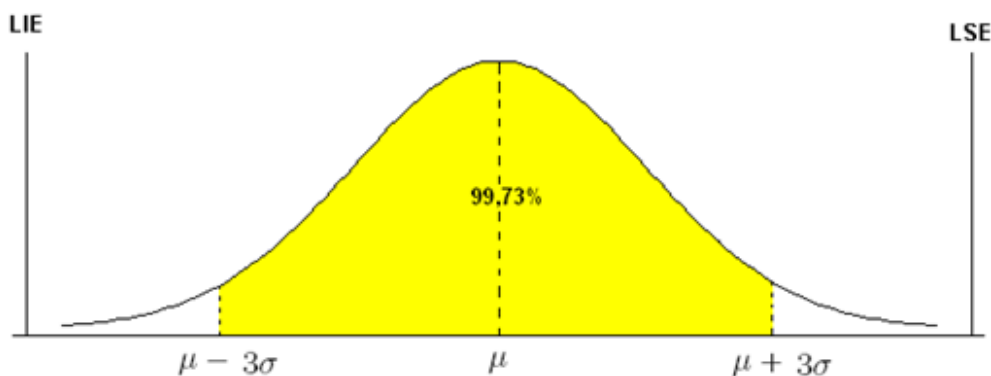
O controle estatístico da produção possui raízes em atividades em outras áreas, como a de desenvolvimento de produto. Durante essa fase o departamento de pesquisa e desenvolvimento faz pesquisas de mercado além do uso de outras ferramentas como a matriz QFD (Desdobramento da Função Qualidade).

Cheng & Melo Filho (2010) conceitua o QFD como uma forma de comunicar sistematicamente informação relacionada com a qualidade e de explicitar ordenadamente trabalho relacionado com a obtenção da qualidade, tem como objetivo alcançar o enfoque da garantia da qualidade durante o desenvolvimento de produto e é subdividido em Desdobramento da Qualidade (QD) e Desdobramento da Função

Qualidade (QFDr). O QFD busca ouvir a voz do cliente, perceber seus anseios e novas tendências. O QFD permite a organização identificar as necessidades dos clientes através do estabelecimento do grau que essas necessidades serão atendidas. A partir dessas informações ocorre a tradução para características mensuráveis que darão origem as especificações do projeto.

Os limites de tolerância da variabilidade do processo são diferentes das especificações, serão a referência que a linha de produção terá para produzir um produto dentro das especificações de forma que ele seja aceito pelo mercado consumidor. A seguir, a figura 3 ilustra o comportamento de uma distribuição normal, e onde estão localizados os limites de controle ($\mu + 3\sigma$) ou ($\mu - 3\sigma$) e os limites de especificação, especificando que são distintos.

Figura 3. Distribuição Normal com limites de especificações evidenciados



Fonte: Adaptado do blog Qualityway Wordpress (2015)

2.1.3 Gráficos de Controle

Para distinguir as variações do processo e detectar as causas especiais, foi desenvolvida uma ferramenta denominada de carta ou gráfico de controle. Os gráficos possuem um valor médio e de limites de controle.

De acordo com Costa, Epprecht & Carpinetti (2005) os processos devem ser permanentemente monitorados para detectar a presença de causas especiais que aumentam sua dispersão e/ou tiram sua média do valor alvo. De acordo com Ramos,

Almeida & Araújo (2013) ao se imaginar um processo qualquer, é fundamental definir inicialmente a característica da qualidade a ser analisada (variável).

Baseado em Costa, Epprecht & Carpinetti (2005)) pode-se afirmar que os limites de controle são estabelecidos (geralmente) a partir da média ± 3 desvios-padrão do parâmetro considerado. A partir desse cálculo se obterá um limite superior de controle e um limite inferior de controle. O valor entre esses limites de tolerância será a faixa característica de operação (FCO). Quando os pontos do gráfico estiverem dentro da FCO significa que a operação está no regime de controle estatístico, ou seja, quer dizer que não há causas especiais atuando no processo. Quando existir pontos fora da FCO o processo estará fora de regime estatístico.

Ramos, Almeida & Araújo (2013) afirmam que um gráfico de controle é uma representação gráfica dos resultados das medidas amostrais de um processo, que pode ser construído manualmente ou com a utilização de aplicativos computacionais.

De acordo com Ramos, Almeida & Araújo, (2013) a maneira mais corriqueira de obtenção de informações para os gráficos de controle passa por registros cronológicos rotineiros (dia-a-dia, hora-a-hora) de uma ou mais características e a partir desses dados serão calculados valores de média, amplitude, proporção etc. Esses valores são ordenados de acordo em função do tempo, em um gráfico que possui a linha central e os limites de controle. Estes gráficos tem como funções:

- a) Apresentar evidências de que um processo esteja operando em estado de controle estatístico e demonstrar sinais de presença de causas especiais de variação quando necessário, para que medidas corretivas apropriadas sejam aplicadas;
- b) Manutenção do estado de controle estatístico estendendo a função dos limites de controle como base de tomada de decisões;
- c) Apresentar informações lógicas para que ações gerenciais de melhoria dos processos sejam desenvolvidas e aplicadas.

Os gráficos de controle, ao diferenciar as causas comuns das causas especiais de variação e apontar a gravidade do problema, dizendo se é um problema local ou geral (merecendo atenção gerencial), evita frustrações e a elevação nos custos devido a erros no direcionamento da solução de problemas. Além de tudo, os gráficos são de fácil aplicação e compreensão pelos funcionários (inclusive os com baixa escolaridade). Consequências do uso dos gráficos de controle:

- a) Aumento na porcentagem de produtos que atendam as especificações;
- b) Diminuição do retrabalho e sucata (custo de produção);
- c) Aumento da probabilidade geral de produtos aceitáveis;
- d) Incremento da base de informações para melhoria do processo.

Ramos, Almeida & Araújo (2013) dizem que de acordo com a característica da qualidade (variável), os gráficos de controle distinguem-se entre gráficos de controle para atributos e gráficos de controle para variáveis.

As cartas de controle por atributos observam a variação da qualidade de forma qualitativa, ou seja, baseiam-se na verificação da presença ou ausência de um atributo. São recomendáveis quando se verifica a presença de um número elevado de características a controlar por unidade (REIS, 2001).

- Gráficos por Variáveis

As cartas (gráficos) de controle por variáveis são utilizadas no monitoramento do nível de qualidade de processos, cuja variação da qualidade é observada de forma quantitativa como, no controle de pesos, volume, tamanho, consistência, viscosidade, textura, umidade, gordura e outras propriedades (REIS, 2001).

No gráfico da média são plotadas as médias das amostras, com o objetivo de controlar os valores médios das características estudadas, monitorando, o nível médio do processo a partir da variabilidade das amostras. Já no gráfico do desvio padrão, são plotados os valores de desvio padrão, que indicam a variabilidade das medidas amostrais. São preferíveis quando a amostra é maior que 10 ou 12, uma vez que para valores superiores a estes a amplitude (R) perde-se a eficiência (MONTGOMERY, 2009).

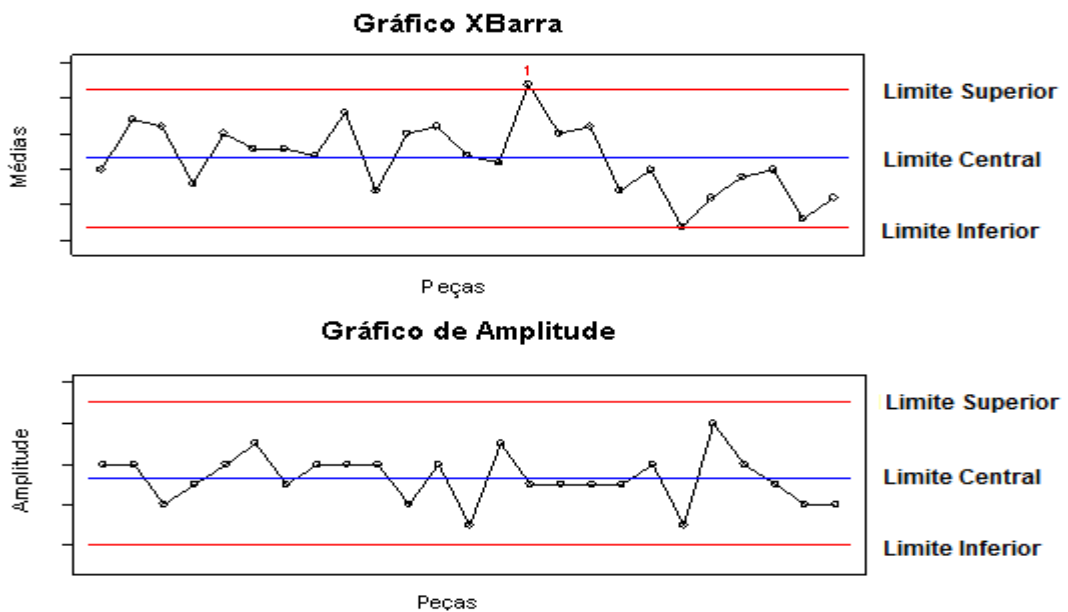
Agora, serão apresentados os principais tópicos para a construção do gráfico \bar{X} e R.

- a) Os gráficos \bar{X} e R (média e amplitude) devem ser implementados ao mesmo tempo, devido a complementaridade de ambos;
- b) Objetivo: controle da variabilidade do processo e detecção de qualquer mudança que ocorra;

- c) Um processo pode sair do regime estatístico por alterações em seu nível ou na dispersão. As mudanças no nível (média) e dispersão (variabilidade) do processo podem ser decorrentes de causas especiais, gerando defeitos.

A figura 4 resume o que foi estabelecido logo acima e mostra a forma e a disposição dos gráficos \bar{X} (média) e gráfico de R (amplitude).

Figura 4. Gráfico \bar{X} e R



Fonte: Portal Action (2015)

- Gráficos por Atributos

Costa, Epprecht & Carpinetti (2005) afirma que são gráficos por atributos, os gráficos np, Gráfico p (proporções não conforme); Gráfico c (número de não conformidade por unidade). Utilizados para itens que não podem ter a qualidade avaliada por meio de mensurações, são simplesmente classificados em defeituosos e não defeituosos. Possui aplicação muito relevante na área de serviços em variáveis como satisfatório ou não-satisfatório.

As cartas (gráficos) de controle por atributos observam a variação da qualidade de forma qualitativa, ou seja, baseiam-se na verificação da presença ou ausência de

um atributo. São recomendáveis quando se verifica a presença de um número elevado de características a controlar por unidade (REIS, 2001).

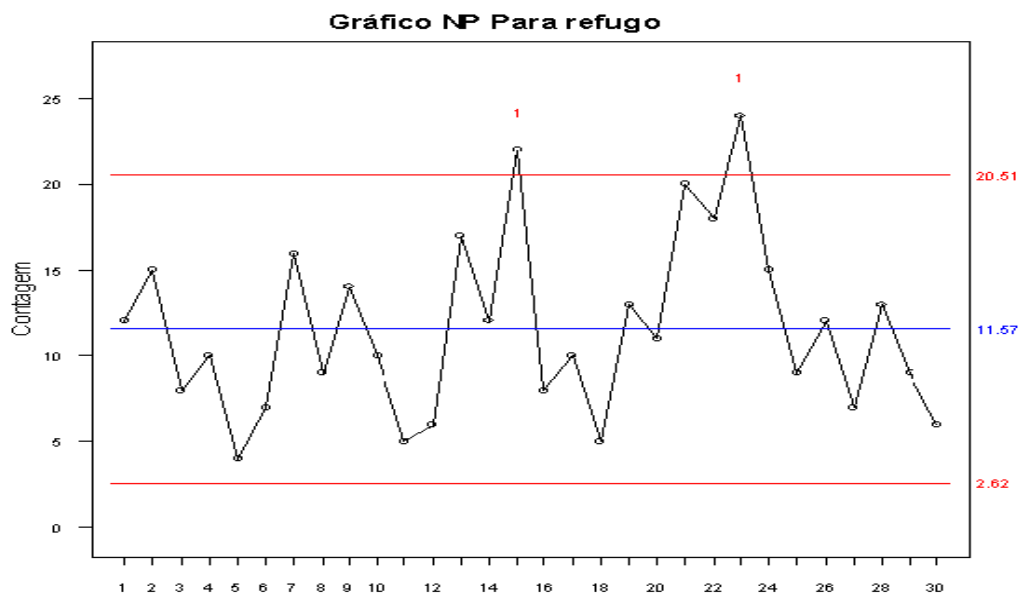
Tendo como base Costa, Epprecht & Carpinetti (2005) o gráfico np se define como o número de itens defeituosos (não conformes) na amostra. A construção dos gráficos np tem por base a distribuição binomial (ou seja uma constatação não interfere em outra), e este gráfico de controle só pode ser construído quando lidamos com amostras de tamanhos iguais (n).

Serão apresentados os principais tópicos para a construção de um gráfico np de acordo com o estabelecido por (WERKEMA, 1995):

- a) O primeiro passo a se executar para a implantação de um gráfico de np, e a eliminação de causas especiais do processo;
- b) Implantação uma inspeção rotineira por um período de tempo pré-definido para recolhimento de amostras;
- c) Cálculo da proporção de itens defeituosos do processo;
- d) Conceituação clara sobre o que pode ser considerado um produto defeituoso;
- e) Recomenda-se para o gráfico np que o tamanho das amostras recolhidas sejam constantes.

A figura 5 exemplifica como deve ficar disposto um gráfico np:

Figura 5. Gráfico np



Fonte: Portal Action (2015)

Quanto ao gráfico p, vindo de encontro com o trabalho de Costa, Epprecht & Carpinetti (2005) pode-se concluir que o mesmo possui o método de implantação similar ao do gráfico np, entretanto, com pequenas diferenças. Uma das diferenças é a de que a fração de defeituosos p se define como o número de itens defeituosos (não conformes) na amostra, ou seja, o número de itens defeituosos encontrados, dividido pelo número de itens da amostra. O valor amostral de p registra-se como uma fração do tamanho amostra ou um valor percentual. Outra distinção é que o valor do tamanho da amostra pode ser variável no gráfico de p.

Werkema (1995) aludi que a fração de defeituosos p poderá estar ligada a amostras de tamanhos fixos n coletadas regularmente ou variáveis (como 100% da produção num determinado intervalo de tempo). Isso significa que as amostras nessas situações podem possuir tamanho variável.

Costa, Epprecht & Carpinetti (2005) mostra que a definição de um item como defeituoso ou não defeituoso pode se sujeitar a observação de uma, duas ou de várias características de qualidade. Em casos assim, o item poderá ter vários tipos de defeitos, embora muitos desses defeitos não sejam suficientes para comprometer o funcionamento e a comercialização do produto.

Para a construção de um gráfico de p em um processo previamente estabilizado, sob circunstâncias normais, deve-se executar as seguintes etapas:

Cálculo da proporção de itens defeituosos será dada pela fórmula:

$$p = \sum D / m * n \quad (1)$$

Onde: $\sum D$ = o somatório do número de peças defeituosas obtidas no período

m = número de amostras

n = tamanho da amostra

Após o cálculo da proporção de itens defeituosos do processo, o próximo passo será o cálculo das probabilidades de se encontrar peças conformes e não conformes:

Segundo Costa, Epprecht & Carpinetti (2005) os princípios estatísticos que envolvem os gráficos de np ou p estão baseados na distribuição binomial (uma resposta não tem ligação direta com outra). Consideraremos 0 como a probabilidade

de ocorrência de peças conformes e 1 como a probabilidade de ocorrência de peças defeituosas. A probabilidade de ocorrência de peças não-conformes é dada por:

$$P(p) = \binom{n}{d} p^d * p^{(n-d)} \quad (2)$$

Onde d representa o número de peças conformes e n o número de peças analisadas e p a proporção de peças conformes encontrada.

A probabilidade da ocorrência de peças não-conformes é dado por:

$$P(1-p) = \binom{n}{d} p^d * (1-p)^{(n-d)} \quad (3)$$

Onde d representa o número de peças conformes, n o número de peças analisadas e p a probabilidade de itens não-conformes. Essas probabilidades encontradas serão utilizadas posteriormente no estabelecimento dos limites de controle do gráfico e na definição da média e do desvio-padrão do processo.

- Cálculo dos Limites do gráfico

Costa, Epprecht & Carpinetti (2005), estabelecem que a média e o desvio padrão do processo poderão ser calculados da seguinte maneira:

$$\text{Média: } \mu = n * p \quad (4)$$

$$\text{Desvio-Padrão: } \sigma = \sqrt{n * p * (1 - p)} \quad (5)$$

Tendo esses números calculados o próximo passo será o cálculo dos limites:

$$\text{LSC} = \mu + 3 * (\sqrt{\sigma/n}) \quad (6)$$

$$\text{LM} = \mu \quad (7)$$

$$\text{LIC} = \mu - 3 * (\sqrt{\sigma/n}) \quad (8)$$

Para melhor assimilação da teoria apresentada até aqui, a seguir será demonstrado através de um exemplo retirado de um site especializado em qualidade industrial o Portal Action (2015) como os cálculos são feitos:

Uma fábrica de suco de laranja apresentou os seguintes dados quanto ao número de latas amassadas (defeituosas), (ver Tabela 1). Nesse exemplo tem-se como tamanho da amostra $n = 50$. O resultado de (p_i) é resultante da fração de D_i / n .

Tabela 1. Quantidade de amostras, itens defeituosos e fração de itens defeituosos

Amostras	Número de Defeituosos (D_i)	Fração de Defeituosos (p_i)
1	12	0,24
2	15	0,30
3	8	0,16
4	10	0,20
5	4	0,08
6	7	0,14
7	16	0,32
8	9	0,18
9	14	0,28
10	10	0,20
11	5	0,10
12	6	0,12
13	17	0,34
14	12	0,24
15	22	0,44

16	8	0,16
17	10	0,20
18	5	0,10
19	13	0,26
20	11	0,22
21	20	0,40
22	18	0,36
23	24	0,48
24	15	0,30
25	9	0,18
26	12	0,24
27	7	0,14
28	13	0,26
29	9	0,18
30	6	0,12

Fonte: (CARVALHO, 2018) adaptado do Portal Action (2015)

Uma vez estabelecida a proporção de itens defeituosos individualmente, pode-se fazer a proporção de itens defeituosos geral, que será resultante de:

$$p = \sum p_i / m = 6,94 / 30 = 0,2313$$

Através de uma fórmula simplificada, e já com as proporções defeituosas em mãos, pode-se obter os limites ou parâmetros do gráfico, como:

Figura 6. Resultados dos Limites de Controle

$$LSC = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n_i}} = 0,2313 + 3\sqrt{\frac{0,2313(1 - 0,2313)}{50}} = 0,41$$

$$LC = \bar{p} = 0,2313$$

$$LIC = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n_i}} = 0,2313 - 3\sqrt{\frac{0,2313(1 - 0,2313)}{50}} = 0,052$$

Fonte: Portal Action (2015).

2.2 PLANOS DE AMOSTRAGEM

Uma das atividades fundamentais para a garantia da qualidade é a inspeção dos produtos recém-saídos da linha de produção, que visa certificar que o produto atende todas as especificações e funciona perfeitamente. De encontro ao trabalho de Downing & Clark (2011) é muito dispendioso analisar cada item de toda uma população, recorre-se então a amostras. Usa-se a proporção de itens em uma amostra, portadora de determinada característica, para estimar a proporção, na população, dos que têm essa característica.

Para Downing & Clark(2011) a amostragem pode ser definida como a técnica estatística utilizada para o cálculo de estimativas de uma ou mais características de uma população tendo como base a observação criteriosa de uma fração dessa população: a amostra. O trabalho consiste na inspeção da amostra de produtos de um lote de produção, onde haverá uma análise verificando se o lote atende as especificações e conseqüentemente se é aceitável ou não. As análises são feitas para que se conheça, entenda o processo ou atividade, e para que se dissipe a desconfiança acerca do mesmo. O uso da amostragem requer certos cuidados, pois o uso indiscriminado da amostragem pode ser nocivo para uma empresa. De acordo com a NBR 5426/1985, como as amostras são representativas, pode-se ocasionalmente aceitar um lote de produção que possua um grande número de itens defeituosos ou rejeitar um lote aceitável. Para reduzir drasticamente esses riscos, utiliza-se os planos de amostragem.

Os planos de amostragem são estruturados de acordo com estudos de probabilidade e estatística, adaptados ao meio industrial para a inspeção de uma ampla gama de itens tais como: produtos terminados, componentes e matérias-primas, operações de trabalho, materiais em processamento, materiais estocados, operações de conserto, procedimentos administrativos e dados ou relatórios.

A NBR 5425 de 1985 - Guia para inspeção por amostragem no controle e certificação de qualidade consubstancia as regras e recomendações que devem ser aplicadas pelos órgãos responsáveis pelo Controle e Certificação de Qualidade.

A NBR 5426 de 1985 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos estabelece planos de amostragem e procedimentos para inspeção por atributos.

A NBR 5427 de 1985 – Guia para utilização – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos, fornece instruções detalhadas e exemplos ilustrativos para aplicação e administração dos procedimentos de amostragem por atributos estabelecidos. A NBR 5428 de 01/1985.

As três normas citadas acima trazem objetivos, definições, aspectos gerais, cálculos a serem efetuados além de fornecer instruções detalhadas e exemplos para a execução dos procedimentos.

2.2.1 Norma NBR 5425/1985

Essa norma intitulada: Guia de inspeção por amostragem no controle e certificação de qualidade, possui como objetivo geral consubstanciar as regras e recomendações que devem ser aplicadas pelos órgãos responsáveis pelo Controle e Certificação de Qualidade NBR 5425/1985. A norma também traz as definições sobre termos que estarão presentes no cotidiano dos responsáveis por fazer a inspeção, termos como: unidade de produto, não-conformidade, porcentagem defeituosa, defeito, defeituosa e inspeção. De acordo com a NBR 5425/1985:

- Unidade de produto é o elemento de referência na inspeção – o elemento inspecionado no sentido de ser classificado como defeituosa ou não. A unidade de produto pode ser um artigo simples, um par, uma dúzia, uma grossa ou qualquer quantidade preestabelecida. Pode ser uma medida em termos de comprimento, área, volume, massa;

- Características da qualidade: são as propriedades de uma unidade de produto, as quais podem ser avaliadas em função dos requisitos determinados em um desenho, especificação, modelo ou outro padrão conveniente;
- Não-conformidade: não atendimento a requisitos especificados para qualquer característica da qualidade estabelecida. Pode ser expressa em termos de “porcentagem defeituosa” (PD) como em “defeitos por cem unidades” (DCU);
- Porcentagem defeituosa (PD): é dada na inspeção por atributos, pela seguinte expressão: $\text{Porcentagem defeituosa} = 100 \cdot (\text{número de unidades defeituosas} / \text{número de unidades inspecionadas})$;
- Defeitos por cem unidades (DCU): é dado pela seguinte expressão: $\text{DCU} = (100 \cdot \text{número de defeitos}) / \text{número de unidades inspecionadas}$;
- Defeito: falta de conformidade com qualquer dos requisitos especificados. Podem ser: crítico, grave, tolerável;
- Defeito crítico: defeito que pode produzir condições perigosas ou inseguras para quem usa ou mantém a unidade do produto, ou defeito que pode impedir o funcionamento ou o desempenho de uma função importante de uma unidade de produto mais complexa;
- Defeito grave: considerado não crítico, que pode resultar em falha ou reduzir substancialmente a utilidade da unidade de produto para o fim que se destina;
- Defeito tolerável: defeito que não reduz substancialmente a utilidade da unidade do produto para o fim a que se destina ou não influi substancialmente no seu uso efetivo ou operação;
- Defeituosa: unidade de produto que contém um ou mais defeitos. Podem ser: crítica, grave e tolerável;
- Defeituosa crítica: unidade de produto que contém um ou mais defeitos críticos. Pode conter defeitos toleráveis e graves;
- Defeituosa grave: unidade de produto que contém um ou mais defeitos graves. Pode conter defeitos toleráveis, mas não críticos;
- Defeituosa tolerável: unidade de produto que contém um ou mais defeitos toleráveis. Não contém graves nem críticos.

Segundo a norma (NBR 5425/1985), existem dois métodos de inspeção: inspeção por atributos e inspeção por variáveis. O entendimento de atributos e variáveis, pode ser entendido da mesma forma que foram citados na subseção anterior 2.1 (CEP).

2.2.2 Norma NBR 5426/1985

A norma NBR 5426/1985 estabelece planos de amostragem e procedimentos para inspeção por atributos. Quando especificada pelo responsável, esta norma deve ser citada nos contratos, instruções ou outros documentos e as determinações estabelecidas devem ser obedecidas. A norma também estabelece alguns dos conceitos presentes na norma NBR 5425/1985. De acordo com NBR 5426/1985:

- Inspeção: processo de medir, ensaiar e examinar a unidade de produto ou comparar suas características com as especificações;
- Inspeção por atributos: inspeção segundo a qual a unidade de produto é classificada simplesmente como defeituosa ou não em relação a um dado requisito ou conjunto de requisitos;
- Lote de inspeção: conjunto de unidades de produto a ser amostrado para verificar conformidade com as exigências de aceitação;
- Nível de qualidade aceitável: máxima porcentagem defeituosa que, para fins de inspeção por amostragem, pode ser considerada satisfatória como média de um processo. É usado para classificar os planos de amostragem.

2.2.2.1 Planos de Amostragem

A NBR 5426/1985 estabelece os seguintes tipos de planos de amostragem:

- Plano de amostragem simples: a quantidade de unidades de produto inspecionado deve ser igual ao tamanho da amostra dada pelo plano. Se o número de unidades defeituosas encontrado na amostra for igual ou menor do que o número aceitação (A_c) o lote deverá ser aceito. Sendo o número de unidades defeituosas igual ou maior do que o número de rejeição, o lote deverá ser rejeitado.

- Planos de amostragem dupla: a quantidade de unidades de produto inspecionada deve ser igual ao primeiro tamanho da amostra dado pelo primeiro plano. Se o número de unidades defeituosas na primeira amostra for igual ou menor do que o primeiro número de aceitação. O lote deve ser considerado aceito. Sendo o número de unidades defeituosas na primeira amostra igual ou maior do que o primeiro número de rejeição, o lote será rejeitado. Se o número de unidade defeituosas for encontrado na primeira amostra for maior do que o primeiro número de aceitação, porém, menor do que o primeiro número de rejeição, uma segunda amostra de tamanho dado pelo plano será retirada. As quantidade de unidades defeituosas encontradas nas primeira e segunda amostras devem ser acumuladas (somadas). Se esta quantidade acumulada for igual ou menor do que o segundo número de aceitação, o lote será aceito. Sendo a quantidade acumulada igual ou maior do que o segundo número de rejeição, o lote será rejeitado.
- Planos de amostragem múltipla: proceder da mesma maneira enunciada no plano de amostragem dupla, observando-se, porém, que o número de amostras sucessivas para decisão deve ser maior que dois.

2.2.2.2 Níveis e regimes de Inspeção

De acordo com a NBR 5426/1985 existem distintos níveis de inspeção que são divididos em três níveis gerais (I, II, III) e quatro níveis especiais de inspeção (S1, S2, S3, S4). Os níveis especiais de inspeção são utilizados para inspeção de produtos que são destruídos durante os testes, um exemplo desse caso são o teste de munições. São os regimes de inspeção:

- Normal: é um regime de inspeção adequado para produtos com um bom nível de qualidade e para aqueles que possuem bom valor agregado;
- Severo: é um regime de inspeção mais rigoroso, adequado para produtos importantes de altíssimo valor agregado ou operação crítica do processo;
- Atenuado: é um regime de inspeção menos rigoroso indicado para produtos menos importantes, produtos de menor valor agregado e operações não críticas do processo.

Tabela 2. Resumo dos tipos e regimes de inspeção da NBR 5426

	Tipos de amostragem	Regime de Inspeção
NBR 5426	Simple	Atenuado Normal Severo
	Dupla	Atenuado Normal Severo
	Múltipla	Atenuado Normal Severo

Fonte: (CARVALHO, 2018).

2.2.2.3 Sistema de Comutação

Segundo o dicionário (MICHAELIS, 2004), comutação significa: trocar, permutar, comutar uma pena: substituí-la por outra menor. Os planos de amostragem possuem um sistema de comutação, o qual promove uma substituição no nível de inspeção aplicado caso o processo ao longo das inspeções demonstre constância e confiabilidade. De acordo com a NBR 5426/1985 serão citados a seguir as trocas de níveis e as respectivas condições para que isso ocorra. De início será considerado a inspeção normal como ponto de partida:

- Inspeção normal ou comum: será empregada no início da inspeção a menos que o responsável pelo controle da qualidade determine o contrário.

Alterações de tipos de inspeção:

- De inspeção normal para severa: caso 2 de 5 lotes consecutivos forem rejeitados.
- De inspeção severa para normal: caso haja 5 lotes consecutivos aceitos.
- De inspeção normal para inspeção atenuada: uma alteração desse tipo poderá acontecer com as seguintes condições: Se inspeção atenuada for de interesse e a produção estiver ocorrendo regularmente e se 10 ou mais

lotes forem aceitos e se o número total de defeituosos nestes 10 lotes for menor ou igual a um valor limite

- De inspeção atenuada para inspeção normal: a mudança de regime nesse caso ocorrerá no caso de qualquer uma das condições abaixo: Se um lote for rejeitado ou quando um lote ficar indefinido ou quando a produção se torna irregular ou atrasada ou quando alguma condição particular justifique.
- Interrupção da inspeção: a interrupção da inspeção será aplicada quando dez lotes permanecerem em regime de inspeção severa, para que providências para aperfeiçoamento da qualidade do produto sejam aplicadas.

2.2.2.4 Diferentes abordagens para amostragem de aceitação lote a lote para atributos.

De acordo com a NBR 5426/1985 existem três abordagens para inspeção de lotes:

- Aceitar sem inspeção: útil em situações em que o processo é muito bom ou quando há necessidade de conter despesas;
- Inspeção 100%: há inspeção de todos os itens dos lotes. Remove-se todas as unidades que apresentaram defeitos. Utilizada em situações onde é extremamente crítico a passagem de itens defeituosos ou quando a capacidade é duvidosa;
- Amostragem de aceitação: útil nas seguintes situações: Quando o teste for destrutivo Quando o custo da inspeção 100% for alto, quando há muitos itens a serem inspecionados Quando houver bom histórico de qualidade Quando houver sérios riscos potenciais para a credibilidade do produto, sendo necessário um programa de monitoramento contínuo.

A partir do estudo das normas NBR 5425/1985 e NBR5426/1985 pode-se concluir que a amostragem de aceitação possui vantagens e desvantagens em relação a amostragem 100%.

Como vantagens: é menos dispendiosa, com menos manuseio do produto logo menos avarias, aplica-se testes destrutivos, há menos pessoas envolvidas nas

atividades de inspeção, reduz enormemente a quantidade de erros de inspeção. A rejeição de lotes inteiros em lugar do simples retorno de defeituosos, em geral, fornece uma motivação mais forte ao vendedor em relação a melhorias na qualidade. A vantagem mais relevante nessa situação é a relacionada ao equilíbrio na relação custo X qualidade.

Como desvantagens: há riscos de aceitação de lotes ruins e rejeição de lotes bons. Gera-se menos informação sobre o processo e a manufatura, informações que poderiam ser úteis muitas vezes. A amostragem de aceitação exige planejamento e documentação do processo de amostragem ao contrário da inspeção 100%, conseqüentemente haverá necessidade de treinamento de colaboradores para a execução dessas tarefas.

2.2.3 Norma NBR 5427/1985

Esta norma fornece instruções detalhadas e exemplos ilustrativos para aplicação e administração dos procedimentos de amostragem por atributos estabelecidos pela NBR 5426/1985. Cita os procedimentos típicos para a utilização dos planos de amostragem. De acordo com a NBR 5427/1985 é a seqüência de operações a ser seguida:

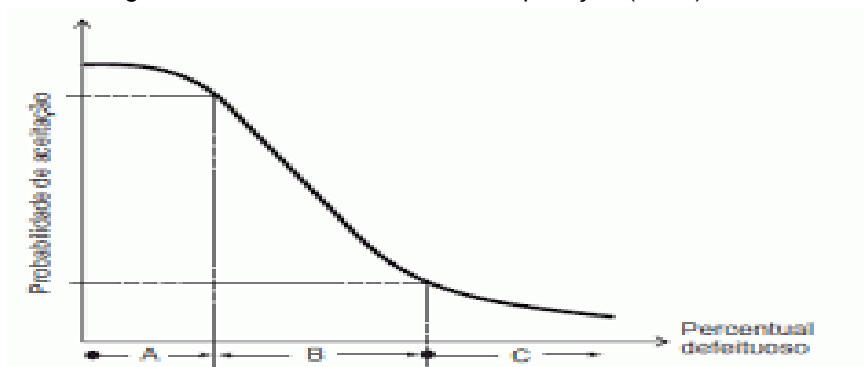
- Determinar o tamanho do lote: tamanho do lote, estabelecido pelos critérios de formação do lote, contidos nos documentos de aquisição, ou conforme acordo entre produtor e consumidor.
- Escolher o nível de inspeção: no início do contrato ou produção é aconselhável usar o nível II. Podem ser usados outros níveis de inspeção, se o histórico da qualidade assim o indicar.
- Determinar o código literal do tamanho da amostra: encontrado na tabela da NBR 5426.
- Escolher o plano de amostragem: geralmente usa-se o plano de amostragem simples. Podem, entretanto, ser usadas amostragem dupla e múltipla.
- Estabelecer a severidade da inspeção: no início do contrato ou produção utiliza-se inspeção em regime normal.

- Determinar o tamanho da amostra e o número de aceitação: baseados nos requisitos para inspeção simples e regime normal são encontrados na tabela 2 da NBR 5426/1985: o valor do NQA especificado e o código literal do tamanho da amostra, o tamanho da amostra e o número de aceitação.
- Retirada da amostra: a amostra é retirada do lote, ao acaso, na quantidade de unidades de produto, conforme determinado na Tabela 2 da NBR 5426/1985.
- Inspeção da amostra: o número de defeituosos (ou “defeitos de cem unidades”) é contado e comparado com os números de aceitação adotando o critério próprio para cada tipo de plano de amostragem.

2.2.4 Curva Característica de Operação (CCO)

A (NBR 5425/1985) diz que a proteção fornecida por um plano de amostragem, isto é a sua capacidade em discriminar os vários graus de boa ou má qualidade, pode ser cuidadosamente calculada. O fato de que esses riscos podem ser quantificados torna possível determiná-los estatisticamente (numericamente) com antecedência e descrever com bastante precisão as quantidades de produtos que se esperam ser aceitas, se o padrão de qualidade for satisfatório, e rejeitadas, se o padrão não for satisfatório. A CCO é medida importante para o plano de amostragem de aceitação, a curva plota a probabilidade de aceitação do lote versus a fração de defeituosos. Abaixo um exemplo de CCO.

Figura 7. Curva Característica de Operação (CCO)



Fonte: HEIZER, J. RENDER, B. (2009) Adaptado.

A curva CO mostra o poder discriminatório do plano amostral. Assim, dado um plano amostral, a probabilidade de aceitação de um lote será obtida por:

$$P_a = (d \leq c) = \sum [n! / (d! * (n-d)!) * [(p^d) * (1-p)^{(n-d)}] \quad (9)$$

Onde d Binomial (n,p) e p é a fração de itens defeituosos no lote.

Vale ressaltar que CCO ideal quase nunca pode ser obtida na prática. Na teoria, poderia ser obtida pela inspeção 100%, se esta fosse livre de erro. A forma da curva CO ideal pode ser aproximada aumentando o tamanho da amostra, mantendo c proporcional a n. Os planos com menores valores de c fornecem discriminação a níveis mais baixos da fração de defeituosos do lote do que planos com maiores valores de c. Conforme dito anteriormente existem também os riscos de lotes com grande quantidade de produtos conformes serem rejeitados, e de lotes com quantidade inadequada de produtos com não conformidades serem aceitos. De acordo com a NBR 5427 os riscos são divididos em:

- Riscos Fornecedor: risco de que uma elevada quantidade de lotes em nível de qualidade aceitável ser rejeitada por estes planos de amostragem. Com o uso dos planos de amostragem, se torna muito baixa a probabilidade de rejeição de lotes em boas condições.
- Riscos Consumidor: risco de que lotes contendo uma porcentagem de peças defeituosas serem aceitos. Com o uso dos planos de amostragem esse lotes têm pequena probabilidade de aceitação ou obviamente uma grande possibilidade de rejeição. Alta probabilidade de aceitação de lotes em boas condições.

3. METODOLOGIA

A estruturação metodológica deste trabalho de graduação está baseada no método científico dedutivo, que aborda pesquisa bibliográfica, coleta de informações e observação do objeto de estudo, cuja compreensão deve ser desvendada através da elaboração de proposições, modelos ou técnicas de solução (GIL, 2008). Em geral, o método dedutivo combina observação e formulação de um modelo e/ou metodologia para explicar o objeto em estudo, sempre com a premissa de que os conhecimentos iniciais disponíveis são considerados insuficientes.

(SEVERINO, 2007) diz que o estudo que foi realizado se fundamentou na execução de uma pesquisa exploratória apoiada em revisões bibliográficas, coleta de dados/informações (pesquisa de campo), e aplicação da teoria, na realização de estudo de caso como forma de elucidar as particularidades associadas ao objeto em estudo.

A pesquisa bibliográfica, segundo (GIL, 2008), permite uma melhor fundamentação teórica do objeto para se definir um quadro conceitual a partir da captação de dados/informações que se encontram dispersos em variadas modalidades de publicações técnicas e científicas. (SEVERINO, 2007) considera que a pesquisa bibliográfica é um procedimento metodológico fundamental para a produção do conhecimento científico e consiste na seleção de documentos que tenham estreita relação com o problema de pesquisa.

(RAMPAZZO, 2002) aponta que a revisão bibliográfica possibilita o conhecimento/análise das contribuições teóricas sobre um determinado assunto ou problema de estudo, tendo como principal objetivo a ampliação e domínio do conhecimento em uma dada área para auxiliar a fundamentação de hipóteses e construção de modelos.

A pesquisa de campo do tipo qualitativa, foi desenvolvida está associada à metodologia de estudo de caso de natureza aplicada. A pesquisa de campo é entendida por (LAKATOS & MARCONI, 2010) como uma investigação *in loco* do objeto estudado, sendo executada através de visitas técnicas, entrevistas dirigidas, aplicação de questionários e metodologias de investigação, coleta de dados/informações, análise documental e observações sistemáticas.

A pesquisa de campo qualitativa que foi desenvolvida teve caráter explicativo que, conforme (SEVERINO, 2007), tem como objetivo fundamental identificar fatores

para elucidar questões e particularidades a respeito do objeto de estudo para elaborar hipóteses, aumentando a familiaridade do pesquisador com o ambiente pesquisado. A obtenção direta de dados/informações sobre o objeto de estudo representa o grande diferencial da pesquisa de campo, pois permite a construção de novos conhecimentos orientados por aspectos realísticos. Inicialmente, o conjunto primário de dados/informações será obtido através da realização de diversas pesquisas de campo alicerçadas em visitas técnicas à empresa Douraglass de Dourados/MS.

Para (STAKE, 2003), o estudo de caso busca respostas às indagações “por que” e “como” (questões de natureza explicativa), bem como possibilitar uma investigação científica através de diversas fontes para apreender as características mais importantes do objeto de pesquisa em situações realísticas, incluindo o mapeamento de processos organizacionais e gerenciais, com fim último o desenvolvimento de uma metodologia que atenda as particularidades da empresa em questão.

De forma geral, a pesquisa executada se fundamentado em três etapas interdependentes, que foram:

- A construção do referencial teórico fundamentado na área de Engenharia da Qualidade, especialmente o assunto Controle Estatístico do Processo (CEP) e Planos de Amostragem Industrial.
- O diagnóstico organizacional, que foi centrado no organograma, descrição detalhada de produtos e processos elaboração do mapofluxograma e determinação dos erros operacionais (retornos pós-venda).
- Metodologia proposta para aplicação de CEP na indústria Douraglass, que foi apoiada nas normas NBR 5425, NBR5426 e NBR 5427, bem como na utilização de gráficos de controle para fração defeituosa (gráfico p), estudo visando elaboração futura de proposta para ser implantada em duas operações críticas do processo.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 EMPRESA

A Douraglass é uma empresa familiar que iniciou suas atividades em janeiro de 2008, desde então vem atuando fortemente na industrialização e comercialização de vidros temperados, direcionados aos mercados da construção civil (sendo esse o maior setor para quem a empresa atua), decoração e indústria moveleira. Com sede em Dourados no estado de Mato Grosso do Sul, está presente nas grandes obras comerciais e industriais do estado, fornecendo produtos com tecnologia e um alto padrão de qualidade.

A empresa possui contato direto com construtoras e escritórios de arquitetura, além desse nicho de mercado a Douraglass possui como clientes vidraçarias de todo o estado do MS. O alcance dos itens produzidos pela Douraglass não é restrito ao âmbito estadual, a empresa expandiu fronteiras tornando-se uma empresa de alcance interestadual tendo os estados de São Paulo, Mato Grosso, Minas Gerais e Goiás como destinos de seus produtos. A Douraglass possui parceria com empresas tais como: a Glassbox (vidraçaria há 25 anos em Dourados), a Tec-Vidro a melhor empresa de Kit Box do Brasil, a Guardian, (uma das maiores fabricantes mundiais de vidros e espelhos, presente em 25 países) e a Saint-Gobain (presente em 64 países), Cebrace (líder no segmento de vidro plano) e a Abravidro (Associação Brasileira de Distribuidores e Processadores de Vidro).

A empresa objetiva beneficiar e distribuir vidros temperados com segurança e qualidade, visando atender as necessidades dos clientes, por isso sempre busca novas tecnologias e profissionais qualificados, para aperfeiçoar os processos, além da parte social, sendo aberta a estudantes e pesquisadores. Os vidros temperados Douraglass são produzidos em um forno horizontal com dimensões 2700 x 5200 (mm), tecnologia que não deixa marcas, manchas ou malhas na superfície do vidro, podendo ser produzidos vidros temperados em grandes chapas com pequenas espessuras. Os cortes dos vidros são efetuados em uma mesa computadorizada, garantindo qualidade e precisão nas medidas. O processo possui bom grau de automação.

A empresa possui um porte médio, com cerca de 100 colaboradores, com setores e uma hierarquia definida. No topo tem-se a presidência da empresa exercida pelo dono e fundador da empresa, logo abaixo a direção executiva composta pela

direção financeira e direção de compras. A direção financeira é responsável pelas decisões estratégicas financeiras da empresa, os rumos que ele tomará, os investimentos, a visão a longo prazo. A direção de compras é responsável pelas decisões estratégicas da empresa relacionados a compras de matéria-prima e de insumos para a fábrica. A direção executiva está sob responsabilidade da família dona da empresa.

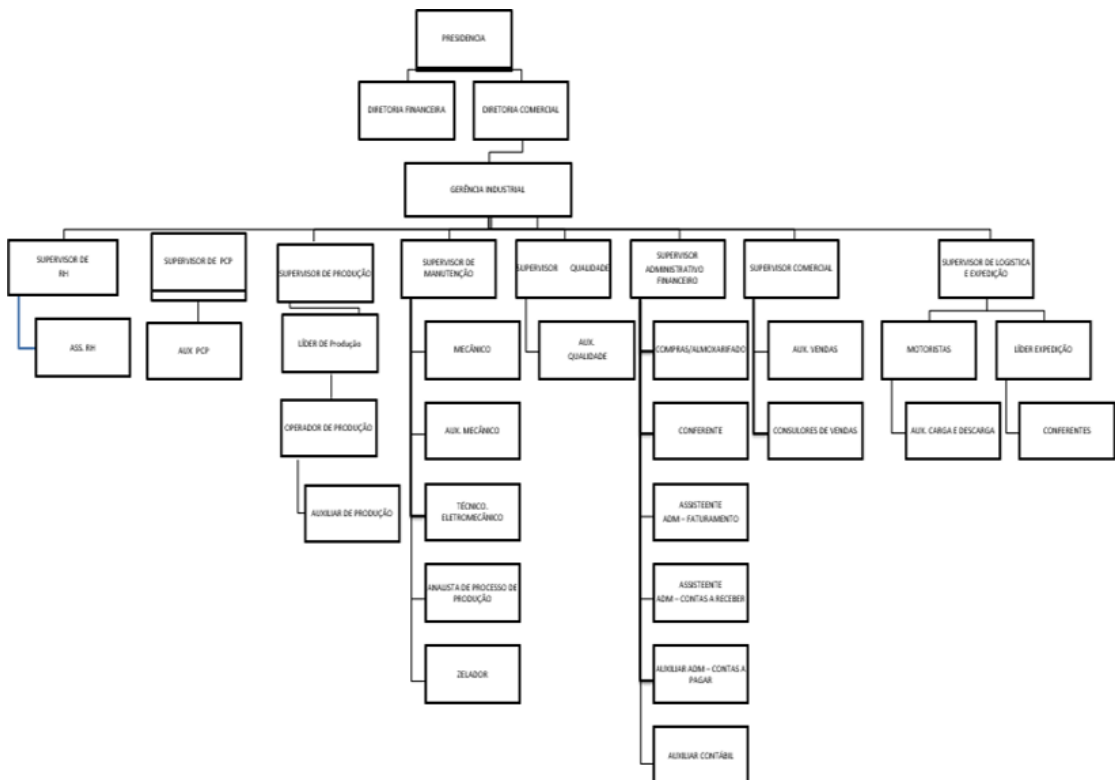
Abaixo da direção tem-se a gerência industrial, que atua a partir das diretrizes definidas pela direção executiva, e que é responsável por liderar e controlar todos os setores da empresa da fábrica, fazer o elo entre a direção executiva e o chão de fábrica e comandar os supervisores setoriais da fábrica. De acordo com o organograma da empresa a fábrica possui sete setores: RH, produção, PCP, manutenção, qualidade, administrativo/financeiro, comercial e o logístico/expedição. Segue uma breve descrição dos setores:

- RH: setor responsável pelo gerenciamento de recursos humanos da empresa. Analisam currículos, ponto de comunicação de orientações gerais para os funcionários. Possui um supervisor e auxiliares;
- Produção: setor responsável pelo andamento e execução da produção. A produção possui um supervisor geral que traz as ordens da gerência para o chão de fábrica. Esse setor ainda possui subsetores como: espelho/bisotê, corte, lapidação (incluindo a automática e a manual), furação, forno e bisotê/Modelação. O PCP é um híbrido entre setor independente e subordinado a produção. PCP responsável pelo planejamento de toda a produção da fábrica, além do controle de todas as operações. Desse setor saem as ordens com as especificações a serem feitas no produto;
- Qualidade: setor responsável por garantir a qualidade do processo e do produto, desenvolve atividades de inspeção da produção e pequenos reparos no caso de pequenas imperfeições. Possui um supervisor geral e auxiliares. O setor de qualidade fica a cargo de uma empresa terceirizada;
- Manutenção: setor responsável pela manutenção e reparos das máquinas utilizadas na linha de produção. Possui um supervisor. Empresa terceirizada;

- Comercial: setor responsável pelas compras de materiais que serão utilizados na produção, além do recebimento de pedidos dos clientes. Possui um supervisor geral;
- Administrativo e financeiro: setor responsável por fazer o planejamento financeiro, a contabilidade e garantir a execução das funções administrativas básicas para o funcionamento da empresa. Possui um supervisor. Empresa terceirizada;
- Logística e expedição: setor responsável pela distribuição e entrega dos produtos acabados aos clientes nas mais variadas localidades. Conta com uma rede de caminhões para a execução dessas atividades, setor de planejamento das rotas e de passar informações em tempo real para os motoristas. Possui um líder no subsetor de expedição, responsável pelo carregamento dos caminhões.

Os demais detalhes quanto ao quadro de funcionários e a organização do trabalho serão mostradas no organograma logo abaixo:

Figura 8. Organograma Douraglass



Fonte: **Própria empresa (adaptado).**

4.2 DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS

A Douraglass produz diferentes tipos de produtos a partir de chapas de vidro a serem transformadas. A empresa trabalha em um ritmo de produção por lotes, quase que sob encomenda. O setor de vendas recebe os pedidos dos clientes e a partir dessas informações se obtêm as especificações do item, que são passadas para ao setor de PCP onde são feitos os desenhos e a programação de produção, em seguida o projeto é repassado para o setor de produção da fábrica. No que diz respeito a matéria-prima há certa variabilidade, seja nos tipos de vidros utilizados, ou pelos diferentes fornecedores, também há variações na espessura e dimensões como altura e largura.

- Portas: as portas são produzidas em diversos tamanhos e com variação de material utilizado. Podem ser feitas para portas domiciliares ou portas que serão componentes de móveis.
- Janelas: as janelas são produzidas com variados tamanhos e diferentes materiais, são janelas com utilização em casas, apartamentos, salas comerciais dentre outros.
- Box para banheiro: é uma cabine existente em um banheiro, feita de alumínio e vidro. Delimita a área onde se toma banho em relação ao restante do banheiro ou vestiário. Perfeita combinação dos elementos que integram o ambiente e produzem espaços modernos, requintados e funcionais. O vidro serve para a delimitação espacial do ambiente nesse caso, evitando que respingos de água usada durante o banho acabe por molhar o banheiro como um todo.
- Tampos de mesa: são objetos feitos de vidro que possui variadas finalidades, tais como: acomodar objetos, decoração de ambientes dentre outros. É um produto de grande elegância e totalmente versátil, ou seja consegue se adaptar em inúmeros ambientes. A empresa realiza projetos de tampos de vidro para mesas, balcões e prateleiras, com profissionais altamente qualificados e que realizam o projeto utilizando a melhor matéria-prima com alta precisão e um design que não deixa a desejar.
- Espelhos: uma superfície que promove reflexão de raios luminosos e de imagens em geral. Eles fornecem uma sensação de amplitude a ambientes

estreitos e ainda duplicam a área visível. Podem ser utilizados em todos os ambientes residenciais e comerciais. Muito utilizado pelo público em geral para a auto-observação principalmente para se arrumar para compromissos do cotidiano.

4.3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

A descrição do processo produtivo se dará em duas partes, a descrição das operações e depois a descrição dos fluxos de produção. Quanto as operações temos:

- Descarga: o caminhão adentra a indústria com as chapas de vidro vindas diretamente do fornecedor. O processo da descarga ocorre com o auxílio de uma ponte rolante munida de uma garra presa a cabos de aço. Para retirar cuidadosamente o conjunto de chapas de vidro recém-chegada, alguns dos colaboradores sobem no caminhão, ajustam as chapas junto a garra ligada a ponte. Simultaneamente a ponte rolante e o braço mecânico são controlados por um operador próximo do local que ao receber o sinal conduz a ponte para que a mesma retire as chapas do caminhão, e as encaminhe ao depósito de matéria-prima. Dependendo da situação a chapa é levada diretamente ao estoque do setor do corte.
- Corte: a operação possui como objetivo a geração de retalhos para a produção. A operação conta com alto grau de automação, através de uma máquina BOTTERO que pega a chapa de vidro, a coloca sobre a mesa e está é transportada de maneira automática por uma esteira até a mesa do corte. Na mesa de corte o operador programa a máquina de acordo com as especificações advindas do PCP. Após a programação a máquina risca o retalho no primeiro ciclo de operação e no segundo ciclo realiza o corte da chapa. Subsequente ao corte a peça é levada a uma mesa adiante onde um colaborador manualmente realiza o destacamento de cada retalho individualmente. Em seguida as peças são enviadas ao carrinhos de estoque aguardando a operação da lapidação.
- Lapidação manual: a operação objetiva promover um acabamento das arestas do retalho de forma a eliminar qualquer tipo de irregularidade e

imperfeição, reduzindo totalmente o potencial cortante que as arestas dos retalhos possuem (sendo de fato muito perigoso o manuseamento das mesmas sem EPI's). Nessa modalidade a lapidação manual acontece com o auxílio manual de alguns dos colaboradores. O retalho de vidro possui 4 lados a serem lapidados. A lapidação é feita pela máquina SCHIATTI que vai aplainando as arestas, o retalho é passado na máquina através de uma esteira. Ao ser lapidado um lado a esteira leva o retalho para a saída do processo, porém ele precisa ser retirado da esteira pelos colaboradores pegam a peça e a leva novamente ao início da esteira para que o processo seja repetido até atingir 4 vezes, de forma que o retalho seja lapidado por completo.

- Lapidação automática: a operação objetiva promover um acabamento das arestas do retalho de forma a eliminar qualquer tipo de irregularidade e imperfeição, além de acabar com o potencial cortante que as arestas dos retalhos possuem, sendo de fato muito perigoso o manuseamento das mesmas sem EPI's. A diferença em relação a operação manual reside na presença de braços automatizados que vira o vidro automaticamente para que o mesmo tenha as suas arestas lapidadas, 4 máquinas de lapidação são colocadas sucessivamente e há esteiras entre elas. No início do setor da lapidação há um carrinho que serve de estoque, estoque gerado pelos retalhos vindo do setor do corte. Um colaborador pega o retalho, o coloca na esteira e a mesma vai levando até o local onde a peça será lapidada. Ao ser lapidada ele segue na esteira e é virada através de um braço robótico para que outro lado da peça seja lapidado. O ciclo se repete até que toda a peça seja lapidada. Ao final da última esteira há colaboradores que retiram as peças e as colocam em carrinhos.
- Bisotêamento: é a atividade que faz o polimento da superfície do vidro por meios de máquinas especiais e rebolos diamantados. O acabamento, nas extremidades são polidas, o que confere mais brilho à peça. O bisotêamento depende da ação de um colaborador que vai operando a máquina de acordo com o formato da peça e inspecionando para que o bisotê saia da melhor maneira possível.
- Marcação/Furação manual: a marcação é a atividade onde os vidros são riscados os locais onde serão furados, essa marcação é feita a partir dos

moldes que são colocados sobre a superfície da peça, a partir disso é riscada no local para delimitação do desenho encomendado. A peça é colocada no carrinho onde aguarda o processo de furação na mesa seguinte. A furação manual é desempenhada por um operador que manuseia a furadeira e conduz a operação fazendo furos nos locais marcados.

- Furação automática: a furação automática é feita totalmente pela máquina conhecida na fábrica como “Forvet”, mas de fato se chama FRANCESCA. Essa operação é precedida de um estoque onde as peças estão nos carrinhos aguardando o momento de ir para a máquina. A máquina é controlada e programada por um operador. A programação ocorre em consonância com as diretrizes e especificações traçadas pelo PCP. As peças são colocadas na esteira que conduz até o local onde a máquina executará a operação. A própria máquina faz as devidas marcações no primeiro ciclo. No segundo ciclo a peça recebe os furos da máquina que possui um jato d’água usado para facilitar o contato com a superfície do vidro e assim obter melhores resultados. Terminada a furação uma esteira conduz a peça para o processo de lavagem e em seguida, são colocadas nos carrinhos aguardando a próxima operação.
- Lavagem vertical: consiste numa lavagem feita sobre os vidros objetivando remover quaisquer tipos riscos, sujeira e impurezas dando ao vidro a aparência límpida total. As peças são levadas para esse setor apenas quando não necessitam de receber furos. A peça é retirada do carrinho, colocada na esteira que as levam na posição vertical até a máquina. Na máquina ela é lavada e conduzida pela esteira onde ao final é retirada por um colaborador e colocada em um carrinho.
- Forno: ocorre a operação de têmpera dos vidros. Os vidros são retirados dos carrinhos do estoque formado após o setor da furação. No pré-forno no início da operação as etiquetas de identificação são retiradas, também nessa fase o vidro recebe a logomarca da empresa. Simultaneamente um operador programa a fornada, no que diz respeito a temperatura e a duração do processo para a têmpera, enquanto o outro colocam os vidros na esteira são levados para o forno, onde sofrem o choque térmico para o processo de têmpera. Passado o tempo necessário, o vidro fica numa parte distinta

ainda que dentro do sistema para o resfriamento. Após resfriadas, as peças são retiradas do forno, através da esteira levadas até a mesa final onde são etiquetadas novamente, além de receberem uma nova inspeção para verificação de irregularidades na superfície e empenamento.

- Expedição: é a operação que retira os vidros recém temperados e os colocam nos carrinho de acordo com a destinação e colocados em um espaço para aguardar o momento do carregamento nos caminhões para efetuarem as entregas.

4.3.1 Descrição de materiais

- Materiais: a matéria-prima utilizada possui origem em diferentes fornecedores, localizados em outros estados da federação. Fornecedores: Guardian(principal), PKO, Cebrace, ACG, Saint-Gobain. O material sempre chega em grandes chapas de vidro.
- Vidros temperados: é um vidro que se caracteriza por receber tratamento térmico ou químico, processo chamado de têmpera visando modificar suas características como dureza e resistência mecânica. Possui estrutura modificada, principalmente quando o mesmo é quebrado, ao invés de se quebrar em cacos altamente cortantes, ele se estilhaçam em pedacinhos de forma a promover maior segurança para o usuário nesse casos. Atualmente é um material indispensável, seu uso estende-se a box de banheiro, portas, janelas, mesas de vidro, vitrines, carros e móveis.
- Vidros laminados: é um vidro composto por duas ou mais camadas de vidro float, intercalados por uma ou mais películas plásticas denominadas PVB, unidas por um processo de pressão e calor, isso lhe confere a condição de vidro de segurança, pois nos casos de quebra os fragmentos de vidros ficam presos no PVB, evitando eventuais ferimentos e a reposição do vidro pode ser programada, uma vez que o vão se mantém fechado. Possui ainda a capacidade de amortecer as ondas sonoras, proporcionando um controle sonoro ao ambiente, além de servir como barreira contra os raios ultravioletas. Aplicado em box de banheiro, portas, janelas, mesas, vitrines, carros e móveis.

- Vidros refletivos: popularmente conhecidos como espelhados, são aplicados em janelas e fachadas na sua forma comum ou laminada, bloqueiam a entrada de calor no ambiente interno, reduzindo também a incidência de luz. Vistos do lado de fora, impede a visão para o interior durante o dia preservando a privacidade interna, além do fato de possuir um agradável aspecto moderno. Abaixo figura mostrando vidro refletivos e um exemplo de uso.
- Máquinas: a empresa conta com um bom grau de automação com máquinas de alta tecnologia vindas do exterior, que aumentam muito a produtividade da linha de produção. Quase todos os setores possuem um bom grau de automação. Destaque para a Mesa de Corte Bottero, Mesa de Corte Macotec Laminado o forno industrial SGlass, a lapidadora Schiatti Angelo Turnover e a máquina de furação automática Francesca FM 16m 1600MILL, as lavadoras AGMAQ. Biseladora Schiatti.

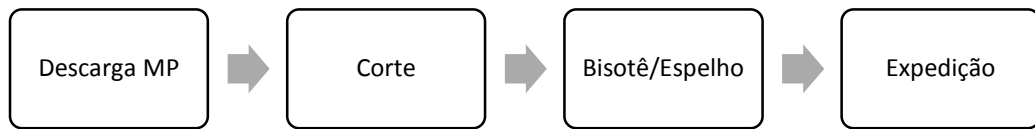
4.3.2. Análise dos fluxos de produção

Abaixo temos os fluxos de processos presentes na linha de produção da Douraglass. A produção se caracteriza por ser uma produção por lotes quase que por encomenda. Em função disso a Douraglass possui fluxos variados de produção apesar de um espaço relativamente curto. O fluxo de processos possui pontos que merecem ser destacados: como o fato de todas as peças produzidas passarem pela mesa de corte automatizada. A partir do corte a uma divisão no fluxo de peças onde uma menor parte (espelhos) vão para o setor específico de espelhos, e as demais peças se dividem entre a lapidação automática e manual, a partir desse ponto há roteiros de produção variáveis. A maioria das peças só compartilharão do mesmo roteiro no processo de têmpera onde elas são direcionadas para o estoque pré-forno. Uma minoria, não sofre o processo de tempera e após serem processadas vão direto para a expedição. Segue as descrições dos fluxos:

Fluxo 1:(espelhos) o fluxo um possui como matéria-prima vidros refletivos. A matéria prima é retirada do depósito e é levada até o estoque antes da máquina de corte. A chapa de vidro e colocada sobre a mesa, recebe as marcações e cortes, no final os retalhos são destacados colocados em carrinhos, esperam e são enviados ao

setor de espelhos e bisotê reto, onde ele é lapidado, bisotado, limpo e recebe a embalagem. A figura 9 ilustra a sequência de operações do fluxo 1.

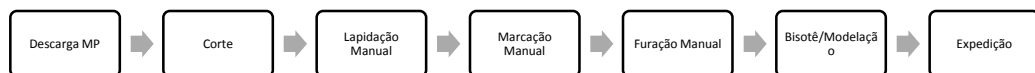
Figura 9. Fluxo dos espelhos



Fonte: (CARVALHO, 2018)

Fluxo 2: (produtos pequenos, e não temperados) a matéria-prima é descarregada no depósito. Ela é transportada do depósito para o estoque pré-corte, em seguida é cortada e os retalhos são colocados nos carrinhos aguardando o passo seguinte. São levadas ao setor de lapidação manual, após lapidadas elas são colocadas em espera nos carrinhos até irem para a marcação manual onde recebem as marcas e em seguidas são furadas manualmente, então são colocadas em carrinhos para a espera de irem para o processo de bisoteamento e ou modelação. Terminado essa fase, são colocadas em carrinhos e enviadas para o setor da expedição. A figura 10 ilustra a sequência de operações do fluxo 2.

Figura 10. Fluxo de produtos pequenos e não temperados.



Fonte: (CARVALHO, 2018).

Fluxo 3: (produtos pequenos e temperados) a matéria-prima é descarregada no depósito. Ela é transportada do depósito para o estoque pré-corte, em seguida é cortada e os retalhos são colocados nos carrinhos aguardando o passo seguinte. São

levadas ao setor de lapidação manual, após lapidadas elas são colocadas em espera nos carrinhos até irem para a marcação manual onde recebem as marcas e em seguidas são furadas manualmente, então são colocadas em carrinhos para a espera de irem para o processo de bisoteamento e ou modelação. Terminado essa fase, são colocadas em carrinhos e enviadas para o estoque pré-forno onde ficaram aguardando o momento de serem usadas na fornada para o processo de têmpera. São resfriadas, são etiquetadas novamente, além de receberem uma breve inspeção, ao final são enviadas ao setor de expedição. A figura 11 ilustra a sequência de operações do fluxo 3.

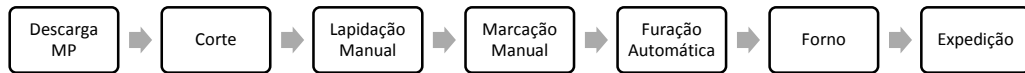
Figura 11. Fluxo dos produtos pequenos e temperados.



Fonte: (CARVALHO, 2018)

Fluxo 4: (produtos médios) a matéria-prima é descarregada no depósito. Ela é transportada do depósito para o estoque pré-corte, onde em seguida será cortada e os retalhos são colocados nos carrinhos aguardando o passo seguinte. São levadas ao setor de lapidação manual, após lapidadas elas são colocadas em espera nos carrinhos até irem para o estoque do setor de furação automática, recebem os furos, são lavadas e inspecionadas e enviadas para o estoque pré-forno onde ficam aguardando o momento de serem usadas na fornada para o processo de têmpera. São resfriadas, são etiquetadas novamente, além de receberem uma breve inspeção, ao final são enviadas ao setor de expedição. Terminado essa fase, são colocadas em carrinhos e enviadas para o setor da expedição. A figura 12 ilustra a sequência de operações do fluxo 4.

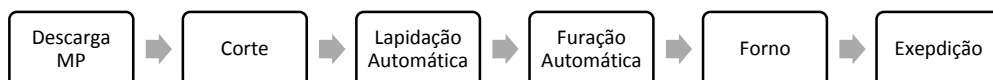
Figura 12. Fluxo dos produtos médios.



Fonte: (CARVALHO, 2018)

Fluxo 5: (produtos grandes, com furos e temperados) a matéria-prima é descarregada no depósito. Ela é transportada do depósito para o estoque pré-corte, em seguida é cortada e os retalhos são colocados nos carrinhos aguardando o passo seguinte. O passo seguinte é as peças serem retiradas dos carrinhos e serem colocadas nas esteiras do setor de lapidação, que as levam para sofrer o processo de lapidação. Ao término do processo de lapidação as peças são colocadas em carinhos e enviadas ao estoque do setor de furação automática, em dado momento são processadas (furadas) em seguida lavadas e inspecionadas. São colocadas novamente nos carrinhos onde aguardar irem para o forno. Vão para o forno são temperadas e resfriadas. Em seguida são retiradas, etiquetadas novamente recebem uma rápida inspeção são colocadas em carrinhos e enviadas para a expedição. A figura 13 ilustra a sequência de operações do fluxo 5.

Figura 13. Fluxo dos produtos grandes, com furos e temperados

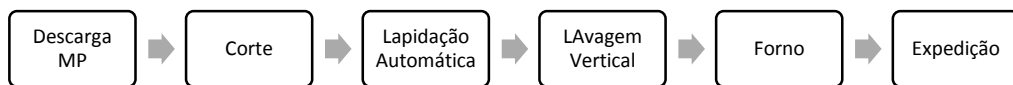


Fonte: (CARVALHO, 2018)

Fluxo 6: (produtos grandes, sem furos e temperados) a matéria-prima é descarregada no depósito. Ela é transportada do depósito para o estoque pré-corte,

em seguida é cortada e os retalhos são colocados nos carrinhos aguardando o passo seguinte. O passo seguinte é as peças serem retiradas dos carrinhos e serem colocadas nas esteiras do setor de lapidação, que as levam para sofrer o processo de lapidação. Ao término do processo de lapidação as peças são colocadas em carinhos e enviadas ao setor de lavagem vertical onde as peças são lavadas quando não passam pelo setor de furação automática. Após serem lavadas são colocadas em carrinhos enviadas ao estoque pré-forno. Vão para o forno são temperadas e resfriadas. Em seguida são retiradas, etiquetadas novamente recebem uma rápida inspeção são colocadas em carrinhos e enviadas para a expedição. A figura 14 ilustra a sequência de operações do fluxo 6.

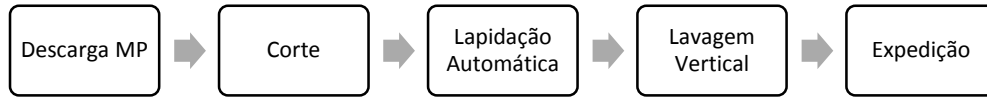
Figura 14. Fluxo dos produtos grandes, sem furos e temperados.



Fonte: (CARVALHO, 2018)

Fluxo 7: (produtos grandes, sem furos e não temperados) a matéria-prima é descarregada no depósito. Ela é transportada do depósito para o estoque pré-corte, em seguida é cortada e os retalhos são colocados nos carrinhos aguardando o passo seguinte. O passo seguinte é as peças serem retiradas dos carrinhos e serem colocadas nas esteiras do setor de lapidação, que as levam para sofrer o processo de lapidação. Ao término do processo de lapidação as peças são colocadas em carinhos e enviadas ao setor de lavagem vertical onde as peças são lavadas quando não passam pelo setor de furação automática. Após serem lavadas são colocadas em carrinhos enviadas para a expedição. A figura 15 ilustra a sequência de operações do fluxo 7.

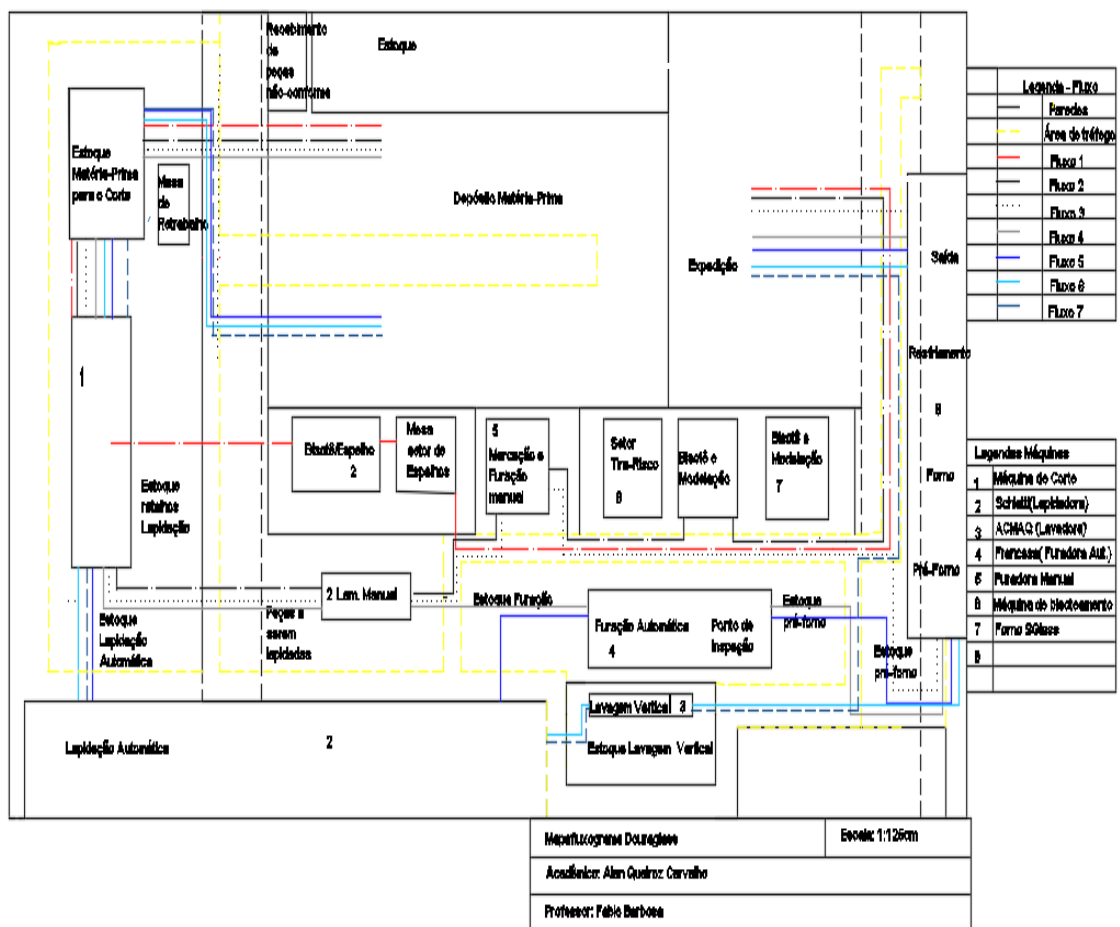
Figura 15. Fluxo dos produtos grandes, sem furos e não temperados.



Fonte: (CARVALHO, 2018)

Visando sintetizar o espaço ocupado pela linha de produção, e ilustrar os fluxos de produção, foi elaborado um Mapofluxograma, uma ferramenta que promove uma visão geral dos fluxos de materiais e produtos existentes na fábrica. A seguir, teremos na figura 16 o Mapofluxograma Douraglass com o caminho dos 7 fluxos citados anteriormente.

Figura 16. Mapofluxograma Douraglass



Fonte: (CARVALHO, 2018).

4.4 Conceito de erro operacional

O conceito de erro operacional na Douraglass diz respeito ao número de peças que precisam ser repostas ao consumidor devido a qualquer tipo de não conformidade que comprometa o produto acabado e gere insatisfação ao cliente. O erro operacional possui diferentes fontes e afetam com elevação dos custos de produção.

Os setores que possuem as maiores fontes de erro operacional de acordo com os dados históricos são: trânsito, programação no PCP, digitação e marcação. Destaca-se o fato de que automatização existente na indústria de fato eleva e muito a produtividade. O erro operacional na maioria das vezes está ligado a fatores humanos como distrações e displicência nos três últimos. Na questão de trânsito há um conjunto de variáveis que afetam, o transporte do vidro é uma atividade muito delicada que não suporta erros.

As não-conformidades que geram o erro operacional são: riscos/arranhões, erro da máquina de furação automática, medidas erradas e quebra no transporte. As quebras ocasionadas pelo transporte fogem do escopo deste estudo de caso, por não ocorrerem dentro da linha de produção da fábrica. Os riscos/arranhões e erros da máquina automática merecem atenção e podem ser corrigidos com algum trabalho específico. As planilhas com os índices de erro operacional estarão contidas no Anexo B deste trabalho.

Figura. 17. Índices de erro operacional

		Média 2017	jan/18	fev/18	mar/18	abr/18	mai/18	jun/18	jul/18
ERRO OPERACIONAL	m ²	113,20	95,11	75,25	141,78	157,24	129,66		
ERRO OPERACIONAL	Real	0,72%	0,56%	0,53%	0,92%	0,91%	0,78%		
ERRO OPERACIONAL	Meta	1,00%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%		
EXPEDIDO	m ²	16002,27	16844,47	14172,92	15460,50	17331,63	16709,92		

Fonte: Setor Qualidade Douraglass

Figura 18. Indicadores de não-conformidade por setor

Setor	Peças	M ²	%	% Acumulada
PRE-FORNO	106	175,53	19,67%	19,67%
LAPIDACAO	75	145,65	16,32%	35,99%
FURAÇÃO AUTOMÁTICA	90	119,40	13,38%	49,37%
LAVADORA VERTICAL AGMAQ	91	88,08	9,87%	59,23%
MESA DE CORTE BOTTERO	46	86,68	9,71%	68,95%
TEMPERA	77	81,83	9,17%	78,12%
FORNECEDOR MATERIA PRIM	46	56,65	6,35%	84,46%
LAVADORA FORVET - AGMAQ	28	33,62	3,77%	88,23%
MARCAÇÃO FORVET	15	30,45	3,41%	91,64%
FURAÇÃO MANUAL	37	29,77	3,34%	94,98%
BISOTE RETO	6	11,62	1,30%	96,28%
MARCAÇÃO MANUAL	14	7,15	0,80%	97,08%
LIBERACAO COMERCIAL	3	6,27	0,70%	97,78%
MODELACAO	3	5,98	0,67%	98,45%
EXPEDICAO	6	4,73	0,53%	98,98%
MESA CORTE MANUAL	3	3,69	0,41%	99,39%
MESA DE CORTE MACOTEC L	3	3,06	0,34%	99,74%
BIS.MODEL	1	1,21	0,14%	99,87%
ALMOX	1	1,13	0,13%	100,00%
PROG. P C P	0	0,00	0,00%	100,00%
TOTAL	651	892,49		

TOTAL DO MÊS = 892,4907

Fonte: Setor Qualidade Douraglass

4.5. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

Conforme apresentado na introdução deste trabalho de graduação, o objeto de estudo são os setores de lapidação e têmpera. Foram analisados os dados/informações presentes no Anexo B (de erro operacional da fábrica), onde foi constatado que em certas ocasiões há um número de peças maior que o estipulado como meta pela gerência, sendo devolvidas pelos clientes por ocorrência de alguma não-conformidade relevante (erro operacional). Cada reposição, cria um problema gerando prejuízo financeiro e material para empresa, que se irradia por todos os setores da fábrica.

Diante da uma reposição de peça, o setor de logística que precisa buscar e transportar, novamente, a peça para a fábrica; o setor de produção que necessitará executar uma nova ordem de produção causando desperdício de insumos; o setor de qualidade precisará executar o retrabalho, além de reavaliar tanto a peça devolvida quanto a peça reposta; a manutenção será impactada pois será exigido mais um ciclo de operação de cada máquina utilizada no processamento; o PCP que precisa reenviar as ordens de produção que gera impressão de novos formulários, causando desperdício de tempo tudo isso somando um prejuízo financeiro e de reputação para

a empresa. Pode-se observar que vários setores são impactados para a execução dessa reposição.

O setor de qualidade possui certa dificuldade em atingir regularmente as metas de erro operacional, demonstrando que há uma certa deficiência na identificação e impedimento das peças não-conformes, e dessa maneira chegando até as mãos dos clientes.

O estudo prévio dos setores críticos, se faz conveniente para a elaboração de futuras propostas de intervenção e melhoria, visando suprimir a irregularidade dos índices, e obter uma constância, de forma que se mantenham abaixo do valor estabelecido como meta pela gerência.

O estudo apresentado lança bases para a implantação de um novo ponto de inspeção que atue de maneira mais rigorosa ao final do processo de têmpera que é o último setor pelo qual os vidros são processados, além da implantação do CEP no setor de lapidação, para um acompanhamento mais adequado e rápida identificação de causas especiais atuantes no processo.

4.5.1 Desenvolvimento do gráfico de controle para o setor de lapidação

O setor de lapidação é um dos gargalos da fábrica além de ser uns dos setores “campeões” na origem de não-conformidades conforme apresentado no Anexo B, funciona em regime contínuo durante o seu período de operação (um turno de oito horas com intervalo para almoço).

Nessa operação os próprios colaboradores do setor, são os responsáveis pela inspeção da qualidade do produto, entretanto tal inspeção ocorre de maneira apressada, devido ao fato que os colaboradores tem de pegar a peça, acondicioná-las no carrinho de transporte de vidros rapidamente e voltar ao posto de trabalho ao final da lapidadora para repetir o processo com a peça seguinte. Naturalmente, o processo de inspeção é prejudicado, fazendo que peças fora dos parâmetros ideais de qualidade, sejam liberados para os processos seguintes, gerando queda no nível de qualidade do produto e do processo como um todo.

Outro ponto relevante, é a ausência de um controle de informações e de dados de maneira mais detalhada, que possa indicar quando o processo está ocorrendo de maneira inadequada (com a presença de causas especiais). Portanto, quando há a

percepção de alguma causa especial no processo, muitas peças foram lapidadas com um nível menor de qualidade.

Sendo assim, o processo necessita de uma inspeção mais frequente, que não modifique a dinâmica de produção contínua do setor, que gere informações e que haja ferramenta para identificar o mais rápido possível a ocorrência de causa especial no processo.

A ferramenta que abarca todos os pontos citados são os gráficos de controle (apresentados anteriormente nesse trabalho), que na realidade específica do setor de lapidação dos retalhos de vidro, terá como mais adequado é o gráfico de p (fração defeituosa), uma vez que o setor possui uma quantidade variável de produção diária, com valor entre 500 e 1200 itens na maioria dos casos, ocorrendo picos com valores acima da faixa, caso a fábrica apresente a necessidade de maior volume de produção. O gráfico de p possui similaridade com o gráfico de np , sendo a diferença residente no fato de que no gráfico de p os valores são divididos pelo número de peças inspecionadas, obtendo assim uma fração percentual. De acordo com os parâmetros do gráfico, uma ação muito importante pode e deve ser executada, que é a estimação dos índices de risco alfa e beta, que permitem saber o poder de detecção de causas especiais do gráfico, e a velocidade de detecção.

Uma futura implantação do Controle Estatístico do Processo (CEP) com a utilização de gráfico de controle por atributos (a peça lapidada será avaliada em termos de aprovada ou não aprovada) deverá ser executada em etapas:

- Verificação da ocorrência de causas especiais no processo

O processo de implantação de gráficos de controle passa inicialmente pelo processo de adequação do processo, ou seja, uma estabilização do processo para que o mesmo não trabalhe sob a influência de causas especiais. Caso o processo não seja estatisticamente estável (variabilidade natural controlada), então deve ser feita a investigação dessa causa e posteriormente um plano de ação para melhoria.

É recomendado que o setor de qualidade execute essa etapa em um prazo de no mínimo 90 dias, sendo um período de 30 dias para a execução de uma inspeção preliminar, para se obter dados e informações, investigar se há variabilidade alta no processo. O objetivo é gerar um gráfico preliminar, e fazer uma análise levando em

consideração o número de peças não-conformes que rotineiramente se têm. Para a eficiência dessa inspeção preliminar, deve-se confeccionar uma folha de verificação com a estratificação adequada com a realidade.

Caso haja alguma causa especial, haverá pontos discrepantes em relação a maioria e nesse caso, recomenda-se a o giro do ciclo PDCA – Planejar-Fazer-Controlar-Ação -- antecedido pela execução do Diagrama de Ishikawa para a investigação das causas naturais não-controladas ou causas especiais, de modo que as mesmas sejam encontradas (geralmente a causa se encontra dentro dos 6 M's). Encontrada a causa ou as causas deve-se executar o ciclo PDCA o mais breve possível, onde seja desenvolvido um plano de ação para solucionar tal problema. É fundamental ter a consciência de que o CEP jamais poderá ser implantado em um processo que não esteja estabilizado, tal equívoco seria geraria a perda de eficácia da ferramenta.

No caso de processo instável anteriormente, o processo apenas poderá ser definido como livre de causas especiais (no caso de ocorrência de causas especiais anteriormente) ou causas naturais não-controladas, quando um devido plano de ação com a metodologia PDCA for implantado, inspecionado, analisado e através dessa análise for constatado uma melhoria evidente e constante do processo após uma nova inspeção feita em um mesmo período com a da inspeção preliminar, dessa vez com apenas causas normais atuando sobre o processo.

O recolhimento das amostras nessa fase preliminar, assim como na fase plena de funcionamento da ferramenta, deve ser feita de maneira organizada, prática e sucinta, sendo adaptada as circunstâncias. A seguir há um modelo de folha de verificação a ser utilizada na inspeção no setor lapidação, com o objetivo de recolher as informações importantes do setor, vale ressaltar que esse modelo de folha é sugerido exclusivamente para o setor de lapidação de uma indústria transformadora de vidro. (Outras circunstâncias pode-se utilizar modelos de folha de verificação mais adaptada). A figura 19 traz o modelo de folha de verificação sugerida para aplicação na Douraglass.

Figura. 19 Modelo sugerido de Folha de Verificação.

FOLHA DE VERIFICAÇÃO-LAPIDAÇÃO				
Nº da peça	Nome da peça	Possui defeito	Tipo do defeito	Horário
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
DATA:				

Fonte: (CARVALHO, 2018).

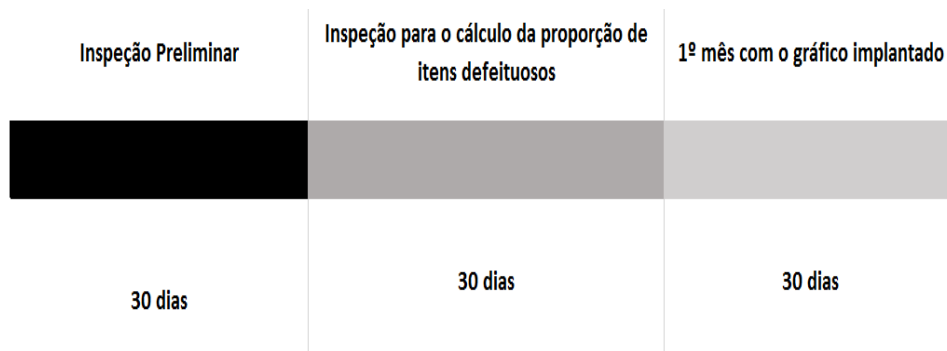
O processo apenas poderá ser definido como livre de causas especiais (no caso de ocorrência de causas especiais anteriormente) quando um devido plano de ação com a metodologia PDCA for implantado, inspecionado, analisado e através dessa análise for constatado uma melhoria evidente e constante do processo. Após essa etapa, poderá ser feita a inspeção normalmente e definido o número de itens defeituosos do processo, sob a influência de causas normais.

Garantida a constância do processo, a próxima etapa é o recolhimento de dados e informações, para o cálculo da proporção de itens defeituosos do processo, em condições normais. Essas informações devem ser recolhidas com a utilização das mesmas folhas de verificação usadas na etapa anterior. O cálculo da proporção de itens defeituosos (vide capítulo 3), está intrinsicamente ligado ao cálculo da média,

desvio-padrão, e por conseguinte os limites médio, inferior e superior do gráfico de controle.

A inspeção para o cálculo da proporção de itens defeituosos também deverá ser feita por um período de 30 dias, para que se obtenha uma noção exata por um período de tempo razoável. Com a proporção de itens defeituosos estimadas, os cálculos dos limites do gráfico poderão ser feitos e dessa forma, no período seguinte pode-se implantar o CEP com o gráfico por atributos de fração defeituosas (p). Segue abaixo um esquema que representa as etapas para a implantação do CEP em um setor, a partir do zero. A figura 20 traz as etapas de implantação do CEP.

Figura 20. Etapas para implantação do CEP



Fonte: (CARVALHO, 2018)

- Definições sobre as amostras

O gráfico de controle p será aplicado em um setor que possui um fluxo de produção diária variando geralmente entre 500 até 1200 peças lapidadas por dia de maneira contínua conforme dados da própria empresa.

Como a produção ocorre de maneira contínua, seria inadequado separar por lotes as amostras, sendo assim será considerada para fins deste estudo uma amostra diária. De acordo com Werkema (1995) para um gráfico de p se recomenda que as amostras possuam um tamanho mínimo 50 unidades e máximo de 200 unidades.

O tamanho da amostra será um valor equivalente a 10% do volume diário produzido pelo setor de lapidação. Dessa forma os tamanhos da amostra se encontrarão no intervalo entre 50 e 120 peças, estando assim dentro do da faixa de 50 a 200 unidades estabelecidas pelos teóricos. A quantidade de amostras a serem definidas será conhecida logo no começo do turno onde se verificará a quantidade

planejada de produção para o dia, portanto sempre se saberá previamente o tamanho da amostra a ser recolhida. Apesar de rara as vezes em que o processo produza fora da faixa determinada no primeiro parágrafo, pode ocorrer situações esporádicas onde o volume de produção seja menor ou maior, nesses casos é sugerido que se proceda da seguinte maneira:

- a) No caso de volume menor que 500 peças, se recolherá uma amostra de 50 unidades;
- b) No caso de volume maior que 1200 peças, se mantém o valor de 10% do valor produzido.
- c) No caso de volume superior a 2000 peças, se recolherá uma amostra de 200 unidades.

Como citado anteriormente produção ocorre em um período de 8 horas diárias com intervalo para almoço. Na rotina da fábrica o setor da qualidade aplica uma inspeção hora a hora, portanto ela pode ser aproveitada para o recolhimento das peças para a amostra diária. Sendo assim, o tamanho da amostra será dividida por 8, e o quociente obtido será a quantidade de peças a serem acumuladas por hora no setor, e esse quociente será dividido por 60 minutos para se encontrar a frequência de recolhimento. Segue abaixo um exemplo ilustrativo:

Tendo um total de 80 amostras para ser retirados em 8 oportunidades (por hora), têm-se uma quantidade de 10 peças por hora a serem recolhidas, sendo assim é sugerido que se retire uma peça a cada 6 minutos e se encaminhe para o carrinho para as peças a serem inspecionadas ao final do dia, cujos resultados serão encaminhados para a atualização do gráfico.

Após o recolhimento das amostras, e passadas as etapas anteriores deve-se calcular a média, o desvio-padrão e os limites de controle para o gráfico e colocá-lo em funcionamento.

- Análise de desempenho do Gráfico e adequação do gráfico

Uma vez colocado em funcionamento, os gráficos de controle podem e devem ser avaliados, para discernir se há um bom funcionamento, e se há necessidade de aprimoramento. Os gráficos de controle trabalham com probabilidades de ocorrência ou não-ocorrência de peças não-conformes.

Ocasionalmente, pode vir a ocorrer de um gráfico acusar a existência de causas especiais em um processo onde não há causas especiais atuando, esse risco é denominado de risco alfa α . Há também o risco de que um gráfico que esteja sob influência de causas especiais não acusar a existência das mesmas, o chamado risco beta β .

O risco alfa e o risco beta são calculados com base na distribuição binomial. No caso a seguir p_0 será considerada a probabilidade de ocorrência de defeitos e p_1 a não-ocorrência.

$$\text{Dado por: } \alpha = 1 - \Pr [LIC \leq D \leq LSC | p=p_0]$$

Risco Beta (β : risco do gráfico deixar de sinalizar causas especiais existentes (deve ser minimizado)).

$$\text{Dado por } \beta = \Pr [LIC \leq D \leq LSC | p=p_1]$$

Costa, Epprecht & Carpinetti (2005) mostra que esse cálculo de probabilidades é facilmente executado pelo programa EXCEL, onde deve-se utilizar a função DISTRBINOM e fornecer os valores de n , p e d desejado.

Deve-se levar em consideração, caso o risco alfa muito alto, significa que o risco de o gráfico oferecer um alarme falso é grande, e desta forma esse risco deve ser minimizado ao máximo possível, nesta circunstância algumas correções devem ser feitas no gráfico. Tais correções podem ser o alargamento dos limites do gráfico ou o aumento da amostra. O alargamento dos limites pode aumentar o risco beta, ou seja o poder de detecção do gráfico pode diminuir. O aumento no número da amostra diminuirá o risco alfa sem interferir no risco beta.

Esses diferentes valores do gráfico (tamanho da amostra e limite de gráfico) podem ser comparados através das curvas de probabilidades de detecção. Há também a possibilidade de se fazer uma escolha do tamanho da amostra e dos limites de controle, para o gráfico, de maneira que os riscos alfa e beta não fiquem acima dos valores de interesse, que podem ser pré-estabelecidos pelo usuário.

Para esse caso específico, a proposta de gráfico de controle p terá os valores dos parâmetros obtidos através de valores especificados de alfa em 0,005 (0,5%) e de beta em 0,600 (60%). Tais valores são sugeridos de forma que o gráfico tenha um

bom poder de detecção a uma velocidade rápida, impedindo que um maior número de peças inadequadas sejam produzidas até a detecção de causa especial, e com um baixo risco para alarmes falsos, economizando tempo de trabalho para o setor qualidade. Com os valores de riscos estabelecidos, juntamente com a proporção defeituosa. O resultado para os limites do gráfico e de tamanho de amostras personalizados poderão ser obtidos através do programa Excel, através do uso da distribuição binomial.

4.5.3. Estudo para implantação futura de plano de amostragem no setor de têmpera

- Sobre o posto de inspeção

O posto de inspeção a ser implementado, deve estar em consonância com a rotina da fábrica, ou seja, não deverá ocupar uma grande área territorial ao final do processo, atrapalhando dessa forma, a fase de expedição. Não deverá provocar um aumento significativo no custos de qualidade e não deverá ser a origem de um novo gargalo, justamente no final do processo.

O posto de inspeção deverá contar com uma mesa sobre a qual as peças de vidro possam ser colocadas confortavelmente, sem riscos de sofrer danos. A mesa deverá contar com uma boa iluminação de forma que o operador consiga detectar possíveis riscos, manchas ou quaisquer tipos de defeito da peça, e uma cadeira para que o operados possa se apoiar e por vezes descansar no intervalo das inspeções. O espaço requerido para o posto de inspeção não é grande, um espaço de 2 metros quadrados já se faz suficiente para a cumprir o objetivo.

Objetivos: o ponto de inspeção visa separar as unidades produzidas aceitáveis do ponto de vista da qualidade das não aceitáveis (que serão analisadas antes da destinação final); ajudar no rastreamento de forma que se chegue o mais breve possível aos supervisores ou líderes responsáveis pelo setor que pode ter gerado as não-conformidades e assegurar que os requisitos da qualidade estão sendo atendidos.

A inspeção a ser executada será por amostragem, entretanto, devido ao fato, de que o setor onde o posto de inspeção estará localizado ter um ritmo de produção

mais lento e com lotes pequenos por vez, um número de peças precisará ser acumulado durante o dia para que a amostragem possa ser utilizada plenamente.

O método de inspeção empregado será a inspeção por atributos (aprovado ou não-aprovado), devido ao fato de que a inspeção tratará de um exame visual da peça, verificação tátil da peça e um exame de dimensões. O somatório dessas características será descrito aprovado ou não-aprovado. A inspeção por atributo é mais fácil e barata de ser executada comparado a inspeção por variáveis além de promover uma maior facilidade para a generalização de características relacionadas a um lote. Portanto é o método mais adequado para a presente situação.

Para a formação do lote de inspeção será necessário que um carrinho seja designado para o recolhimento das peças temperadas, para que as mesmas passem por um processo de inspeção separadamente. Nesse processo as etiquetas também deverão ser analisadas com cuidado para rastrear o fluxo de produção tal produto percorreu, além da destinação final. Como se trata de um produto acabado a inspeção executada será do tipo lote a lote. Identificação dos lotes: não se justifica mais algum tipo de identificação de produtos, pois os mesmo possuem um bom nível de informações que possibilita a rastreabilidade.

O posto de inspeção possuirá como base metodológica a NBR 5426/1985. As peças acumuladas, serão colocadas sobre a mesa de inspeção, uma por uma onde a lâmpada estará acesa na parte inferior, e serão analisados riscos, trincas, efeitos borboleta, lascados dentre outras não-conformidades. A qualidade da lapidação da peça também será analisada com rigor pois esse também é um processo crítico. Não será possível a acumulação de grandes volumes de produtos acabados, uma vez que isso provocaria desordem no layout da fábrica, aumentaria custos, burocracia e criaria um novo gargalo. Portanto a inspeção deverá ser feita assim que o lote retirado da têmpera seja encaminhado ao posto de inspeção.

O método de amostragem utilizado no plano será o simples, onde os resultados obtidos de uma única amostra serão conclusivos a respeito da aceitação ou rejeição do lote. Um fator que obriga a utilização de um plano de amostragem simples é o fato dos lotes e a produção serem pequenos. O plano simples impactará nos custos de produção, gerando um maior custo em relação aos que poderiam ser obtidos com a inspeção dupla ou múltipla, entretanto como esse é um estudo para uma futura implantação, significa que o processo provavelmente não estará no seu melhor nível, e a amostragem simples é o ideal para o início dos planos de amostragem.

Caso o número de peças defeituosas seja maior do que o número limite de peças rejeitadas, todo o lote será retirado e levado para uma inspeção 100% e mais criteriosa, para identificar se todo o lote estará comprometido ou não. Caso seja apenas as peças identificadas, as mesmas serão enviadas para o retrabalho ou dependendo da gravidade da não conformidade a peça irá para o setor de quebra.

Ao detectar alguma não conformidade, será preenchido um formulário com as informações para a identificação da peça: quando foi dada a ordem de produção, fluxo que ela percorreu, aprovação das peças por outros setores. Isso será feito de forma a facilitar a rastreabilidade e a identificação do setor onde a peça ficou inadequada. Caso o lote seja aprovado, ele automaticamente será enviado para o setor de expedição, distribuído entre os carrinhos dos diferentes destinos onde aguardarão o momento de serem expedidas. As informações coletadas sobre aprovação ou reprovação de lotes serão utilizadas para o sistema de comutação, que garante um equilíbrio entre os níveis de inspeção e os custos.

O Nível de Qualidade Aceitável (NQA) que será estabelecido é de 0,8%, que é o valor estabelecido como meta de erro operacional pela gerência. Ao se utilizar o NQA se procura garantir que os produtos tenham qualidade. Um valor igual ou superior ao estabelecido tenham grande probabilidade de serem aceitos. Nesses casos o risco de produtos bons serem rejeitados são baixos.

Visando redução de custos, e maior agilidade no processo os níveis de inspeção estarão sujeitos a mudanças, onde uma atenuação no nível de inspeção de exigência da qualidade pode ser aplicado. Abaixo será explicado como funcionará essas possíveis mudanças através do sistema de comutação a ser implantado.

- Sobre o sistema de comutação

As informações coletadas sobre aprovação ou reprovação de lotes serão utilizadas para o sistema de comutação apresentado na norma NBR 5427, que garante um equilíbrio entre os regimes de inspeção, níveis de qualidade e os custos associados.

Com o passar do tempo o processo poderá se mostrar confiável, através de um número sucessivos de aprovação, ou não tanto confiável, devido ao número de reprovações. No primeiro caso, o nível de inspeção pode ser diminuído sem que isso

provoque uma queda no nível de confiança ou implique em um nível maior de risco. Ele será reduzido e assim permanecerá até o momento que haja alguma anomalia, que automaticamente fará com que o nível e tipo de inspeção seja aumentado de forma a inspeção ocorra de uma forma mais criteriosa. Quanto ao segundo caso, onde o processo não se mostra confiável automaticamente o nível de inspeção será aumentado para que a inspeção ocorra de maneira mais criteriosa e assim se manterá até que o processo se mostre confiável e assim possa sofrer uma atenuação no nível de exigência.

De acordo com a NBR 5427/1985, o início de um procedimento de inspeção normalmente se aplica a inspeção em regime Normal (nível II). Quando se utiliza o sistema de comutação da NBR 5427/1985 no item 4.6 (o que é o caso da presente proposta de intervenção) que promove mudanças de regimes de acordo com as circunstâncias. As mudanças de regime serão feitas de acordo com a seguinte dinâmica:

De Normal para Severo (de II para III): ocorrerá a mudança de regime quando a inspeção normal for executada em cinco lotes consecutivos e desses, dois lotes forem rejeitados na inspeção

De Severo para Normal (de III para II): ocorrerá mudança de regime após houver inspeção severa em cinco lotes consecutivos, e houver aprovação de todos eles.

De Normal para Atenuado (de II para I): ocorrerá a mudança de regime quando em um regime de inspeção Normal:

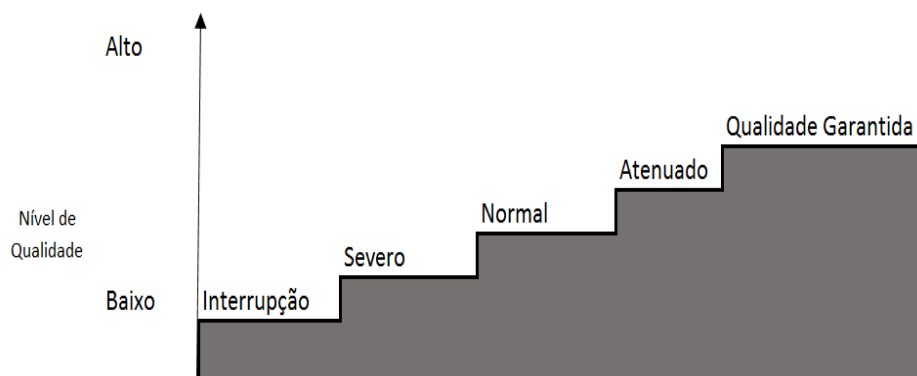
- a) Dez lotes tenham sido inspecionados e aprovados;
- b) Que o número total de unidades defeituosas encontrado nas amostras dos dez ou mais lotes precedentes submetido a inspeção norma e não rejeitados forem menor ou igual ao número limite dado na tabela 17 da NBR 5426/1985. No caso de amostragens duplas ou múltiplas, o número total de unidades defeituosas encontrado em todas as amostras devem ser comparados com a tabela 17 da NBR 5426/1985;
- c) Quando a produção se desenvolver com regularidade;
- d) E ser considerada adequada.

De Atenuado para Normal (de I para II): ocorrerá a mudança de regime quando: um lote for rejeitado ou quando um lote for aprovado quando a produção estiver irregular, ou a ocorrência de condições adversas.

Se eventualmente dez ou mais lotes que estiverem sob o regime de inspeção Severa (III) forem prontamente rejeitados, recomenda-se interrupção da inspeção, para que providências para melhoria da qualidade sejam efetuadas.

A qualidade assegurada, não está contida na NBR 5426/1985, ficando a critério da própria indústria estabelecer um ponto a ser considerado. Este estudo sugere que a qualidade assegurada será estabelecida, quando uma quantidade de dez lotes consecutivos forem aprovados através da inspeção atenuada, dessa forma significará que o processo é confiável, sendo assim desnecessário a inspeção continuada.

Figura 20. Esquema ilustrativo do sistema de comutação.



Fonte: (CARVALHO, 2018).

- Memória de cálculo

O tamanho dos lotes a serem acumulados, será um valor de 100 peças, significa que a cada 100 peças recolhidas será aplicada uma inspeção e o lote será aprovado ou não se atender os parâmetros estabelecidos pela NBR 5426/1985.

Meta de erro operacional: 0,8% -- NQA tabelado = 0,65%. (Tabela 2 NBR 5426)

De acordo com a figura 21, o tamanho do lote processado pelo forno varia segundo duas faixas (91-100). Esses valores serão utilizados como referência para todas as inspeções futuras a serem executadas.

Figura 21. Tabela 1 NBR 5426/1985.

Tabela 1 - Codificação de amostragem

Tamanho do lote	Níveis especiais de inspeção				Níveis gerais de inspeção		
	S1	S2	S3	S4	I	II	III
2 a 8	A	A	A	A	A	A	B
9 15	A	A	A	A	A	B	C
16 25	A	A	B	B	B	C	D
26 50	A	B	B	C	C	D	E
51 90	B	B	C	C	C	E	F
91 150	B	B	C	D	D	F	G
151 280	B	C	D	E	E	G	H
281 500	B	C	D	E	F	H	J
501 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 10000	C	D	F	G	J	L	M
10001 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 150000	D	E	G	J	L	N	P
150001 500000	D	E	G	J	M	P	Q
Acima de 500001	D	E	H	K	N	Q	R

Fonte: NBR 5426/1985

Considerando regime normal de inspeção inicial Normal (nível II) para as duas faixas, tem-se que a codificação da amostra é respectivamente (F), uma vez que o tamanho da amostra de 100 peças, está no intervalo (91-150).

Considerando o plano de amostragem simples regime normal, o tamanho da amostra para o código F é de 20 unidades. Observando a figura 22, seguindo a coluna de NQA de 0,65%, a seta descendente aponta para um número de aceitação do lote

em zero unidades, ou seja, para o lote ser aceito a amostra analisada deve estar 100% em conformidade. A seta aponta para um valor de rejeição de 1, significa que uma peça não conforme dentre as 20 presentes na amostra será o suficiente para a não aceitação do lote, e o encaminhamento de todo o lote de 100 unidades para análise detalhada.

Figura 22. Tabela 2 NBR 5426/1985

Tabela 2 - Plano de amostragem simples - Normal

Código amostras	Tamanho da amostra	NQA																											
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000		
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
A	2	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
B	3	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
C	5	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
D	8	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
E	13	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
F	20	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
G	32	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
H	50	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
J	80	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
K	125	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
L	200	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
M	315	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
N	500	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
P	800	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
Q	1250	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
R	2000	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑

↓ - Usar o primeiro plano abaixo da seta. Se a nova amostragem requerida for igual ou maior do que o número de peças constituintes do lote, inspecionar 100%.
 ↑ - Usar o primeiro plano acima da seta.
 Ac - Número de peças defeituosas (ou falhas) que ainda permite aceitar o lote.

Fonte: NBR 5426/1985

Considerando que os lotes consigam ser aprovados sucessivamente, o regime de inspeção pode ser passado ao regime atenuado onde:

Meta de erro operacional: 0,8% -- NQA tabelado = 0,65%.

De acordo com a figura 21 NBR 5426, o tamanho do lote processado pelo forno varia segundo a única faixa de (91-150). Considerando regime normal de inspeção

inicial Atenuado (nível I) para as duas faixas, tem-se que a codificação da amostra é respectivamente D. Nessa situação a seta aponta para a descendente até a linha onde se encontra o código F.

Considerando o plano de amostragem simples regime atenuado, ao observar a figura 23, constata-se que o tamanho da amostra para o código F é de 8 peças, ou seja, um número menor em comparação à inspeção normal. Na tabela 4, seguindo a coluna de NQA de 0,65%, a seta descendente aponta para os valores de aceitação em zero unidades e de rejeição em 1 unidade. Significa que para a aceitação do lote, todas as peças da amostra deve estar em conformidade, e que apenas 1 peça em não conformidade será o suficiente para a rejeição do lote, seguida de encaminhamento para análise mais detalhada.

Figura 23 Tabela 4 NBR 5426.

Tabela 4 - Plano de amostragem simples - Atenuada

Codigo de amostras	Tamanho da amostra	Δ NQA																											
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000		
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
B	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
C	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
D	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
E	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
F	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
G	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
H	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
J	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
K	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
L	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
M	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
N	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
P	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
Q	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
R	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		

Nota: Os significados das abreviaturas "Ac" e "Re" e das setas estão indicados na Tabela 2.
 Δ - Se o número de peças defeituosas (ou de falhas) exceder o valor de Ac, porém for menor do que Re, o lote será aceito, mas inspeção normal deverá ser reintroduzida nos lotes subsequentes.

Fonte: NBR 5426/1985

Considerando que os lotes sejam sucessivamente rejeitados, o regime de inspeção passará ao regime severo onde:

Meta de erro operacional: 0,8% -- NQA tabelado = 0,65%.

De acordo com a tabela 1 NBR 5426, o tamanho do lote processado pelo forno varia segundo a faixa de (91-150). Considerando regime normal de inspeção Severo (nível III) para as duas faixas, tem-se que a codificação da amostra é respectivamente G. Considerando o plano de amostragem simples regime normal, observando a figura 24, verifica-se que o tamanho da amostra para o código G é de 32 unidades. Nessa configuração o valor de aceitação de zero unidades e o de rejeição é o de 1 unidade, ou seja, para a aceitação de um lote a amostra deverá contar com todas as peças em conformidade, bastando apenas 1 peça não conforme para que o lote seja rejeitado e em seguida encaminhado para uma análise mais detalhada.

Figura 24. Tabela 3 NBR 5426/1985

Tabela 3 - Plano de amostragem simples - Severa

Código de amostras	Tamanho da amostra	NQA																											
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000		
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
L	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
M	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
N	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
P	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
Q	1250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
R	2000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
S	3150	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		

Nota: Os significados das abreviaturas "Ac" e "Re" e das setas estão indicados na Tabela 2.

Fonte: NBR 5426/1985

A outra alternativa provavelmente mais adequada e mais simples para a realidade da Douraglass, é a implantação do posto com inspeção de 100% das peças, já que o volume produzido não é grande tendo como referência o ambiente industrial, dessa forma a utilização dos planos de amostragem ficariam para um futuro, quando a empresa elevar seus volumes de produção.

A seguir a Tabela 3, traz um resumo de toda a metodologia desenvolvida e apresentada neste trabalho, bem como as etapas para a sua aplicação na rotina industrial.

Tabela 3. Resumo da metodologia apresentada no trabalho

(CEP) setor de lapidação	Posto de inspeção setor têmpera
<p>1ª Etapa: Levantamento de informações sobre o setor e definição do tamanho e frequência das amostras: toma-se conhecimento da dinâmica de funcionamento do setor e de suas especificidades. Escolhe-se o tamanho da amostra, define-se a quantidade de amostras a serem recolhidas, o tamanho e a frequência de retirada.</p> <p>2ª Etapa: Verificação da ocorrência de causas especiais no processo: recomenda-se executar essa etapa em dois meses. O primeiro para verificar a ocorrência de causa especial (regime fora do regime estatístico em circunstâncias normais). No caso de haver causa especial, deve-se aplicar o Diagrama de Ishikawa para encontrar o problema, seguido do giro do ciclo PDCA, para elaboração e implantação de solução do problema. No segundo mês deve ser feita a inspeção para verificar se após a implantação da</p>	<p>1ª Etapa: levantamento de informações básicas e estabelecimento de diretrizes preliminares: toma-se conhecimento da dinâmica de funcionamento do setor e suas especificidades. Define-se o local onde poderá ser implantado o posto de inspeção.</p> <p>2ª Etapa: definição sobre formação de lotes: define-se o modo e a quantidade de itens que serão acumulados para a formação de lote de inspeção</p> <p>3ª Etapa: definição do tipo de plano e nível de amostragem a ser executado: Escolhe se o tipo de plano de amostragem, além do nível de inspeção a ser utilizado inicialmente, bem como o esclarecimento sobre a utilização do sistema de comutação.</p> <p>4ª Etapa: executar a memória de cálculo: fazer a memória de cálculo que será utilizada para os casos de inspeção em nível normal, atenuado ou severo.</p>

solução visando a melhoria, o processo está em regime estatístico. Em caso positivo se passa a etapa seguinte, em caso negativo o processo é repetido.

3ª Etapa: Implantação de fato do Gráfico de Controle: cálculo dos limites seguida pelo primeiro período de funcionamento do gráfico sob o regime estatístico.

4ª Etapa: Ajuste do Gráfico: fase de aperfeiçoamento do gráfico, com o cálculo do risco alfa e beta do gráfico, de forma a obter o poder de detecção e a velocidade do gráfico. A partir dessa análise, com o auxílio do programa Excel pode-se otimizar o valor do tamanho da amostra e do Limite Superior do Gráfico.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final deste presente trabalho pôde-se concluir que a aplicação de tais ferramentas na fábrica é plenamente viável, além do que, a mesma pode se beneficiar com a implantação de tais ferramentas. Também, outras ferramentas da qualidade, como aquelas relacionadas com o Método de Análise e Solução de Problemas (MASP), poderão ser implantadas em um futuro próximo, o que, sem dúvida, contribuirão para a melhoria dos níveis de qualidade do produto e processo, proporcionando maior competitividade e posicionamento no mercado.

O gráfico de controle por atributos se encaixa facilmente na dinâmica de produção, e será uma ferramenta que promoverá um controle mais rígido do processo, além de ser de fácil compreensão para os colaboradores da fábrica, e como visão futura poderá ser empregado em outros setores de produção da fábrica. Quanto ao posto final de inspeção (expedição), contará com planos de inspeção por amostragem a utilização de planos de amostragem, aprimorará os níveis de erro operacional vinculado com a devolução de produtos acabados pelos clientes. É evidente que o volume produzido pela fábrica ainda é baixo, mas diante da visão de crescimento que a empresa possui, a disseminação e a familiarização com os planos de amostragem tem muito a agregar ao setor da qualidade da fábrica.

É importante ter em mente que o presente trabalho foi um proposta-piloto de inserção das ferramentas estatísticas da qualidade em dois processos críticos (lapidação e têmpera) da indústria, sendo que tal projeto propicia a construção de uma cultura da qualidade, estendendo a outras operações as mesmas ferramentas (gráficos de controle e planos de amostragem). Para isso, como sugestão de trabalhos futuros, faz-se necessário a criação de planos detalhados para implantação, pois este trabalho traça diretrizes gerais para a disseminação dos métodos, técnicas e ferramentas estatísticas por toda a planta fabril, trazendo ganhos operacionais e melhoria da qualidade do produto percebida pelos clientes.

Por fim, a indústria também poderia executar um estudo mais aprofundado do processo produtivo, com vistas à implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), garantindo assim um enfoque mais estratégico da qualidade, realizando o que Garvin (2002) propõe, ou seja, utilizar a “a qualidade como arma estratégica” para enfrentamento da concorrência, aprimoramento da satisfação dos clientes e aumento do poder de inovação da indústria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BITTENCOURT, H. R. (2014). *Controle estatístico da qualidade*. Porto Alegre: Saraiva.

CARPINETTI, L.C.R.; *Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas*. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2012

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. (org.). *Gestão da qualidade: teoria e casos*. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

CHENG, L.C; MELO FILHO, L. D. R de; *QFD Desdobramento da Função Qualidade na Gestão de Desenvolvimento de Produtos*. 2ªed. São Paulo: Blucher, 2010.

COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. *Controle estatístico de qualidade*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2005.

DINIZ, M. G. *Desmistificando o controle estatístico de processo*. São Paulo: ArtLiber, 2001.

DOWNING, D.; CLARK, J. tradução Alfredo Alves de Farias; *Estatística Aplicada*. São Paulo: Saraiva, 2011. (Essencial).

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

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, T. V. A. (2011). *Controle estatístico do processo de usinagem de peças automotivas: um estudo de caso em uma empresa do centro oeste de Minas Gerais*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de Formiga, Formiga.

HENNING, E., WALTER, O. M. C. F., SOUZA, N. S., & SAMOBYL, R. W. (2014). Um estudo para a aplicação de gráficos de controle estatístico de processo em indicadores de qualidade da água potável. *Revista Sistemas & Gestão*, 9(1), 2-13. Recuperado em 02 abril, 2018, de <http://dx.doi.org/10.7177/sg.2014.V9.N1.A1>

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Metodologia científica*. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

Marino, L. H. F. C. (2006). Gestão da qualidade e gestão do conhecimento: fatores-chave para produtividade e competitividade empresarial. *Anais do XIII Simpósio de Engenharia de Produção*, Bauru: UNESP.

MINGOTI, S. A., & YASSUKAWA, F. R. S. (2008). Uma comparação de gráficos de controle para a média de processos autocorrelacionados. *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*, 3(1), 55-73.

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

Montgomery, D. C. (2009). *Introdução ao controle estatístico da Qualidade* (4a ed.). Rio de Janeiro: LTC.

NBR 5425, *Guia para inspeção por amostragem no controle e certificação de qualidade*. Rio de Janeiro 1985.

NBR 5426, *Planos de Amostragem e procedimentos na inspeção por atributos*. Rio de Janeiro 1985.

NBR 5427, *Guia para utilização da NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos*. Rio de Janeiro 1985.

NOYEL, N., THOMAS, P., CHARPENTIER, P., THOMAS, A., & BEAUPRETERE, B. (2013). Improving production process performance thanks to neuronal analysis. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(7), 432-437.

PORTAL ACTION (2015). Recuperado em 25 de janeiro,2018, de: <http://www.portalaction.com.br/controle-estatistico-do-processo>.

RAMOS, E.M.L.S; DE ALMEIDA, S.S; ARAÚJO; A. R; *Controle Estatístico da Qualidade*. Porto Alegre: Bookman, 2013.

RAMPAZZO, L. *Metodologia científica*. São Paulo: Loyola, 2002.

REIS, M. M. (2001). *Um modelo para o ensino do controle estatístico da qualidade*. Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RIBEIRO, J. L. D., & TEN CATEN, C. S. (2012). *Série monográfica qualidade: controle estatístico do processo*. Porto Alegre: FEENG/UFRGS. Recuperado em 27 setembro, 2016, de <http://www.producao.ufrgs.br/>

SAMOHYL, R. W. *Controle estatístico de qualidade (CEQ)*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

SANCHO, J., PASTOR, J. J., MARTÍNEZ, J., & GARCÍA, M. A. (2013). Evaluation of Harmonic Variability in Electrical Power Systems through Statistical Control of Quality and Functional Data Analysis. *Procedia Engineering*, 63, p. 295-302. Recuperado em 27 setembro, 2016, de 10.1016/j.proeng.2013.08.224.

SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico*. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007

STAKE, R. E. *The art of case study research*. 2ªed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2003.

WERKEMA, M. C. C. *Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, v. 2, 1995