



Sistemas de Gestão de Qualidade

Sistemas de Gestão de Qualidade

Alessandra Cristina Santos Akkari

© 2018 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente

Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação e Educação Básica

Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico

Ana Lucia Jankovic Barduchi

Camila Cardoso Rotella

Danielly Nunes Andrade Noé

Grasiele Aparecida Lourenço

Isabel Cristina Chagas Barbin

Lidiane Cristina Vivaldini Olo

Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisão Técnica

Eder Cicero Adão Simêncio

Pedro Donizeti Bolanho

Editorial

Camila Cardoso Rotella (Diretora)

Lidiane Cristina Vivaldini Olo (Gerente)

Elmir Carvalho da Silva (Coordenador)

Leticia Bento Pieroni (Coordenadora)

Renata Jéssica Galdino (Coordenadora)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Akkari, Alessandra Cristina Santos
A315s Sistemas de gestão da qualidade / Alessandra Cristina Santos Akkari. – Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018.
248 p.

ISBN 978-85-522-1176-1

1. Gestão da qualidade. 2. Norma NBR ISO 9000.
3. Planejamento da qualidade. 4. Confiabilidade de sistemas. I. Akkari, Alessandra Cristina Santos. II. Título.

CDD 658

Thamiris Mantovani CRB-8/9491

2018
Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza
CEP: 86041-100 – Londrina – PR
e-mail: editora.educacional@kroton.com.br
Homepage: <http://www.kroton.com.br/>

Sumário

Unidade 1 Conceitos e fundamentação da qualidade _____	7
Seção 1.1 - Evolução e abordagens da qualidade _____	10
Seção 1.2 - Custos da qualidade _____	27
Seção 1.3 - Gerenciamento estratégico da qualidade _____	46
Unidade 2 Sistema e gestão da qualidade _____	71
Seção 2.1 - Sistema de gestão da qualidade: ISO 9001/2015 _____	74
Seção 2.2 - Sistemas de apoio à gestão da qualidade _____	95
Seção 2.3 - Gestão de desempenho da qualidade _____	113
Unidade 3 Ferramentas básicas e avançadas da qualidade _____	131
Seção 3.1 - Ferramentas básicas da qualidade - Parte I _____	133
Seção 3.2 - Ferramentas básicas da qualidade - Parte II _____	150
Seção 3.3 - Ferramentas avançadas da qualidade _____	170
Unidade 4 Controle estatístico do processo _____	187
Seção 4.1 - Controle estatístico do processo por variáveis _____	190
Seção 4.2 - Controle estatístico do processo por atributo _____	214
Seção 4.3 - Capacidade do processo _____	233

Palavras do autor

Caro aluno, seja bem-vindo a este novo curso no escopo da qualidade. Em um mercado cada vez mais dinâmico e competitivo, certamente a alta cúpula de uma organização tem ciência de que um dos principais diferenciais que ela pode apresentar refere-se à qualidade, seja em produto ou em serviço.

Assim, entende-se que a qualidade pode agregar valor aos produtos e serviços oferecidos aos clientes, isto é, pode otimizar a relação custo/benefício do item ofertado a ponto do cliente perceber maior valor e se sentir mais satisfeito. De fato, um documento desenvolvido pelo Grupo de Práticas de Auditoria ISO 9001, representado por profissionais especialistas do ISO/TC 176 9 (Comitê Técnico ISO 176 Gestão da Qualidade e Garantia da Qualidade) e do International Accreditation Forum (IAF) mostra que a implementação de Sistemas de Gestão da Qualidade, de acordo com as normas ISO, quando integrado ao modelo e práticas de negócio da empresa, é extremamente válida para ajudar a organização a atingir seus objetivos estratégicos (Coordenação Geral de Acreditação, 2010). Deste modo, podemos afirmar que Sistemas de Gestão da Qualidade agregam valor à empresa, diferentemente de outros procedimentos que, quando muito burocráticos ou não alinhados às práticas da organização, simplesmente aumentam os custos e deixam, assim, de ser úteis.

Logo, caro, tenha uma alta expectativa com esse curso, pois, por meio das suas competências formadas e conhecimentos adquiridos, você certamente poderá agregar valor às empresas no mercado!

Assim, começaremos nosso estudo a partir de uma perspectiva histórica, avaliando a evolução da qualidade e suas principais abordagens. Um ponto de reflexão que também faremos refere-se aos custos da qualidade, ou seja, vamos realmente entender o porquê de se afirmar que os custos com a qualidade é justamente o custo advindo da falta de qualidade. Por fim, abordaremos o gerenciamento estratégico da qualidade de modo que, ao final desta unidade, você estará apto a identificar e analisar os custos de qualidade e as características do gerenciamento estratégico.

Na Unidade 2, vamos adentrar nos sistemas de qualidade, de forma que estudaremos o sistema de gestão da qualidade ISO 9001/2015, desde os fundamentos até à certificação. Então, vamos abordar os sistemas de apoio à gestão da qualidade e finalizaremos com gestão de desempenho da qualidade, contemplando a avaliação de indicadores. Assim, pretende-se que você seja capaz de analisar e revisar criticamente um sistema de qualidade de acordo com a norma ABNT ISO 9001/2015.

Na terceira unidade, vamos trabalhar com as ferramentas básicas e avançadas da qualidade, de modo que você conseguirá, ao final deste estudo, aplicar diferentes ferramentas como folha de verificação, diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa e diagrama de árvore.

Por fim, na última unidade, estudaremos o controle estatístico do processo, bem como a capacidade de processo, a fim de monitorar, avaliar e otimizar processos por meio da eliminação de variações indesejadas. Logo, pretende-se que você seja capaz de analisar e construir gráficos de controle estatístico de um processo por variável (variável contínua) e por atributo (variável discreta).

Caro aluno, diante de um cenário repleto de boas perspectivas para a área de qualidade como um elemento de diferenciação para a empresa, espero que você se sinta motivado a dedicar seu tempo e seus esforços em um estudo que lhe proporcionará chances reais de assimilar os conceitos e as técnicas que você utilizará na sua vida profissional!

Conceitos e fundamentação da qualidade

Convite ao estudo

Caro aluno, a partir das suas experiências, principalmente como cliente, comece uma reflexão sobre o que é qualidade, para que serve a qualidade, quais os gastos necessários para se atingir a qualidade (será que custa muito caro para a empresa ofertar produtos/serviços com qualidade?), entre outras perguntas.

Certamente, muitas palavras e expressões lhe vieram à mente e agora vamos começar a aprimorar o seu conhecimento sobre esse assunto, até adentrarmos em sistemas de gestão da qualidade.

Assim, para termos clareza e melhor entendimento sobre conceitos e fundamentos vinculados à qualidade, começaremos com uma análise sob uma perspectiva histórica. Deste modo, nessa unidade, iremos ver sobre a evolução, em eras, da qualidade, englobando o estudo dos gurus da qualidade, a fim de entendermos como grandes nomes da história colaboraram para o avanço da área.

Então, abordaremos os custos da qualidade a fim de que possamos avaliar se realmente a qualidade incorre em altos custos ou se, de repente, o custo da não qualidade pode ser um gargalo de todo o processo de agregação de valor ao produto ou serviço ofertado pela empresa.

Finalizaremos esta unidade adentrando no gerenciamento estratégico da qualidade, no qual você estudará as principais características e elementos desse gerenciamento, bem como os modelos de gestão da qualidade - excelência em gestão da qualidade.

A partir do exposto, ao final desta unidade você estará apto a identificar e analisar os custos de qualidade e as características do gerenciamento estratégico.

Todo esse conhecimento será essencial para a sua prática profissional e, a título de exemplificação, você poderá colaborar com a empresa no tocante à gestão de perdas, implantação de práticas de melhoria contínua, entre outros.

Logo, trazendo um viés prático, considere uma empresa que atua maciçamente em pesquisa e desenvolvimento (P&D) de novos materiais e que, de modo pioneiro, está introduzindo no mercado produtos à base de grafeno, que é um material quase transparente, flexível, impermeável e 200 vezes mais resistente que o aço.

Dado ser uma empresa pioneira e que sempre adota uma estratégia tecnológica ofensiva, a preocupação com a qualificação e reciclagem dos colaboradores é um ponto vital, a fim de manter a organização competitiva e inovadora. Nesse sentido, a diretoria da empresa, pensando em otimizar os resultados no lançamento de novos produtos fabricados com base em novos materiais, solicita a você, gestor do departamento de qualidade, que faça um treinamento com a equipe de P&D sobre a abordagem transcendental da qualidade, a fim de estimulá-los a serem cada vez melhor e obterem cada vez mais excelentes resultados.

Como você desenvolveria esse treinamento a fim de atingir os resultados esperados pela diretoria?

Entendendo tratar-se de uma empresa que adota uma estratégia tecnológica ofensiva, saindo sempre à frente no lançamento de novos produtos, observou-se que o primeiro produto que foi lançado a base de grafeno já está em seu segundo ano de vida no mercado, de modo que o time que atua no pós-desenvolvimento, junto com a equipe de qualidade que você gerencia, identificou os tipos de custo e o total de vendas nos dois anos. Como gestor da qualidade, analisando

a porcentagem dos tipos de custo da qualidade em relação às vendas do produto, como você avaliaria o desempenho do departamento de qualidade em relação a este o produto?

Neste ano, o presidente da empresa já divulgou a todos os colaboradores a meta de ganhar o Prêmio Nacional da Qualidade, da Fundação Nacional da Qualidade (FNQ), no âmbito brasileiro. Assim, lhe foi solicitado apresentar o Modelo de Excelência em Gestão (MEG) da qualidade para todos os times a fim de que todos conheçam os critérios e possam se preparar para esse novo desafio. No contexto da empresa, como você explicaria esse modelo da FNQ?

Pense a respeito dessas indagações, pois o diretor geral solicitou-lhe um parecer técnico a esse respeito.

Tenha um excelente estudo e seja ativo, a partir de agora, na construção do seu próprio conhecimento!

Seção 1.1

Evolução e abordagens da qualidade

Diálogo aberto

Caro aluno, dada a importância dos sistemas de gestão da qualidade no processo produtivo e na área de serviços, iniciaremos nosso estudo a partir da reflexão sobre o conceito de qualidade, que engloba as abordagens e as dimensões da qualidade, o que nos permitirá compreender melhor a definição de qualidade sob diferentes aspectos e perspectivas.

Então, a partir de uma perspectiva histórica, abordaremos a evolução da qualidade e suas diferentes eras.

Veremos também os gurus da qualidade, isto é, como determinados pensadores influenciaram esta área, de modo que até hoje utilizam-se fundamentos e aplicam-se ferramentas preconizadas pelos gurus.

Esse estudo inicial será de suma importância para você compreender alguns princípios e assimilar conceitos que serão chaves para o seu avanço neste curso.

Logo, vamos agora imaginar uma empresa que atua maciçamente em pesquisa e desenvolvimento (P&D) de novos materiais e que, de modo pioneiro, está introduzindo no mercado produtos à base de grafeno, que é um material quase transparente, flexível, impermeável e 200 vezes mais resistente que o aço.

A diretoria da empresa pretende melhorar seus resultados, no lançamento de novos produtos, por meio do treinamento da equipe de P&D sobre a abordagem baseada em produto, considerando as oito dimensões da qualidade (desempenho, recursos, confiabilidade, conformidade, durabilidade, manutenção, estética e percepção), a fim de estimulá-los a serem cada vez melhores e a obterem cada vez mais excelentes resultados.

Como você desenvolveria esse treinamento a fim de atingir os resultados esperados pela diretoria?

Refleta sobre essa indagação para conseguir desenvolver o treinamento e se empenhe no estudo do material a fim de conseguir aplicar esses conhecimentos com sabedoria e de forma efetiva no mercado de trabalho.

Tenha um ótimo estudo!

Não pode faltar

Com certeza você já deve ter se deparado com a palavra qualidade sendo empregada em diversos contextos do seu cotidiano, correto? Por exemplo, você vai comprar um eletrodoméstico e faz a sua escolha pela marca que você acredita apresentar melhor qualidade. Mas, afinal, o que entendemos por qualidade? Será que as situações cotidianas que envolvem a palavra qualidade têm relação com o que estudaremos nesse material?

Para que fique claro tal conceito ao falarmos em Sistemas de Gestão da Qualidade, vamos iniciar os nossos estudos com algumas definições, para que seja possível comparar o nosso estudo de qualidade com as situações vivenciadas no cotidiano.

De acordo com Toledo et al. (2012), a qualidade é uma das palavras que é mais difundida na sociedade e nas empresas, mas existe pouco entendimento sobre o que de fato ela seja, gerando, inclusive, confusões em seu uso. Talvez parte da confusão seja justamente por conta das diferentes dimensões e abordagens que a palavra pode assumir, bem como em função da subjetividade de quem a utiliza.

Os dicionários, como Houaiss, Aurélio e outros, definem qualidade como sendo uma propriedade, atributo ou condição das coisas ou pessoas, sendo possível distingui-las e determinar sua natureza. Como podemos observar, esse conceito é muito genérico e poderia, facilmente, enquadrar a maioria das situações cotidianas como sendo de fato associadas à qualidade.

Contudo, a qualidade que trataremos nesse material está principalmente associada a produtos industriais. Como assim? Deixaremos evidente a abordagem de Toledo et al. (2012), de tratar a aplicação da qualidade em produtos industriais, embora também tenhamos a qualidade associada a serviços.

A nossa definição de qualidade não será tão simples de ser sumarizada como a definição do dicionário, portanto, a princípio definiremos qualidade em função de diversas dimensões.

Garvin (1987), um dos gurus da qualidade mais emblemáticos, propôs oito dimensões que podem auxiliar-nos no conceito de qualidade, pensando numa análise mais profunda e estratégica das influências da qualidade nos produtos industriais, conforme sua aplicação: desempenho, recursos, confiabilidade, conformidade, durabilidade, manutenção, estética e percepção. Vamos ver cada uma dessas dimensões de forma mais detalhada para que possamos construir o nosso próprio conhecimento a respeito do tema.

A primeira dimensão da qualidade se refere ao **desempenho**. Mas o que Garvin (1987) entende por desempenho? Tratam-se das principais características operacionais de um produto. Por exemplo, no caso de um automóvel, o que seria o desempenho? Seriam características como aceleração, velocidade de cruzeiro, conforto e outras. Desta forma, temos atributos mensuráveis e objetivos que nos permitem fazer uma análise comparativa de desempenho entre produtos similares ou concorrentes. O ranking de desempenho, resultado da análise comparativa, pode ser utilizado para a decisão de compra, quando alinhado aos benefícios que os clientes precisam, ou como evidências de melhorias a serem desenvolvidas pelo fabricante.

A dimensão **recursos** é composta por aspectos considerados secundários pela dimensão desempenho, ou seja, características que complementam o seu funcionamento básico. Garvin afirma que é difícil desenhar uma linha que divida as características de desempenho primário dos secundários, pois isso depende de diversos fatores a serem considerados pelo fabricante. Contudo, é crucial que os recursos também envolvem atributos objetivos e mensuráveis.

A terceira dimensão, **confiabilidade**, talvez seja a que mais associamos às atividades cotidianas para atribuir o termo qualidade a produtos ou serviços. Garvin (1987) afirma que essa dimensão reflete a probabilidade de um produto funcionar incorretamente ou falhar num período determinado de tempo. Mas isso quer dizer que a confiabilidade é algo subjetivo, como geralmente apresentado no nosso cotidiano? A resposta para essa pergunta é não! Isso porque temos medidas usuais de confiabilidade, que podem ser mensuradas, como o tempo médio entre falhas e a taxa de falhas por unidade de

tempo. Para obter essas medidas, o produto deve ser utilizado por um período específico, sendo mais relevantes em casos de bens duráveis do que produtos consumidos instantaneamente.

A **conformidade**, quarta dimensão, é o grau em que o design e as características operacionais do produto atendem aos padrões estabelecidos pelo fabricante. Também temos algumas medidas que podem ser associadas a essa dimensão, como as taxas de defeito na produção, quando o produto ainda está sendo processado na fábrica, e os registros de chamadas de serviço, quando o produto já está com o cliente.

A quinta dimensão é a **durabilidade**. Novamente, é fácil associar essa dimensão com o conceito cotidiano de qualidade, pois quando você escolhe um produto para comprar, você provavelmente pensa na sua durabilidade. Será que o conceito de durabilidade do consumidor é o mesmo do fabricante? Provavelmente não, e Garvin (1987) nos traz uma definição de durabilidade que também leva em conta a quantidade de uso do produto (horas de uso, quilômetros rodados, entre outros dependendo do tipo de produto) até que sua substituição seja preferível ao reparo contínuo. Os produtos apresentam um tempo de vida no qual ele estará útil, o que faz com que essa dimensão leve em conta aspectos econômicos e técnicos. Pensando sob o ponto de vista técnico, a durabilidade é a quantidade de uso que o produto oferece antes de se deteriorar.

A dimensão **manutenção** está ligada diretamente à durabilidade. No exemplo do automóvel, se as manutenções previstas não forem executadas conforme orientações do fabricante, a durabilidade do produto pode diminuir significativamente. De acordo com Garvin (1987), é importante mensurar o tempo gasto com as operações de manutenção, uma vez que nesse intervalo o produto estará inoperante, podendo afetar a avaliação final dos clientes sobre a qualidade percebida do produto ou serviço.

E a **estética**? Trata-se da dimensão mais subjetiva da qualidade, pois está associada à aparência (visual, sonora e outras), o que é uma questão de julgamento pessoal e que pode ser difícil de agradar a todos.

A oitava dimensão, **percepção** da qualidade, relaciona-se diretamente ao modo como os consumidores enxergam a qualidade do produto. O guru aponta que os consumidores nem sempre têm informações completas sobre os atributos dos produtos ou serviços,

para comparar fabricantes. Por exemplo, a durabilidade dificilmente pode ser observada diretamente, mas pode ser inferida por meio de diversos aspectos tangíveis e intangíveis do produto, o que faz com que a imagem, a publicidade e a marca do produto sejam críticas para a escolha do produto, e não apenas a própria realidade.

Portanto, com as oito dimensões direcionamos o nosso conceito de qualidade. Ressalta-se que ainda é possível aprofundar mais a nossa análise, ampliando o conceito de qualidade, ao se pensar nas cinco abordagens da qualidade, também apresentadas por Garvin (1984).

A abordagem transcendental, de acordo com o autor, enxerga a qualidade como sendo algo intrínseco ao produto ou serviço, algo absoluto e universalmente reconhecido. O guru destaca que essa abordagem nos remete ao conceito de beleza de Platão: algo ideal. Deste modo, o produto tem excelência com base na sua relação subjetiva com algum padrão, o que só pode ser determinado por meio da experiência.

A abordagem baseada em produtos vê a qualidade como sendo mensurável por meio de atributos. As oito dimensões que estudamos anteriormente estão inseridas nessa abordagem.

Já a abordagem baseada no usuário apoia-se na premissa de que a qualidade está no olho do observador, ou seja, a qualidade é o grau em que um produto ou serviço atende às necessidades, desejos ou preferências do usuário. Já a abordagem baseada na produção, também chamada de abordagem de fabricação por Garvin (1984), é contrária à abordagem baseada no usuário, pois busca medir objetivamente o grau em que um produto ou serviço atende às especificações pré-definidas pelo fabricante, ou seja, a qualidade é vista como a conformidade com os requisitos.

A quinta e última abordagem é baseada em valores. Garvin (1984) diz que essa abordagem avalia a qualidade em termos de custos e benefícios, ou seja, quanto mais os benefícios superam os custos, mais um produto ou um serviço tem seu valor agregado. Portanto, produtos com maior valor, possuem maior qualidade, enquanto que um produto que funciona melhor pode não ter valor mais alto e não ter mais alta qualidade.

Agora que já conhecemos as oito dimensões e as cinco abordagens da qualidade, ambas propostas por Garvin (1984), podemos ter uma ideia da complexidade que o termo qualidade ganha quando falamos

sobre Sistemas de Gestão da Qualidade, diferente do conceito objetivo e simplificado apresentado pelos dicionários.

Logo, segundo Brito (2016, p. 10),

a qualidade é um conceito subjetivo, que na moderna gestão une dois pontos do mercado: de um lado, os processos integrados e sistêmicos realizados por empresas e que materializam, de forma intencional, bens e serviços; na outra ponta, encontram-se os clientes finais, objetos de toda atividade empresarial e potenciais avaliadores do esforço das companhias para produzir com habilidade.



Refleta

Caro aluno, agora que já entendemos as abordagens e dimensões da qualidade, de modo que já vislumbramos o quão complexo pode ser o conceito de qualidade, como você acha que ocorreu a evolução dessa área na história?

Sob um ponto de vista histórico, vale ressaltar que certamente as práticas e ferramentas conhecidas atualmente para o planejamento e controle da qualidade são resultado da evolução ocorrido nesta área. Muito antes do ser humano pensar sobre o conceito e fundamentos da qualidade, já era de sua natureza a busca por procedimentos que permitissem a normatização de processos produtivos. De fato, tem-se conhecimento que data do Egito Antigo o primeiro manual de qualidade, intitulado Livro dos Mortos e que previa a padronização do processo referente ao embalsamamento de cadáveres. Diz-se que a efetividade do processo era tão significativa, que permitia que as múmias se mantivessem intactas por milhares de anos (Ambrozewicz, 2003).

Logo, para se melhor compreender a evolução da qualidade, temos a caracterização de diferentes períodos da história, denominados eras da qualidade. As eras podem ser divididas em quatro principais momentos: inspeção, controle estatístico da qualidade, garantia da qualidade e gestão estratégica da qualidade. O Quadro 1.1 apresenta cada uma dessas eras, bem como suas principais características de modo comparativo.

Quadro 1.1 | As quatro principais eras da qualidade

	Inspecção	Controle Estatístico da Qualidade	Garantia da Qualidade	Gestão Estratégica da Qualidade
Conceito principal	Inspecção 100% e executada em produtos acabados	Controle com base em amostragem de produtos	Conceitos, habilidades e técnicas gerenciais	Qualidade como meio estratégico e competitivo
Ênfase	Uniformidade do produto	Homologação do produto com inspecção reduzida	Toda a cadeia de produção, desde o fornecedor até chegar ao mercado, e a contribuição de todos os grupos funcionais Evitar falhas de qualidade	O mercado e as necessidades dos consumidores – foco na satisfação dos clientes, atendendo também as necessidades da empresa
Métodos	Medição por inspecção	Ferramentas e técnicas estatísticas	Programas e sistemas de gerenciamento	Planejamento estratégico, definição de metas e mobilização da organização
Papel de profissionais de qualidade	Inspecção, classificação e contagem	Controle dos processos por meio da aplicação de métodos estatísticos	Medição de qualidade e planejamento de qualidade, aplicando procedimentos técnicos e gerenciais integrados	Definição de metas, educação e treinamento, trabalho consultivo com outros departamentos e uso de sistemas de qualidade
Quem tem responsabilidade	Departamento de inspecção	Departamento de controle da qualidade	Todos os departamentos, embora a alta administração seja apenas periférica envolvida na concepção, planejamento e execução de políticas de qualidade	Todos na organização, com gestão exercendo forte liderança – qualidade passa a ser um problema de todos

Fonte: adaptado de Martins e Costa Neto (1998).

Caro aluno, vale ressaltar que os trabalhos de Garvin não foram as únicas tentativas de fornecer melhores entendimentos sobre as múltiplas perspectivas do tema qualidade. Desta forma, outros gurus trouxeram ideias complementares, destacando-se Edwards Deming, Philip Crosby, Armand Feigenbaum e Joseph Juran. Coletivamente, os princípios e fundamentos advindos das ideias dos gurus contribuíram para a operacionalização da noção de qualidade.

Provavelmente você já deve ter ouvido falar de Deming e, de fato, ele talvez seja a personalidade mais reconhecida pela operacionalização de conceitos e princípios de qualidade. Edwards Deming foi professor de estatística, especializado em amostragem, e mudou-se para o Japão depois da Segunda Guerra Mundial, a fim de ajudar o enfoque japonês em melhoria da qualidade. Deming criou seu plano de 14 pontos, sendo uma filosofia completa de gestão que pode ser aplicada a pequenas ou grandes organizações nos setores público, privado ou de serviços. A título de exemplificação, podemos citar três pontos do plano de Deming: (1) criar constância de propósito para melhoria de produtos e serviços; (2) adotar uma nova filosofia, pois não podemos mais viver com níveis de atraso comumente aceitos, erros e mão de obra desqualificada; (3) encontrar problemas, pois o objetivo da administração é trabalhar continuamente para a melhoria do sistema.

Segundo Deming, as pessoas alcançam qualidade através de esforços incansáveis de melhoria contínua, de modo que se atinge essa melhoria à medida que se elimina a variação indesejável em um produto ou serviço. É válido você entender que as ideias de Deming influenciaram o desenvolvimento da série ISO 9000 (podemos citar, por exemplo, o fato da ISO 9001/2015 utilizar o ciclo PDCA para promover a melhoria contínua dos processos e sistema de gestão da qualidade) de padrões de qualidade, demonstrando o impacto que esse guru teve na área.

Deming também incentivou uma abordagem sistemática e iterativa para a resolução de problemas e promoveu o amplamente conhecido ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), referindo-se a ações sistematizadas de Planejar, Executar, Verificar e Agir. Trata-se de uma metodologia de melhoria contínua onde, de forma geral, você planeja o que é necessário, executa conforme o previsto, verifica os resultados e age para corrigir a rota ou melhorar os resultados. Depois de um ciclo estar completo, outro é iniciado, garantindo a busca contínua pela qualidade.

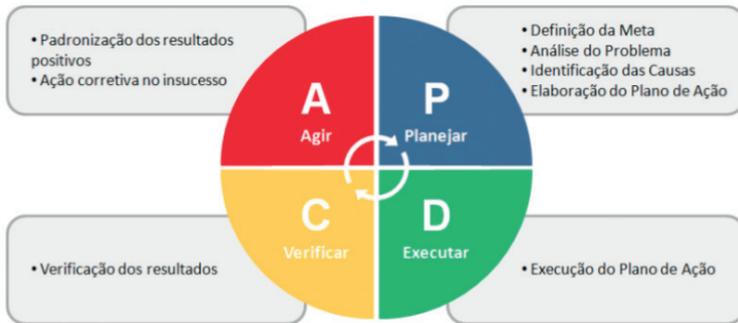


Exemplificando

A título de exemplificação, podemos refletir sobre o que é previsto em cada fase de aplicação do ciclo PDCA. A Figura 1.1 apresenta os pontos que devem ser pensados para as etapas de planejamento, execução

verificação e ação. Na próxima unidade, você terá a oportunidade de exercitar o seu conhecimento sobre melhoria contínua.

Figura 1.1 | Ciclo PDCA



Fonte: Silva et al. (2017, p. 7).

Pensando efetivamente sobre um caso, vamos imaginar a gestora de uma loja de chocolate gourmet que começou a receber, nas últimas semanas que antecedem a Páscoa, inúmeras reclamações devido ao atendimento inadequado de seus oito vendedores. A partir das reclamações, a gestora conversou com a equipe e chegou à constatação de que o seu time está desanimado e sem motivação, pois, não recebe treinamento, bem como não há previsão de folgas na jornada de trabalho, gerando excessivo cansaço.

Utilizando o PDCA, poderíamos ter o seguinte contexto:

Planejamento: montar um plano de treinamento; repensar a provisão de folgas; contratar vendedores temporários para épocas de elevada demanda; e criar um método de premiação para os colaboradores que se destacaram no mês.

Execução: nos dias subsequentes ao treinamento, a gestora promoveu os treinamentos com os colaboradores, escalou folga e contratou dois vendedores temporários para as semanas que antecedem a Páscoa.

Verificação: o número de reclamações por mau atendimento dos vendedores cessou. Os colaboradores temporários, bem como a escala de folga, foram fundamentais para aliviar a sobrecarga de trabalho.

Ação: o plano traçado pela gestora foi bem-sucedido e trouxe uma melhoria ao negócio. Visando dar continuidade às melhorias, a gestora está

disposta a pensar nos treinamentos e reciclagens de forma institucional, isto é, como uma atividade periódica. Além disso, prevê o enfoque no aumento de vendas, sendo necessário repensar o ciclo de melhoria contínua.

Philip Crosby defendeu a filosofia de "zero defeitos" e "fazer certo da primeira vez" como a base da qualidade, o que não significa que um produto ou serviço deva atingir a "perfeição", mas necessariamente deve se adequar, desde a primeira vez, perfeitamente aos requisitos acordados pelo cliente e pelo fornecedor. Assim, o processo de melhoria da qualidade preconizado por Crosby baseia-se em seus quatro pilares: (I) qualidade é a conformidade com os requisitos (só é apropriado afirmar boa ou má qualidade com base na conformidade com os requisitos); (II) o sistema de qualidade é a prevenção (faça uma estratégia de prevenção que deve apoiada por um sistema de qualidade); (III) padrão de desempenho é o zero defeito (atender os requisitos desde o início do processo); (IV) a medição da qualidade refere-se ao preço da não conformidade (o custo da qualidade é a principal motivação para a gestão da qualidade), abrindo espaço para a teoria dos custos da qualidade, que veremos ainda nesta unidade.

Armand V. Feigenbaum argumentou que a qualidade é o conjunto total de características por meio das quais um produto ou serviço atenderá às expectativas do cliente. O nome de Feigenbaum é praticamente sinônimo do termo "Controle da Qualidade Total" - *Total Quality Control* (no ocidente, o termo correlato é TQM – Total Quality Management ou Gerenciamento da Qualidade Total), combinando métodos de gestão e teoria econômica com os princípios organizacionais (YOKOYAMA, 1994).

Feigenbaum definiu o controle da qualidade total como um sistema efetivo para integrar o desenvolvimento de qualidade, manutenção de qualidade e esforços de melhoria de qualidade dos vários grupos de uma organização de modo a permitir a produção e o serviço nos níveis mais econômicos que permitem a satisfação total do cliente. Assim, ele propôs três etapas para a qualidade: (I) liderança para a qualidade; (II) tecnologia moderna da qualidade; (III) compromisso organizacional.

Joseph Juran é um guru de qualidade internacionalmente aclamado, semelhante a Edwards Deming, que influencia fortemente as práticas

japonesas. A convicção de Juran de que "a qualidade não acontece por acidente" deu origem à trilogia de qualidade, pautada (I) na melhoria da qualidade; (II) no planejamento da qualidade; e (III) no controle da qualidade. Cada um desses processos é universal e estão inter-relacionados, sendo realizado por uma sequência invariável de atividades.

O ponto de partida é o planejamento da qualidade - criando um processo que será capaz de atingir as metas estabelecidas e fazê-lo sob condições operacionais. Após o planejamento, o processo é entregue às forças operacionais, iniciando-se o controle de qualidade a fim de identificar variações anormais, bem como sanar causas especiais por meio de ações corretivas. Então, por meio de um processo de melhoria contínua, vinculado, inclusive, com um escopo gerencial, tem-se a pretensão de otimizar indicadores, bem como atingir a condução de operações em níveis de qualidade distintamente superiores ao desempenho planejado.

Assim, as ideias de Juran podem ser sumarizadas em: definição de qualidade (que envolve resposta a diferentes perguntas, bem como do entendimento sobre o propósito da qualidade); conceito revolucionário (sequências de melhorias de processo); cliente (a qualidade está associada à satisfação e à insatisfação do cliente); trilogia de qualidade; análise de Pareto (metodologia de resolução de problemas por meio da priorização de causas); custo de qualidade (custos de atividades projetadas para garantir qualidade ou descobrir defeitos); e conselho de qualidade (grupo de especialistas que são responsáveis pela supervisão na aplicação de qualidade).



Assimile

Uma vez compreendidas as abordagens da qualidade preconizadas por Garvin, bem como os princípios e fundamentos dos principais gurus da qualidade, certamente é possível associar as ideias de cada guru com as abordagens da qualidade. Desta forma, segundo Fields et al. (2014), as propostas de Deming alinham mais estreitamente com a abordagem baseada em produtos de Garvin. A posição de Juran se alinha mais de perto com a abordagem baseada em usuários de Garvin. A visão de Feigenbaum pode ser vista alinhando-se com a abordagem de Garvin baseada no valor. Já as ideias de Crosby se encaixam bem com a abordagem de Garvin que se baseia na produção.



Há outros gurus que valem a pena ser estudados, tais como Shigeo Shingo, que está associado fortemente com o *Just in Time*; Taguchi, cujos métodos propostos hoje podem ser utilizados de modo associado à ferramenta de Desdobramento da Função Qualidade (DFQ); e Kaoru Ishikawa, cuja principal contribuição refere-se ao Diagrama de Ishikawa, que veremos em outra seção. Logo, para compreender como as ideias de Taguchi estão vinculadas ao DFQ, faça a leitura do artigo:

SASSI, A. C.; MIGUEL, P. A. C. Análise de publicações sobre o QFD no desenvolvimento de serviços e produtos. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXII.**, 2002. Curitiba, ABEPRO, 2002. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR21_0243.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2018.

Sem medo de errar

Retomemos o caso da empresa que atua maciçamente em pesquisa e desenvolvimento (P&D) de novos materiais e que, de modo pioneiro, está introduzindo no mercado produtos à base de grafeno, que é um material quase transparente, flexível, impermeável, 200 vezes mais resistente que o aço, apresenta elevada condutividade elétrica e baixa espessura.

A diretoria da empresa, pensando em otimizar os resultados no lançamento de novos produtos fabricados com base em novos materiais, solicita a você, gestor do departamento de qualidade, que faça um treinamento com a equipe de P&D sobre a abordagem baseada em produtos, considerando as oito dimensões da qualidade, a fim de estimulá-los a serem cada vez melhor e a obterem cada vez mais excelentes resultados. Como você desenvolveria esse treinamento a fim de atingir os resultados esperados pela diretoria?

A primeira coisa que temos que lembrar para resolver a situação em questão é o conceito de abordagem baseada no produto. Como visto anteriormente, a abordagem baseada em produtos vê a qualidade como sendo mensurável por meio de atributos. Mas que atributos são esses? Podemos utilizar como exemplo de atributos aqueles presentes nas oito dimensões da qualidade, que são:

desempenho, recursos, confiabilidade, conformidade, durabilidade, manutenção, estética e percepção. Vamos então aplicar cada uma das oito dimensões no problema para que ao final atinjamos os resultados esperados pela diretoria?

A primeira é o desempenho, que se trata das principais características operacionais do produto. Os produtos à base de grafeno podem ser submetidos a diversos ensaios para verificação das suas características e comparação, por exemplo: ensaio de resistência à tração, ensaio de dureza, de dobramento (flexão), de flexibilidade estática, entre outros. Os resultados mensuráveis dos ensaios mecânicos executados podem ser comparados com os ensaios realizados em outros materiais, para comprovar, se, de fato, os produtos de grafeno apresentam todas as vantagens informadas.

Com relação à dimensão recursos, verificamos que ela é composta por aspectos considerados secundários pela dimensão desempenho, ou seja, características que complementam o seu funcionamento básico. Outros atributos mensuráveis complementares podem ser mensurados para os produtos com grafeno, por exemplo, ensaios de resistência à alta temperatura. Esse tipo de ensaio poderia ser considerado complementar, pois somente será fundamental nas aplicações e produtos que estejam expostos ou suscetíveis a altas temperaturas, o que não é comum em todas as aplicações.

A terceira dimensão, confiabilidade, reflete a probabilidade de um produto funcionar incorretamente ou falhar num período determinado de tempo. Como trata-se de uma nova classe de produtos, que são baseados numa nova tecnologia, determinada grafeno, os produtos necessitam ser testados e aprovados com relação à confiabilidade. Deve-se definir um tempo de vida útil para cada produto derivado do grafeno, em função das suas características e condições de operação, para que em seguida sejam mensurados o tempo médio entre falhas e a taxa de falhas por unidade de tempo.

A conformidade é o grau em que o design e as características operacionais do produto atendem aos padrões estabelecidos pelo fabricante. Uma vez que os produtos em questão passem a ser fabricados, é possível comparar as dimensões e propriedades mecânicas dos produtos prontos com as especificações do projeto,

assim como registrar taxas de defeito na produção. Quando o produto já está com o cliente, é registrada a quantidade de chamadas de serviço.

Com relação à durabilidade, como já mencionado anteriormente, cada produto desenvolvido pela empresa que tem como base o grafeno deve apresentar um tempo de vida no qual ele estará útil, tempo este que é projetado junto com o produto. O objetivo é criar um indicador através do qual seja possível avaliar se os produtos continuam operacionais ou não no término do período de vida útil do produto, podendo inferir, estatisticamente, na taxa de sucesso deste.

Como visto anteriormente, a dimensão manutenção está ligada diretamente à durabilidade. O fabricante deve analisar o produto desenvolvido e definir, se necessário, um plano de manutenção para cada produto à base de grafeno, que pode levar em conta os diferentes tipos de manutenção (corretiva, preventiva e preditiva). O plano de manutenções elaborado deve ser disponibilizado para o cliente, uma vez que ele ficará responsável pelas condições operacionais e de manutenção para que o produto atinja o tempo de vida útil definido na fase de projeto.

A estética, nesse caso em especial, pode afetar as propriedades mecânicas do produto, portanto, além de ser algo subjetivo, pode conferir vantagens ao produto frente aos concorrentes. Por exemplo, se o grafeno for mais flexível que os demais materiais, isso pode fazer com as formas dos produtos possam ser mais arredondadas, o que pode conferir melhores propriedades mecânicas, como a aerodinâmica do produto, dependendo da aplicação.

A oitava dimensão, percepção da qualidade, é relacionada diretamente ao modo como os consumidores enxergam a qualidade do produto. É importante que o cliente conheça todas as vantagens em utilizar produtos que tenham como base o grafeno e substituam os produtos que utilizem outras tecnologias, pois isso pode conferir maior valorização à marca empresarial e aumentar as vendas.

Utilizando como base as oito dimensões apresentadas anteriormente, é possível criar uma rotina de treinamento para os colaboradores.

Parabéns pela conclusão desta etapa!

Exploração da abordagem baseada no usuário e baseada na produção

Descrição da situação-problema

Caro aluno, a fim de lhe permitir enxergar o mesmo problema sob diferentes perspectivas, vamos então imaginar agora o desenvolvimento de um produto do mesmo segmento abordado anteriormente (à base de grafeno). Mas dessa vez a diretoria da empresa ficou em dúvida: o produto em questão atenderá às necessidades do cliente?

Embora seja importante manter essa preocupação com as necessidades do cliente, a empresa também está preocupada em manter suas especificações durante o processo de produção. Como isso seria possível?

Agora é a sua vez de lidar com essas questões, uma vez que lhe foi solicitada uma apresentação.

Resolução da situação-problema

Em primeiro lugar é importante destacar que os questionamentos apresentados nos levam a duas abordagens distintas da qualidade: a abordagem baseada no usuário e a abordagem baseada na produção.

Como já sabemos, a abordagem da qualidade que se baseia no usuário tem como premissa o atendimento das necessidades, desejos ou preferências do cliente. Mas como seria possível avaliar a qualidade a partir dessa abordagem? Uma das formas é ouvir a voz do cliente, ou seja, dar espaço para que o cliente exponha as suas necessidades, para que elas sejam incorporadas ao projeto do produto. Dessa forma, o produto poderá ter uma maior aceitação no mercado e ter um melhor desempenho em termos de vendas. Exemplos de requisitos do cliente: design, resistência, preço, modo de operação, entre outros.

Por outro lado, vimos que a abordagem da qualidade baseada na produção (ou fabricação) é diferente da abordagem baseada no usuário. Isso porque agora temos como objetivo, em termos

de qualidade, medir o grau de atendimento às especificações pré-definidas pelo fabricante. Nesse caso, não é mais essencial ouvir a voz do cliente, mas é essencial que o produto esteja conforme as especificações de projeto. Na fase de projeto de produto é importante que seja levado em conta os recursos disponíveis para a produção, pois isso permitirá que tenhamos uma estimativa realista do atendimento às especificações do projeto. Exemplos de requisitos de produção: tolerância dimensional, massa, volume, entre outros.

Faça valer a pena

1. Os gurus da qualidade, destacando-se Edwards Deming, Philip Crosby, Armand Feigenbaum e Joseph Juran, merecem destaque quando se estuda o avanço da área, porque, coletivamente, os princípios e fundamentos advindos de suas ideias contribuíram para a operacionalização da qualidade.

Um dos gurus tem seu entendimento de qualidade baseado em três pontos: (I) criar constância de propósito para melhoria de produtos e serviços; (II) adotar uma nova filosofia, pois não podemos mais viver com níveis de atraso comumente aceitos, erros e mão de obra desqualificada; (III) encontrar problemas, pois o objetivo da administração é trabalhar continuamente para a melhoria do sistema.

Assinale a alternativa que corresponde ao guru cujos três pontos estão elencados acima.

- a) Deming.
- b) Feigenbaum.
- c) Croby.
- d) Juran.
- e) Garvin.

2. As práticas e ferramentas conhecidas atualmente para o planejamento e controle da qualidade são resultado da evolução ocorrida na área da qualidade. Nesse sentido, por meio da caracterização de diferentes períodos da história, denominados eras da qualidade, é possível compreender o progresso da qualidade. Assim, avalie as eras da qualidade (I, II, III e IV) em correspondência com uma de suas respectivas características (A, B, C, D).

I. Era da Inspeção.

II. Era do Controle Estatístico da Qualidade.

- III. Era da Garantia da Qualidade.
- IV. Era da Gestão Estratégica da Qualidade.

- A. Inspeção de produtos por amostragem.
- B. Qualidade como meio de competitividade e de responsabilidade de toda a organização.
- C. Inspeção de 100% dos produtos acabados.
- D. Integração entre procedimentos técnicos e gerenciais para o controle de qualidade.

Com base nas eras da qualidade (I, II, III e IV) e suas respectivas características (A, B, C, D), assinale a alternativa que apresenta a associação correta.

- a) I – D; II – A; III – B; IV – C.
- b) I – A; II – C; III – D; IV – B.
- c) I – C; II – A; III – D; IV – B.
- d) I – C; II – B; III – D; IV – A.
- e) I – B; II – A; III – C; IV – D.

3. Texto-base:

Ao se refletir sobre o conceito de qualidade, além das oito dimensões, é necessário avaliar as abordagens da qualidade propostas por Garvin. Leia o texto e veja como melhor completar a frase.

A abordagem _____ enxerga a qualidade como sendo algo intrínseco ao produto ou serviço, algo _____ e universalmente reconhecido. Essa abordagem nos remete ao conceito de beleza de Platão: algo _____. Deste modo, o produto possui excelência com base na sua relação _____ com algum padrão, o que só pode ser determinado por meio da experiência.

Assinale a alternativa que completa corretamente a frase.

- a) Por produto; absoluto; ideal; subjetiva.
- b) Transcendental; único; ideal; objetiva.
- c) Baseada no usuário; absoluto; ideal; objetiva.
- d) Transcendental; absoluto; ideal; subjetiva.
- e) Baseada no usuário; único; irracional; subjetiva.

Seção 1.2

Custos da qualidade

Diálogo aberto

Caro aluno, dada a importância dos sistemas de gestão da qualidade no processo produtivo e na área de serviços, continuaremos o nosso estudo a fim de compreendermos os custos associados à qualidade, refletindo sobre a categorização e a interpretação, bem como estudando as questões do desperdício, just in time e o método de gestão de perdas.

De fato, quando pensamos em qualidade, muitas vezes há um entendimento equivocado de se achar que, para a manutenção da qualidade em produtos ou serviços, é necessário incorrer em elevados custos.

Neste momento, reflita sobre a seguinte afirmativa, que será desdobrada nesta seção: o custo da qualidade, na verdade, refere-se ao custo da não qualidade!

Esse estudo será de suma importância para você compreender o que realmente custa e o que é necessário para se alcançar a qualidade de modo otimizado, sendo fundamental para a sua vida profissional.

Logo, vamos retomar o caso da empresa que atua maciçamente em pesquisa e desenvolvimento (P&D) de novos materiais e que, de modo pioneiro, está introduzindo no mercado produtos à base de grafeno, que é um material quase transparente, flexível, impermeável e 200 vezes mais resistente que o aço.

Entendido ser uma empresa que adota uma estratégia tecnológica ofensiva, saindo sempre à frente no lançamento de novos produtos, observou-se que o primeiro produto que foi lançado à base de grafeno já está em seu segundo ano de vida no mercado, de modo que o time que atua no pós-desenvolvimento, junto com a equipe de qualidade que você gerencia, identificou os tipos de custo e o total de vendas nos dois anos, conforme Tabela 1.1.

Tabela 1.1 | Custos da qualidade

Tipos de custo	Total até o segundo ano (R\$) em milhares
Retrabalho	2.100
Planejamento da qualidade	105
Assistência técnica (garantia)	2.248
Refugo	12.465
Equipamento de inspeção	923
Revisão do projeto de produção	9
Treinamento dos colaboradores	67
Produtos defeituosos devolvidos	32
Outros custos de prevenção	529
Outros custos de avaliação	571
Outros custos de falhas internas	198
Outros custos de falhas externas	28
Vendas	205.800

Fonte: elaborada pela autora.

Enquanto gestor da qualidade, analisando a porcentagem dos tipos de custo da qualidade em relação às vendas do produto, como você avaliaria o desempenho do departamento de qualidade em relação a este produto? Pense a respeito, pois o diretor geral solicitou-lhe um parecer técnico a esse respeito, refletindo sobre os conteúdos apresentados no início deste tópico.

Empenhe-se no estudo do material a fim de conseguir aplicar esses conhecimentos com sabedoria e de forma efetiva no mercado de trabalho!

Tenha um ótimo estudo.

Não pode faltar

Caro aluno, vamos começar o nosso estudo tomando por base aquela afirmação sobre a qual você já foi convidado a refletir: o custo da qualidade, na verdade, refere-se ao custo da não qualidade!

Para começarmos essa discussão, vamos analisar três frases emblemáticas, dos gurus da qualidade, sobre os custos:

“A qualidade é gratuita. Não é um presente, mas é grátis. O que custa dinheiro são as coisas sem valor – todas as ações que envolvem não fazer o trabalho certo desde a primeira vez”. (CROSBY, 1980, p. 31)

“Os defeitos não são gratuitos. Alguém os faz e é pago por fazê-los”. (DEMING, 1986, p. 11)

“Nos EUA, cerca de um terço do que fazemos consiste em refazer o trabalho anteriormente concluído”. (JURAN, 1988, p. 23)

Historicamente, o Comitê de Qualidade sob a Divisão de Gestão da Qualidade foi estabelecido pela American Society for Quality (ASQ), em 1961. Contudo, a popularização do uso dos custos da qualidade é atribuída a Philip Crosby a partir da publicação de sua obra *Quality is Free*, em 1979. Vale ressaltar que os sistemas de qualidade referenciam o uso de custos da qualidade visando à melhoria da gestão da qualidade (ROTH, 2011).

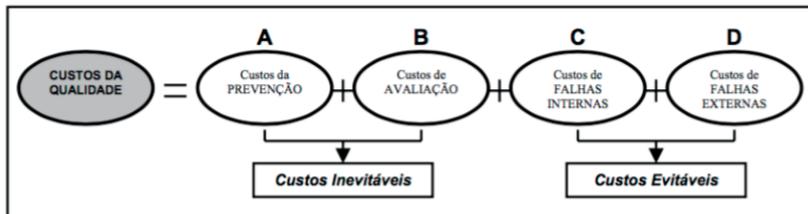
Crosby, ao afirmar que a qualidade é gratuita, coloca que o caminho para aperfeiçoar produtos e serviços é a prevenção, e não a inspeção, de modo que a identificação e a eliminação das causas dos problemas reduzem o retrabalho e a inspeção. Logo, esse guru conclui que criar bens e serviços de qualidade não custa dinheiro, mas economiza dinheiro.

Assim, conforme definido por Crosby, o custo da qualidade apresenta dois elementos principais: o custo da qualidade efetiva (ou o custo da conformidade) e o custo da má qualidade (ou o custo da não conformidade). Deste modo, temos que o custo da qualidade é igual à soma dos custos incorridos por uma empresa na prevenção contra a má qualidade (custos de prevenção); os custos incorridos para garantir e avaliar se os requisitos de qualidade estão sendo atendidos (custos de avaliação); e quaisquer outros custos incorridos como resultado da qualidade deficiente que está sendo produzida ou gerada (custos de falhas, tanto internas quanto externas).

A Figura 1.2 apresenta um esquema da divisão dos custos da qualidade, ilustrando que os custos de falha interna e os custos de falha externa podem ser evitados de modo a reduzir

drasticamente os custos de produção, enquanto que os custos de prevenção e de avaliação são inevitáveis, sendo realmente custos necessários para garantir a qualidade (TOLEDO, 2002).

Figura 1.2 | Custos da qualidade



Fonte: Toledo (2002, p. 3).

1. Custos de prevenção: custos planejados incorridos por uma organização para garantir que os erros não sejam cometidos em qualquer um dos vários estágios durante o processo de entrega desse produto ou serviço a um cliente. O processo de entrega pode incluir design, desenvolvimento, produção e expedição, de modo que, em todas essas etapas, pode haver custos de prevenção de falhas ou má qualidade. Exemplos de custos de prevenção incluem reciclagem e treinamento dos colaboradores, esforços de melhoria contínua, pessoal de administração da qualidade, gestão do sistema da qualidade, pesquisa de mercado, testes de campo e manutenção preventiva.

2. Custos de avaliação: custos de verificar e avaliar um produto ou serviço nas várias etapas durante o processo de entrega ao cliente a fim de manter o grau de conformidade de acordo com os requisitos estabelecidos. Exemplos de custos de avaliação incluem inspeção de recebimento ou entrada, auditoria interna referente ao produto ou serviço, atividades de inspeção, contagens de estoque, avaliação de fornecedores, controle de processo.

3. Custos de falhas: custos incorridos por uma empresa quando o produto ou serviço não atendeu aos requisitos, isto é, o produto necessitou ser retrabalhado ou substituído. Esses custos de falha podem ser subdivididos em dois grupos – falhas internas ou externas. As falhas internas incluem todos os custos resultantes das falhas encontradas antes que o produto ou serviço chegue ao cliente. Exemplos incluem sucata, retrabalho, estoque extra, estações de

reparo, redesenho, relatórios de ações corretivas e horas extras devido a produtos ou serviços não conformes. Falhas externas são todos os custos incorridos pela empresa quando o cliente encontra a falha, ou seja, quando o produto chega ao cliente sem satisfazer os requisitos de qualidade. Exemplos desses custos incluem garantia, administração de reclamações de clientes, produtos retirados do mercado, recalls, custos de envio, atrasos na entrega e perda de clientes (OLIVEIRA, 2004).



Exemplificando

Caro aluno, muitas vezes quando o produto chega com falha até o consumidor, não satisfazendo suas necessidades, isso pode ocasionar a perda do cliente para a marca, bem como o desgaste da imagem da organização. Como exemplo, vale a pena explorar o caso da Água Perrier (Figura 1.3), que pode ser considerado um produto diferenciado (marca francesa de luxo), cuja garrafa de 750 mL chegava a custar, em 2016, R\$ 12,00. Na década de 1990, em função de um colaborador ter se esquecido de trocar um filtro de uma máquina, foram eliminados vestígios de veneno em uma quantidade considerável de garrafas. Obviamente, o erro da empresa propagou pânico entre os consumidores, embora os estudos tenham constatado que o perigo para a saúde ao qual o cliente foi exposto era menos prejudicial que o risco à saúde quando estamos a menos de um metro de um fumante. Como consequência, a Perrier retirou do mercado um número superior a 100 milhões de garrafas do mercado com custos acima a 1 milhão de euros. Posteriormente, a empresa viu-se obrigada a investir mais de 800 mil euros em campanhas para recuperação da imagem organizacional, que perdurou por um longo tempo (GOMES, 2012).

Figura 1.3 | Água Perrier

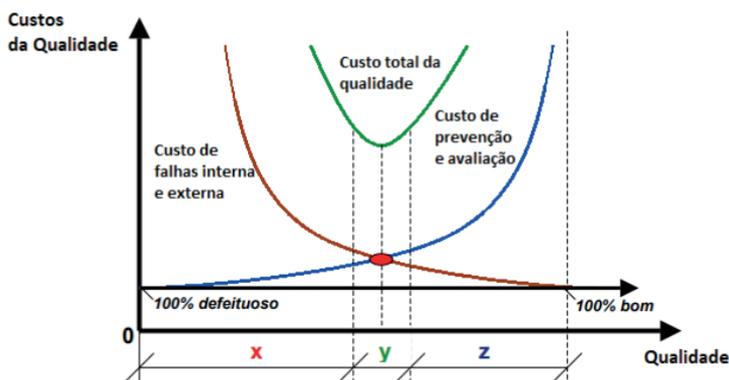


Fonte: <https://www.nestle-waters.com/content/documents/css/images/media/imagebank/perrier_bottle_lr_new.jpg>. Acesso em: 14 jun. 2018.

Os dados advindos da análise dos custos de qualidade são extremamente ricos como fonte de informação e podem ser usados de forma eficaz para identificar e priorizar oportunidades de melhoria e, depois de feita uma alteração, acompanhar o impacto da mudança. A estratégia para atingir a melhoria por meio dos dados dos custos de qualidade baseia-se no ataque dos custos da falha, visando levá-los a zero ou reduzi-los drasticamente. A implementação dessa estratégia resulta na solução de problemas e na melhoria ou alteração dos processos que produzem o produto ou serviço.

Também vale a pena analisarmos a relação entre os quatro tipos de custos a fim de que se evidencie como os custos de falhas podem ser reduzidos por meio dos investimentos na prevenção e na avaliação, conforme ilustrado pela Figura 1.4.

Figura 1.4 | Relação entre os quatro tipos de custos da qualidade



Fonte: adaptada de Toledo (2002).

x = zona de melhoria

Onde: **y = zona de indiferença**

z = zona de perfeccionismo

De acordo com a Figura 1.4, temos que o custo total da qualidade se refere à soma do custo de falhas (interna e externa) mais o custo de prevenção e avaliação e, de acordo com cada parte do gráfico, podemos visualizar as zonas de melhoria (x), de indiferença (y) e de perfeccionismo (z).

Na zona de melhoria, observamos a predominância de produtos com defeitos (não conformes) vinculados, conseqüentemente, a um predomínio do custo de falhas. Quantitativamente, Toledo (2002) afirma que, nesta zona, pelo menos 70% do custo total da qualidade refere-se ao custo de falhas. De fato, se observarmos quando o produto (lote) é 100% defeituoso, temos o ápice dos custos de falhas internas e externas, expressando, assim, um elevado índice de custo total da qualidade. A zona de melhoria recebe esta denominação justamente pelo fato de ser um momento no qual a empresa, em função do alto custo de falhas, precisa focar em projetos de melhorias e de aperfeiçoamento.

Na zona de perfeccionismo, diferentemente, quando o lote é 100% conforme, temos a minimização dos custos de falhas, porém atinge-se o ápice dos custos de prevenção e avaliação, incorrendo, da mesma forma, em um elevado índice de custo total da qualidade. Nesta fase, a empresa deve focar os níveis de inspeção e testes a fim de realmente avaliar se é necessário mantê-los de modo tão elevado. Quantitativamente, Toledo (2002) afirma que, nesta zona, no máximo 40% do custo total da qualidade refere-se ao custo de falha.

Então, você deve estar se perguntando: será que não existe um ponto ótimo?

Certamente, se você observar somente a curva do custo total da qualidade, perceberá que, no ponto de inflexão, a parábola atinge seu valor mínimo, isto é, alcança-se o mínimo valor do custo total da qualidade, expressando a zona de indiferença. Nesta zona encontra-se o ponto ótimo, havendo um equilíbrio entre os custos de prevenção e avaliação e os custos de falhas, ou seja, vale a pena investir em prevenção e avaliação a fim de reduzir os custos de falhas de modo harmônico e equilibrado.

No entanto, qual é a relação entre a qualidade e os desperdícios? De acordo com Oliveira (2004), é necessário que grandes esforços no combate ao desperdício ocorram para que as organizações alcancem excelência nas operações. No entanto, mais do que isso, existe uma relação direta entre a qualidade e a eliminação dos desperdícios, uma vez que o retorno dos investimentos feitos com a gestão da qualidade poderia ser, num primeiro momento, a redução dos desperdícios.

De acordo com Slack et al. (1996), os desperdícios são as atividades que não agregam valor ao produto ou ao serviço. Para ficar mais claro o que estamos falando, vamos pegar como exemplo o caso da Toyota, que foi precursora no uso de ferramentas de redução de desperdícios na linha de produção.

A Toyota identificou sete tipos de desperdícios que poderiam ser evitados, podendo ser aplicados tanto em produtos como serviços:

- Superprodução: como a própria palavra diz, significa produzir mais do que o necessário, sendo uma das maiores formas de desperdício, o que deve ser eliminado.
- Tempo de espera: é o tempo ocioso gerado pelo pleno uso da capacidade nos processos anteriores, ou seja, é melhor ter um fluxo de materiais ininterrupto e constante do que trabalhar sempre com a máxima capacidade formando estoques desnecessários.
- Transporte: ao longo do processo produtivo, deve ser priorizada a minimização da distância percorrida.
- Processo: evitar executar etapas e atividades que não agregam valor ao produto ou serviço. Portanto, é importante conhecer as etapas essenciais que devem ser cumpridas e as que podem ser excluídas do processo.
- Movimentação: aqui estamos falando de movimentos executados nos postos de trabalho, que devem ser devidamente projetados. É importante que os movimentos sejam otimizados, mas sempre levando em consideração os aspectos ergonômicos.
- Produtos defeituosos: a fabricação de produtos defeituosos traz diversos problemas: o tempo de mão de obra dedicado para a produção, a armazenagem, os recursos de produção inutilizados, entre outros. Portanto, é importante controlar as falhas que estão associadas ao processo, tanto as provenientes de equipamentos e insumos, quanto as falhas humanas.
- Estoque: existem custos fixos e variáveis decorrentes do armazenamento dos materiais, de modo que manter estoques desnecessários significa perda de investimento e uso inadequado dos espaços físicos.



Caro aluno, até o momento, já temos o conceito de custos da qualidade, que apresentam dois elementos principais:

- Custo de qualidade efetiva: também podendo ser referenciado como custo da conformidade.
- Custo da má qualidade: também chamado de custo da não conformidade.

Também temos o conceito de desperdícios, provenientes de atividades que não agregam valor ao produto ou ao serviço. Neste ponto, vale assimilar que o desperdício pode incorrer em custo da má qualidade, podendo-se citar os custos com os produtos defeituosos, sucateamento e retrabalho, por exemplo.

Mas se falamos em desperdício e mencionamos a Toyota, a primeira coisa que lembramos é da produção enxuta, que aplicou novas abordagens para a produção e gerou o conhecido Sistema Toyota de Produção. Obviamente que não é pretensão deste livro se debruçar sobre o Sistema Toyota de Produção, mas explorar um dos seus princípios sob o enfoque da qualidade. Logo, com relação à gestão da qualidade, vale mencionar que a Toyota permitia que os funcionários interrompessem a linha de produção caso identificassem algum erro, diferentemente das empresas rivais norte-americanas. A consequência disso é que todo funcionário se transformava em um inspetor da qualidade, ao invés de instalar um departamento da qualidade na empresa.

A filosofia just in time (JIT), um dos pilares do Sistema Toyota de Produção, é um dos principais instrumentos que utiliza a produção enxuta no combate ao desperdício. De acordo com Oliveira (2004), no JIT a produção é puxada pela demanda, ou seja, cada estágio da produção fabrica apenas os itens realmente necessários, em quantidades e momentos corretos. Em outras palavras, o JIT prima pela produção sem estoques, sem desperdícios e com a manufatura de fluxo contínuo.

Desta forma, qual é a diferença da produção puxada para a produção empurrada? No caso da produção empurrada, a filosofia central é de aproveitamento máximo da capacidade dos recursos, sem ter necessariamente a preocupação com a geração de estoques de material para ser processado futuramente ou com a falta de insumos, fazendo com que o recurso ou a mão de obra fiquem ociosos.



Caro aluno, existe uma relação direta entre desperdício e qualidade. Nesse sentido, como podemos relacionar o JIT com a qualidade?

Para relacionar o JIT com a qualidade, a princípio o raciocínio é simples: os estoques, muito recorrentes no sistema de produção empurrada, geralmente são utilizados para evitar descontinuidades nos processos produtivos, sendo uma das descontinuidades os problemas com qualidade. Assim, quando temos problemas de descontinuidade no processo produtivo por falta de qualidade (como refugos, produtos que precisam de retrabalho, entre outros), uma das saídas é utilizar os estoques. Contudo, como há custos decorrentes do armazenamento dos materiais (ex.: juros do capital imobilizado, obsolescência e deterioração, almoxarifado, aluguel ou custo do espaço ocupado, entre outros), muitas empresas optam por retirar parte do estoque destinado a atender esse tipo de descontinuidade e caminha para o conceito de JIT.

Conforme apresentado por Oliveira (2004), com a redução dos estoques, o JIT permite que problemas na linha produtiva possam ser visualizados e corrigidos. Como podemos observar na Figura 1.5, os problemas e suas dimensões ficam ocultos quando temos um estoque demasiadamente grande.

Figura 1.5 | Visualização de problemas a partir do JIT



Fonte: Oliveira (2004, p. 53).

Similar ao que aprendemos anteriormente, temos também o conceito de gestão de perdas, que trata da identificação e da eliminação de perdas por meio da transformação em oportunidades de ganhos. Para que o conceito fique mais claro, primeiro temos que entender que existe uma diferença entre a condição ideal e a condição real de cada um dos ativos de uma organização. Assim, a gestão de perdas está interessada em medir a distância entre as duas situações anteriores e estabelecer metas para a recuperação ao menor investimento possível. É importante ressaltar que uma perda é considerada aquilo que não agrega valor. Nesse ponto, segundo Hines e Taylor (2000), atividades que agregam valor são aquelas que, diante da perspectiva do cliente, incrementam e aumentam o valor do produto ou serviço, demonstrando que o consumidor final está disposto a pagar pelo valor que foi agregado.

De acordo com Oliveira (2004), temos 16 grandes tipos de perdas, a saber:

1. Perdas por falhas.
2. Perdas por setup e ajustes.
3. Perdas por ferramentas de corte.
4. Perdas por acionamento inicial.
5. Perdas por pequenas paradas.
6. Perdas de velocidade.
7. Perdas por defeito.
8. Perdas por desligamento.
9. Perdas por falhas administrativas.
10. Perdas por falhas operacionais.
11. Perdas por desorganização na linha de produção.
12. Perdas resultantes de falha em automatização e logística.
13. Perdas de medição e ajustes excessivos.
14. Perdas de rendimento.
15. Perdas de desperdício de energia.
16. Perdas por matrizes, gabaritos e ferramentas.

Um controle de qualidade eficaz permite com que as empresas identifiquem atividades que não agregam valor aos produtos e/

ou serviços, como as 16 apresentadas anteriormente, ajudando no processo decisório, de modo que os custos da qualidade são intrínsecos a esse processo.

A interação entre a organização e os colaboradores também é fundamental para a gestão de perdas, uma vez que o conhecimento gerado nessas atividades fará com que tenhamos uma gestão mais autônoma e colaborativa, combatendo os custos e aumentando a produtividade. Para os colaboradores, isso se traduz em melhores condições e maior garantia do emprego.

Ainda conforme Oliveira (2004), a busca por resultados está na relação de retorno do ativo, ou seja, a razão saída e entrada, resultando na produtividade do ativo.



Pesquise mais

O que você acha de compreender melhor a aplicação dos conceitos abordados ao longo desta seção? Vamos então ler um estudo de caso no qual é tratado o problema de desperdícios com sucata e retrabalho?

O artigo *Redução dos custos da qualidade com melhoria dos processos: um estudo de caso* aborda as questões mencionadas anteriormente no processo de produção de tubos capilares em cobre e apresenta análises e estratégias para avaliação e redução dos custos de sucata e aumento da produtividade.

OLIVEIRA, G. T. et al. Redução dos custos da qualidade com melhoria dos processos: um estudo de caso. **Revista GEINTEC**, v. 6, n. 2, p. 3241-3256, 2016. Disponível em: <<http://revistageintec.net/index.php/revista/article/view/921/701>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

Boa leitura!

Sem medo de errar

Vamos retomar o caso da empresa que atua maciçamente em pesquisa e desenvolvimento (P&D) de novos materiais? Vale lembrar que a empresa em questão está introduzindo no mercado produtos à base de grafeno, que é um material que apresenta diversas vantagens.

Entendido ser uma empresa que adota uma estratégia tecnológica ofensiva, saindo sempre à frente no lançamento de novos produtos, observou-se que o primeiro produto que foi lançado à base de grafeno já está em seu segundo ano de vida no mercado, de modo que o time que atua no pós-desenvolvimento, junto com a equipe de qualidade que você gerencia, identificou os tipos de custo e o total de vendas nos dois anos, conforme apresentado na Tabela 1.1.

Tabela 1.1 | Custos da qualidade

Tipos de custo	Total até o segundo ano (R\$) em milhares
Retrabalho	2.100
Planejamento da qualidade	105
Assistência técnica (garantia)	2.248
Refugo	12.465
Equipamento de inspeção	923
Revisão do projeto de produção	9
Treinamento dos colaboradores	67
Produtos defeituosos devolvidos	32
Outros custos de prevenção	529
Outros custos de avaliação	571
Outros custos de falhas internas	198
Outros custos de falhas externas	28
Vendas	205.800

Fonte: elaborada pela autora.

Enquanto gestor da qualidade, analisando a porcentagem dos tipos de custo da qualidade em relação às vendas do produto, como você avaliaria o desempenho do departamento de qualidade em relação a este produto?

Em primeiro lugar, vamos utilizar nossos conhecimentos adquiridos para fazer uma classificação dos custos da qualidade, conforme a Tabela 1.2.

Tabela 1.2 | Classificação dos custos da qualidade

Tipos de custo	Total até o segundo ano (R\$) em milhares	Classificação de custo
Retrabalho	2.100	Custo de falha interna
Planejamento da qualidade	105	Custo de prevenção
Assistência técnica (garantia)	2.248	Custo de falhas externa
Refugo	12.465	Custo de falhas interna
Equipamento de inspeção	923	Custo de avaliação
Revisão do projeto de produção	9	Custo de falhas interna
Treinamento dos colaboradores	67	Custo de prevenção
Produtos defeituosos devolvidos	32	Custo de falhas externas
Outros custos de prevenção	529	Custo de prevenção
Outros custos de avaliação	571	Custo de avaliação
Outros custos de falhas internas	198	Custo de falhas interna
Outros custos de falhas externas	28	Custo de falhas externa
Vendas	205.800	

Fonte: elaborada pela autora.

A partir da classificação feita na Tabela 1.2, podemos calcular o total de cada um dos custos apontados anteriormente, bem como o seu percentual com relação às vendas, conforme apresentado na Tabela 1.3.

Tabela 1.3 | Custos totais e percentual com relação às vendas

Classificação de custo	Total	Percentual sobre as vendas
Custo de falha interna	14.772	7,17%
Custo de falha externa	2.308	1,12%
Custo de prevenção	701	0,34%
Custo de avaliação	1.494	0,73%
Vendas	205.800	

Fonte: elaborada pela autora.

Portanto, fica evidente que o maior custo percentual é de falha interna, ou seja, de perdas em processo, como o retrabalho antes da expedição dos produtos. Por apresentar uma percentagem significativa com relação às vendas, é importante que esse custo seja cuidadosamente avaliado. Em seguida, tem-se o custo de falha externa (1,12%), que é resultado de retrabalhos após a expedição, ou seja, custos pós-vendas, de modo que as falhas chegam aos clientes.

Os menores percentuais foram os custos de prevenção (0,34%), que são custos para assegurar a qualidade, e os custos de avaliação (0,73%), que são custos devidos à verificação da qualidade.

Logo, no parecer técnico a ser destinado ao diretor, você deve salientar que 8,29% das vendas referem-se aos custos da má qualidade, ou seja, custos evitáveis que podem otimizar os indicadores de vendas e retorno financeiro para a empresa caso sejam diminuídos ou, principalmente, eliminados.

Visando ações de melhoria, ainda é válido avaliar os custos identificados de acordo com os tipos de desperdícios, conforme preconizado pela Toyota. Assim, tomemos por base o refugo (interpretado como "aquilo que sobra"), que pode estar associado à superprodução, ou seja, foi produzido mais do que era necessário produzir, sendo uma das maiores formas de desperdício nas empresas, algo que deve ser eliminado por meio, por exemplo, da aplicação do conceito de produção puxada. A devolução de produtos não conformes está claramente associada ao desperdício causado por produtos defeituosos: traz problemas com o tempo de mão

de obra dedicado para a produção, os recursos de produção inutilizados, entre outros. Portanto, é importante controlar as falhas que estão associadas ao processo, tanto as provenientes de equipamentos e insumos, quanto as falhas humanas, a fim de evitar produtos defeituosos.

Parabéns por mais um desafio concluído!

Avançando na prática

Gestão de perdas

Descrição da situação-problema

Como consultor na área de qualidade, você foi contratado por uma empresa de manufatura a fim de propor ações de melhorias que visem à redução de custos que não agregam valor ao produto fabricado.

Ao avaliar a planilha de custos, você constatou que 11,5% das receitas são destinadas a cobrir custos de falhas internas, especialmente retrabalho, refugo e revisão do projeto produtivo.

Logo, você constatou que se trata de um custo associado à componente de má qualidade, ou seja, custo evitável que pode otimizar os indicadores de vendas e retorno financeiro para a empresa caso seja diminuído ou, principalmente, eliminado. Sob o enfoque dos 16 tipos de perdas, preconizado pela filosofia de gestão de perdas, quais melhorias poderiam ser propostas, em termos genéricos, para a empresa de manufatura a fim de otimizar o retorno líquido?

Resolução da situação-problema

O primeiro passo para a exploração dessa problemática é refletirmos sobre os 16 tipos de perdas, analisando quais, minimamente, podem estar relacionadas às falhas internas, conforme o entendimento dos custos de qualidade.

Logo, podemos inferir que, com o alto custo de falhas, provavelmente esteja havendo pelo menos as seguintes perdas:

1. Perdas por falhas.
2. Perdas por defeito.
3. Perdas por falhas operacionais.
4. Perdas por falhas administrativas.
5. Perdas por desorganização na linha de produção.

Assim, por exemplo, observamos que estão ocorrendo perdas por falhas no processo ou defeitos no produto, incorrendo em retrabalho e refugo. Como consultor, é válido sugerir como uma das propostas para solucionar tais perdas o controle do processo utilizando métodos estatísticos, conforme veremos mais adiante neste curso, possibilitando que se monitore e avalie a variação no processo produtivo.

Há também perdas por falhas operacionais, que estão vinculadas à performance dos equipamentos, métodos e procedimentos inadequados, bem como a fatores humanos, como falta de treinamento ou baixa motivação. No tocante a fatores humanos, ainda há perdas associadas a falhas administrativas (falta de material ou compra de matéria-prima inadequada, erro de gerenciamento, entre outros) e à desorganização na linha de produção, que está vinculada à deficiência de layout da planta fabril. Logo, uma proposta de solução refere-se à necessidade de um plano de manutenção assertivo e que considere todos os equipamentos da produção; reavaliação do layout, observando como as máquinas, os equipamentos, os postos de trabalho e os colaboradores estão posicionados uns em relação aos outros, de acordo com as atividades; e treinamentos e reciclagens periódicas.

Colocando essas ações em prática, é possível otimizar o uso dos ativos e as rotinas de produção da organização por meio da eliminação de perdas, diminuindo os custos de falhas internas!

Faça valer a pena

1. Quando se aborda a redução do desperdício, historicamente sobressai-se o Sistema Toyota de Produção, que tem como um dos pilares a filosofia just in time (JIT). Leia o texto e veja como melhor completar a frase:
O JIT é um dos principais instrumentos que utiliza a _____ no combate ao desperdício. Assim, no JIT a produção é _____ pela demanda, ou seja,

cada estágio da produção fabrica apenas os itens realmente necessários, em quantidades e momentos corretos. Logo, o JIT prima pela produção _____ e com a manufatura de fluxo contínuo.

Assinale a alternativa que completa corretamente a frase.

- a) Produção enxuta, empurrada, sem estoque.
- b) Produção reduzida, puxada, com estoque.
- c) Produção enxuta, puxada, sem estoque.
- d) Produção reduzida, empurrada, sem estoque.
- e) Produção enxuta, empurrada, com estoque.

2. Sabe-se que há uma diferença entre a condição ideal e a condição real de cada um dos ativos de uma organização. Assim, há um método de gestão, no escopo da qualidade, que está interessado em medir a distância entre a condição ideal e a condição real e estabelecer metas para a recuperação ao menor investimento possível. Esse método contribui, juntamente com o controle de qualidade, para a identificação de atividades que não agregam valor aos produtos e/ou serviços, ajudando no processo decisório e na redução do desperdício.

Assinale a alternativa que apresenta corretamente o método de gestão a que o texto acima se refere.

- a) Produção puxada.
- b) *Just in time*.
- c) Sistema Toyota de Produção.
- d) Gestão de perdas.
- e) Gerenciamento dos custos da qualidade.

3. Conforme definido por Crosby (1980), o custo da qualidade apresenta dois componentes principais: o custo da qualidade efetiva (ou o custo da conformidade) e o custo da má qualidade (ou o custo da não conformidade). Com base nisto, avalie os tipos de custos da qualidade (A, B, C e D), bem como seus respectivos exemplos (I, II, III e IV).

- A. Prevenção.
- B. Avaliação.
- C. Falha interna.
- D. Falha externa.

I. Custos com inspeção de recebimento ou entrada, auditoria interna referente ao produto ou serviço, atividades de inspeção, contagens de estoque, análise de fornecedores e controle de processo.

II. Custos com garantia, administração de reclamações de clientes, produtos retirados do mercado, recalls, custos de envio, atrasos na entrega e perda de clientes.

III. Custos com reciclagem e treinamento dos colaboradores, esforços de melhoria contínua, pessoal de administração da qualidade, gestão do sistema da qualidade, pesquisa de mercado e testes de campo.

IV. Custos com sucata, retrabalho, estoque extra, estações de reparo, redesenho, relatórios de ações corretivas e horas extras devido a produtos ou serviços não conformes.

Com base nos tipos de custos da qualidade (A, B, C, D) e seus respectivos exemplos (I, II, III e IV), assinale a alternativa que apresenta a associação correta.

a) I – D; II – A; III – B; IV – C.

b) I – A; II – C; III – D; IV – B.

c) I – C; II – A; III – D; IV – B.

d) I – C; II – B; III – D; IV – A.

e) I – B; II – D; III – A; IV – C.

Seção 1.3

Gerenciamento estratégico da qualidade

Diálogo aberto

Caro aluno, continuaremos o nosso estudo a fim de compreendermos as características e princípios norteadores do gerenciamento estratégico da qualidade, ou seja, vamos entender como pode ocorrer a integração da qualidade com a gestão estratégica de uma empresa.

De fato, quando pensamos em qualidade, já vimos que este conceito está associado à agregação de valor e é de extrema importância que os princípios e protocolos de qualidade aplicados por uma organização estejam alinhados ao seu planejamento e gerenciamento estratégico.

Para alcançarmos este entendimento, estudaremos as principais características do gerenciamento estratégico da qualidade, contemplando a prática da melhoria contínua, o enfoque no cliente, o planejamento estratégico e, finalmente, os modelos de gestão da qualidade.

Neste último ponto, é válido já ressaltar que as empresas brasileiras ambicionam a conquista do Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ) que tem como balizador o Modelo de Excelência em Gestão (MEG).

Logo, profissionalmente, os conceitos desta seção serão extremamente válidos para que você seja um agente, na empresa, que direcione a gestão estratégica da qualidade, bem como tenha competências para ajudar a sua organização a adotar um modelo de excelência em gestão e ser reconhecida por esta conquista.

Todos esses conteúdos serão essenciais para você ter êxito na resolução da problemática profissional descrita a seguir.

Logo, vamos retomar o caso da empresa que atua maciçamente em pesquisa e desenvolvimento (P&D) de novos materiais e que, de modo pioneiro, está introduzindo no mercado produtos à base de grafeno, que é um material quase transparente, flexível, impermeável e 200 vezes mais resistente que o aço.

Neste ano, o presidente da empresa já divulgou a todos os colaboradores a meta de ganhar o PNQ, da Fundação Nacional da Qualidade (FNQ), no âmbito brasileiro. Assim, lhe foi solicitado apresentar o MEG da qualidade para todos os times a fim de que todos conheçam os critérios e possam se preparar para esse novo desafio. No contexto da empresa, como você explicaria esse modelo da FNQ?

Pense a respeito, pois o diretor geral lhe solicitou uma apresentação sobre esse tema.

Empenhe-se no estudo do material para conseguir aplicar esses conhecimentos com sabedoria e de forma efetiva no mercado de trabalho!

Tenha um ótimo estudo.

Não pode faltar

Caro aluno, agora que já entendemos o conceito e a evolução da qualidade, percebemos que esta começou a ter influência maior em áreas estratégicas, por meio de ações e decisões que contribuem para o desempenho estratégico organizacional, ou seja, a gestão da qualidade foi conduzida de um patamar operacional para níveis administrativos mais elevados.

Atualmente, a gestão da qualidade é considerada essencial para o sucesso da organização, portanto, vamos abordar nessa seção as características e os principais elementos do gerenciamento estratégico da qualidade.

Mas você deve estar pensando, qual a diferença quando adotamos a Gestão Estratégica da Qualidade? A diferença refere-se ao fato de que englobamos a esfera estratégica na gestão da qualidade. Logo, na Era da Garantia da Qualidade tínhamos ações e decisões nos níveis tático e operacional, mas na Era da Gestão Estratégica da Qualidade consideramos o nível estratégico da organização, além do ambiente externo à empresa, para direcionar políticas e padrões da qualidade.

Para que fique mais claro onde pretendemos chegar quando falamos em gestão estratégica da qualidade, Garvin (2002) nos dá pistas que destacaremos a seguir:

1. A última palavra vem do cliente, pois ele quem diz até que ponto o produto ou o serviço atende às suas necessidades e traz satisfação. Em outras palavras, o foco passa a ser no cliente, e não no fornecedor.

2. A satisfação também está relacionada ao que é oferecido pelos concorrentes, uma vez que isso gera uma expectativa no cliente.

3. A satisfação é atingida na vida útil do produto, e não apenas no momento da compra.

4. Precisamos de um conjunto de atributos que proporcionem a satisfação máxima dos clientes.

Vale destacar que essa concepção de gerenciamento estratégico da qualidade não deixa de lado aquela visão de garantia da qualidade. Diferentemente disso, o gerenciamento estratégico da qualidade engloba também os princípios da garantia da qualidade, pois precisamos de um conjunto de métodos e procedimentos padrões para definir as metas que pretendemos atingir.

Portanto, as principais características do gerenciamento estratégico da qualidade abrangem:

1. O objetivo da qualidade é ter um impacto estratégico, ou seja, uma oportunidade de concorrência.

2. A ênfase da qualidade é nas necessidades de mercado e do cliente.

3. Os métodos da qualidade envolvem o planejamento estratégico, o estabelecimento de objetivos e a melhoria contínua.

4. Os profissionais da qualidade têm o papel de estabelecer objetivos, treinar e orientar o trabalho conjunto com outros departamentos.

5. Todos na empresa são responsáveis pela qualidade, inclusive a alta gerência. Logo, é necessário o engajamento e proatividade da alta administração a fim de direcionar ações e políticas que fomentem os objetivos da qualidade, além de, essencialmente, incentivar, entre os colaboradores, a promoção e a aplicação do que foi definido para a qualidade.

6. A base de atuação da qualidade é estratégica, com caráter humano.



Sabemos que dentre as principais características do gerenciamento estratégico da qualidade, a participação de todos os colaboradores é fundamental. Imagine então que você faz parte da alta gerência de uma empresa. Como você faria para garantir a participação de todos os colaboradores na qualidade, desde a base da pirâmide hierárquica? Reflita sobre essa questão, lembrando onde desejamos chegar quando falamos em gestão estratégica da qualidade.

Por meio das características apresentadas anteriormente, é possível entender melhor o que definimos como gerenciamento estratégico da qualidade, mas como esse gerenciamento de fato ocorre na prática? Para responder ao questionamento proposto, precisamos estudar os elementos do gerenciamento estratégico da qualidade.

De acordo com Tummala e Tang (1995), existe um conjunto de elementos que constituem a gestão estratégica da qualidade e que devem ser considerados no ambiente organizacional:

1. **Foco no cliente:** trata-se de um elemento, ou princípio, no qual o processo inicia e finaliza no cliente. A ideia central desse princípio é que os atributos da qualidade, que agregam valor ao produto ou serviço ofertado pela empresa, tenham origem na necessidade dos clientes e desfecho na satisfação dos clientes.

Mas o que podemos definir como clientes? De acordo com esse elemento, os clientes não são somente os consumidores do produto ou usuários do serviço, mas também todos os interessados no negócio (stakeholder, do inglês, desde o investidor até o fornecedor), uma vez que além do mercado consumidor, também devemos considerar os requisitos legais, socioambientais e de toda a cadeia de produção.

E a satisfação do cliente, o que é? Aqui vale destacar o que já mencionamos anteriormente, que se vincula com a oferta da concorrência. Se a qualidade do produto dos concorrentes sofre constantes variações, então a renovação dos produtos é frequente, dado que existem imperfeições e insatisfações identificadas pelos consumidores. Vale lembrar que as alterações de qualidade num produto ou serviço são resultantes da mudança técnica e tecnológica, que também podem surgir diante de

novas necessidades dos consumidores.

2. **Liderança:** como já vimos anteriormente, o gerenciamento estratégico da qualidade envolve todos os níveis administrativos da organização (o operacional, o tático e o estratégico), de modo que todos na empresa são responsáveis pela qualidade, inclusive a alta gerência. Então, a liderança tem um papel fundamental na aplicação do gerenciamento estratégico da qualidade, uma vez que a parte gerencial deve definir políticas e objetivos claros de qualidade, que direcionarão as atividades da organização, bem como indicadores e métricas para avaliação e feedback entre o planejado e o executado.

Portanto, as práticas de liderança devem permear todos os níveis gerenciais, para que os objetivos e metas propostos sejam repassados a todos os colaboradores da organização, além de promover a implementação e continuidade da gestão da qualidade.

3. **Melhoria contínua:** trata-se de um princípio central no gerenciamento estratégico da qualidade. Complementando o enfoque no cliente, o objetivo da melhoria contínua é desenvolver e aperfeiçoar os processos e serviços, tanto novos como já existentes, agregando valor para o cliente.

A melhoria contínua ocorre por meio do controle de processos e da redução na variabilidade e nos desperdícios, ou seja, a melhoria contínua é também um processo contínuo que busca a otimização nos materiais, equipamentos, uso dos recursos humanos e nos métodos produtivos. Para que a melhoria contínua ocorra, é importante a participação dos colaboradores, por meio de sugestões e ideias.

De acordo com Toledo (2012), existem dois requisitos para a prática da melhoria contínua: criar condições para que os colaboradores estejam comprometidos continuamente com a qualidade; e criar uma estrutura de informação e comunicação para que os gestores possam tomar as decisões cotidianas, englobando a prática de vigilância tecnológica e desenvolvimento a fim de que a organização se mantenha competitiva no mercado.

Como a implantação do processo de melhoria contínua envolve toda a organização, é importante que seja feito um programa-piloto, verificando seus resultados, para que na sequência seja feita uma expansão.

4. **Planejamento estratégico:** o gerenciamento estratégico da qualidade envolve um planejamento, cuja função é identificar o comportamento futuro do mercado, para que sejam tomadas ações alinhadas com a expectativa do mercado. Em outras palavras, é enxergar as necessidades futuras dos clientes, para que os objetivos da organização estejam ajustados a isso.

Mas de que forma faremos o planejamento estratégico? Garvin (2002) nos apresenta dois questionamentos a serem considerados para a execução:

- Por que os clientes terão preferência aos seus produtos em face da concorrência?

- Que métodos serão utilizados para controle e melhoria contínua?

Assim, do ponto de vista aplicado, o Planejamento Estratégico da Qualidade é um processo que os departamentos da qualidade, alta cúpula da qualidade (diretores, gerentes, coordenadores etc.) e profissionais da qualidade realizam, em suas organizações, para identificar as iniciativas de qualidade mais adequadas para melhor gerenciar a qualidade hoje e no futuro, pensando nas demandas dos clientes.

Logo, por meio da formação de uma equipe especializada, o processo de Planejamento Estratégico da Qualidade pode ser desenvolvido em sete fases básicas, começando com o fundamento de que a qualidade e a satisfação do cliente são o centro do futuro de uma organização:

1. Necessidades do cliente: o primeiro passo é descobrir as necessidades futuras dos clientes.

2. Posicionamento em relação ao cliente: o time de planejamento deve determinar onde a organização deseja estar em relação aos clientes, tendo em mente que todo tipo de cliente deve ser tratado de acordo com seu perfil.

3. Preveja o futuro no âmbito de mercado: o time, agora, necessita prever as condições futuras, em um contexto macro, que afetarão seu produto ou serviço. Estudos sóciodemográficos, previsões econômicas e avaliações ou projeções técnicas/tecnológicas são ferramentas que ajudam a prever o futuro do mercado da empresa.

4. **Análise de lacunas (gap):** a análise de lacunas foca na diferença entre o que precisa ser feito e o que a empresa está fazendo atualmente. Por exemplo, pode-se refletir se a organização deve aumentar ou diminuir a capacidade de produção para um determinado produto.

5. **Preenchimento da lacuna:** se houver lacunas, planos de longo prazo devem abordar como preencher essa lacuna, ou seja, como sanar uma deficiência ou otimizar um indicador.

6. **Alinhamento:** quaisquer que sejam os objetivos de qualidade que uma organização esteja definindo, deve-se assegurar que o plano da qualidade esteja alinhado com a sua visão, com a sua missão e com os seus objetivos estratégicos.

7. **Implementação:** uma vez o plano estratégico esteja pronto, o próximo passo deve ser planejar as metodologias que serão aplicadas na implementação do plano, por exemplo, o Seis Sigma.

Para concluir, vale ressaltar a necessidade de reavaliar o progresso do plano estratégico de qualidade pelo menos anualmente.

5. **Participação das pessoas e dos fornecedores:** a participação das pessoas é o fator-chave em qualquer organização, portanto, como já vimos antes, elas também são decisivas na gestão da qualidade. Pensando deste modo, como podemos organizar a participação das pessoas na gestão da qualidade?

Em primeiro lugar, é necessário que tenhamos um colaborador responsável por atividades de benchmarking (identificação das melhores práticas) com relação à concorrência, ou seja, que capte informações sobre a situação da organização comparada aos concorrentes, informando-se também sobre os novos sistemas e normas.

Todos devem participar da qualidade, desde que todos estejam devidamente formados para execução do seu trabalho (tanto no aspecto tecnológico quanto de gestão da qualidade), ou seja, a formação deve ser sistêmica e sustentável; e todos devem estar motivados, o que é essencial para que as tarefas sejam executadas da melhor forma possível e contando com a participação de todos os envolvidos.

6. **Projeto da qualidade:** como vimos até aqui, o gerenciamento estratégico prevê a participação de todos da

organização, portanto, é importante que a prática de projetos da qualidade seja estimulada. Podemos ter projetos de qualidade de produto e de processo. A qualidade do produto está associada à qualidade do projeto e também à qualidade do processo. O projeto do produto leva em conta os requisitos da qualidade dos clientes, bem como os requisitos legais e especificações técnicas. Já o projeto do processo está relacionado com a fabricação, que deve gerar produtos em conformidade com o projeto.

Quando empregamos o conceito de melhoria contínua à realidade dinâmica do mercado consumidor, precisamos garantir agilidade nos projetos de produto e de processo, para que as exigências dos clientes e da sociedade sejam prontamente absorvidas pelas organizações.

Também é importante destacar que tanto a prevenção de erros quanto de retrabalho devem ser prioridades no gerenciamento estratégico da qualidade, uma vez que já sabemos como isso reduz os custos da qualidade, conseqüentemente reduzindo custos de produção.

7. Gerenciamento baseado em fatos e dados: sabemos que o gerenciamento estratégico da qualidade envolve desde as operações até a tomada de decisões estratégicas, mas quais são as bases para essas operações e decisões?

É importante que as operações e as tomadas de decisões ocorram com base em estudos estruturados, dados confiáveis e na análise correta das informações, porque isso gerará indicadores e projeções que serão utilizados nos demais elementos mencionados, de modo que eles devem ser assertivos a ponto de permitir avaliações de desempenho interno e perante à concorrência.



Exemplificando

Imagine que a sua empresa produza eletrodomésticos. O primeiro elemento garante que o foco deve ser no cliente. Se os clientes necessitam ou desejam produtos com menor ruído, você terá que adequar sua linha de produtos. Como isso pode ser feito? A liderança deve elaborar novas políticas de qualidade, utilizando práticas de melhoria contínua. O planejamento estratégico vai ajudar a enxergar

como seu produto está, frente aos concorrentes, e onde você deseja chegar, pensando na satisfação dos clientes. No exemplo da diminuição dos ruídos, você terá que desenvolver um projeto da qualidade que englobe tanto a mudança no projeto de qualidade do produto, quanto do processo, já que também é seu objetivo evitar que erros e defeitos possam causar ruídos indesejados e diminuir a satisfação do cliente.

Uma vez que os projetos tenham sido concluídos, é hora de avaliar o desempenho para a processo de tomada de decisões. Chegamos então na fase de executar o gerenciamento baseado em fatos e dados, ou seja, analisar indicadores e projeções confiáveis para avaliar se as alterações no produto surtiram o efeito desejado. Para tanto, pode ser projetada uma sala com materiais isolantes acoplados às paredes a fim de permitir a execução de testes de ruído no produto, conforme feita pela empresa Whirlpool, que fabrica produtos das marcas Brastemp, Consul e KitchenAid. Lembrando que para que tudo isso ocorra, é fundamental a participação de todos os colaboradores e dos fornecedores, englobando um nível estratégico, tático e operacional.

Agora que já compreendemos o conceito de gerenciamento estratégico da qualidade, por meio da exploração de seus elementos, vamos conhecer alguns modelos de referência que podem nos ajudar na busca pela qualidade. O objetivo dos modelos é auxiliar na implantação do gerenciamento da qualidade, de modo a nortear os processos, práticas e políticas relacionados ao planejamento da qualidade.

O primeiro modelo de gestão da qualidade que abordaremos é a Gestão da Qualidade Total, também chamada de Controle da Qualidade Total (*Total Quality Control* – TQC), que de acordo com Toledo (2012), pode ter duas abordagens bem parecidas: a japonesa (*Company-wide Quality Control* – Controle da Qualidade por toda a empresa) e a ocidental (*Total Quality Management* – TQM - Gestão da Qualidade Total).

A abordagem japonesa teve início nos anos 1960, na qual era fundamental o compromisso de todos os colaboradores para a qualidade total, o que passa pelo apoio da alta administração. Ou seja, para que a satisfação do cliente seja atingida é necessário que todas as áreas funcionais participem do processo de busca pela qualidade.

Além do princípio central mencionado anteriormente, o controle da qualidade total tem como base outros três itens:

1. Gerenciamento pelas e das diretrizes: considerando uma diretriz composta por metas, medidas e fatores restritivos, auxilia no planejamento estratégico e é de responsabilidade da alta administração.

2. Gerenciamento por e de processos: sendo um processo composto por atividades interdependentes, entradas, transformações e saídas. A organização pode ser considerada um conjunto de processos a serem geridos.

3. Gerenciamento da rotina ou das atividades do dia a dia: composta pela verificação diária e busca pela melhoria dos níveis de controle.

Já a abordagem ocidental, o TQM, começou a ser difundido por volta dos anos 1980 e 1990. As duas abordagens são muito similares, na verdade, a abordagem ocidental nada mais é do que uma adaptação da abordagem japonesa. O primeiro ponto que vale ressaltar é a diferença nas siglas, já que isso ocorre porque o entendimento da palavra “controle” é diferente nos dois contextos. No caso japonês, a palavra controle é um sinônimo de gerenciamento, enquanto que no contexto ocidental controle nos remete às atividades de acompanhamento, um monitoramento. Para não restar dúvidas de que o foco é na gestão da qualidade, e não no monitoramento, a sigla ficou Gestão da Qualidade Total (em inglês, *Total Quality Management – TQM*) (Toledo, 2012).

Mas além da diferença na sigla, o que é englobado pela abordagem ocidental? Similarmente à abordagem japonesa, a qualidade deve estar presente em todo o gerenciamento organizacional, incluindo também o relacionamento com o cliente, com fornecedores, colaboradores, enfim, os *stakeholders* de modo geral. Tanto no TQC como no TQM, temos como elementos principais: o foco no cliente; a liderança; o envolvimento das pessoas; o gerenciamento de processos; a melhoria contínua; e a relação com os fornecedores.

O segundo modelo que abordaremos é composto pelos prêmios da qualidade e os modelos de excelência em gestão. Vale ressaltar, no caso especial brasileiro, que temos a Fundação Nacional da Qualidade (FNQ), que surgiu em 1991 com o objetivo de administrar o Prêmio Nacional da Qualidade.

A FNQ desenvolveu o Modelo de Excelência da Gestão (MEG), que é baseado em diferentes fundamentos e critérios, definindo as bases teóricas necessárias para uma boa gestão. Os fundamentos são: pensamento sistêmico; aprendizado organizacional; cultura de inovação; liderança e constância de propósitos; orientação por processos e informações; visão de futuro; geração de valor; valorização de pessoas; conhecimento sobre o cliente e o mercado; desenvolvimento de parcerias; e responsabilidade social. Trata-se de um modelo flexível que pode ser útil para a avaliação, o diagnóstico e o desenvolvimento do sistema de gestão de qualquer organização e é reconhecido como uma referência importante para organizações, desde pequeno, médio ou grande porte.

Os fundamentos são expressos em características tangíveis e mensuráveis, qualitativa ou quantitativamente, que são agrupadas em diversos critérios: liderança; estratégia e planos; clientes; sociedade; informações e conhecimento; pessoas; processos e resultados. A distribuição em critérios é realizada para facilitar o entendimento de conteúdos afins considerados no modelo e reproduzir, de forma lógica, a condução dos temas essenciais de uma organização.

Regularmente, a FNQ adequa e faz pequenas alterações nos fundamentos e nos critérios, mas a estrutura e a essência básica mantêm-se sempre a mesma.

As organizações que adotam o MEG podem participar do processo de avaliação do Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ), que faz uma análise profunda da gestão organizacional, encerrando-se com o Diagnóstico de Maturidade da Gestão. No âmbito brasileiro, o PNQ é muito desejado por diferentes organizações e, a título de exemplificação, podemos citar a Volvo, que é a única montadora tetracampeã do PNQ (2009, 2012, 2015 e 2016).

Existem outros prêmios, como o Prêmio Deming, que foi criado em 1951 no Japão e é considerado o primeiro prêmio da qualidade do mundo, indicando práticas, ferramentas e métodos que podem ser adotados pela empresa para a difusão da gestão da qualidade. Há também o Prêmio Malcolm Baldrige, criado em 1987 para avaliar as indústrias norte-americanas.



Vamos aprofundar os nossos conhecimentos sobre o Prêmio Nacional da Qualidade? O artigo a seguir traz os resultados da adoção do prêmio em empresas ganhadoras no ano de 2005.

OLIVEIRA, G. T.; MARTINS, R. A. **Efeitos da adoção do modelo do Prêmio Nacional da Qualidade na medição de desempenho**: estudos de caso em empresas ganhadoras do prêmio. *Gest. Prod.* São Carlos, v. 15, n. 2, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v15n2/a04v15n2>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

Ademais, há os modelos de sistemas de gestão da qualidade normalizados, como a série ISO9000. Trata-se de um conjunto de requisitos e diretrizes norteadores dos sistemas de gestão da qualidade, sendo um padrão internacional. É promovida pela *International Organization for Standardization (ISO)*, uma organização internacional sediada em Genebra, na Suíça, com o objetivo de criar normas para produtos, processos, materiais e sistemas.

É importante ressaltar que os modelos anteriores podem ser implementados em conjunto, pois não representam concorrência entre si, mas podem se complementar.



Dentre os conceitos aprendidos, vale destacar que a gestão estratégica da qualidade engloba ações e decisões nos níveis tático, operacional e estratégico, além do ambiente externo à organização para direcionar políticas e padrões da qualidade.

Para facilitar o gerenciamento estratégico da qualidade, podemos utilizar modelos, como a Gestão da Qualidade Total; os modelos de excelência em gestão, como o da FNQ; e os modelos normalizadores, como a norma ISO9000, vinculada aos sistemas de gestão da qualidade.

Vamos relembrar o caso da empresa que atua maciçamente em pesquisa e desenvolvimento (P&D) de novos materiais e que está introduzindo no mercado produtos à base de grafeno. Já sabemos que esse material é quase transparente, flexível, impermeável e 200 vezes mais resistente que o aço. Neste ano, o presidente da empresa já divulgou a todos os colaboradores a meta de ganhar o Prêmio Nacional da Qualidade, da Fundação Nacional da Qualidade (FNQ), no âmbito brasileiro. Assim, lhe foi solicitado apresentar o Modelo de Excelência em Gestão (MEG) da qualidade para todos os times.

Primeiramente, na sua apresentação aos times dessa indústria, aponte que para que a empresa possa concorrer ao Prêmio Nacional da Qualidade, é necessário que ela tenha adotado o Modelo de Excelência em Gestão (MEG), da FNQ.

Posteriormente, prezando por visão mais abrangente, já mostre que o MEG da FNQ é baseado em 11 fundamentos e 8 critérios. Em seguida, afunile o seu raciocínio para apresentar aos times da empresa como cada um dos fundamentos e critérios são desenvolvidos em seu contexto:

1. Pensamento sistêmico: como prática de fomento ao pensamento sistêmico, inicialmente sugira em sua apresentação que os gestores da organização discutam entre si sobre os elementos estratégicos dos negócios, considerando, neste caso, principalmente o desenvolvimento de novos produtos a fim de manter a empresa competitiva no mercado, bem como o modo como cada time vai contribuir para tal fato. A partir dessa discussão, são geradas metas associadas a desafios que, então, serão transpassados a cada equipe, considerando uma visão global da organização. Logo, mostre aos gestores que eles têm papel fundamental em disseminar para toda a cadeia as estratégias de negócio e como obter sucesso no atingimento de metas, incentivando os colaboradores a pensarem de forma global e olharem para o futuro. Junto aos colaboradores de diferentes níveis, mostre que, individualmente, eles devem avaliar suas ações e decisões refletindo sobre o longo prazo. Com enfoque em processos, apresente a necessidade do desenvolvimento de produto ser pensado privilegiando processos que melhorem o

uso de recursos e busquem, ao mesmo tempo, sustentabilidade social, econômica e ambiental. Neste ponto, exponha que ao se trabalhar por processos, cada time deve considerar as variáveis com as quais atua, principalmente entendendo a relação entre essas variáveis a fim de tomar as decisões de modo adequado.

2. Aprendizado organizacional: neste ponto, exponha que, como premissa de uma estratégia de inovação aberta para desenvolvimento de novos produtos a fim de diluir custos e riscos, é sensato que, com o enfoque sistêmico, essa indústria parte para o aprendizado do tipo learning by interacting, isto é, deve ser considerada uma estrutura de interação e reflexão prezando pela interação entre os colaboradores. Por exemplo, discutir um problema com os outros em vez de buscar, de modo isolado, a resolução que você considera a melhor. Vale a pena a formação de grupos de trabalho com pessoas das diferentes áreas para aprimorar práticas e solucionar gargalos. Logo, mostre também aos gestores que eles são peças fundamentais para estimular que todas as partes interessadas no negócio aprendam uma com as outras, inclusive gerando a criação de novas ideias.

3. Cultura de inovação: na sua apresentação, exponha que o desenvolvimento de novos produtos está diretamente relacionado com a busca pela inovação, seja ela disruptiva ou incremental. Assim, a cultura organizacional da empresa deve fomentar a inovação, começando pelo fato de investir nas ideias dos colaboradores. Uma vez gerada a inovação, é de fundamental importância que a cultura da empresa preveja a recompensa para esse colaborador (upgrade na carreira, um prêmio etc.) a fim de estimular a manutenção de todos no fomento à inovação. Como parte da cultura de inovação, você pode citar o caso da 3M que libera seus funcionários por algumas horas na jornada semanal e repassa recursos a eles para que possam inovar. De forma geral, mostre aos gestores que uma cultura de inovação deve contemplar uma comunicação democrática, espaços de coworking para interação, flexibilidade, colaboração, incentivos e liderança proativa. A assimilação desses elementos da cultura organizacional permitirá que a organização apoie e mantenha atividades inovadoras.

4. Liderança e constância de propósitos: esse ponto você

já explorou nos fundamentos acima, de modo que apenas ressalte a importância da liderança para o atingimento de metas e promoção de ações alinhadas à estratégia e aos objetivos de qualidade

5. Orientação por processos e informações: exponha que a tomada de decisões deve levar em conta as informações disponíveis sobre os processos, sendo essencial a gestão de dados. Logo, oriente os funcionários para que, em um processo colaborativo, baseiem suas ações e decisões em dados concretos, bem como não pode esquecer de considerar a relação entre as diferentes variáveis que interferem no processo. O uso de reports, dados primários e dados secundários certamente serão essenciais para a aplicação deste fundamento.

6. Visão de futuro: conforme já explorado no pensamento sistêmico, todos os times devem pensar suas ações e decisões considerando o longo prazo, cabendo ao gestor promover tal consciência (sugira aos gestores as avaliações com feedback, por exemplo) e expor as estratégias do negócio

7. Geração de valor: mostre que o objetivo da empresa deve contemplar o alcance de resultados consistentes junto aos clientes, isto é, a todo o momento deve-se retroalimentar a cadeia avaliando se as necessidades e satisfação dos clientes foram atingidas. Mostre ainda que a geração de valor está vinculada com a sustentabilidade do negócio (social, econômica e ambiental) e o uso otimizado de recursos sem agredir o ecossistema.

8. Valorização de pessoas: para uma empresa baseada em inovação, uma das formas de criar condições de maximizar o desempenho do colaborador e, ao mesmo tempo, atingir metas, refere-se aos incentivos à inovação. Logo, retome políticas de recompensa e reconhecimento para a geração de inovação, bem como sugira um canal direto da alta cúpula com os colaboradores a fim de eles depositem suas ideias e sintam-se estimulados.

9. Conhecimento sobre o cliente e o mercado: pesquisas de mercado e pesquisas de satisfação podem ser um meio para a empresa conhecer seus clientes e mercado.

10. Desenvolvimento de parcerias: com foco na inovação,

as parcerias para esta empresa são fundamentais a fim de gerar novas competências. Sugira que a empresa faça parte de uma rede aberta com universidades, institutos de pesquisa, outras empresas, comunidade de consumidores e etc.

11. Responsabilidade social: neste ponto, explore a sustentabilidade social e ambiental da empresa, mostrando que as práticas organizacionais atendem às normas vigentes, bem como atendem demandas da sociedade, preocupando-se, inclusive, com as gerações futuras.

Uma vez apresentados os fundamentos, ressalte que o MEG prevê a distribuição em critérios para facilitar o entendimento de conteúdos afins considerados no modelo e reproduzir, de forma lógica, a condução dos temas essenciais de uma organização.

Exponha que nos fundamentos você já explorou os critérios de modo indireto, de forma que agora você apenas irá fazer apontamentos breves.

Os oito critérios são:

1. Liderança: aborda itens como engajamento e controle de resultados pela gerência.

2. Estratégia e Planos: têm como itens principais o estabelecimento de metas e os planos necessários para êxito das estratégias.

3. Clientes: trata das informações dos clientes e mercado, bem como a comunicação com os clientes atuais e potenciais.

4. Sociedade: aborda itens como as demandas sociais e ambientais, como o desenvolvimento social das comunidades afetadas pela organização.

5. Informações e Conhecimento: trata de itens como os ativos intangíveis que geram diferenças competitivas na organização, como o conhecimento.

6. Pessoas: aborda itens como o desenvolvimento das novas competências e conhecimentos das pessoas, assim como o bem-estar.

7. Processos: lida com os principais processos da organização, como os processos relacionados com fornecedores e financeiros.

8. Resultados: temos nesse critério a preocupação com

os resultados da organização e sua comparação com dados históricos e planejados para avaliação de desempenho, assim como a verificação de atendimento por parte da organização.

Em posse dessas informações é possível você passar os itens que os demais colaboradores devem conhecer e focar para a adoção do MEG e a concorrência ao Prêmio Nacional da Qualidade.

Avançando na prática

Consultor e o planejamento estratégico da qualidade

Descrição da situação-problema

Uma rede de hotéis está há 5 anos no Brasil e constatou que seus indicadores de qualidade (como satisfação do cliente, taxa de retorno do hóspede, entre outros) não estão tão bem colocados, no mercado, quanto os de seus concorrentes. Desta forma, o gestor do departamento de qualidade decide refletir sobre o gerenciamento estratégico da qualidade e seus elementos, ou seja, decide pensar em ações e práticas que conduzam a qualidade a ter impactos estratégicos para a companhia. Nesse sentido, uma dificuldade do gerente é especificamente o planejamento estratégico da qualidade, de modo que ele o contrata, como um consultor externo, a fim de explicitar para a sua equipe o que é o planejamento estratégico e como pensá-lo sob o contexto da rede de hotéis. Desta forma, para auxiliar o gestor e a sua equipe, com base nas sete etapas de construção de um plano estratégico da qualidade, como você explicaria, por meio de uma apresentação, quais são as entradas e as saídas empregadas neste planejamento a fim de otimizar ações e práticas da companhia?

Resolução da situação-problema

Inicialmente, como consultor, na sua apresentação você deve explicar que o desenvolvimento de um plano estratégico de qualidade é a chave para determinar as iniciativas de qualidade adequadas para a rede de hotéis no Brasil, considerando o futuro da companhia e as novas demandas dos clientes. Para começar, sugira ao gestor para criar uma equipe (grupo de trabalho) de

planejamento estratégico de qualidade, dando preferências a profissionais responsáveis por garantir a entrega dos serviços de modo conforme aos clientes da organização, ou seja, atendendo às necessidades e expectativas dos clientes.

Alguns membros dessa equipe de planejamento estratégico de qualidade podem não estar envolvidos diretamente com a responsabilidade cotidiana de gerenciar a qualidade, mas necessariamente o gestor deve fazer parte do grupo de trabalho e os colaboradores devem ter a ciência que prezar pela qualidade é uma tarefa de todos.

Apontado o primeiro passo de formação do time para a construção do plano, você deve evidenciar quais são as entradas desse planejamento, isto é, explique ao gestor e sua equipe que o planejamento estratégico requer uma fase de entrevista com cliente (ouvir a voz do cliente) e pesquisa de mercado, inclusive para entender melhor o cliente e melhor posicionar os serviços da rede de hotéis em relação ao perfil de cliente, que varia de acordo com cada nicho (etapa de foco no cliente e posicionamento em relação ao cliente). Você pode sugerir algumas perguntas norteadoras para que a entrada de informação sobre o cliente seja efetiva: Quem serão os seus clientes futuramente? Sua base de clientes mudará? O que os clientes querem? Como a rede de hotéis atenderá e excederá as expectativas dos seus clientes?

Outra entrada necessária para o planejamento refere-se à avaliação do mercado no tocante a indicadores macro a fim de que a companhia preveja o futuro (etapa de previsão do futuro) do setor e se adeque a ele. Logo, por exemplo, o hotel pode desenvolver previsões econômicas para o setor de turismo, não só pensando no turismo de lazer, mas também no turismo de negócio que é crescente no mercado. Além disso, diante de avaliações ou projeções tecnológicas, pode analisar a implantação de novas plataformas digitais para reservas online a fim de se manter competitivo no mercado em uma era marcada pela transformação digital. Nesse ponto, é válido ações de benchmarking como uma nova entrada do planejamento estratégico a fim da rede de hotéis identificar as melhores práticas executadas pelos seus concorrentes no mercado.

Outra entrada necessária para a construção do plano da qualidade refere-se ao mapeamento de lacunas (deficiências, limitações ou

ponto de otimização) e posterior preenchimento destas lacunas (etapa de análise e preenchimento de lacuna) para que a rede de hotéis se mantenha competitiva diante da concorrência.

Por exemplo, o time do planejamento identifica as seguintes lacunas na companhia: a tecnologia de conexão à internet precisa ser melhorada para acelerar os processos; o marketing focado no consumidor precisa ser expandido; o atual serviço de gastronomia necessitar ser de estilo internacional (gastronomia internacional) para agradar maior parte dos hóspedes, entre outros.

Logo, como resultado, a empresa implementa planos de ação para preencher essas lacunas.

Mais uma entrada do planejamento estratégico refere-se aos dados e às informações internas sobre visão, missão e política de qualidade que serão necessárias para a etapa de alinhamento a fim de que a rede de hotéis sempre mantenha um nivelamento entre os objetivos estratégicos da organização e o plano estratégico da qualidade.

Diante da construção do plano, executa-se a sua implantação e, nesse ponto, você deve ressaltar ao gestor a importância de, rotineiramente, reavaliar o planejamento sob o enfoque da melhoria contínua.

Como saída do planejamento estratégico, é esperado, obviamente, o próprio plano da qualidade documentado, com uma estratégia bem definida e alinhada aos objetivos da organização. Junto ao plano, outra saída importante refere-se é a comunicação para todos os colaboradores diretamente envolvidos nos planos de ação, garantindo a efetividade do planejamento.

Parabéns pela conclusão da sua apresentação ao gestor! Mais um desafio vencido!

Faça valer a pena

1. Ao se refletir sobre modelo de gestão da qualidade, destaca-se o Controle da Qualidade Total (*Total Quality Control – TQC*), que pode ter duas abordagens bem parecidas: a japonesa (*Company-wide Quality Control – Controle da Qualidade por toda a empresa*) e a ocidental (*Total Quality Management – TQM*) (Toledo, 2012).

A abordagem japonesa teve início nos anos 1960, na qual era fundamental o compromisso de todos os colaboradores para a qualidade total, o que

passa pelo apoio da alta administração. Ademais, o controle da qualidade total tem como base outros três itens. Avalie os tipos de gerenciamento (A, B e C) com suas respectivas partes caracterizantes (I, II e III):

A. Gerenciamento pelas e das diretrizes: considerando-se uma diretriz composta por metas, medidas e fatores restritivos, auxilia no planejamento estratégico e é de responsabilidade da alta administração.

B. Gerenciamento por e de processos: sendo um processo composto por atividades interdependentes, entradas, transformações e saídas. A organização pode ser considerada um conjunto de processos a serem geridos.

C. Gerenciamento da rotina ou das atividades do dia a dia: composta pela verificação diária e busca a melhoria dos níveis de controle.

I. Composto por atividades interdependentes, entradas, transformações e saídas.

II. Composta pela verificação diária e busca a melhoria dos níveis de controle.

III. Composta por metas, medidas e fatores restritivos, auxilia no planejamento estratégico e é de responsabilidade da alta administração.

Com base nos itens do controle total da qualidade (A, B e C) e suas respectivas características (I, II e III), assinale a alternativa que apresenta a associação correta.

a) I. B; II. A; III. C

b) I. B; II. C; III. A

c) I. A; II. C; III. B

d) I. A; II. B; III. C

e) I. C; II. A; III. B

2. Na Era da Garantia da Qualidade, considera-se ações e decisões nos níveis tático e operacional, mas na Era da Gestão Estratégica da qualidade engloba-se o nível estratégico da organização, além do ambiente externo à empresa para direcionar políticas e padrões da qualidade. Vale destacar que essa concepção de gerenciamento estratégico da qualidade não deixa de lado aquela visão de garantia da qualidade. Diferentemente disso, o gerenciamento estratégico da qualidade engloba também os princípios da garantia da qualidade, pois necessita-se de um conjunto de métodos e procedimentos padrões para definir as metas que pretendemos atingir. Nesse sentido, a fim de implantar a gestão estratégica da qualidade, há a necessidade de se compreender seus elementos, que se fundamentam em pilares norteadores de ações e boas práticas.

Assinale a alternativa que apresenta os sete elementos do gerenciamento estratégico da qualidade.

a) Foco no cliente; motivação; melhoria contínua; estratégia; projeto da qualidade; gerenciamento baseado em dados; e participação das pessoas e dos fornecedores.

b) Foco no cliente; liderança; melhoria contínua; estratégia; motivação; métricas; e participação das pessoas e dos fornecedores.

c) Foco no cliente; stakeholder; melhoria contínua; estratégia; projeto da qualidade; métricas; e participação das pessoas e dos fornecedores.

d) Foco no cliente; liderança; melhoria contínua; estratégia; stakeholder; gerenciamento baseado em dados; e participação das pessoas e dos fornecedores.

e) Foco no cliente; liderança; melhoria contínua; planejamento estratégico; projeto da qualidade; gerenciamento baseado em dados; e participação das pessoas e dos fornecedores.

3. O objetivo dos modelos de gestão da qualidade é auxiliar na implantação do gerenciamento da qualidade, de modo a nortear os processos, práticas e políticas relacionados ao planejamento da qualidade. Leia o texto e veja como melhor completar a frase.

Um dos modelos de gestão da qualidade refere-se àquele baseado na excelência em gestão. No caso especial brasileiro, que temos a Fundação Nacional da Qualidade (FNQ), que surgiu em 1991 com o objetivo de administrar o _____.

A FNQ desenvolveu o Modelo de Excelência da Gestão (MEG), que é baseado em diferentes fundamentos e critérios, definindo as bases teóricas necessárias para uma boa gestão. Os fundamentos são: _____; aprendizado organizacional; cultura de inovação; liderança e constância de propósitos; orientação por processos e informações; visão de futuro; _____; valorização de pessoas; conhecimento sobre o cliente e o mercado; desenvolvimento de parcerias e responsabilidade social. Trata-se de um modelo _____ que pode ser útil para a avaliação, o diagnóstico e o desenvolvimento do sistema de gestão de qualquer organização e é reconhecido como uma referência importante para organizações, desde pequeno, médio ou grande porte.

Assinale a alternativa que completa corretamente a frase.

a) Prêmio Nacional da Qualidade; pensamento sistêmico; ideia disruptiva; flexível

- b) Instituto Nacional da Qualidade; pensamento sistêmico; avaliação financeira; inflexível
- c) Prêmio Nacional da Qualidade; avaliação financeira; geração de valor; flexível.
- d) Prêmio Nacional da Qualidade; pensamento sistêmico; geração de valor; flexível.
- e) Instituto Nacional da Qualidade; ideia disruptiva; geração de valor; flexível

Referências

- AMBROZEWICZ, P. H. L. **Qualidade na prática: Conceitos e Ferramentas**. Curitiba: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI. Departamento Regional do Paraná, 2003.
- BRITO, E. **Qualidade total**. São Paulo: Cengage Learning, 2016.
- COORDENAÇÃO GERAL DE ACREDITAÇÃO. DOQ-CGCRE-021: **Introdução às práticas de auditoria de acreditação**, 2010. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/sidoq/arquivos/CGCRE/DOQ/DOQ-CGCRE-21_01.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2018.
- CROSBY, P. B. **Quality Is Free: The Art of Making Quality Certain**. New York: McGraw-Hill, 1980
- FIELDS, P. et al. What is quality? A management discipline and the translation industry get acquainted. **Tradumática**, n. 12, p. 404-412, 2012.
- GARVIN, D. Gerenciando a qualidade. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.
- _____, D. A. What Does "Product Quality" Really Mean? **MIT Sloan Management Review**, Outubro, 1984. Disponível em: <<https://sloanreview.mit.edu/article/what-does-product-quality-really-mean/>>. Acesso em: 10 mar 2018.
- _____. Competing on the Eight Dimensions of Quality, **Harvard Business Review**, Novembro, 1987. Disponível em: <<https://hbr.org/1987/11/competing-on-the-eight-dimensions-of-quality>>. Acesso em: 10 mar. 2018.
- HINES, P.; TAYLOR, D. **Going Lean: A guide to implementation**. Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Center, 2000.
- INMETRO. Coordenação Geral de Acreditação. **Introdução às práticas de auditoria de acreditação**: documento de caráter orientativo. DOQ-CGCRE-021: revisão 1, fev. 2010. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/sidoq/arquivos/CGCRE/DOQ/DOQ-CGCRE-21_01.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2018.
- JURAN, J. M. **Juran on Planning for Quality**. New York: The Free Press, 1988.
- MARTINS, R. A.; COSTA NETO, P. L. de O. Indicadores de desempenho para a gestão pela qualidade total: uma proposta de sistematização. **Gest. Prod.** [online], v. 5, n. 3, p. 298-311, 1998.
- OLIVEIRA, O. J. (Org.). **Gestão da qualidade**: tópicos avançados. São Paulo: Cengage Learning, 2004.
- ROTH, C. W. **Curso técnico em automação industrial**: qualidade e produtividade. 3. ed. Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2011.
- SILVA, C. O. et al. A utilização do método PDCA para melhoria dos processos: um estudo de caso no carregamento de navios. *Revista Espacios*, v. 38, n. 27, 2017.
- SLACK, N. et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1996.
- TOLEDO, J. C. **Conceitos sobre custo de qualidade**. Apostila do GEPEQ – Grupo de

Estudos e Pesquisa em Qualidade da Universidade Federal de São Carlos, 2002, p. 3. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/14535955-Universidade-federal-de-sao-carlos-centro-de-ciencias-exatas-e-de-tecnologia-departamento-de-engenharia-de-producao.html>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

_____ et al. **Qualidade: gestão e métodos**. São Paulo: Editora LTC, 2012.

TUMMALA, V. M. R.; TANG, C. L. **Strategic Quality Management, Malcolm Baldrige and European Quality Awards and ISO9000 Certification: core concepts and comparative analysis**. Annual Issue of Institute of Industrial Engineers, p. 40-54, 1995.

YOKOYAMA, N. Processo de difusão e TQC. **Gest. Prod.**, v. 1, n. 2, p. 189-203, 1994.

Sistema e gestão da qualidade

Convite ao estudo

Caro aluno, uma vez que os fundamentos e os principais conceitos da qualidade foram compreendidos, continuaremos no nosso estudo abordando o sistema de gestão da qualidade, bem como a normalização reinante que se refere à ISO 9001.

Talvez você já tenha ouvido falar sobre a ISO (*International Organization for Standardization*), trata-se de uma organização que desenvolve e publica padrões normativos internacionais que podem ser utilizados pelas empresas a fim de otimizar resultados e aprimorar práticas. Logo, certamente no seu ambiente profissional você terá contato com alguma norma da ISO.

Especificamente no âmbito da qualidade, temos a norma ISO 9001, que se vincula com sistemas de gestão da qualidade

O que você entende por sistema de gestão da qualidade?

Neste início, já vale a reflexão de que um sistema de gestão da qualidade (SGQ) refere-se a um sistema, formalizado na organização, que documenta processos, procedimentos e responsabilidades, a fim de respeitar as políticas e alcançar os objetivos da qualidade instituídos pela empresa. No âmbito de normalização, a norma ISO 9001, em sua versão de 2015, refere-se à norma internacional que especifica requisitos para os sistemas de gestão da qualidade, sendo uma das abordagens mais proeminentes para os SGQs.

Assim, para termos clareza e melhor entendimento sobre conceitos vinculados ao sistema de gestão da qualidade, abordaremos, na primeira seção, desde os fundamentos de um SGQ até o processo de implementação de acordo com a norma ISO 9001/2015.

Então, na segunda seção, focaremos os sistemas de apoio à gestão da qualidade, especificamente o gerenciamento pelas diretrizes e de processos, partindo dos fundamentos até a implantação.

Por fim, na terceira seção, estudaremos a gestão de desempenho da qualidade, englobando desde os indicadores e o sistema de medição de desempenho até os princípios de auditoria interna.

A partir do exposto, ao final desta unidade, você estará apto a analisar e revisar criticamente um sistema de gestão da qualidade sob os princípios da norma ISO 9001/2015.

Todo esse conhecimento será essencial para a sua prática profissional e, a título de exemplificação, você poderá colaborar com a empresa na operacionalização e revisão crítica de sistemas de gestão da qualidade, conhecendo os pontos abordados pela norma ISO 9001.

Logo, trazendo um viés prático, considere uma indústria farmacêutica nacional que, ao perceber que o Brasil é considerado atualmente como um país com mercado farmacêutico emergente, em função do envelhecimento populacional e maior acesso da população ao sistema de saúde, a fim de aumentar seu *market share* e lucro, bem como melhorar sua imagem organizacional, resolveu implementar um sistema de gestão da qualidade, de acordo com a norma ISO 9001/2015. Para essa ação, você foi contratado pela empresa como consultor, dado sua especialidade na área de qualidade.

Como consultor, você observa a necessidade de não apenas treinar as pessoas de acordo com os requisitos do sistema, mas também prevê a necessidade de mostrar à alta cúpula da empresa como analisar criticamente o sistema da qualidade, sendo este um dos requisitos da ISO 9001, a fim de alcançar a melhoria contínua. Como você faria uma apresentação à diretoria da empresa com esse escopo, utilizando o ciclo PDCA?

A direção da empresa informou que tem dificuldades das determinações advindas da alta administração serem

executadas de modo eficaz e eficiente pelos demais níveis da empresa, gerando muitas vezes distorções nas execuções. Assim, você, como consultor, percebe a necessidade de abordar sobre sistemas de apoio à gestão da qualidade, especificamente o gerenciamento pelas diretrizes. Nesse sentido, como você proporia diretrizes, isto é, metas, medidas e condições de contorno para o contexto da empresa a fim de ajudá-la?

Em um terceiro momento, a alta cúpula da empresa quer saber como avaliar o desempenho do sistema da qualidade de modo objetivo. Para tanto, eles informam que a maior dificuldade se refere à compra de matéria-prima e insumos (requisito 8.4 da ISO 9001/2015), bem como o gerenciamento destas compras. Assim, você vê a importância de dar um treinamento sobre auditoria interna, a fim de mostrar que se trata de uma avaliação planejada, programada e documentada, bem como sugerir um modelo de registro e de verificação sobre a compra de matéria-prima e insumos. Como você explicaria a auditoria interna e proporia esse modelo de verificação para que a empresa possa melhor atender um dos requisitos da ISO 9001/2015?

Pense a respeito dessas indagações, tenha um excelente estudo e seja ativo, a partir de agora, na construção do seu próprio conhecimento!

Seção 2.1

Sistema de gestão da qualidade: ISO 9001/2015

Diálogo aberto

Caro aluno, dada a importância dos sistemas de gestão da qualidade no processo produtivo e na área de serviços, continuaremos nosso estudo adentrando no escopo normativo, especificamente a norma ISO 9001/2015 como instrumento balizador para sistemas de gestão da qualidade.

Logo, perceba que esse conteúdo é de extrema valia para a sua prática profissional, uma vez que a grande maioria das organizações possui um sistema de gestão da qualidade e percorrem, com elevado esforço, um caminho com o intuito de atingir a certificação em gestão da qualidade e alcançar um nível de excelência.

Logo, vamos considerar o caso em que uma indústria farmacêutica nacional, com o propósito de aumentar seu *market share* e lucro, bem como de melhorar sua imagem organizacional, resolveu implementar um sistema de gestão da qualidade de acordo com as diretrizes da ISO 9001/2015. Para essa ação, você foi contratado pela empresa como consultor, dada sua especialidade na área de engenharia e qualidade. Como consultor, você observa a necessidade de não apenas treinar as pessoas de acordo com os requisitos do sistema, mas também prevê a necessidade de mostrar à alta cúpula da empresa como analisar criticamente o sistema da qualidade, sendo este um dos requisitos da ISO 9001. Como você faria uma apresentação à diretoria da empresa com esse escopo, utilizando o ciclo PDCA?

Refleta sobre essa indagação para conseguir desenvolver a apresentação à diretoria e se empenhe no estudo do material para poder aplicar esses conhecimentos com sabedoria e de forma efetiva no mercado de trabalho!

Para alcançar esse objetivo profissional, de proporcionar clareza e melhor entendimento sobre conceitos vinculados aos sistemas de gestão da qualidade (SGQ), começaremos nosso estudo a partir de perspectiva específica da ISO 9001:2015, abordando os

fundamentos de um SGQ, os requisitos do sistema, certificação e o processo de implementação.

Tenha um ótimo estudo!

Não pode faltar

Caro aluno, anteriormente já vimos que existem alguns princípios da chamada gestão da qualidade total e também entendemos a origem das famílias de normas ISO. As normas ISO são editadas e atualizadas constantemente, portanto, desde a versão de 2008 da ISO 9001, os norteadores são os princípios da gestão da qualidade total. Dado que a versão mais atual da ISO 9001 é do ano de 2015, ela será abordada com mais detalhes nesta seção. Vamos lá?

Inicialmente, vale destacar que a norma ISO 9001 faz parte da família de normas ISO 9000 de padrões e diretrizes internacionais de gestão da qualidade, que conquistou uma reputação global como base para o estabelecimento de sistemas eficazes e eficientes de gestão da qualidade. Logo, além da ISO 9001 (*Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos*), temos ainda: ISO 9000 (*Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário*); ISO 9004 (*Gestão para o sucesso de uma organização - Uma abordagem de gestão de qualidade*); e ISO 19011 (*Diretrizes para Auditoria de Sistemas de Gestão*) (ISO, 2018).

Inicialmente, a ISO 9001:2015 estabelece os critérios e diretrizes para um sistema de gestão da qualidade, culminando na possibilidade de certificação quanto atendidos pela organização. Nesse ponto, merece destaque o conceito de sistema de gestão da qualidade que, de acordo com a própria ISO (2018), é uma maneira de definir como uma organização pode atender aos requisitos de seus clientes e às outras partes interessadas no seu trabalho, isto é, os *stakeholders*.

A ISO 9001:2015 pode ser usada por qualquer organização, grande ou pequena, independentemente do seu campo de atividade. De fato, existem mais de um milhão de empresas e organizações em mais de 170 países certificadas pela ISO 9001 (ISO, 2018).

Esse padrão é baseado em vários princípios de gerenciamento de qualidade, incluindo um forte foco no cliente, a motivação e a implicação da alta administração, a abordagem do processo

e a melhoria contínua. O uso da ISO 9001: 2015 ajuda a garantir que os clientes obtenham produtos e serviços consistentes e de boa qualidade, o que, por sua vez, traz muitos benefícios para os negócios a começar pela redução dos custos da não qualidade, conforme já estudado (ISO, 2018).

Vale ressaltar que a ISO 9001 não especifica quais devem ser os objetivos relacionados à qualidade ou a atender às necessidades dos clientes, mas exige que as organizações definam esses objetivos e melhorem continuamente seus processos para alcançá-los.

Caro aluno, a norma ISO 9001:2015 é, notoriamente, o padrão normalizador para sistema de gerenciamento de qualidade mais reconhecido e implementado no mundo, fazendo parte da família ISO 9000.

Além das normas da família ISO 9000, é extremamente válido ressaltar que há outras normas relacionadas aos sistemas de gestão da qualidade, incluindo:

- A família ISO 14000: de modo geral, fornece ferramentas para empresas e organizações de diferentes tipos que buscam gerenciar suas responsabilidades ambientais. Especificamente, a ISO 14001:2015 (Sistemas de gestão ambiental - Requisitos com orientação para uso) e seus padrões de suporte, como a ISO 14006:2011 (Sistemas de gestão ambiental - Diretrizes para incorporar o ecodesign), enfocam os sistemas ambientais para alcançar esse objetivo. Os outros padrões da família concentram-se em abordagens específicas, como auditorias, comunicações, rotulagem e análise do ciclo de vida, bem como desafios ambientais, como a mudança climática.

- ISO 13485 (Dispositivos médicos - Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos para fins regulatórios): especifica requisitos para um sistema de gestão da qualidade em que uma organização precisa demonstrar sua capacidade de fornecer dispositivos médicos e serviços relacionados que atendam consistentemente aos requisitos do cliente e dos regulamentos aplicáveis;

- ISO 19011 (Diretrizes para Auditoria de Sistemas de Gestão): fornece orientação sobre auditoria de sistemas de gestão (abrangendo a gestão da qualidade), incluindo os princípios de auditoria, gerenciamento de um programa de auditoria e condução de auditorias de sistema de gestão, bem como orientação sobre

a avaliação de competência de indivíduos envolvidos no processo de auditoria - responsável que gerencia o programa de auditoria, auditores e equipes de auditoria.

- ISO/TS 16949 (Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos particulares para a aplicação da ISO 9001:2008 para produção automotiva e organizações relevantes de peças de reposição): em conjunto com a ISO 9001, define os requisitos do sistema de gestão da qualidade para o projeto e desenvolvimento, produção e, quando relevante, instalação e serviço de produtos relacionados ao setor automotivo (ISO, 2018).



Assimile

Caro aluno, observe que, além das normas da família ISO 9000, há outras normas relacionadas aos sistemas de gestão da qualidade, incluindo normalizações focadas na gestão ambiental; gestão da qualidade para fins regulatórios na área de equipamentos médicos; e gestão da qualidade para com enfoque na indústria automotiva.

Logo, o primeiro ponto que devemos saber é que o modelo de gestão da qualidade, preconizado pela norma ISO 9001:2015, está alicerçado em sete princípios, que são muito semelhantes aos princípios da gestão da qualidade total:

- 1. Foco no cliente:** é importante identificar e ouvir o cliente, para que o gerenciamento das operações reduza riscos de não conformidade no atendimento dos requisitos do cliente. A comunicação efetiva com o cliente traz para dentro da organização a voz do cliente, permitindo que dúvidas e reclamações sejam respondidas eficazmente.
- 2. Liderança:** liderar é o mesmo que influenciar e motivar pessoas para que empreguem seus conhecimentos em um objetivo comum. Vale ressaltar que os líderes, de modo proativo para antever problemas, devem impulsionar mudanças necessárias para que os objetivos da qualidade sejam atingidos.
- 3. Engajamento das pessoas:** dependente de diversos fatores, como a capacitação, a motivação, o método de trabalho, entre outros. A remuneração é um dos itens importantes

quando se considera o engajamento das pessoas, mas deve-se considerar que os colaboradores da empresa também querem espaço para participar e crescer, afinal, as pessoas são o ativo mais importante da organização.

4. **Abordagem por processos:** pode diminuir ou retirar barreiras entre departamentos, integrando as diferentes funções. A ISO 9001 tem o modelo SIPOC que pode ser aplicado nos processos individualmente: Suppliers – fornecedores; Input – matérias-primas, insumos, energia; Processes – processos ou atividades; Output – produto ou serviço; Customers – clientes ou processos seguintes.
5. **Melhoria contínua:** considerado fundamental quando pensamos em redução nos riscos de não conformidade no atendimento aos requisitos dos clientes, uma vez que, mesmo quando trabalhamos dentro dos padrões de operação, falhas podem ocorrer. Investigar a causa de erros ou não conformidades e implementar ações que as eliminem é uma das formas de fazer gestão da qualidade, por meio de um processo sistemático e iterativo, como o ciclo PDCA. Conforme já visto, o ciclo PDCA é composto por:
 - Planejamento: identificação de possíveis problemas, investigação de causas e planejamento das soluções.
 - Execução: envolve o preparo, o treinamento e a execução das tarefas conforme o planejado.
 - Verificação: executar a coleta de dados e comparar os resultados com o planejado.
 - Correção: quando são observados desvios, temos a atuação para ajustes e, caso necessário, replanejar e reiniciar o PDCA.
6. **Tomada de decisão baseada em evidências:** essencial no processo de melhoria contínua, ou seja, ao invés do “achismo” utilizamos dados e fatos. A experiência das pessoas que possuem muito conhecimento no processo em questão é importante e também deve ser levada em consideração.
7. **Gestão de relacionamento:** o relacionamento entre todos os colaboradores da organização, bem como os parceiros, fornecedores, clientes e demais stakeholders, é fundamental para a redução nos riscos de não conformidade na produção.

Deste modo, é importante que cada indivíduo saiba o seu papel e o relacionamento com os demais para que os objetivos do sistema de gestão da qualidade sejam atingidos.



Pesquise mais

O que você acha que mudou na última versão da ISO 9001?

De acordo com alguns autores, uma das principais mudanças é que nas edições anteriores não existiam requisitos obrigatórios que interligassem a gestão da qualidade com a estratégia organizacional, algo que vimos ser extremamente importante quando falamos em gestão da qualidade total.

O artigo *A estratégia da qualidade ou a qualidade da estratégia? Uma avaliação da adoção da estratégia na norma ABNT NBR ISO 9001:2015* traz luz à essa discussão.

Vamos então aprofundar os nossos conhecimentos lendo o artigo?

NASCIMENTO, A. P.; PASCUCI, L. M. NASCIMENTO, L. C.; OLIVEIRA, M. P. V. A estratégia da qualidade ou a qualidade da estratégia? Uma avaliação da adoção da estratégia na norma ABNT NBR ISO 9001:2015. **Sistemas & Gestão**, v. 12, p. 57-69, 2017. Disponível em: <<http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/view/1138/626>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

Agora que já sabemos os princípios da norma ISO 9001:2015, vamos entender melhor os seus requisitos para fins de certificação?

De acordo com Carpinetti e Gerolamo (2016), o primeiro requisito a ser considerado para fins de certificação é o planejamento. Mas como deve ser executado o planejamento do sistema da qualidade?

Respondendo ao questionamento anterior com base na própria norma, o item 4 da ISO 9001:2015 é referente ao contexto da organização, pois, para a fase de planejamento, é necessário identificar questões internas e externas relacionadas aos objetivos da organização e do seu sistema de qualidade, bem como a análise das necessidades e expectativas dos clientes e das demais partes interessadas. Vale ressaltar que os princípios citados anteriormente, dentre eles a abordagem por processos, é fundamental para projetar e implementar as atividades do sistema de gestão.

O item 6 da ISO 9001:2015 denomina-se Planejamento. Dentre os requisitos desse item, é importante que a organização estabeleça objetivos da qualidade, bem como os planos para alcançá-los e as mudanças necessárias, fazendo uma análise de oportunidades e riscos.

Já o item 8, chamado Operação, aponta para todos os requisitos operacionais como:

- Planejamento e controle operacional;
- Os requisitos para produtos e serviços;
- O projeto e o desenvolvimento de produtos e serviços;
- O controle de processos, produtos e serviços providos externamente;
- A produção e a provisão de serviços;
- A liberação de produtos e serviços;
- O controle dos resultados dos processos, dos produtos e dos serviços não conformes.

Portanto, verificamos que os itens 4, 6 e 8 apresentam aspectos muito importantes sobre o planejamento do sistema de gestão da qualidade. Mas, e os demais itens da ISO 9001:2015?

O item 5 apresenta os requisitos de liderança, sendo de extrema importância o comprometimento da liderança na definição e na revisão das políticas de qualidade, bem como no estímulo para os cumprimentos dos objetivos da qualidade pelos colaboradores, culminando no sucesso ou no fracasso da adoção do sistema.

Já o item 7 trata dos requisitos de apoio para o sistema de gestão, como infraestrutura humana e material, para que a organização provenha todo o suporte para a gestão da qualidade. Alguns itens são destacados abaixo:

Infraestrutura humana: este padrão prevê que uma organização determine e forneça o número apropriado de funcionários para implementar efetivamente o SGQ e para a operação e controle de seus processos.

Infraestrutura material: uma empresa precisa considerar toda a infraestrutura material que precisará para entregar um serviço ou produto ao cliente, incluindo equipamentos, ferramentas, água, energia, entre outros.

Recursos de monitoramento e mensuração: a organização precisa decidir quais ferramentas usar para medir o desempenho dos negócios. Também precisa considerar se essas ferramentas lhes darão tudo o que precisam como resultado.

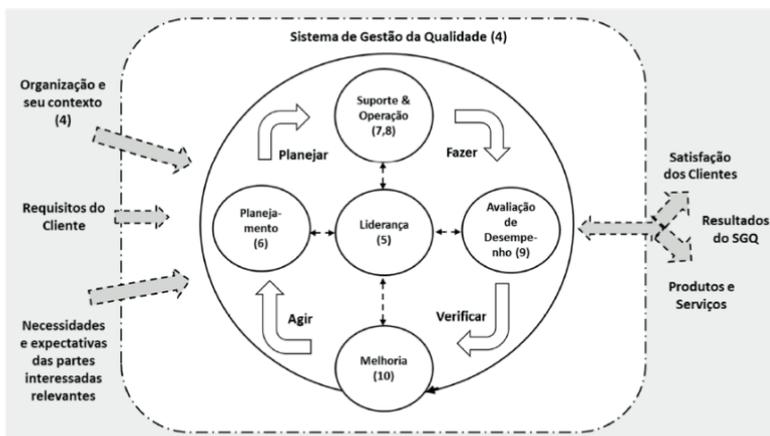
Conscientização: há um foco em não apenas comunicar a política, mas garantir que ela seja entendida e como pode afetar o trabalho, especialmente se os colaboradores não seguirem as diretrizes. A equipe deve entender como eles contribuem e como isso pode melhorar o negócio da empresa.

Informação documentada: a empresa necessita trabalhar com evidências para demonstrar a eficácia de suas operações e de seu SGQ. Logo, a organização deve manter a informação documentada para apoiar o funcionamento dos seus processos, bem como reter informações documentadas para ter certeza de que os processos estão sendo realizado conforme planejado (ou seja, registros).

O item 9 trata dos requisitos de avaliação de desempenho, com os tópicos de satisfação do cliente, medição e análise dos resultados, auditoria interna e análise crítica do sistema. Para finalizar, o item 10 trata dos itens de melhoria, ou seja, como é feita a implementação de ações de melhoria das análises realizadas no item 9.

A Figura 2.1 apresenta os requisitos explicados anteriormente, demonstrando as relações existentes entre cada item, de modo que os itens 6, 7, 8, 9 e 10 formam um ciclo PDCA de melhoria contínua.

Figura 2.1 | Requisitos de gestão da qualidade conforme ISO 9001:2015



Nota: números entre parênteses se referem às cláusulas desta Norma Internacional

Fonte: ABNT. NBR ISO 9001:2015 – Sistema de gestão da qualidade (2015, [s.p.]).



Sabemos que os requisitos da qualidade estão relacionados ao ciclo PDCA, como apresentado anteriormente. De que forma você avalia que seja o papel e as atividades de liderança nesse ciclo, dado que ela se relaciona com todos os demais itens? Reflita sobre esse questionamento, lembrando-se dos sete princípios da ISO 9001 para embasar a sua resposta.

Agora que compreendemos com mais detalhes os fundamentos e os requisitos da ISO 9001:2015, você pode ter ficado com a seguinte dúvida: como ocorre a certificação de um sistema de qualidade ISO 9001?

Antes disso, vale explicar o conceito de certificação, que ocorre quando um organismo de certificação independente audita as práticas da empresa em relação aos requisitos da norma ISO 9001:2015. Caro aluno, esclarece-se que a certificação não é um requisito da ISO 9001, tampouco a ISO realiza certificação, mas é uma forma de mostrar aos interessados, como os clientes que a organização implementou o padrão adequadamente. Para algumas empresas, a certificação de terceiros pode ser um requisito. Por exemplo, alguns governos ou órgãos públicos só podem contratar fornecedores que tenham sido certificados pela ISO 9001.

Para que uma organização seja certificada, de acordo com Carpinetti e Gerolamo (2016), uma empresa certificadora faz uma avaliação que leva em conta que:

- o sistema de gestão da qualidade é condizente com o modelo definido pela ISO 9001, contemplando os requisitos estabelecidos.
- existem evidências de que as atividades de gestão da qualidade estão sendo implementadas para que os requisitos dos clientes sejam atendidos.

Essa avaliação é conduzida por meio de uma auditoria de terceira parte, ou seja, tem valor oficial e é feita por um organismo independente, não sendo realizada nem pela própria organização e nem pelo seu cliente.

Mas o certificado é emitido pela ISO? Não, a ISO é responsável pela norma que define o padrão de qualidade. No Brasil, quem credencia as empresas certificadoras é o INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, embora não seja obrigado ser credenciado, isso aumenta a credibilidade da certificação. Para mais informações sobre como se tornar uma empresa certificadora, a norma ISO/IEC 17021:2007 (Avaliação de conformidade - Requisitos para os organismos que fornecem auditoria e certificação de sistemas de gestão) – avaliação de conformidade apresenta todos os requisitos que devem ser seguidos.

Vale ressaltar que o certificado é válido por três anos, mas existem auditorias semestrais ou anuais para que o certificado seja mantido, ou seja, deve demonstrar que os requisitos continuam sendo atendidos mesmo após a certificação. Após os três anos, a empresa pode passar por uma renovação por igual período.

Outro questionamento: ter um certificado ISO 9001 significa que o produto apresenta qualidade? Não obrigatoriamente, porque a certificação ISO 9001 garante que a organização implementa um sistema de gestão da qualidade baseado na norma homônima, o que geralmente leva a produtos de qualidade. Diferentemente disso, um certificado de qualidade de um produto atesta que ele atendeu as exigências normativas após uma série de testes, como no caso dos selos dos brinquedos, no qual o produto é o brinquedo e o selo indica sua certificação e aprovação.

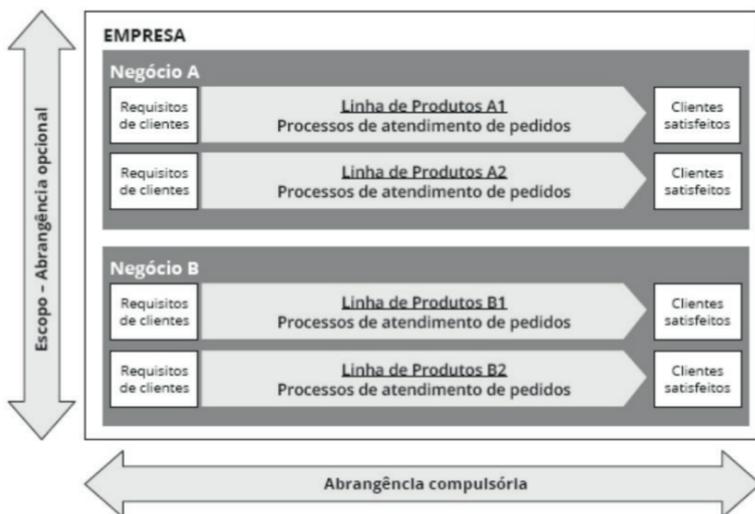
Portanto, se a sua empresa busca a certificação como diferencial competitivo, é importante que a escolha da empresa certificadora siga critérios sólidos, como a reputação no mercado. Também pode ser feita uma pré-auditoria de certificação, para que não-conformidades sejam identificadas e corrigidas antes da avaliação da empresa certificadora.



Exemplificando

Aprendemos que a certificação ISO 9001:2015 vincula-se ao sistema de qualidade de uma organização e não a um produto ou a uma linha de produtos em especial, ou seja, em organizações com diversas linhas de produtos, é possível decidir os negócios ou linhas cujo sistema de qualidade será certificado. Vamos ver um exemplo na Figura 2.2?

Figura 2.2 | Abrangência do sistema de qualidade



Fonte: Carpinetti; Gerolamo (2016, p. 44).

Na Figura 2.2, vemos um exemplo de uma empresa com dois negócios, A e B, sendo que cada negócio tem duas linhas de produtos. A abrangência opcional da certificação depende da decisão da empresa sobre as linhas e/ou negócios que serão certificados, podendo excluir um ou mais. No entanto, observamos que na linha horizontal existe uma abrangência compulsória, ou seja, o sistema de qualidade deverá abranger todas as atividades primárias e de suporte relacionada ao atendimento dos requisitos daquele negócio ou daquela linha de produto, exceto no caso de atividades não executadas pela empresa. Por exemplo, se a empresa não realiza desenvolvimento de produtos, então a exclusão dessa atividade deve ser declarada no certificado e no manual.

Como é o processo de implementação de um sistema de gestão da qualidade, de acordo com o preconizado pela ISO 9001:2015?

De acordo com Carpinetti e Gerolamo (2016), podemos ter cinco etapas de implementação:

- etapa 0: trata do diagnóstico da gestão da qualidade na organização antes da implementação.

- etapa 1: levantamento das necessidades, isto é, compreender a necessidade da organização (de acordo com os seus negócios e os seus processos de negócios) em relação ao sistema, por meio de uma equipe responsável por implementar o sistema, assim como a participação de um membro da direção para estar à frente da implementação.
- etapa 2: o projeto do sistema, composto por três fases. A primeira fase é o escopo, a política e os objetivos, ou seja, é a definição do escopo do sistema de qualidade (correspondente ao item 4.3 da ISO 9001) e a definição da política e dos objetivos da qualidade (itens 5.2 e 6.2 da ISO 9001). A segunda fase envolve o mapeamento dos processos da organização (item 4.4 da ISO 9001) e a fase três é a de maior duração, contemplando o projeto dos processos de gestão da qualidade, no qual são elaborados procedimentos para o controle dos documentos e registros (item 4.4 e 8.1 da ISO 9001).
- etapa 3: chegamos à fase de implantação do sistema, ou seja, colocar os procedimentos para funcionar na prática, permitindo a possibilidade de correções e ajustes. A fase de implementação requer: treinamentos dos colaboradores e auditores internos; implantação e revisão dos processos, procedimentos e documentos; análise de auditorias e definição de planos de ação; e monitoramento de ações de melhoria.
- etapa 4: conclusão do processo por meio da auditoria e certificação, ou seja, nesse momento será definida qual a empresa certificadora, o planejamento e a execução das auditorias e a análise dos resultados, em conjunto com as ações de melhoria.

Sem medo de errar

Vamos lembrar o caso da indústria farmacêutica nacional, que busca aumentar o seu *market share* e lucro, bem como melhorar sua imagem organizacional, e resolveu implementar um sistema de gestão da qualidade de acordo com as diretrizes da ISO 9001/2015. Como consultor, você observou a necessidade específica de mostrar à alta cúpula da empresa como analisar criticamente o sistema de gestão, sendo este um dos requisitos da ISO 9001 na busca pela melhoria contínua. Vamos então pensar como você

faria uma apresentação à diretoria da empresa com esse escopo, utilizando o ciclo PDCA.

O primeiro ponto fundamental para o sucesso da implementação do sistema de gestão da qualidade é a própria participação da alta direção da organização no processo, uma vez que ela tomará para si a responsabilidade da eficiência do sistema, bem como lhe caberá o estímulo e promoção de ações, entre os colaboradores, que fomentem os objetivos da qualidade.

Portanto, é fundamental que a sua apresentação seja bem esclarecedora e participativa. Assim, analise o organograma da indústria farmacêutica e faça o contato inicial com a alta cúpula, englobando gerentes, diretores, vice-presidentes e outros cargos localizados no topo da pirâmide. No contexto da indústria farmacêutica, além de áreas tradicionais de qualquer empresa (Financeiro, Compras, RH etc.), é de suma importância a adesão de áreas como Pesquisa e Desenvolvimento e Regulatórios, pois, muitas vezes, pode estar localizado algum gargalo vinculado à qualidade.

Posteriormente, lembre-se de que o ciclo PDCA de melhoria contínua pode ser aplicado no sistema de gestão da qualidade a fim de alcançar a melhoria contínua que é um princípio fundamental quando pensamos em redução nos riscos de não conformidade no atendimento aos requisitos dos clientes, uma vez que, mesmo quando trabalhamos dentro dos padrões de operação, falhas podem ocorrer. Dessa forma, precisamos investigar as possíveis causas de erros ou de não conformidades e implementar ações que as eliminem na indústria farmacêutica.

Para tanto, exponha à alta direção da indústria a necessidade de se fazer uma análise crítica do sistema de gestão da qualidade da organização periodicamente, ou seja, após a implementação do sistema deve analisar as informações de entrada, as saídas e tomar decisões e ações que levem a melhoria do sistema de qualidade e, conseqüentemente, melhorar o atendimento ao cliente.

Relembrando que o ciclo PDCA é composto por quatro fases:

1. Planejamento (ou replanejamento): identificação de possíveis problemas, investigação de causas e planejamento das soluções. Nesse caso, caberia fazer uma análise de:

- Definição da política e dos objetivos da qualidade, bem como análise do contexto da organização: a indústria farmacêutica deve considerar o contexto interno e externo que podem afetar seus objetivos estratégicos e o planejamento do SGQ. Logo, induza a alta cúpula a refletir em relação à cultura, objetivos e metas da empresa, complexidade dos produtos, mercados, clientes etc., sendo um meio de detectar riscos e oportunidades em relação ao contexto de negócios. Logo, a farmacêutica tem que avaliar se a sua cultura é mais participativa ou autocrática; se a cultura fomenta a inovação e o intraempreendedorismo, investindo nas ideias dos colaboradores, sendo este um aspecto fundamental para esse tipo de indústria. Quanto aos objetivos e metas da indústria, é sensato você mostrar que o Brasil apresenta um mercado farmacêutico emergente, de modo que um dos objetivos da empresa deveria estar vinculado a um P&D de alto rendimento, isto é, desenvolver novos medicamentos com qualidade, o que também geraria retorno financeiro com propriedade intelectual (patente). Nesse ponto, sobre mercados e clientes, a empresa tem que achar e compreender o seu nicho (por exemplo: medicamentos para doenças negligenciadas) e isso poderá demonstrar a complexidade do produto. Por exemplo, é sabido que o medicamento genérico é bem menos complexo do que um novo medicamento de referência (patenteado) que será desenvolvido a base de esforços de P&D com base nos objetivos da qualidade. Sobre os fatores externos, as políticas de qualidade e a análise de contexto, deve-se considerar aspectos concorrenciais (avaliação de outras empresas que desenvolvem medicamentos para doenças negligenciadas, por exemplo), aspectos regulatórios da ANVISA, como os testes que um novo medicamento deve passar até chegar ao mercado, e aspectos tecnológicos.
- Identificação das necessidades e expectativas dos clientes: ao determinar o seu nicho de mercado (por exemplo, pacientes com doenças negligenciadas para as quais ainda há poucos medicamentos no mercado), oriente a indústria a conversar com pacientes e médicos, entendendo suas necessidades e expectativas. Ressalte que os requisitos dos clientes servirão de base para o desenvolvimento da política de qualidade.

- Verificação de riscos e oportunidades: como consultor, vale explorar que a oportunidade se refere ao fato do mercado brasileiro de vendas de medicamentos estar crescendo, e o risco baseia-se nos investimentos em P&D que podem ter um retorno baixo, pois é difícil se alcançar o desenvolvimento de um novo fármaco de forma rápida e fácil.

2. Execução: envolve o preparo, o treinamento e a execução das tarefas conforme o planejado. Portanto, de acordo com a ISO 9001:2015, nessa fase, estamos preocupados em implementar o sistema de gestão da qualidade, por meio do desenvolvimento das atividades de liderança e de operações de produção.

- Oriente a implementação do SGQ na indústria farmacêutica de acordo com as 4 etapas, reforçando a necessidade de adesão e proatividade da liderança a fim de direcionar ações e políticas que fomentem os objetivos da qualidade, além de, essencialmente, incentivar, entre os colaboradores, a promoção e a aplicação do que foi definido para a qualidade.
- Mapeamento de processos de fabricação de um novo medicamento, desde a pesquisa até a finalização do desenvolvimento, testes e lançamento no mercado. Você pode orientar o uso de grafos ou fluxograma, a fim da indústria incorrer em uma melhor gestão.

3. Verificação: executar a coleta de dados e comparar os resultados com o planejado. Portanto, mostre como a empresa pode avaliar o desempenho do seu sistema de gestão da qualidade.

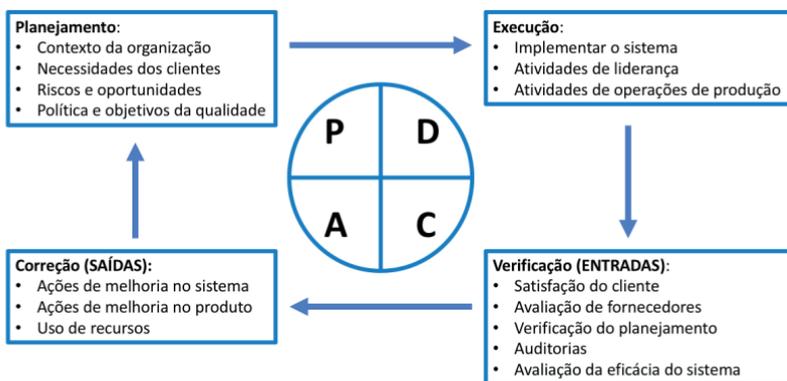
- Análise da satisfação do cliente: a indústria farmacêutica deve ter um relacionamento estreito com o corpo médico, bem como com os pacientes, a fim de entender se realmente o medicamento está fazendo o efeito esperado e de avaliar a ocorrência de eventos adversos.
- Avaliação de fornecedores: dada a importância do produto para a saúde humana, é de extrema significância que a indústria farmacêutica mantenha vigilância sobre os seus fornecedores, prezado pela qualidade desde a matéria-prima.

- Verificação se o planejamento está sendo executado e se existem não conformidades: mostre que a indústria farmacêutica sempre deve ter no radar o planejamento inicial e verificar a existência de não conformidades. No âmbito da produção, pode ser adotado o controle da qualidade por amostragem, isto é, amostras dos medicamentos desenvolvidos serão avaliados quanto à especificações previstas.
- Avaliar, por meio de indicadores (veremos mais adiante nesta unidade), a eficácia do sistema, além de considerar a auditoria interna e a análise crítica pela direção.

4. Correção: quando são observados desvios, temos a atuação para ajustes e, caso necessário, reiniciar o PDCA, fazendo um replanejamento. Nessa fase, oriente a indústria farmacêutica a tomar ações de melhoria tanto no sistema quanto no produto, considerando todos os pontos levantados anteriormente. Vale ressaltar para a alta cúpula da indústria farmacêutica que as informações de entrada estão associadas à verificação e as saídas são geradas na fase de correção/ação.

Para fixar o entendimento, você poderia montar uma figura autoexplicativa e colocar na sua apresentação, como a Figura 2.3.

Figura 2.3 | Ciclo PDCA do sistema de qualidade



Fonte: elaborada pelo autor.

Parabéns por mais uma etapa vencida!

Benefícios da ISO

Descrição da situação-problema

Uma indústria cervejeira de pequeno porte está apresentando problemas com os seus produtos de modo que o índice de reclamações dos clientes, por meio do SAC, tem aumentado nos últimos anos. O departamento de qualidade, a fim de entender melhor os problemas que estão ocorrendo, levantou as principais reclamações, conforme Tabela 2.1, bem como caracterizou cada tipo de reclamação.

Tabela 2.1 | Reclamações dos clientes

Tipo de reclamação	Característica
Corpo estranho	Foi identificado algum objeto visível no líquido
Sedimento	Foram identificadas pequenas partículas no interior do líquido
Cor	Foi identificado que a cerveja estava com uma coloração diferente da normal
Sem gás	Foi identificado que a cerveja estava sem gás
Sabor	Foi identificado que a cerveja estava com sabor ruim
Volume	Foi identificado que a garrafa de cerveja apresentava volume abaixo do previsto
Codificação	Foi identificado que a garrafa estava sem codificação e data de validade
Embalagem	Foi identificado problema na garrafa ou na rolha

Fonte: adaptada de Souza et al. (2014, p. 471).

Diante do aumento da insatisfação dos clientes com o produto, a indústria contratou você como consultor, a fim de replanejar a gestão da qualidade na empresa, visando recuperar a imagem organizacional com o consumidor por meio da oferta de um produto realmente de qualidade.

Como consultor, em seu diagnóstico do departamento de qualidade, você identificou que a empresa não faz uso de um sistema de gestão da qualidade, tampouco tem pleno conhecimento dos benefícios advindos da aplicação da norma ISO 9001 como norma padrão para determinar as diretrizes para o seu sistema de gestão de qualidade (SGQ). Logo, o gerente de qualidade solicita a você uma apresentação para justificar à alta administração a necessidade de investimento em um sistema de gestão da qualidade, bem como a aplicação do padrão ISO 9001.

Como você desenvolveria essa apresentação, mostrando os benefícios que serão advindos desses investimentos?

Resolução da situação-problema

Inicialmente, avaliando as reclamações, você deve evidenciar a insatisfação dos clientes com o produto, isto é, você necessita expor que o produto não está em conformidade com os requisitos do cliente (exemplo: sabor ruim, bebida sem gás, bebida com coloração entranha etc.).

Logo, se a empresa quer recuperar sua imagem, ela necessariamente deve atender às expectativas do cliente e, para este fim, é sensato que se invista na gestão da qualidade.

Assim, explique que um sistema de gestão da qualidade, para esta indústria, será de suma importância para fornecer uma definição de como a cervejaria pode atender aos requisitos de seus clientes e aos *stakeholders*, como fornecedores, investidores, os próprios colaboradores da empresa, entre outros.

Por meio do SGQ, demonstre a necessidade da norma ISO 9001, mostrando os benefícios que o negócio pode obter com base em alguns princípios da norma.

Logo, mostre que:

- A cervejaria passará a colocar seus clientes em primeiro lugar, certificando-se de que o negócio atenda consistentemente às

necessidades e aumente a satisfação do consumidor. Isso pode levar a aumentar os negócios da organização por meio da conquista de novos mercados, uma vez que alguns setores e clientes exigem a certificação ISO 9001 antes de fazer negócios.

- A indústria cervejeira começará a aplicar uma abordagem de gestão da qualidade baseada em processos. Nesse ponto, é válido você ilustrar que a grande maioria das reclamações advém de falhas no processo. Por exemplo, falha no processo de codificação da embalagem (garrafa estava sem codificação e data de validade), falhas no processo da linha de envase, com a enchedora e a tampadora (cerveja estava sem gás e volume abaixo do previsto); falhas no processo de fermentação (cerveja com sabor ruim), entre outros. Logo, a cervejaria começará a considerar os processos desde o fornecimento de matéria prima até a distribuição final do produto, chegando ao cliente.

Nesse ponto, ainda será otimizada a tomada de decisão, baseada em evidências e com maior adesão da liderança, isto é, a liderança agirá de modo proativo, baseando-se em fatos (indicadores) para antever problemas.

- A cervejaria também passará a operar de maneira mais eficiente, pois todos os seus processos estarão alinhados e compreendidos por todos na empresa. Isso aumentará a produtividade e a eficiência, reduzindo os custos internos e otimizando a gestão de relacionamento com os *stakeholders*.

- A cervejaria prezará pela melhoria contínua de modo que os gargalos serão sanados e, cada vez mais, produtos melhores chegarão aos clientes.

Parabéns, mais um desafio vencido!

Faça valer a pena

1. O uso da ISO 9001:2015 ajuda a garantir que os clientes obtenham produtos e serviços consistentes e de boa qualidade, o que, por sua vez, traz muitos benefícios para os negócios a começar pela redução dos custos da não qualidade. Avalie o texto abaixo.

Segundo a ISO, um _____ é uma maneira de definir como uma organização pode atender aos requisitos do cliente e às outras partes interessadas no negócio, isto é, os(as) _____.

A ISO 9001:2015 pode ser usada por qualquer organização, grande ou pequena, independentemente do seu campo de atividade. De fato, existem mais de um milhão de empresas e organizações em mais de 170 países _____ pela ISO 9001.

Esse padrão é baseado em vários princípios de gerenciamento de qualidade, incluindo um forte foco no cliente, a motivação e a implicação da alta administração, a abordagem do _____ e a melhoria contínua.

Assinale a alternativa que preenche corretamente o texto acima:

- a) Sistema de gestão da qualidade; funcionários; certificadas; produto.
- b) Sistema da qualidade; *stakeholders*; certificadas; produto.
- c) Sistema da qualidade; funcionários; acreditadas; processo.
- d) Sistema de gestão da qualidade; *stakeholders*; certificadas; processo.
- e) Sistema de gestão da qualidade; *stakeholders*; acreditadas; produto.

2. A certificação de uma organização, no âmbito da qualidade, ocorre quando um organismo de certificação independente audita as práticas da empresa em relação aos requisitos da norma ISO 9001:2015. A Norma ISO 9001:2015 apresenta diferentes itens que devem ser atendidos para fins de certificação, dentre os quais destacam-se os itens 6, 7, 8, 9 e 10 que formam um ciclo PDCA de melhoria contínua.

Assinale a alternativa que apresenta, respectivamente, os itens 6, 7, 8, 9 e 10 que formam um ciclo PDCA de melhoria contínua:

- a) Contexto da organização; Apoio; Operação; Liderança; Melhoria.
- b) Planejamento; Apoio; Operação; Avaliação de desempenho; Melhoria.
- c) Contexto da organização; Planejamento; Operação; Avaliação de desempenho; Melhoria.
- d) Planejamento; Apoio; Liderança; Contexto da organização; Melhoria.
- e) Planejamento; Apoio; Operação; Liderança; Melhoria.

3. A norma ISO 9001:2015 é, notoriamente, o padrão normalizador para sistema de gestão de qualidade mais reconhecido e implementado no mundo, fazendo parte da família ISO 9000.

Contudo, há outras normas relacionadas aos sistemas de gestão da qualidade, incluindo a família ISO 14000; ISO 13485; ISO 19011; e ISO/TS 16949.

Assim, avalie as normas ISO (I, II, III e IV) em correspondência com sua respectiva característica de gerenciamento (A, B, C, D).

- I. Família ISO 14000.
- II. ISO 13485.
- III. ISO 19011.
- IV. ISO/TS 16949.

- A. Sistema de gestão da qualidade para dispositivos médicos.
- B. Sistemas de gestão da qualidade para produtos relacionados ao setor automotivo.
- C. Gerenciamento de auditoria.
- D. Sistemas de gestão ambiental.

Com base nas as normas ISO (I, II, III e IV) e suas respectivas características (A, B, C, D), assinale a alternativa que apresenta a associação correta.

- a) I-D II-C; III-A; IV- B.
- b) I-A II-C; III-B; IV- D.
- c) I-D; II-A; III-C; IV- B.
- d) I-C II-B; III-D; IV- A.
- e) I-B II-A; III-D; IV- C.

Seção 2.2

Sistemas de apoio à gestão da qualidade

Diálogo aberto

Caro aluno, dada a importância dos sistemas de gestão da qualidade no processo produtivo e na área de serviços, continuaremos nosso estudo adentrando nos sistemas de apoio à gestão da qualidade, especificamente com o enfoque em diretrizes e em processos.

Logo, uma vez entendido o conceito de sistema de gestão da qualidade, perceba que o conteúdo desta seção é de extrema valia para a sua vida profissional, a fim de complementar sua visão de gestão da qualidade a partir da perspectiva de sistemas de apoio às práticas de gerenciamento.

Então, para termos clareza e melhor entendimento sobre conceitos vinculados aos sistemas de apoio à gestão da qualidade (SGQ), começaremos o estudo com o gerenciamento pelas diretrizes, de modo que estudaremos os principais fundamentos, bem como a sua implantação. A mesma sistematização de estudo será aplicada para o gerenciamento de processos, sendo explorados os conceitos fundamentais e o método associado à sua implementação.

Logo, trazendo um viés prático, vamos retomar o caso de uma indústria farmacêutica nacional que, ao perceber que o Brasil é considerado atualmente como um país com mercado farmacêutico emergente, em função do envelhecimento populacional e maior acesso da população ao sistema de saúde, a fim de aumentar seu *market share* e lucro, bem como melhorar sua imagem organizacional, resolveu implementar um sistema de gestão da qualidade, de acordo com a norma ISO 9001/2015.

Para essa ação, você foi contratado pela empresa como consultor, dada sua especialidade na área de qualidade. A direção da empresa informou que tem dificuldades das determinações advindas da alta administração serem executadas de modo eficaz e eficiente pelos demais níveis da empresa, gerando muitas vezes distorções

nas execuções e impactando nos resultados financeiros. Assim, você percebe a necessidade de abordar sobre sistemas de apoio à gestão da qualidade, especificamente sobre a implementação do gerenciamento pelas diretrizes.

Nesse sentido, como você proporia as etapas de implementação do gerenciamento pelas diretrizes, a fim de permitir à empresa resultados mais assertivos no tocante ao ganho de *market share* e, conseqüentemente, de lucro?

(...)

Pense a respeito dessas indagações, tenha um excelente estudo e seja ativo, a partir de agora, na construção do seu próprio conhecimento!

Não pode faltar

Prezado aluno, agora que está mais evidente o que é um sistema de gestão da qualidade, vamos ver algumas abordagens diferentes de apoio para o gerenciamento deste sistema? De acordo com Toledo et al (2012), existem cinco abordagens, mas, neste momento, focaremos em duas: o gerenciamento pelas diretrizes e o gerenciamento de processos.

As demais abordagens são:

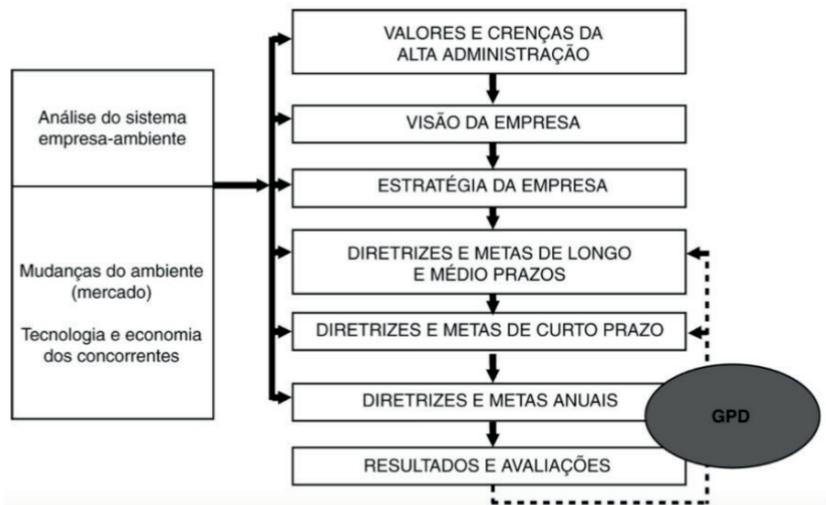
- Gerenciamento da rotina: composto por padrões diários de trabalho e verificação, no qual o próprio executor das atividades é o responsável por controlar a qualidade e garantir a previsibilidade dos resultados, melhorando e incrementando o nível de controle.
- Gerenciamento interfuncional: baseado na integração entre os departamentos e no desenvolvimento de estratégias para resolver problemas prioritários da alta administração e que necessitam da participação de mais de uma área funcional.
- Gerenciamento funcional: no qual os departamentos aumentam sua eficiência, definindo e controlando os padrões de trabalho que estejam sob sua responsabilidade. Trata-se de uma das abordagens mais utilizadas na empresa, mas, por apresentar falhas, deve ser utilizada em conjunto com outras abordagens.

Vamos, então, iniciar nosso estudo sobre o gerenciamento pelas diretrizes e o gerenciamento de processos, sendo duas propostas de apoio ao sistema de gestão da qualidade.

Começaremos pelo Gerenciamento pelas Diretrizes (cuja sigla adotada é GPD). Quando falamos sobre os modelos de gestão da qualidade, citamos o prêmio Deming, criado em 1951 no Japão e considerado o primeiro prêmio da qualidade no mundo. Mas o que o prêmio tem a ver com o GPD? Na verdade, o GPD também foi criado no Japão, pela Bridgestone Tire Company, empresa japonesa de pneus que ganhou o prêmio Deming em 1968. Por volta dos anos 1980, o GPD começou a ser empregado nos Estados Unidos e, na sequência, nos anos 90, na Europa.

Podemos dizer que o GPD tem sua origem na administração por objetivos, ou seja, trata-se de um sistema de gerenciamento que determina os objetivos da empresa com base no planejamento estratégico relacionado à garantia da qualidade, que geralmente é feito por meio de uma sequência de etapas e atividades, como já visto anteriormente. A Figura 2.4 nos mostra a relação entre o GPD e o planejamento estratégico, para que fique mais fácil de compreender a sua origem e em quais itens atua.

Figura 2.4 | Relação entre o GPD e o planejamento estratégico



Fonte: Toledo et al. (2012, p. 98).

Portanto, conforme observado na Figura 2.5, o GPD influencia nas diretrizes e metas de longo e médio prazos e nas diretrizes e metas de curto prazo. O horizonte de tempo do planejamento varia de empresa para empresa, mas, em linhas gerais, o plano de longo prazo é aquele com duração maior ou igual a cinco anos, sendo estratégicos e mais genéricos. Já os planos de médio prazo são derivados dos planos de longo prazo e possuem período médio de três anos. Os planos de curto prazo são derivados dos planos de médio prazo, com período inferior a três anos e dão origem aos planos e metas anuais.

Vale ressaltar que existem várias definições de diretrizes, mas, no caso do GPD, em especial, dizemos que a diretriz é composta por:

1. Metas: resultado a ser alcançado pela empresa e definido operacionalmente sendo, portanto, um item mensurável.
2. Medidas: ações que devem ser executadas para o atingimento da meta.
3. Condições de contorno: restrições ou situações que devem ser analisadas e respeitadas durante o processo de definição da diretriz.

Portanto, diferentemente da administração tradicional, o GPD auxilia nos diferentes níveis de planejamento da empresa, buscando priorizar itens como a melhoria da qualidade do produto, a redução no tempo de ciclo de produção e atingir os objetivos estratégicos de longo, médio e curto prazos com um pequeno número de ações.

Conforme apresentado por Toledo et al. (2012), as características fundamentais do GPD são:

- O GPD é relacionado diretamente com o planejamento estratégico da empresa, conforme já exposto acima.
- Sua implementação é *top-down* (de cima para baixo), ou seja, a alta administração tem papel fundamental no sucesso, definindo as diretrizes prioritárias, bem como o seu acompanhamento e controle.
- Definição de poucas prioridades para a melhoria da organização, como vimos anteriormente. Geralmente temos até três prioridades, permitindo que, realmente, a empresa pense em curto, médio e longo prazo, sem elevado sobrecarga de prioridades.

- Envolve o uso do gerenciamento interfuncional, na busca de solução de problemas prioritários da alta administração pela divisão das diretrizes em outros itens, abrangendo integração entre os departamentos. Também envolve o uso do gerenciamento funcional, por meio da busca de melhoria nas operações cotidianas da empresa, por meio da definição e controle de padrões de trabalho.
- As metas devem ser acordadas entre todos na empresa, com base em negociações feitas em reuniões formais e informais a fim de haver um alinhamento com a estratégia da organização.
- O elemento principal do GPD é o ciclo PDCA, que já vimos com mais detalhes anteriormente, sendo sua aplicação necessária para a busca de melhoria contínua.
- Para avaliar os resultados devem ser feitas auditorias, conforme veremos mais adiante nesta unidade.



Refleta

Aprendemos que o elemento central do Gerenciamento pelas Diretrizes é o ciclo PDCA, que também já tivemos a oportunidade de estudar. Lembrando que o ciclo PDCA é composto pelas fases de planejar, executar, verificar e corrigir, como você acha que o ciclo PDCA efetivamente colabora no GPD?

E como implementamos o GPD? Toledo et al. (2012) explicam que devemos nos basear no ciclo PDCA, completando oito passos de treinamento e compreensão desse método para os colaboradores da organização:

- Preparar: envolve a organização da implementação do GPD, a ser desenvolvida pela área de gestão da qualidade. Nessa primeira fase, é feito o planejamento a partir da definição das ações e medidas que serão tomadas, tanto para acompanhamento quanto para o controle. Também são realizados treinamentos sobre o GPD para todos os envolvidos, explicando a importância e as responsabilidades da participação de cada um.

- Definir metas anuais: resultado do planejamento de curto, médio e longo prazo, devendo ser em pouca quantidade e com alta prioridade. Para a definição das metas anuais é importante conhecer a situação atual da empresa, bem como concentrar esforços para o atingimento dos resultados previstos.
- Diretriz anual do presidente: a maior autoridade da organização, o presidente, deve ser o grande promotor do GPD, pois a sua diretriz desencadeará todo o processo no restante da organização, por meio da divisão das diretrizes em outras (desdobramento). As diretrizes que não puderem ser desdobráveis constituirão o plano de ação do presidente, enquanto que as demais serão repassadas pelos demais responsáveis.
- Desdobrar as diretrizes: pode ser feito horizontalmente (para cada meta de um departamento estabelecemos suas respectivas medidas, que gerarão outras metas para níveis hierárquicos inferiores) ou verticalmente (divisão das metas entre níveis hierárquicos para, em seguida, identificar as medidas por nível), devendo ser resultado do processo de negociação e traduzidas em planos de ação para serem controlados e verificados.
- Executar: agora que já temos os planos de ação resultantes da diretriz anual do presidente e da fase de desdobramento, precisamos executar e gerar os resultados. Novamente, precisamos focar na utilização do ciclo PDCA, pois pode ser que as medidas não gerem os resultados esperados, sendo necessário um processo de feedback com foco na melhoria contínua.
- Acompanhar: verificar e controlar se as metas estão sendo atingidas, pois caso existam desvios, devemos analisar e eliminar sua origem. Para isso, podem ser realizadas reuniões periódicas de análise crítica para apresentação de resultados e correções de rota, quando for o caso.
- Diagnosticar: a alta cúpula administrativa deve verificar se as metas estão sendo atingidas, acompanhando de perto cada departamento. No final do ano, o presidente faz um relatório diagnóstico com a síntese do GPD e seus resultados, incluindo uma reflexão sobre os mesmos. Esse

diagnóstico será importante para definir as diretrizes do próximo ano.

- Apropriar: o ciclo do GPD fecha-se quando as melhorias definidas forem alcançadas, por meio do estabelecimento de padrões e do gerenciamento do trabalho cotidiano.



Pesquise mais

Vamos aprofundar os nossos conhecimentos sobre Gerenciamento pelas Diretrizes? Então leia a seção 9.2 (páginas 189 e 190) do livro *Gestão da Qualidade – Conceitos e Técnicas* e compreenda melhor sobre o desdobramento das diretrizes no GPD. Vamos lá?

CARPINETTI, L. R. **Gestão da Qualidade** – Conceitos e Técnicas. 3 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2016. Disponível em: <<https://biblioteca-virtual.com/detalhes/eds/edsmib/edsmib.000009152>>. Acesso em 1 maio 2018.

Agora que já sabemos o que é o Gerenciamento pelas Diretrizes (GPD), vamos conhecer a abordagem de gerenciamento de processos? Quando estudamos a ISO 9001, já aprendemos que um dos requisitos é a abordagem por processos, ou seja, entendemos que os produtos e serviços são resultantes dos processos. Portanto, não devemos apenas gerir departamentos, mas também gerir processos.

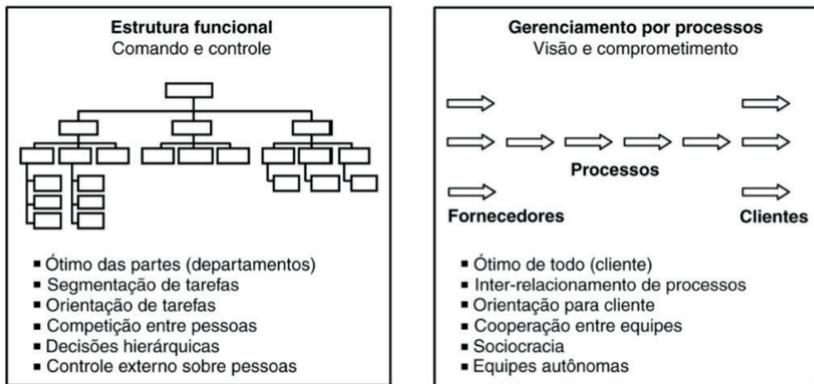
Mas você pode estar se perguntando o que entendemos nesse momento como um processo? É o mesmo que já definimos anteriormente? Basicamente sim e, para ficar mais fácil de você compreender o que é um processo, entende-se que ele deve ter as seguintes características:

- Atividades interdependentes: isso quer dizer que o conjunto de atividades leva a um resultado específico, como um produto ou um serviço.
- Entradas: também chamadas de *inputs*, englobando informações, documentos, materiais, tecnologia, entre outros. É importante mencionar que a qualidade das saídas também depende da qualidade das entradas.
- Transformação: conversão das entradas em saídas, agregando valor e modificando os insumos.

- Saídas: também chamadas de *outputs*, podem ser materiais, informações, documentos etc., sendo o resultado do processo de transformação.
- Repetição: os processos podem ser replicados diversas vezes.

Então, existem duas situações: o gerenciamento de uma empresa e o gerenciamento de um processo. O gerenciamento de uma empresa com foco em processos é o que também chamamos de gerência por processos. Na Figura 2.5, podemos ver a mudança, em termos de gerenciamento, entre uma empresa com estrutura tradicional (funcional), baseada em funções e departamentos, e uma empresa com estrutura de processos, ou seja, orientada para a satisfação das necessidades e desejos dos clientes.

Figura 2.5 | Gerenciamento com estrutura funcional e por processos



Fonte: Toledo et al. (2012, p. 105).

Já o gerenciamento de um processo é o que denominamos gerenciamento de processo. Parece redundância, mas o nosso foco agora é entender melhor o gerenciamento de processo, que é um método de avaliação contínua, ou seja, engloba a análise e a melhoria do desempenho dos processos de uma empresa.

É importante dizer que existem diferentes tipos de processos, mas podemos classificá-los como:

- Processos primários: ligados diretamente à fabricação do produto que será disponibilizado para os clientes.
- Processos de suporte: servem de apoio para os processos primários, como a administração de recursos.

- Processos gerenciais: centrados nos gerentes, incluindo medições e ajustes na organização e na produção, como os processos de planejamento e controle da qualidade.



Assimile

Agora compreendemos o que é Gerenciamento pelas Diretrizes e o que é Gerenciamento de Processos. Vamos fixar esses conceitos?

O GPD é um método no qual existe a priorização de diretrizes, que são desdobradas por todos os níveis da organização, auxilia no planejamento estratégico e é de responsabilidade da alta administração.

Já o Gerenciamento de Processos é um outro método de análise e melhoria de processos para atender aos requisitos dos clientes, fazendo com que a organização possa ser enxergada como um conjunto de processos, que compartilham recursos e atividades interligadas e não apenas como um conjunto de departamentos.

E como o gerenciamento de processos ocorre na prática? Existe um método para tornar a gestão de processos mais eficaz, por meio de um conjunto de atividades desenvolvidas para aprimorá-los. De acordo com Toledo et al. (2012), as atividades (ou etapas) consistem em:

- Seleção do processo: primeiro precisamos escolher o processo no qual o método será aplicado. Podemos atribuir prioridades aos processos e, geralmente, isso é feito pela alta administração em função dos retornos.
- Definição da equipe de melhoria: após a seleção do processo, a equipe de melhoria poderá ser formada por um líder e pelos demais responsáveis pelas atividades do processo, ou seja, os gerentes que supervisionam as atividades ligadas ao processo. Como o nosso foco é na qualidade, já sabemos que o comprometimento das pessoas é fundamental para o sucesso, portanto, isso também é válido no nosso gerenciamento de processo. Essa fase estará concluída quando forem estabelecidos diretrizes e princípios de trabalho que devem ser seguidos pela equipe.
- Mapeamento do processo: precisamos entender a sequência na qual as atividades ocorrem dentro do processo a fim de

que consigamos fazer uma gestão assertiva com base em entradas e saídas, o mapeamento é a representação dessa sequência, por meio de um fluxograma ou VSM (*Value Stream Mapping*) – Mapeamento do Fluxo de Valor. A esse fluxograma denominamos fluxograma do processo, ou seja, demonstramos graficamente como o processo funciona, quem executa e as informações e documentos utilizados. Já o VSM vê um pouco além do fluxo de processo, gerando um mapa atual e um futuro e promovendo uma análise crítica do processo.

- **Análise de atividades:** uma vez que o fluxograma do processo foi realizado, podemos utilizar o modelo SIPOC (*Suppliers – Fornecedores, Input – Entradas, Processes – Processos, Output – Saídas, Customers – Clientes*), também presente e estudado na ISO 9001, para descrição de cada atividade pelo respectivo membro da equipe de melhoria.
- **Definição de indicadores de qualidade:** sempre que necessitarmos de um indicador da qualidade, devemos defini-lo claramente, ou seja, como mensurar as características de um processo e dos seus produtos resultantes e exercer controle para atingir os padrões estabelecidos. Portanto, não é possível definir um indicador quando não é possível adotar uma ação de controle, além de ser importante analisar o custo e no tempo de coleta das informações.
- **Compromissos entre clientes e fornecedores:** o responsável pelo processo deve estabelecer os compromissos (ou acordos) com os clientes e os fornecedores, para que estes também compreendam o processo. Os compromissos devem ser estabelecidos em reuniões para negociação sobre o plano de ação de melhoria do processo.
- **Normatização do processo:** depois de concluídas as fases anteriores, temos a elaboração de normas, fluxogramas e a documentação do processo, o que gera um manual do processo. Esse manual possibilitará a operacionalização do processo, finalizando o método de gerenciamento de processo. A recomendação é que, durante a operação do processo, ocorram as atividades de melhoria contínua do processo e dos resultados.



Vamos ver um exemplo de gerenciamento de processos? Imagine que um certo hospital é composto por duas recepções, uma ala de emergências, uma tesouraria, três unidades de internação distintas, além de outros setores que servem como apoio (cozinha, farmácia, higienização e compras). O processo escolhido para análise é o de faturamento (análise financeira), sendo um dos mais cruciais para a alta administração. O mapeamento de processos demonstrou que, no caso de um atendimento de urgência, o início ocorre na primeira recepção (pronto-atendimento), passando pela conferência do método de pagamento (convênio médico ou particular), o atendimento médico (que pode levar ou não para uma das unidades de internação), a cobrança pela tesouraria e a liberação do paciente. Já para pacientes que desejam fazer exames, o mapeamento identificou que o processo tem início na segunda recepção (exames), passando pela verificação de agenda, a conferência do método de pagamento, a liberação para realização do exame, a realização do exame e a liberação do laudo.

A equipe de melhoria identificou uma divergência na conferência do método de pagamento, uma vez que a recepção de pronto-atendimento trabalha com dois turnos, enquanto que a recepção de exames atende em horário comercial. Isso faz com que alguns pacientes do pronto-atendimento sejam atendidos antes da confirmação do convênio médico e sejam liberados, o que pode acarretar perdas, enquanto que na realização de exames isso não ocorre, pois a liberação para realização do exame só acontece após a confirmação do convênio.

Agora, a equipe de melhoria sugeriu um redesenho do processo, no qual foi inserida uma atividade de assinatura de um termo de compromisso para o pagamento dos valores devidos, podendo ser cobrado futuramente e evitando perdas por falta de pagamento, tanto de pacientes particulares como de convênio. Além disso, foram adotados indicadores de desempenho do processo chamados contas não-faturadas, cuja meta é de até 1%.

Portanto, com o gerenciamento de processos foi possível melhorar a forma como o serviço de assistência hospitalar está sendo prestado, bem como melhorando o desempenho da empresa.

Sem medo de errar

Vamos retomar o caso de uma indústria farmacêutica nacional que, ao perceber que o Brasil é considerado atualmente como um

país com mercado farmacêutico emergente, a fim de aumentar seu *market share* e lucro, resolveu implementar um sistema de gestão da qualidade, de acordo com a norma ISO 9001/2015.

Para essa ação, você foi contratado pela empresa como consultor, dada sua especialidade na área de qualidade, cabendo a você, especificamente neste momento, propor as etapas de implementação do gerenciamento pelas diretrizes a fim de permitir a empresa resultados mais assertivos no tocante ao ganho de *market share* e, conseqüentemente, de lucro.

Vamos lá, seguindo os oito passos propostos, você conseguirá implementar o gerenciamento pelas diretrizes (GPD) na indústria farmacêutica:

- Preparar: como vimos anteriormente, essa primeira fase envolve a organização da implementação do GPD, que será desenvolvida pela área de gestão da qualidade. Nessa fase também será feito o planejamento, com a definição das ações e medidas que serão tomadas, tanto para acompanhamento quanto para o controle. No caso especial da indústria farmacêutica, é importante reunir as informações atuais dos indicadores de qualidade existentes, baseados comumente em guias nacionais e internacionais, como aqueles da Organização Mundial de Saúde (OMS), do *International Concil for Harmonization* (ICH) e *Food and Drug Administration* (FDA). Além disso, considera-se as projeções de crescimentos e de vendas de medicamentos e outros itens farmacêuticos que empresa fabrica para atendimento aos clientes. Como o Brasil possui um mercado farmacêutico emergente, você levantou as estatísticas e constatou que as mortes por doenças infecciosas tendem a diminuir até 2030, mas as doenças não transmissíveis, como as cardíacas e a diabetes, tendem a aumentar; portanto, como consultor, você pode apontar que para atender ao objetivo da empresa, isto é, aumentar o seu *market share* e o seu lucro, a empresa deve prover medicamentos para essas áreas.
- Definir metas anuais: as metas anuais são o resultado do planejamento de curto, médio e longo prazo, devendo ser em pouca quantidade e com alta prioridade. Junto com a alta administração, você pode auxiliar na definição de metas

para a empresa farmacêutica com base nas projeções de mercado, apontando um aumento de faturamento em 5% ao ano, chegando a um aumento aproximado de 60% no faturamento até 2030, acompanhando o crescimento do consumo de remédios no Brasil.

- Diretriz anual do presidente: como o presidente é o grande promotor do GPD, a sua diretriz desencadeará todo o processo no restante da organização, que nesse caso é aumentar a participação de mercado em um país com mercado farmacêutico emergente.
- Desdobrar as diretrizes: como vimos, pode ser feito horizontalmente (para cada meta de um departamento estabelecemos suas respectivas medidas, que gerarão outras metas para níveis hierárquicos inferiores) ou verticalmente (divisão das metas entre níveis hierárquicos para em seguida identificar as medidas por nível). Se a diretriz do presidente é aumentar a participação no mercado farmacêutico brasileiro, você levantou que a gerência de vendas terá que aumentar o *market share* em 2%, concentrando esforços nos produtos cardíacos e para diabetes. Por sua vez, a supervisão de vendas deverá tomar ações para penetrar no mercado de genéricos, aumentando a participação em 5%. Já os vendedores, deverão iniciar novas vendas no mercado de genéricos, aumentando o número de visitas aos hospitais, consultórios e farmácias.
- Executar: agora que já temos os planos de ação resultantes da diretriz anual do presidente por meio do desdobramento, precisamos executar e gerar os resultados, utilizando o ciclo PDCA (planejar, fazer, avaliar e corrigir), conforme já desenvolvemos na seção anterior. Logo, deve-se considerar todos os níveis da organização, envolvendo o preparo, o treinamento e a execução das tarefas conforme o planejado a fim de que os resultados previstos, alinhados à estratégia organizacional, sejam atingidos. Portanto, nessa fase, estamos preocupados em desenvolver e implementar o planejando, por meio do desenvolvimento das atividades de liderança e de operações.
- Orientar a implementação do SGQ na indústria farmacêutica de acordo com as quatro etapas, reforçando a necessidade de

adesão e proatividade da liderança a fim de direcionar ações e políticas que fomentem os objetivos da qualidade, além de, essencialmente, incentivar, entre os colaboradores, a promoção e a aplicação do que foi definido para a qualidade.

Mapeamento de processos de fabricação de um novo medicamento está envolvido desde a pesquisa até a finalização do desenvolvimento, testes e lançamento no mercado. Você pode orientar o uso de grafos ou fluxograma a fim da indústria incorrer em uma melhor gestão

- Acompanhar: verificar e controlar se as metas estão sendo atingidas, pois caso existam desvios, devemos analisar e eliminar sua origem. Ou seja, mostre em sua apresentação que o supervisor de vendas da indústria farmacêutica deverá avaliar se os vendedores estão fazendo as visitas, enquanto que o gerente de vendas deverá verificar se houve o aumento de 5% de participação no mercado dos genéricos. Já a direção deverá analisar se houve aumento da gerência de vendas de 2% no *market share* de produtos cardíacos e de diabetes.
- Diagnosticar: a alta cúpula deve verificar se a meta de aumento de 5% no faturamento está sendo atingida durante o ano, acompanhando de perto todos os departamentos. Esse diagnóstico será importante para definir as diretrizes do próximo ano, uma vez que se a diretriz anual atual não for atingida a meta para o próximo ano poderá ser revista.
- Apropriar: para que a implementação do GPD esteja concluída, as melhorias definidas devem ter sido alcançadas, por meio do estabelecimento de padrões e no gerenciamento do trabalho cotidiano, como o número de visitas diárias dos vendedores nos consultórios, hospitais e farmácias, a periodicidade de reuniões dos supervisores de vendas com os vendedores e o estabelecimento dos padrões para os indicadores de qualidade levando-se em conta as melhorias propostas.

Parabéns; mais um desafio vencido! Você propôs as etapas de implementação do gerenciamento pelas diretrizes a fim de permitir a empresa resultados mais assertivos no tocante ao ganho de *market share* e, conseqüentemente, de lucro.

Estabelecimento de diretrizes em uma indústria moveleira

Descrição da situação-problema

Uma indústria moveleira concentra suas atividades na produção de móveis para escritório, sendo líder de mercado na região Sul e Sudeste. Em função da crise econômica, as vendas diminuíram, uma vez que vem ocorrendo pouca expansão de espaços comerciais, sendo necessário, agora, otimizar os índices de produtividade para manter a empresa competitiva no mercado. Sabe-se, também, que o mercado moveleiro está recuperando o fôlego. Além disso, foi constatado alta insatisfação dos clientes, gerando elevado número de troca ou reparo nos móveis. Assim, como responsável pelo departamento de qualidade, você foi incumbido de pensar em três diretrizes que visem melhorar os resultados financeiros da empresa até o final do ano, além de propiciar maior satisfação ao cliente. Como você desenvolveria essas diretrizes, pensando nas metas, nas medidas e nas condições de contorno? A alta administração aguarda as suas propostas em uma apresentação.

Resolução da situação-problema

Inicialmente, para traçar as diretrizes, você deve expor que é necessário propor metas, alcançadas por meio de ações, respeitando as condições de contorno. Além disso, considere propostas de curto, médio e longo prazo.

Uma proposta poderia ser uma meta focada no aumento na participação no mercado; outra meta direcionada para otimização da produtividade, e, então, você poderia propor redução nos índices de troca e reparo de móveis.

Para facilitar o entendimento da alta administração, exponha as diretrizes conforme o Quadro 2.1.

Quadro 2.1 | Proposta de diretrizes para a indústria moveleira

Meta	Medida	Condição de Contorno
Aumentar a produtividade em 5% em um ano.	Reduzir custo fixo. Reduzir desperdícios da produção. Aumentar a disponibilidade de Ferramentas.	Não gerar investimentos excessivos.
Reduzir os índices de troca e reparo em 20% em até três anos.	Executar ações de controle estatístico do processo. Fiscalizar fornecedores para especificação de matéria prima.	Não gerar investimentos excessivos. Não fazer novas contratações.
Aumentar a participação de mercado da empresa em 10% nos próximos cinco anos.	Desenvolver novas linhas de produtos para fins residenciais. Expandir vendas da empresa para a região Centro-Oeste e Nordeste do país.	Não comprometer o desempenho da empresa nas demais regiões.

Fonte: elaborado pelo autor.

Faça valer a pena

1. O Gerenciamento por Diretrizes (GDP) foi criado no Japão, pelas empresas ganhadoras do prêmio Deming. Por volta dos anos 1980, o GDP começou a ser empregado nos Estados Unidos e, na sequência, nos anos 90, na Europa. Entende-se que o GDP tem sua origem na administração por objetivos, ou seja, trata-se de um sistema de gerenciamento que determina os objetivos da empresa com base no planejamento estratégico. Baseado nesse contexto do GDP, considere os itens constituintes de uma diretriz (A, B e C), bem como suas respectivas características (I, II e III).

- A. Metas.
- B. Medidas.
- C. Condições de contorno.

- I. Restrições ou situações que devem ser analisadas e respeitadas durante o processo de definição da diretriz.
- II. Resultado a ser alcançado pela empresa e definido operacionalmente sendo, portanto, um item mensurável.
- III. Ações que devem ser executadas para o atingimento do que foi estabelecido.

Assinale a alternativa que correlaciona corretamente os itens constituintes de uma diretriz (A, B e C), bem como suas respectivas características (I, II e III).

- a) I-C; II-B; III-A.
- b) I-A; II-C; III-B.
- c) I-C; II-A; III-B.
- d) I-B; II-A; III-C.
- e) I-B; II-C; III-A.

2. O sistema de gestão da qualidade pode ser amparado por sistemas de apoio os quais baseiam-se em cinco principais abordagens: gerenciamento da rotina; gerenciamento interfuncional; gerenciamento funcional; gerenciamento pelas diretrizes; e gerenciamento de processo. Avalie o texto abaixo.

O gerenciamento pelas diretrizes é um método no qual existe a priorização de diretrizes, que são _____ por todos os níveis da organização, auxilia no planejamento estratégico e é de responsabilidade do(a) _____.

Já o gerenciamento de processos é um método de análise e melhoria de processos para atender aos requisitos dos _____, fazendo com que a organização possa ser enxergada como um conjunto de processos, que compartilham recursos e _____ interligados(as), e não apenas como um conjunto de departamentos.

Assinale a alternativa que contém os termos que completam o texto corretamente.

- a) Desdobradas; alta administração; clientes; atividades.
- b) Desdobradas; departamento de qualidade; fornecedores; atividades.
- c) Desenvolvidas; alta administração; fornecedores; métodos.
- d) Desenvolvidas; alta administração; fornecedores; métodos.
- e) Desdobradas; departamento de qualidade; clientes; métodos.

3. O foco no processo é de extrema valia quando pensamos em sistemas de gestão da qualidade e norma ISO 9001:2015. Como constituintes de um processo têm-se atividades interdependentes; as entradas; as saídas; a transformação (conversão das entradas em saídas); e a repetição. O gerenciamento de processo, por sua vez, é um método de avaliação contínua, ou seja, engloba a análise e a melhoria do desempenho dos processos de uma empresa. Existe um método para tornar a gestão de processos mais eficaz, por meio de um conjunto de atividades desenvolvidas para aprimora-los. Com base nisto, considere as afirmações de I a IV.

I. No escopo de seleção do processo, pode-se atribuir prioridades aos processos e, geralmente, isso é feito pela alta administração em função dos retornos.

II. Para o mapeamento do processo, é necessário entender a sequência na qual as atividades ocorrem dentro do processo e a representação mais comum dessa sequência ocorre por meio de grafos não orientados.

III. No âmbito de análise de atividades, um modelo interessante para uso refere-se ao SIPOC (Suppliers – Fornecedores, Input – Entradas, Processes – Processos, Output – Saídas, Customers – Clientes).

IV. Ao se pensar no processo, é necessário considerar acordos (compromissos) com clientes e fornecedores, para que estes também compreendam o processo.

De acordo com as afirmações de I a IV, assinale a alternativa correta.

- a) I, II, III e IV são corretas.
- b) Somente as afirmações I, II e IV são corretas.
- c) Somente as afirmações II e IV são corretas.
- d) Somente as afirmações I e III são corretas.
- e) Somente as afirmações I, III e IV são corretas.

Seção 2.3

Gestão de desempenho da qualidade

Diálogo aberto

Caro aluno, dada a importância dos sistemas de gestão da qualidade no processo produtivo e na área de serviços, continuaremos nosso estudo adentrando na gestão de desempenho da qualidade.

Logo, uma vez entendido o conceito de sistema de gestão da qualidade, bem como sistemas de apoio à gestão da qualidade, estudaremos sobre como gerir o desempenho da qualidade em uma organização. Esse tópico é de extrema valia para a sua prática profissional, pois a gestão de desempenho permite o monitoramento de ações e, conseqüentemente, manutenção de investimentos ou correções de rota, refletindo a estratégia em termos de sua formulação e implementação, de modo a explicitar sua adequação de acordo com as realidades externa e interna da organização.

Logo, nesta seção, estudaremos sobre os indicadores de desempenho, sistema de medição de desempenho, avaliação proposta pela norma previamente estudada ISO 9001:2015, além dos conceitos e fundamentos sobre auditoria interna.

Assim, para colocar todo esse conhecimento em ação, vamos voltar ao caso da indústria farmacêutica nacional que, resolveu implementar um sistema da qualidade. Para essa ação, você foi contratado pela empresa como consultor, dado sua especialidade na área de engenharia e qualidade.

Na sua última etapa de consultoria nessa empresa, a alta cúpula da indústria quer saber como avaliar o desempenho do sistema da qualidade de modo objetivo. Para tanto, eles informaram que a maior dificuldade se refere à compra de matéria-prima e insumos (requisito 8.4 da ISO 9001/2015), bem como o gerenciamento destas compras.

Assim, você vê a importância de dar um treinamento básico sobre auditoria interna para a alta administração, a fim de mostrar que se trata de uma avaliação planejada, programada e documentada, bem

como sugerir um modelo físico de registro e de verificação sobre a compra de matéria-prima e insumos.

Como você explicaria a auditoria interna e proporia um modelo físico de verificação para ajudar a empresa a melhor atender um dos requisitos da ISO 9001/2015?

Pense a respeito dessas indagações, tenha um excelente estudo e seja ativo, a partir de agora, na construção do seu próprio conhecimento!

Não pode faltar

Prezado aluno, nós já vimos que a ISO 9001:2015 aponta requisitos para avaliar tanto o desempenho dos processos de produção como do sistema de qualidade. Portanto, é importante que aprofundemos os nossos conhecimentos na avaliação de desempenho da qualidade.

Em primeiro lugar, temos que ter em mente dois conceitos essenciais para a avaliação: eficiência e eficácia. Provavelmente você já deve ter se deparado com essas duas palavras em diversos contextos diferentes, mas aqui teremos em mente as seguintes definições:

- eficiência: nível de uso dos recursos materiais e humanos para obtenção do resultado.
- eficácia: nível de atingimento dos resultados planejados.

Quando falamos em avaliação do sistema de gestão da qualidade é importante verificar a eficiência e a eficácia do sistema em atender aos requisitos dos clientes e das demais partes interessadas. Mas você pode estar se perguntando: como a empresa faz isso?

Respondendo ao questionamento anterior, a empresa geralmente utiliza alguns indicadores de desempenho.

Ao se falar em indicador, já vale citar que, comumente, as empresas trabalham com KPI, sigla em inglês para *Key Performance Indicator* ou Indicadores-Chave de Desempenho, que ajudam a organização a avaliar o progresso em direção a metas específicas. Eles são parâmetros quantificáveis, acordados pela administração a fim de refletir os fatores críticos de sucesso de uma organização. Eles são únicos e diferem dependendo da organização.

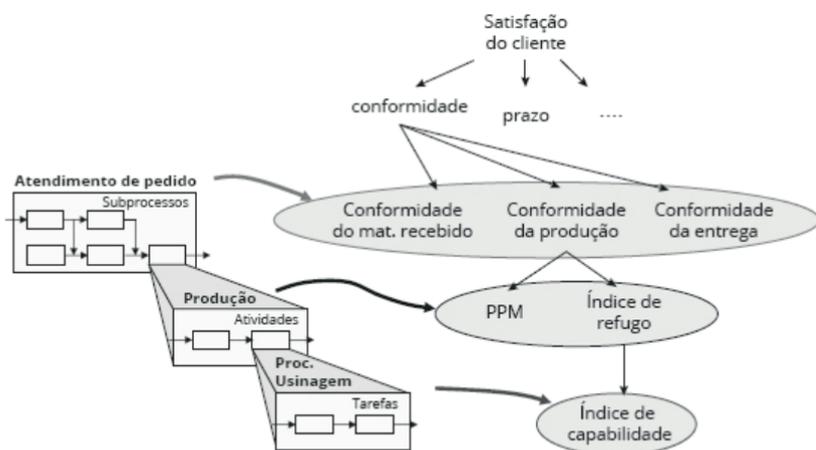
Geralmente, os KPI são considerações de longo prazo e não são alterados com frequência. A configuração de um determinado KPI pode mudar conforme as metas da organização mudam ou quando a organização se aproxima de atingir uma meta.

De acordo com Carpinetti e Gerolamo (2016), podemos responder algumas perguntas que nos levarão aos indicadores adequados o âmbito do sistema de gestão da qualidade:

1. O que precisamos medir e monitorar?
2. Quais métodos devem ser adotados para medir, monitorar, analisar e avaliar, assegurando-se resultados proveitosos?
3. Quando devemos medir e monitorar?
4. Quando devemos analisar e avaliar os resultados do monitoramento?

Respondendo ao primeiro questionamento, podemos, por exemplo, englobar a satisfação do cliente, pois esse é um dos indicadores de eficácia que podem ser adotados. Para que a eficácia seja atingida, existem fatores de produção que podem ser avaliados, como a conformidade com as especificações, o prazo e a assiduidade da entrega, entre outros. No caso de não conformidades, podemos ter um elevado índice de refugos, conforme exemplificado na Figura 2.6.

Figura 2.6 | Exemplo de indicadores de desempenho



Fonte: Carpinetti e Gerolamo (2016, p.134).

Observamos, na Figura 2.6, uma relação de causa-efeito entre as não conformidades num processo de usinagem até a satisfação do cliente, ou seja, numa determinada tarefa do processo de usinagem, que está dentro de uma das atividades do processo produtivo, pode ter ocorrido uma falha que leva a uma não conformidade que, por sua vez, pode afetar a satisfação do cliente, afetando a eficácia do sistema. Desse modo, a avaliação do sistema de qualidade precisa incluir indicadores resultantes das atividades de suporte, planejamento, entre outros.



Exemplificando

Vamos ver um exemplo de relação causa-efeito entre não conformidades? Utilizando como base a Figura 2.6, poderíamos pensar num fabricante de motores diesel para uma montadora de caminhões.

É essencial que a fabricação dos motores esteja em conformidade com as especificações do cliente, ou seja, a montadora de caminhões.

No caso de uma não conformidade do motor ser decorrente de um processo de produção em particular, como vimos, na Figura 2.6, as dimensões das peças no processo de usinagem, poderá acarretar o descarte do motor, trazendo prejuízos para a fabricante e para o cliente.

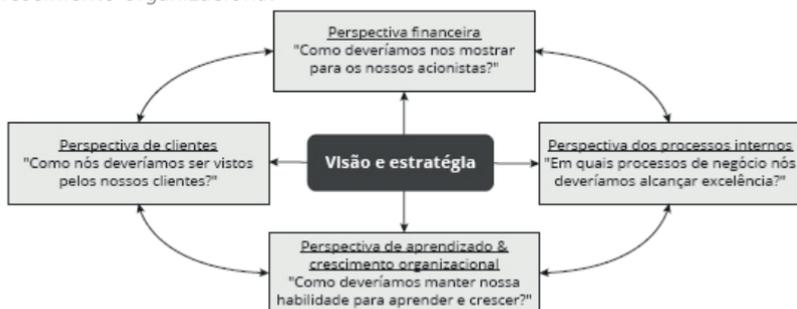
Como poderíamos resolver esse problema? Executando um estudo de capacidade (veremos mais adiante neste curso) no processo de usinagem, ou seja, realizar uma análise estatística da dispersão do resultado do processo em torno do valor médio e comparar com a variação máxima aceitável pelo cliente, no caso, a montadora.

Assim, podemos corrigir a falha que provocou o descarte do motor, diminuindo o índice de refugo e, conseqüentemente, aumentando a conformidade da produção, que é um dos fatores que leva à satisfação do cliente. Por isso, denominamos relação causa-efeito, conforme observamos na Figura 2.6.

O que poderemos utilizar como referência para elaborar o nosso modelo de avaliação de desempenho?

Uma das formas é utilizando o modelo *Balanced Scorecard* (BSC), que agrupa os indicadores sob diferentes perspectivas, incluindo a financeira, processos internos, clientes e aprendizado e crescimento organizacional, conforme apresentado na Figura 2.7.

Figura 2.7 | Indicadores de desempenho do BSC, considerando as quatro perspectivas - financeira, processos internos, clientes e aprendizado e crescimento organizacional



Fonte: Carpinetti e Gerolamo (2016, p. 74).

Dentre os principais indicadores que podem ser gerados por esse método, temos, por exemplo:

- Financeiros: margem, retorno sobre o capital investido, taxa de investimento, vendas por funcionários, custo de produção, entre outros.
- Processos: tempo de entrega de pedidos, tempo de desenvolvimento dos produtos, atrasos, refugos, confiabilidade no recebimento e na entrega, entre outros.
- Aprendizado e crescimento: rotatividade dos funcionários, *turnover* de funcionários, dias sem acidentes, entre outros.
- Cliente: número de clientes satisfeitos de acordo com pesquisa de opinião, número de clientes fidelizados à empresa, número de solicitações de serviço de garantia, feedback de representantes comerciais, entre outros.



Pesquise mais

Vamos aprofundar os nossos conhecimentos sobre Balanced Scorecard (BSC)?

Então leia o artigo Da onda da gestão da qualidade a uma filosofia da qualidade da gestão: *balanced scorecard* promovendo mudanças (página 79 a 87) e estude a integração entre o conceito e os princípios da Gestão da Qualidade Total e do BSC. Também poderemos ver com mais detalhes as quatro perspectivas: financeira, cliente, interna e inovação e aprendizado.

Artigo: LIMA, A. C. C.; CAVALCANTI, A. A.; PONTE, V. Da onda da gestão da qualidade a uma filosofia da qualidade da gestão: balanced scorecard promovendo mudanças. **Revista Contabilidade & Finanças**, v. 15, n. especial, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rcf/v15nspe/v15nspea06.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2018.

Portanto, Carpinetti e Gerolamo (2016) nos mostram que a partir do BSC, detalhado na Figura 2.7, é possível desenvolver um modelo de avaliação de desempenho do sistema de gestão da qualidade que leve em conta a perspectiva de operação, de suporte, de clientes, de planejamento e de liderança (conforme os itens listados na cláusula 9.1.3 da ISO 9001:2015; fazendo referência a elementos dessas perspectivas de avaliação), conforme apresentado na Figura 2.8.

Logo, por meio de indicadores, é possível executar a avaliação desses aspectos do sistema da qualidade. A título de exemplificação, na perspectiva de operação pode ser avaliado o número de não conformidades ou atraso na produção; na perspectiva de suporte cita-se as horas de treinamento e reciclagem dos colaboradores; na perspectiva de liderança tem-se o número de metas cumpridas e feedback dos colaboradores; na perspectiva de planejamento cita-se cumprimento de prazos e número de sucesso planejado-executado; e na perspectiva de clientes, conforme já abordado, cita-se o número de clientes satisfeitos de acordo com pesquisa de opinião e número de clientes fidelizados à empresa.

Figura 2.8 | Avaliação de desempenho do sistema de gestão da qualidade



Fonte: Carpinetti e Gerolamo (2016, p. 135).



Agora que você compreendeu o que precisamos medir e monitorar, assim como definimos um método que pode ser utilizado para direcionar os indicadores, fica evidente que os objetivos da qualidade a serem monitorados devem ser mensuráveis, por meio de uma equação, uma unidade de medida (ou adimensional se for uma taxa), uma frequência, entre outros. Portanto, os indicadores de desempenho devem ser mensuráveis e estar relacionados aos objetivos do sistema de qualidade.

No entanto, você acha que ter um número muito grande de indicadores será bom ou ruim para a empresa? Reflita sobre essa indagação e nas consequências do número de indicadores, lembrando que será necessário um processo de coleta de dados desses indicadores, bem como o seu monitoramento.

Dica: reflita se seria interessante ter um aumento gradual no número de indicadores, principalmente nas pequenas e médias empresas.

Assim, relembando a ISO 9001:2015, a empresa deve analisar e avaliar os dados resultantes do processo de monitoramento e medição, de modo que as saídas indiquem o grau de conformidade dos produtos ou serviços; a satisfação dos clientes; a eficácia do sistema de gestão da qualidade e das ações de controle; a eficiência dos fornecedores; e as melhorias para o sistema de gestão da qualidade, conforme vimos na Figura 2.8.

Também é importante lembrar que, de acordo com a ISO 9001:2015, a alta direção da empresa deve se responsabilizar pela eficácia do seu sistema de qualidade, ou seja, também deve analisar criticamente o seu sistema, como parte do processo de melhoria contínua do PDCA.

Quando o sistema de qualidade é implantado, a alta administração deve fazer análises periódicas e críticas nas informações que forem resultantes da avaliação do sistema de gestão da qualidade para que sejam propostas melhorias a serem planejadas, implementadas e avaliadas futuramente, dando continuidade à melhoria contínua.

Mas você pode estar se perguntando quando devemos analisar e avaliar os resultados do monitoramento. A resposta para essa pergunta pode ser por meio de um processo de auditoria interna. E o que é uma auditoria interna?

De acordo com Carpinetti e Gerolamo (2016), trata-se de uma forma da empresa autoavaliar o seu sistema de gestão da qualidade, para que não haja desgaste no atendimento aos requisitos normativos, colaborando também na execução das auditorias externas. Assim, devemos executar, em intervalos regulares, auditorias internas para avaliar as áreas e processos necessários (conforme planejado ou conforme resultado de outras auditorias).

A norma ISO 9001:2015 define que as auditorias devem avaliar se o sistema de gestão da qualidade está atendendo aos requisitos previstos na referida norma e se, de fato, está sendo mantido de modo adequado. Para que isso ocorra, a ISO 9001:2015 define que a empresa deve:

1. Planejar, implementar e manter o seu programa de auditoria, com a frequência, os métodos, responsabilidades, requisitos e o relatório de auditorias.
2. Definir os critérios utilizados e a abrangência da auditoria.
3. Selecionar os auditores, de modo que seja garantida a objetividade e imparcialidade.
4. Garantir que os resultados da auditoria sejam informados aos gestores para melhorias no sistema.
5. Corrigir no momento correto.
6. Registrar, de forma detalhada, a execução da auditoria e os seus resultados.

Vale ressaltar algumas observações importantes com relação às auditorias, conforme apresentado na ISO 19011, que trata das diretrizes para auditoria de sistemas de gestão:

- A equipe de auditoria não deve ser composta por membros que pertencem às áreas auditadas a fim de manter uma imparcialidade nas ações.
- A execução da auditoria começa na análise dos documentos das áreas auditadas, passando, na sequência, para um diálogo com os executores das atividades auditadas a fim de verificar se os procedimentos realizados estão de acordo com o definido na ISO 9001:2015. Recomenda-se que as auditorias internas sejam executadas entre as auditorias externas e os resultados devem ser registrados.

- Os auditores devem ser capacitados, uma vez que foram selecionados com base nos critérios de imparcialidade e objetividade, para que conheçam os requisitos da ISO 9001:2015 e os procedimentos de auditoria.

É importante que, além do registro, seja feito um acompanhamento das ações tomadas e dos resultados da verificação, no caso de não conformidades, para avaliar se os ajustes sanaram as falhas.



Assimile

Caro aluno, ao se pensar em gestão de desempenho, perceba que temos que ter em mente o conceito de eficiência e eficácia, uma vez que utilizamos estes quando falamos em avaliação do sistema de gestão da qualidade.

Também aprendemos que um dos principais indicadores de eficácia é a satisfação do cliente, e para que ela seja atingida existem fatores de produção que podem ser avaliados, como a conformidade com as especificações e o prazo e a assiduidade da entrega.

Um dos métodos que pode ser utilizado como referência para definição dos indicadores de qualidade é o *Balanced Scorecard* (BSC), composto pela perspectiva financeira, perspectiva dos processos internos, perspectiva de clientes e perspectiva de aprendizado e crescimento organizacional.

Ainda, de acordo com a ISO 9001:2015, a alta direção da empresa deve se responsabilizar pela eficácia do seu sistema de gestão da qualidade, bem como executar análises periódicas e críticas nas informações que forem resultantes da avaliação para que sejam propostas melhorias contínuas, por meio de auditorias internas, que podem ser intercaladas com auditorias externas.

Sem medo de errar

Retomando o caso da indústria farmacêutica que resolveu implementar um sistema da qualidade, você foi contratado como consultor, dada sua especialidade na área de engenharia e qualidade.

Na última etapa de consultoria nessa empresa, eles informaram que a maior dificuldade se refere à compra de matéria-prima e insumos (requisito 8.4 da ISO 9001/2015), bem como o

gerenciamento dessas compras. Assim, você vê a importância de dar um treinamento básico sobre auditoria interna para a alta cúpula, bem como sugerir um modelo físico de registro e de verificação sobre a compra de matéria-prima e insumos para melhor atender aos requisitos da ISO 9001/2015.

Vamos lá, a primeira coisa que você deve ter em mente é o que aprendemos na ISO 1901, no que diz respeito às principais diretrizes para as auditorias, e que você deve incluir no seu treinamento na indústria farmacêutica.

Inicialmente, aponte que o setor de compras é parte estratégica da empresa que quer ter controle e assertividade nos processos, com a finalidade de reduzir custos e aumentar o lucro, sendo também de suma importância para a farmacêutica a fim manter a qualidade e prazo de insumos que serão utilizados no processo de fabricação de um medicamento.

Logo, na sua apresentação inicial, junte a alta cúpula de todos os departamentos da empresa, inclusive do departamento de compras que será auditado, para que todos estejam cientes do processo e alinhados, ressaltando que o departamento de compras é diretamente ligado à produção e, indiretamente, com diversos setores dentro da indústria farmacêutica.

Então, esclareça com a administração que, inicialmente, deve ser formada a equipe de auditoria e esta não deve ser composta por membros que pertençam à área de compras, uma vez que este departamento será auditado e deve-se prezar pela impessoalidade no processo. Nesse ponto, explique ao gestor da área que cabe a ele informar que a auditoria interna ocorrerá no departamento.

Para o direcionamento do processo de seleção e treinamento, exponha à alta administração que os auditores devem ser selecionados com base nos critérios de imparcialidade e de objetividade e devem ser capacitados para que conheçam os requisitos da ISO 9001:2015 e os procedimentos de auditoria.

Finalmente, explique, em linhas gerais, os passos do processo de execução, esclarecendo que os detalhes serão abordados somente no treinamento da equipe de auditoria.

Assim, exponha que o processo se inicia com a análise dos documentos da área auditada, isto é, serão avaliados todos os

registros de aquisição de matérias-primas, de suprimentos e de outros componentes. Dessa forma, considerando as cinco fases do processo de compras ilustradas abaixo, coloque que todos os documentos vinculados a cada uma delas serão analisados:

- Requisição de Bens: inicia-se quando alguém na empresa identifica uma necessidade e faz a requisição, sendo um objeto de aprovação pelo departamento de compras).
- Preparação de Notas de Encomenda: diante de um pedido de orçamento, o departamento de compras tem autonomia para emitir as notas de encomendas devidamente aprovadas e de acordo com as respectivas requisições.
- Recebimento e Armazenamento dos Bens: diante do recebimento do material, ao ser recepcionado pelo departamento de compras, este deve ser avaliado quanto à conformidade com a nota de encomenda, bem como verificada sua integridade física e qualidade, sendo estes dois últimos pontos essenciais para a indústria farmacêutica.
- Preparação do pagamento: após a recepção dos bens e da fatura, tem-se a obrigação de pagamento pelo departamento de qualidade.
- Registro da contabilidade: fornece elementos importantes para o processo gerencial da empresa

Após a análise dos documentos, informe que se parte para um diálogo com os executores das atividades auditadas, isto é, com o time de compras, buscando verificar se os procedimentos realizados estão de acordo com o definido na ISO 9001:2015. Finalmente, ressalte com a alta cúpula a recomendação para que a auditoria interna seja executada entre as auditorias externas e os resultados devem ser registrados.

Uma vez explicado os pontos principais da auditoria interna, considerando os processos de compra, cabe a você sugerir um modelo físico de registro e de verificação sobre a compra de matéria-prima e insumos para a indústria farmacêutica, como exemplificado na Figura 2.9.

Repare que o formulário de registro deve começar com informações descritivas, incluindo o nome do auditor interno e a data de execução. Além disso, os parâmetros de avaliação devem considerar o fornecedor.

Figura 2.9 | Registro de auditoria interna para a indústria farmacêutica (compras)

Registro de auditoria interna – Indústria Farmacêutica															
Título:		Registro de auditoria interna – compras						Emissão:							
								Número:							
Aprovação:								Revisão:							
Auditor interno:								Data:							
Item 8.4 – ISO 9001:2015 Controle de Processos/ Atividades		O Sistema de Gestão da Qualidade contempla o requisito 8.4 da ISO 9001:2015?		A implementação está adequada, isto é, está sendo feito o que foi proposto?		O controle de registros do departamento está adequado?		Os recursos estão adequados às necessidades: infraestrutura, capacitação do time e ambiente de trabalho?		Existe melhoria contínua?		Existe (m) não conformidade (s)?		Comentários (não conformidades ou observações)	
		Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não				
Fornecedores	Cadastro dos fornecedores														
	Seleção dos fornecedores														
	Avaliação dos fornecedores														
Compras de insumos/matérias-primas	Planejamento das compras (necessidades de materiais – quantidade)														
	Planejamento das compras (necessidades de materiais – prazo)														
	Processo de compra (disponibilidade do fornecedor)														
	Processo de entrega (quantidade)														
	Verificação da matéria-prima/ insumo adquirido														
	Processo de Pagamento (notas)														
	Registro contábil														

Fonte: Elaborada pela autora.

Parabéns, mais um desafio cumprido!

Pesquisa de satisfação do cliente

Descrição da situação-problema

Uma montadora de automóveis, com tradição em vendas de carros sedãs de segmento premium, ao ver que esse tipo de automóvel está decaindo no gosto do consumidor, resolveu investir no desenvolvimento de um SUV para família e viagens longas. Como gerente de qualidade na montadora, foi-lhe solicitado prestar contas à direção no intento de mostrar se o cliente está tendo suas necessidades e expectativas atendidas com esse modelo de automóvel, que já está no mercado há três anos. Nesse sentido, você percebe que é necessário avaliar o desempenho da área no desenvolvimento de novos produtos. Quais indicadores você proporia e como poderia desenvolver um modelo de pesquisa de satisfação que dê subsídios para essa análise a fim de prestar contas à alta direção?

Resolução da situação-problema

Inicialmente, como indicador de desempenho para avaliar a satisfação do cliente com o novo automóvel, você pode propor o uso dos seguintes indicadores:

- Número de clientes satisfeitos com o novo modelo de SUV de acordo com pesquisa de opinião.
- Número de clientes fidelizados à empresa nos últimos 4 anos.
- Número de novos clientes.
- Número de solicitações de serviço de manutenção além do previsto no manual do carro.

As informações que servirão de subsídio para o indicador *número de solicitações de serviço de manutenção além do previsto no manual do carro* podem ser obtidas por meio de registros de serviços do departamento de revisão e manutenção.

Já para avaliar se o cliente está satisfeito e se continua fidelizado à marca ou se é um novo cliente da marca, você deve propor um instrumento de pesquisa de opinião para ser autoadministrado (o cliente responde diretamente) e com perguntas fechadas majoritariamente.

Perceba que a satisfação do cliente deve considerar tanto fatores intrínsecos quanto fatores extrínsecos ao produto, além de que as questões devem focar nos requisitos do automóvel e a resposta deve indicar o grau de atendimento a esses requisitos. Logo, é importante você utilizar uma escala (normalmente de 5 pontos) para facilitar a análise dos dados, de modo que o cliente dá uma nota ao parâmetro analisado, sendo que quanto mais próximo do 5, maior a satisfação do cliente com aquele requisito.

Assim, no seu instrumento, seria interessante você abordar, minimamente:

- A. Qualidade geral do automóvel.
- B. Conforto do automóvel.
- C. Preço do automóvel.
- D. Prazo de entrega do automóvel.
- E. Preço das revisões.
- F. Satisfação global com o automóvel.
- G. Grau em que o automóvel superou suas expectativas.
- H. Tempo em que já é cliente da marca (esta pergunta deve ser aberta, onde o cliente escreve o número de meses ou ano).
- I. Probabilidade de comprar outro veículo da mesma marca.

Parabéns, com base nessas respostas, você conseguirá informar à alta direção sobre a satisfação do cliente com o seu produto!

Faça valer a pena

1. Quando falamos em avaliação do sistema de gestão da qualidade, é importante verificar a eficiência e a eficácia do sistema em atender aos requisitos dos clientes e das demais partes interessadas. Para tanto, a empresa geralmente utiliza alguns indicadores de desempenho. Com base no exposto, avalie as afirmativas I, II e III.

I. Comumente, as empresas trabalham com KPI, que se refere à sigla em inglês para *Key Performance Indicator*, ou Indicadores-Chave de Desempenho, que ajudam a organização a avaliar o progresso em direção a metas específicas.

II. Os indicadores são parâmetros qualitativos, acordados pela administração a fim de refletir os fatores críticos de sucesso de uma organização.

III. Eles são únicos e diferem dependendo da organização.

IV. Normalmente, os indicadores são considerações de curto prazo e são alterados com frequência.

Com base nas afirmativas de I a IV, assinale a alternativa correta:

- a) Somente I, II e III são corretas.
- b) Somente I, III e IV são corretas.
- c) Somente I e III são corretas.
- d) Somente I é correta.
- e) I, II, III e IV são corretas.

2. A partir do modelo *Balanced Scorecard* (BSC), é possível desenvolver um modelo de avaliação de desempenho do sistema de gestão da qualidade que leve em conta diferentes itens listados na cláusula 9.1.3 da ISO 9001:2015, fazendo referência a elementos dessas perspectivas de avaliação. Leia o texto e veja como melhor completar a frase.

Por meio de indicadores, é possível executar a avaliação desses aspectos do sistema da qualidade. A título de exemplificação, na perspectiva de _____ cita-se as horas de treinamento e reciclagem dos colaboradores; na perspectiva de operação pode ser avaliado o número de _____ ou atraso na produção; na perspectiva de _____ tem-se o número de metas cumpridas e feedback dos colaboradores; na perspectiva de _____ cita-se cumprimento de prazos e número de sucesso planejado-executado; e na perspectiva de clientes, conforme já abordado, cita-se o número de clientes satisfeitos de acordo com _____ e número de clientes fidelizados à empresa.

Assinale a alternativa que completa corretamente a frase.

- a) colaboração; erros; liderança; produção; pesquisa de opinião.
- b) suporte; não conformidades; planejamento; liderança; defeitos.
- c) auditoria; erros; liderança; planejamento; pesquisa de opinião.
- d) auditoria; não conformidades; planejamento; liderança; pesquisa de opinião.
- e) suporte; não conformidades; liderança; planejamento; pesquisa de opinião.

3. A norma ISO 9001:2015 define que as auditorias devem avaliar se o sistema de gestão da qualidade está atendendo aos requisitos previstos na referida norma e se, de fato, está sendo mantido de modo adequado. Para que isso ocorra, a ISO 9001:2015 define que a empresa deve seguir

diferentes passos, desde o planejamento até à correção de práticas e registro da execução da auditoria e seus resultados. Sob o processo de auditoria na empresa, avalie as afirmações I, II e III.

I. A execução da auditoria começa com o diálogo com os executores das atividades auditadas, seguindo para a análise dos documentos das áreas auditadas, a fim de verificar se os procedimentos realizados estão de acordo com o definido na ISO 9001:2015.

II. Recomenda-se que as auditorias internas sejam executadas entre as auditorias externas e os resultados devem ser registrados.

III. Os auditores devem ser capacitados, uma vez que foram selecionados com base nos critérios de imparcialidade e objetividade, para que conheçam os requisitos da ISO 9001:2015 e os procedimentos de auditoria.

Com base nas afirmativas de I, II e III, assinale a alternativa correta.

- a) I, II e III estão corretas.
- b) Somente I e III estão corretas.
- c) Somente II e III estão corretas.
- d) Somente III está correta.
- e) Somente II é correta.

Referências

CARPINETTI, L. R.; GEROLAMO, M. C. **Gestão da qualidade – ISO 9001:2015**. São Paulo: Editora Atlas, 2016.

Ferramentas básicas e avançadas da qualidade

Convite ao estudo

Caro aluno, uma vez que os fundamentos e os principais conceitos da qualidade foram compreendidos, bem como já foram estudados o sistema de gestão da qualidade e a normalização reinante, que se refere à ISO 9001, agora serão apresentadas as ferramentas da qualidade.

Essa unidade é de extrema importância para a sua prática profissional, pois, comumente, você vai aplicar diferentes ferramentas da qualidade a fim de resolver os mais diversos problemas. De fato, o guru Ishikawa afirmou que, por meio da aplicação das ferramentas básicas da qualidade, é possível resolver 95% dos problemas de qualidade em qualquer tipo de organização, seja ela industrial, comercial ou de serviços.

Assim, na primeira seção iniciaremos o estudo das ferramentas básicas da qualidade, englobando a folha de verificação, estratificação, histograma e diagrama de correlação.

Continuando no escopo de ferramentas básicas, na segunda seção veremos os princípios, fundamentos, aplicação e construção do diagrama de Ishikawa e do diagrama de Pareto, além de estudar sobre o *brainstorming*.

Na terceira seção, por sua vez, vamos estudar sobre as ferramentas avançadas (gerenciais) da qualidade, englobando o diagrama de afinidade, diagrama de árvore, a matriz de relações e a matriz de priorização.

Logo, ao final da unidade pretende-se que você seja capaz de aplicar as ferramentas básicas e avançadas da qualidade, como folha de verificação, diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa e diagrama de árvore, em diferentes problemas.

Trazendo um viés prático, imagine-se como um gerente geral de qualidade na área de serviços, de modo que você atua no

departamento de revisão e manutenção de uma concessionária automotiva. As unidades locais da concessionária automotiva têm recebido um número crescente de reclamações na ouvidoria, fato este que estimulou o diretor geral da empresa a acioná-lo como gerente da qualidade, a fim de realizar e expor um estudo técnico e aprimorado do problema.

Primeiramente, a diretoria quer saber quais são as causas das reclamações. Como especialista no assunto, você entende a necessidade de realizar uma coleta de dados, de modo organizado e sistematizado, por meio do uso da folha de verificação e estratificação. Como você desenvolveria e aplicaria essa ferramenta da qualidade para iniciar o estudo do problema em questão?

Em um segundo momento, dado que a diretoria já compreendeu quais são as causas expostas na ouvidoria, a empresa quer saber por onde deve começar a "atacar" o problema, considerando as principais causas. Logo, você identifica a necessidade de partir para um estudo de priorização de causas e, para tanto, decide construir um diagrama de Pareto. Considerando as informações coletadas, como você aplicaria essa ferramenta da qualidade?

Finalmente, após entendido por onde começar a resolver o problema, a diretoria solicita a você que detalhe melhor cada causa principal, ou seja, que você desdobre cada atributo em níveis hierárquicos a fim de tornar mais claro o que realmente deve ser feito para solucionar o problema. Desta forma, você decide utilizar uma ferramenta avançada da qualidade e desenvolver um diagrama de árvore com base nas principais causas do problema. Como você faria essa construção, considerando um nível hierárquico de três estados, isto é, nível primário, secundário e terciário?

Lembre-se de que a diretoria aguarda uma apresentação de acordo com o solicitado.

Pense a respeito dessas indagações a partir dos conteúdos que você estudará nesta unidade, tenha um excelente estudo e seja ativo na construção do seu próprio conhecimento!

Seção 3.1

Ferramentas básicas da qualidade - Parte I

Diálogo aberto

Caro aluno, dada a importância dos sistemas de gestão da qualidade no processo produtivo e na área de serviços, continuaremos nosso estudo adentrando no escopo das ferramentas da qualidade, especificamente as ferramentas básicas da qualidade, cujo uso é recomendado na rotina de resolução de problemas da qualidade de qualquer tipo de empresa, a fim de otimizar indicadores e aprimorar práticas.

Logo, nesta seção, estudaremos a folha de verificação, a estratificação, o histograma, o 5W2H e o diagrama de correlação, dando embasamento, inclusive com viés aplicado, para você vislumbrar a aplicação destas ferramentas em diferentes contextos organizacionais.

Esses conhecimentos serão colocados em prática no caso de uma concessionária automotiva, na qual você atua como o gerente geral de qualidade do departamento de revisão e manutenção. As unidades locais da concessionária têm percebido que os clientes estão fazendo várias reclamações na ouvidoria, o que fez com que o diretor da empresa lhe acionasse para expor um estudo sobre o problema.

Primeiramente, a diretoria quer saber quais são as causas das reclamações. Como especialista no assunto, você entende a necessidade de realizar uma coleta de dados, de modo organizado e sistematizado, por meio do uso da folha de verificação e estratificação.

Como você desenvolveria e aplicaria essa ferramenta da qualidade para iniciar o estudo do problema em questão?

Em termos de processo, considere que, na revisão básica, que representa 80% dos serviços executados na concessionária, é realizada a verificação dos itens de segurança do veículo e a troca dos filtros e do óleo de motor. O setor de manutenção

definiu que o tempo médio de execução do serviço é de 60 minutos, com tempo máximo de 80 minutos e tempo mínimo de 40 minutos, ou seja, uma tolerância de 20 minutos. Mas o setor de ouvidoria tem registrado atrasos, portanto a folha de verificação para um item de controle de processo poderia ser composta pelos tempos de serviço, com a definição dos limites, a ser utilizada na coleta de dados para análises.

Será necessário você ter raciocínio crítico para cumprir esse desafio!

Pense a respeito dessa indagação com base no estudo desta seção e seja vitorioso na conclusão de um desafio!

Bons estudos!

Não pode faltar

Prezado aluno, vamos iniciar os nossos estudos sobre as ferramentas básicas da qualidade? A sua primeira pergunta sobre esse assunto pode ser: *para que servem as ferramentas da qualidade?*

Dentre as principais finalidades das ferramentas da qualidade que aprenderemos temos a identificação e a priorização de problemas, a elaboração e a implementação das soluções, bem como a verificação dos resultados. Ou seja, cada uma das ferramentas que aprenderemos poderá ter uma ou mais finalidades associadas a ela, solucionando a grande maioria dos problemas da qualidade de uma organização, conforme já apontado pelo guru Ishikawa.

A primeira ferramenta que estudaremos é a folha de verificação. Fica evidente que essa ferramenta pode servir para verificar resultados, mas ela também é utilizada para identificar e priorizar problemas. Vamos aprender com mais detalhes?

A folha de verificação é utilizada no planejamento da coleta de dados, sendo composta por um formulário eletrônico ou impresso, que facilitará a coleta e a organização dos dados de modo eficiente e rápido para uso futuro. Portanto, o uso da folha de verificação permitirá que as coletas de dados sejam simplificadas e organizadas, por meio de uma lista com os itens a serem examinados.

No primeiro caso, deseja-se conhecer a variação nas dimensões do produto com base na especificação do processo. Para que a verificação ocorra, após a execução do processo a ser analisado é feita uma medição e marca-se na tabela com um risco (ou um X). Com base nos dados obtidos na folha de verificação, é possível esboçar um histograma, como veremos adiante.

No segundo caso, toda vez que um defeito é observado em um produto durante o processo de inspeção, o responsável pela inspeção faz um traço no tipo de defeito, permitindo que seja verificada, de forma rápida, a quantidade e o tipo de defeitos ocorridos no processo de produção. As informações oriundas desse tipo de folha de verificação podem ser utilizadas na melhoria contínua do processo, identificando-se os defeitos com maior ou menor frequência.



Refleta

Agora que sabemos que dentre os tipos mais comuns de folhas de verificação temos a distribuição de um item de controle de processo, com base no limite superior de especificação (LSE) e no limite inferior de especificação (LIE), você acha que o gráfico apresentado na Figura 3.1 satisfaz os limites de especificação definidos?

Dica: observe as linhas que traçam os limites LIE e LSE no gráfico e verifique a existência de frequências fora do especificado.

A segunda ferramenta que estudaremos é a estratificação, que nada mais é do que um processo de divisão de conjuntos heterogêneos em subconjuntos homogêneos. Ou seja, com a estratificação dos dados podemos detectar a variação dos fatores que interferem no resultado do processo que se deseja investigar. Também podemos utilizar essa ferramenta para identificar e priorizar problemas, bem como verificar resultados para encontrar melhorias e aplicar medidas de correção ao processo.

Você deve ter percebido que a estratificação pode ser utilizada até de modo estratégico para a tomada de decisão, sendo uma ferramenta de suma importância. Para ficar mais claro, vamos ver

algumas aplicações. Suponha que você seja gerente de uma loja com muitos clientes e queira segmentá-los, para identificação de potenciais consumidores para cada tipo de produto. A estratificação, nesse caso, poderia ser por faixa etária, renda familiar, hábito de consumo, sexo, entre outras categorias. Ou seja, a partir de um conjunto heterogêneo de dados, o total de clientes na loja, pode ser realizada uma estratificação para subconjuntos homogêneos. Outros exemplos, de acordo com Carpinetti (2016), são: turnos de produção (efeitos diferentes para turnos diferentes); matéria-prima (diferentes resultados, dependendo do fornecedor); local (efeitos diferentes para linhas de produção ou regiões do país); etc.



Exemplificando

Logo, considere que uma rede varejista de vestuário deseja abrir uma grande loja na cidade de São Paulo. Que tipo de estratificação poderíamos fazer para identificar o local onde a nova loja deve ser construída?

Em primeiro lugar, devemos levar em conta que a cidade de São Paulo possui uma população de aproximadamente 12 milhões de habitantes, sendo considerada a sétima cidade mais populosa do planeta. Assim, uma forma de estratificar é dividir a cidade em zonas ou áreas. Existem oito áreas que podem ser consideradas, com base em limites geográficos: norte, nordeste, noroeste, leste, sudeste, sudoeste, sul e oeste. Dentro dessas áreas, novos estratos podem surgir com a divisão em bairros, para que seja escolhido o bairro que necessite da nova loja de vestuário.

Uma pesquisa adicional de mercado pode ajudar a loja a definir o ponto de sua instalação, segmentando os clientes interessados nesse tipo de serviço por bairros.

Agora, uma vez que a loja foi instalada e iniciou suas atividades, o gerente pretende estudar a fidelidade dos clientes com base no poder aquisitivo.

Em primeiro lugar, devemos considerar as divisões em diferentes classes sociais como os estratos e, para tanto, podemos utilizar a segmentação em faixa de renda.

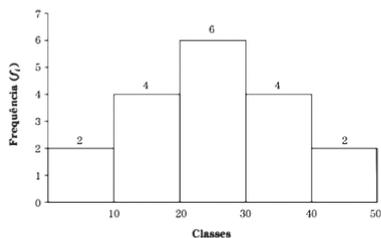
Logo, segmentam-se os clientes por faixa de renda, sendo possível realizar uma pesquisa, junto aos consumidores, para avaliar o tipo de perfil de consumo (frequência de compras na loja) ou o tempo em que o indivíduo é cliente da loja.

A terceira ferramenta que veremos é o histograma, que se trata de um gráfico de barras com a distribuição de frequência dos dados, ou seja, uma representação gráfica de uma distribuição de frequência. O eixo horizontal é composto pelo intervalo das classes, enquanto que a altura das barras (eixo vertical) é definida pela frequência (absoluta ou relativa) de cada classe. O histograma também pode ser utilizado tanto para a identificação e a priorização de problemas, quanto para a verificação de resultados.

A Figura 3.3 apresenta um exemplo de histograma, feito seguindo-se os seguintes passos, de acordo com Ramos, Almeida e Araújo (2013) e Carpinetti (2016):

1. Construção da tabela de frequência, com a divisão em classes e a frequência por classe. Não existe uma regra que defina o número de classes, mas isso pode ocorrer conforme o tamanho da amostra. Um exemplo é ilustrado na Tabela 3.1, que foi utilizada como base para a construção da Figura 3.3.
2. Construa o histograma marcando no eixo horizontal os limites de classes e construa retângulos com as alturas, representadas no eixo vertical. As alturas são as frequências de cada classe.
3. É importante não esquecer de colocar os títulos nos eixos, bem como demais informações necessárias para compreensão do gráfico.

Figura 3.3 | Exemplo de histograma de temperatura de salas de produção



Fonte: Ramos; Almeida; Araújo (2013, p. 19).

Tabela 3.1 | Tabela de distribuição de frequência da temperatura em °C

Classes	Frequência
0 - 10	2
10 - 20	4
20 - 30	6
30 - 40	4
40 - 50	2
Total	18

Fonte: adaptada de Ramos; Almeida; Araújo (2013, p. 19).

Além do histograma, temos a ferramenta 5W2H, que, por meio de sete palavras-chave apresentadas a seguir, nos possibilita avaliar uma determinada ação e auxiliar na tomada de decisão, sendo muito utilizada em empresas de diferentes segmentos e portes:

- *What* (o quê): descrição da ação que será implementada.
- *Why* (por quê): justificativa para implementar a ação descrita.
- *Where* (onde): processo ou área que será implementada.
- *Who* (quem): o responsável pela implementação.
- *When* (quando): datas de início e término da ação.
- *How* (como): como a ação será implementada.
- *How much* (custo): custos envolvidos

A Figura 3.4 apresenta a planilha para aplicação da ferramenta 5W2H cujo resultado de construção é uma tabela com sete colunas, em softwares de planilhas eletrônicas, que segue a ordem das palavras apresentadas anteriormente.

Figura 3.4 | Planilha para a aplicação da ferramenta 5W2H

O QUE (What)	QUEM (Who)	QUANDO (When)	ONDE (Where)	POR QUE (Why)	COMO (How)	QUANTO CUSTA (How much)

Fonte: Carpinetti (2016, p. 134).



Assimile

Vamos relembrar os conceitos de ferramentas da qualidade que aprendemos até o momento?

A primeira ferramenta que vimos foi a **folha de verificação**, que é utilizada no planejamento da coleta de dados, composta por um formulário eletrônico ou impresso. Dentre os tipos mais comuns de folhas de verificação temos a distribuição de um item de controle de processo e para a classificação de defeitos.

A segunda ferramenta foi a **estratificação**, que é um processo de divisão de conjuntos heterogêneos em subconjuntos homogêneos para detectar a variação dos fatores que interferem no resultado do processo que se deseja investigar.

A terceira ferramenta é o **histograma**, que é um gráfico de barras com a distribuição de frequência dos dados, ou seja, trata-se de uma representação gráfica de uma distribuição de frequência.

A quarta ferramenta a ser estudada é o diagrama de correlação. Também chamado de diagrama de dispersão, é um gráfico que demonstra a relação entre duas variáveis, sendo uma delas dependente e outra independente. Por exemplo, a relação entre a resistência mecânica (variável dependente) e a densidade (variável independente), pode indicar causa e efeito entre a composição de um material e sua dureza.

Dentre as relações existentes, Carpinetti (2016) destaca três:

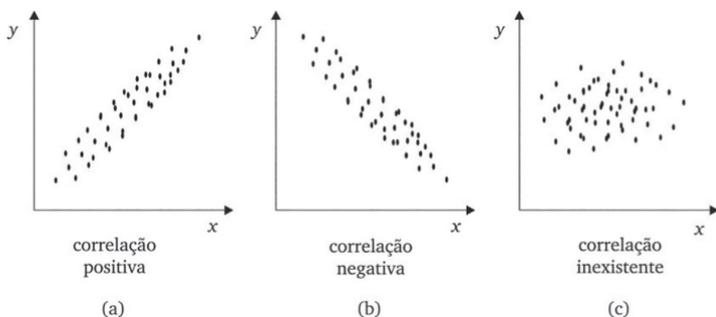
- Correlação positiva: significa que o aumento da variável independente leva ao aumento da variável dependente.
- Correlação negativa: significa que o aumento da variável independente leva à diminuição da variável dependente.
- Correlação inexistente: nesse caso, a variação em uma variável não leva à variação da outra.

Ramos, Almeida e Araújo (2013) apontam que uma das formas de correlação é chamada correlação linear, ou seja, as variáveis apresentam uma relação que segue um comportamento linear. Já no momento da análise do gráfico, é importante verificar se existem observações não usuais ou dados que não são condizentes com o restante, geralmente resultantes de registro inadequado ou de defeitos no instrumento de medição. Esse tipo de evento, denominado *outliers*, deve ser eliminado quando houver a evidência de erro de cálculo, registro ou medição.

Para construção do diagrama de correlação, é recomendável, pelo menos, 15 pares de dados. Em seguida, faremos a demarcação no gráfico dos pares ordenados (x, y) , colocando no eixo horizontal a variável independente (x) e no eixo vertical a variável dependente (y) .

Novamente, é importante escrever os títulos dos eixos e outras informações necessárias para compreensão. A Figura 3.5 apresenta um exemplo de correlação positiva, correlação negativa e inexistente.

Figura 3.5 | Diagramas de dispersão



Fonte: Carpinetti (2016, p. 90).

Caso seja necessário quantificar a correlação entre as variáveis, é possível calcular o coeficiente de correlação linear, ou seja, trata-se de um coeficiente que mede o grau de relação entre as variáveis de modo quantitativo, sendo:

- Quanto mais próximo de -1 : maior correlação linear negativa.
- Quanto mais próximo de 1 : maior correlação linear positiva.
- Quanto mais próximo de 0 : menor a correlação linear.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right] \left[\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]}}, \quad \text{considerando-se os pares}$$

ordenados de dados (x, y) .

Também existem outras formas de verificar a existência de correlação linear, como ao se traçar uma reta a 45° ou a 135° , de modo que, quanto maior a correlação, mais próximo destas retas estarão os pontos.

Ressalta-se que podemos analisar a existência de correlação não linear, uma vez que dizer que não existe correlação linear não significa que não existam outras formas de correlação, como correlação exponencial ou logarítmica.



Caro aluno, uma vez assimilados os conceitos das diferentes ferramentas básicas da qualidade, para estudar sobre mais aplicações de cada uma delas faça a leitura do artigo:

FREITAS, K. D. et al. Aplicação das ferramentas da qualidade em uma panificadora como método de melhoria do processo produtivo: estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24., 2014, Curitiba. **Anais eletrônicos...** Curitiba: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2014. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_196_109_26161.pdf>. Acesso em: 1 ago. 2018.

Sem medo de errar

Relembrando, você é o gerente geral de qualidade do departamento de revisão e manutenção de uma concessionária automotiva. As unidades locais dessa concessionária têm recebido muitas reclamações, sendo necessária uma análise do problema, conforme solicitação do diretor geral. Primeiramente, a diretoria quer saber quais são as causas das reclamações, e, para isso, você vai utilizar folha de verificação e a estratificação.

Agora que você já aprendeu o conceito de folha de verificação, você já sabe que ela é utilizada no planejamento da coleta de dados, sendo composta por um formulário eletrônico ou impresso que facilitará a coleta e a organização dos dados de modo eficiente e rápido para uso futuro, portanto sua aplicação está adequada ao problema enfrentado pela concessionária no momento.

Você também já sabe que existem tipos de folhas de verificação, mas vamos focar nossa atenção na folha de verificação para um item de controle de processo e para a classificação de defeitos/falhas. No caso da concessionária, seria interessante que ao menos os dois tipos de folhas de verificação fossem elaborados para uma coleta de dados organizada e eficiente. Vamos ver algumas sugestões de como poderíamos montar essas ferramentas?

Uma das reclamações que a ouvidoria vem relatando é o tempo de espera para execução dos serviços de manutenção. Na

revisão básica, que representa 80% dos serviços executados na concessionária, é realizada a verificação dos itens de segurança do veículo e a troca dos filtros e do óleo de motor. O setor de manutenção definiu que o tempo médio de execução do serviço é de 60 minutos, com tempo máximo de 80 minutos e tempo mínimo de 40 minutos, ou seja, uma tolerância de 20 minutos. Mas o setor de ouvidoria tem registrado atrasos, portanto a folha de verificação para um item de controle de processo poderia ser composta pelos tempos de serviço, com a definição dos limites, a ser utilizada na coleta de dados para análises.

Assim, em sua apresentação à diretoria, vale a pena apresentar a Tabela 3.2 como exemplo de folha de verificação para o tempo de revisão básica, lembrando que o LSE é de 80 minutos e o LIE é de 40 minutos.

Tabela 3.2 | Folha de verificação para o tempo de revisão básica

Tempo (minutos)	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96
50			L I E													L S E		
40																		
30																		
20																		
10																		
Frequência total																		

Fonte: elaborada pela autora.

Com a coleta de dados utilizando a folha de verificação da Tabela 3.2, você conhecerá a variação no tempo de execução da revisão básica conforme especificação do processo pelo setor responsável.

Para que a verificação ocorra, após cada revisão o técnico faz uma marcação na tabela com um risco (ou um X). Perceba que, para a construção da folha de verificação, foi executada uma estratificação na variável tempo de execução da revisão, segmentando uma variável contínua.

A Tabela 3.3 apresenta os tipos falhas de acordo com o escopo. As principais falhas observadas foram atrasos decorrentes de serviços anteriores, falta de peças, falta de técnicos, parafusos desgastados e outros.

Tabela 3.3 | Folha de verificação de falhas na revisão

Tipo	Falhas	Subtotal
Atraso anterior		
Falta de peça		
Falta de técnico		
Parafusos desgastados		
Outros		
Total geral		
Veículos não finalizados		

Fonte: elaborada pela autora.

Parabéns por mais um desafio vencido!

Avançando na prática

Diagrama de dispersão

Descrição da situação-problema

Suponha que você foi contratado como analista técnico de qualidade de um laboratório metrológico que atua com calibração e controle geométrico (especificamente no acoplamento eixo-furo).

Em um primeiro momento, surge uma demanda de verificação da necessidade de calibração de uma balança analítica utilizada internamente nas análises dos eixos e furos, e o gestor geral pede a você para que construa um parecer indicando, ou não, a necessidade de calibração do sistema de medição. Para tanto, como a balança é um medidor de massa, você selecionou quinze massas padrão (x) (objeto cujo valor de referência é muito bem conhecido, isto é, é sabido o valor verdadeiro desse artefato, e a sua incerteza é baixa a fim de permitir utilizá-lo como referência para a medição) que podem ser facilmente empregadas a fim de verificar este sistema de medição.

Logo, inicialmente você submete o conjunto de massas padrão diretamente à balança e, então, compara a indicação do sistema (y) com o valor verdadeiro da massa padrão (x). Os resultados constam na Tabela 3.4.

Fazendo uso de um diagrama de dispersão, como você poderia elaborar o seu parecer e indicar se há necessidade de calibração da balança analítica?

Tabela 3.4 | Valor verdadeiro das quinze massas padrão (x) e as respectivas massas indicadas pela balança analítica (y)

x	2,0	2,0	2,0	4,0	4,0	4,0	6,0	6,0	6,0	8,0	8,0	8,0	10,0	10,0	10,0
y	2,1	1,8	1,9	4,5	4,2	4,0	6,2	6,0	6,5	8,2	7,8	7,7	9,6	10,0	10,1

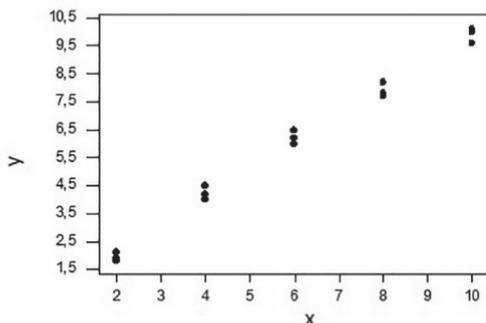
Fonte: elaborada pela autora.

Resolução da situação-problema

Inicialmente, vale você começar a construir o diagrama de dispersão a fim de entender, de forma gráfica e visual, como as variáveis x e y se relacionam.

Logo, em um software de planilhas eletrônicas, construa o gráfico onde o eixo horizontal representa a variável x e o eixo vertical representa a variável y. Então, plote os pares ordenados (x, y) no gráfico, conforme demonstrado na Figura 3.6.

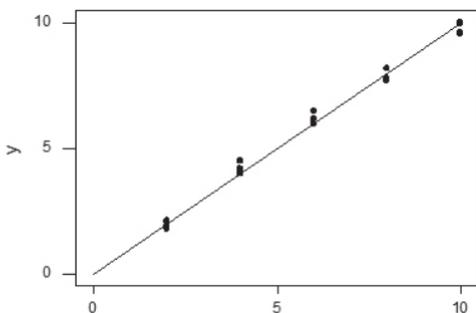
Figura 3.6 | Diagrama de dispersão construído a partir dos dados da Tabela 3.4



Fonte: elaborada pela autora.

Analisando o diagrama de dispersão, visualmente já há um indicativo de elevada correlação positiva entre as variáveis. Assim, percebemos que, quando uma variável “aumenta”, a outra também “aumenta”, e, se pensarmos em uma linha imaginária, com inclinação de 45°, passando pela origem, perceberemos que os pontos estão próximos da reta, indicando uma elevada associação entre as variáveis (Figura 3.7)

Figura 3.7 | Diagrama de dispersão com reta, de inclinação de 45°, passando pela origem



Fonte: elaborada pela autora.

A Figura 3.7 é muito importante para o seu parecer, pois, quanto mais próximos os pontos estiverem da reta, maior é a exatidão do instrumento, considerando como ideal, para um sistema de medição calibrado, ser $y = x$.

Complementando a sua análise, você pode obter o coeficiente de correlação linear, conforme equações a seguir.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right] \left[\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]}}$$

Sendo:

$$\bar{x} = 6$$

$$\bar{y} = 6,040$$

$$\sum_{i=1}^{15} x_i^2 = 660$$

$$\sum_{i=1}^{15} y_i^2 = 663,380$$

$$\sum_{i=1}^{15} y_i x_i = 661,200$$

Temos, assim, $r = 0,996$.

O valor de r confirma uma elevada correlação linear, uma vez que o coeficiente de correlação está próximo de 1. Logo, em seu parecer deve constar que foi constatada uma alta correlação entre as medidas feitas pelo instrumento e as massas padrão, indicando que não há necessidade de calibração neste exato momento ou com urgência.

Faça valer a pena

1. A folha de verificação pode servir para verificar resultados, mas também é utilizada para identificar e priorizar problemas. Logo, pode ser utilizada no planejamento da coleta de dados, sendo composta por um formulário eletrônico, ou impresso, que facilitará a coleta dos dados para uso futuro. Com base no exposto, avalie as afirmações I, II e III.

I. O uso da folha de verificação permitirá que a coleta de dados seja simplificada e organizada, por meio de uma lista com os itens a serem examinados.

II. A folha de verificação é utilizada apenas para a classificação de defeitos.
III. As informações oriundas da folha de verificação podem ser utilizadas na melhoria contínua do processo, identificando-se os defeitos com maior ou menor frequência.

Assinale a alternativa correta.

- a) I, II e III são corretas.
- b) Somente I é correta.
- c) Somente III é correta.
- d) Somente II e III são corretas.
- e) Somente I e III são corretas.

2. Também chamado de diagrama de dispersão, o digrama de correlação refere-se a um gráfico que demonstra a existência de relação entre duas variáveis, sendo uma delas dependente e outra independente. Avalie o texto a seguir:

Ao se considerar um digrama de correlação, dentre as relações existentes entre as variáveis destacam-se três casos: relação positiva, que significa que o aumento da variável independente leva ao (à) _____ da variável dependente; relação negativa, que significa que o(a) _____ da variável independente leva à diminuição da variável dependente; e relação _____, na qual a variação numa variável não conduz à variação da outra. Para construção do diagrama de correlação, é necessário fazer a demarcação no gráfico dos (as) _____, colocando no eixo horizontal a variável independente e no eixo vertical a variável dependente.

Assinale a alternativa que completa corretamente a frase.

- a) Aumento; aumento; não linear; pontos.
- b) Aumento; diminuição; aleatória; pontos.
- c) Diminuição; diminuição; não linear; pares ordenados.
- d) Aumento; aumento; inexistente; pares ordenados.
- e) Aumento; diminuição; inexistente; pontos.

3. Dentre as principais finalidades das ferramentas da qualidade temos a identificação e a priorização de problemas, a elaboração e a implementação das soluções, bem como a verificação dos resultados. Assim, cada uma das ferramentas pode ter uma ou mais finalidades associadas a ela, solucionando a grande maioria dos problemas da qualidade de uma organização. Com base no exposto, avalie a

associação entre as ferramentas da qualidade (I, II e III) e suas respectivas características (A, B e C):

- I. Estratificação
- II. Histograma
- III. 5W2H

A. Por meio do uso de palavras-chave, possibilita a construção de uma planilha para avaliar uma determinada ação e auxiliar na tomada de decisão.

B. Divisão de conjuntos heterogêneos em subconjuntos homogêneos.

C. Gráfico de barras com a distribuição de frequência dos dados, ou seja, uma representação gráfica de uma distribuição de frequência.

Assinale a alternativa que apresenta corretamente a associação entre as ferramentas da qualidade (I, II e III) e suas respectivas características (A, B e C).

- a) I-C; II-B; III-A.
- b) I-A; II-C; III-B.
- c) I-B; II-C; III-A.
- d) I-C; II-A; III-B.
- e) I-B; II-A; III-C.

Seção 3.2

Ferramentas básicas da qualidade - Parte II

Diálogo aberto

Caro aluno, dada a importância dos sistemas de gestão da qualidade no processo produtivo e na área de serviços, continuaremos nosso estudo sobre as ferramentas básicas da qualidade.

Conforme estamos discutindo, a fim de assegurar a qualidade de produtos e serviços que você mesmo como cliente compra ou usufrui, deve ser feito uso de diferentes ferramentas de análise e otimização.

Nesse sentido, na seção anterior, estudamos a folha de verificação, a estratificação, o histograma, o 5W2H e o diagrama de correlação, dando embasamento, até mesmo com viés aplicado, para você poder vislumbrar o uso destas ferramentas em diferentes contextos organizacionais.

Agora, nesta seção, concluiremos o estudo das ferramentas básicas a partir da exploração do diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto e *brainstorming*, considerando um viés aplicado de uso das ferramentas.

Lembre-se de que, dentre as principais finalidades que aprenderemos das ferramentas da qualidade, temos a identificação e a priorização de problemas, a elaboração e a implementação das soluções, bem como a verificação dos resultados. Ou seja, cada uma das ferramentas que estudaremos poderá ter uma ou mais finalidades associadas a ela, solucionando a grande maioria dos problemas da qualidade de uma organização, conforme já apontado pelo guru Ishikawa.

Esses conhecimentos serão colocados em prática no caso de uma concessionária automotiva, na qual você é o gerente geral de qualidade do departamento de revisão e manutenção. As unidades locais da concessionária automotiva têm recebido um número crescente de reclamações na ouvidoria, fato este que estimulou o diretor geral da empresa a acioná-lo, como

gerente da qualidade, a fim de realizar e expor um estudo técnico e aprimorado do problema.

Dado que a diretoria já compreendeu quais são as causas expostas na ouvidoria, a empresa quer saber por onde deve começar a “atacar” o problema.

Logo, você identifica a necessidade de partir para um estudo de priorização de causas. Considerando as informações da Tabela 3.5, qual ferramenta da qualidade você usaria e como você a aplicaria a fim de atender o objetivo proposto? Pensando nas causas da Tabela 3.5 como causas primárias, como você construiria o diagrama de Ishikawa a fim de apresentar as causas secundárias para a alta direção?

Tabela 3.5 | Principais causas de reclamação na concessionária automotiva

Tipos de reclamações	Frequência de ocorrência
Fila de espera em pé na entrega do automóvel	26
Demora para o atendimento	18
Falta de peças para reposição	10
Rispidez dos funcionários	8
Outros	5
TOTAL	67

Fonte: elaborada pela autora.

Pense a respeito dessa indagação com base no estudo desta seção e seja vitorioso na conclusão de um desafio!

Bons estudos.

Não pode faltar

Prezado aluno, vamos continuar nosso estudo sobre as ferramentas básicas da qualidade.

Adentraremos na técnica de *brainstorming*, que pode ser traduzida livremente como “tempestade de ideias”, ou seja, trata-se de uma discussão em grupo a fim de fomentar novas ideias e resoluções de problemas. Ainda, é uma forma de suporte às ferramentas de

gestão na busca pela geração de ideias por parte de um grupo para uma determinada finalidade. No âmbito da qualidade, normalmente emprega-se o *brainstorming* para identificar causas de problemas e prezar pela melhoria contínua.

Nessa técnica, a participação de todos os envolvidos é estimulada, sem o receio de ter a ideia descartada por censura ou crítica e de modo espontâneo, para que a criatividade seja motivada. Posteriormente é realizada uma análise de todas as ideias levantadas, a fim de que sejam selecionadas as de maior viabilidade e interesse. Os grupos geralmente são pouco numerosos, e é importante que os participantes conheçam bem o problema antes de iniciar as atividades. Um “animador” também pode ajudar a estimular o grupo e evitar pré-julgamentos com as ideias propostas, seguindo-se as etapas propostas por Toledo et al. (2012):

1. Realização do planejamento prévio, definindo o tema a ser tratado e comunicando aos participantes.
2. Realização do *brainstorming* em si. Nessa etapa, podemos nos orientar por quatro fases:
 - a. O preparo (que dura por volta de 10 minutos para “aquecer” o pensamento criativo).
 - b. A explicação do problema (etapa realizada pelo animador).
 - c. A produção de ideias: etapa individual (que dura em média 15 minutos, na qual cada participante anota suas ideias de forma resumida).
 - d. A produção de ideias: etapa em conjunto (em que cada participante expõe sua lista de ideias, que pode aumentar ao escutar os demais). O animador não permite comentário sobre as ideias expressas, que vão sendo anotadas de modo sequencial e visível.
3. Racionalização das ideias, ou seja, as ideias pouco claras são explicadas. Também são eliminadas as ideias duplicadas, bem como é feita a seleção das melhores ideias.

Vale ressaltar que o processo de *brainstorming* pode ser também o resultado da necessidade de inovação, não devendo ser confundido com algo sem planejamento e sem resultados práticos. Isso porque não é objetivo do *brainstorming* ficar horas discutindo

as possíveis origens do problema ou procurar culpados. Adiante, veremos como essa ferramenta pode ser utilizada em associação com outras ferramentas da qualidade, como o diagrama de Ishikawa.



Exemplificando

Vamos ver um exemplo de aplicação do *brainstorming*?

Suponha que o atendimento telefônico de uma concessionária incorra em uma perda de aproximadamente 20% das chamadas recebidas ao longo do dia, o que acarreta buracos na agenda das oficinas. Para resolver esse problema, poderíamos aplicar o *brainstorming*, a partir de algumas perguntas para a produção de ideias:

- Qual é o horário com maior volume de ligações perdidas?
- A quantidade de funcionários é adequada ao volume de ligações?
- Quais são as maiores perdas?
- O sistema funciona adequadamente? Podem ser feitas melhorias?

As respostas e as ideias advindas do processo de *brainstorming*, após análise e seleção, podem ajudar os gestores na resolução do problema da perda de ligações e, conseqüentemente, favorecer o atingimento das metas.

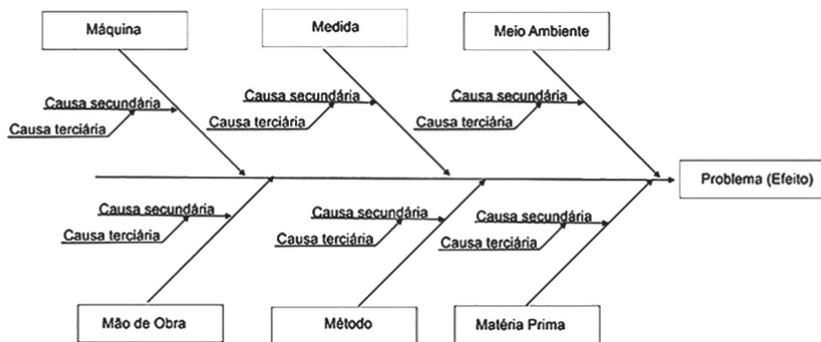
Agora vamos estudar o diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama causa e efeito, ou diagrama espinha de peixe. Trata-se de uma ferramenta para identificar as causas de um problema (efeito), funcionando também como um definidor de medidas corretivas para serem adotadas.

A origem deste diagrama é atribuída ao químico e professor Kaoru Ishikawa, que em 1953 agrupou os diferentes fatores que causavam alterações em dadas características da qualidade (TOLEDO et al., 2012). Ramos, Almeida e Araújo (2013) apontam que os fatores, também chamados de causas, são comumente classificados em seis grupos, os chamados 6 Ms, principalmente quando o enfoque se refere a um problema industrial: mão de obra; máquina; matéria-prima; métodos; medida; e meio ambiente.

A estrutura do diagrama lembra uma espinha de peixe, na qual observa-se que são desdobradas as causas do problema (efeito) de acordo com a categorização dos 6Ms. Mais adiante, veremos um exemplo. Ressalta-se que, no diagrama de Ishikawa, a fim de avaliar de modo pormenorizado o problema (ou efeito) e permitir uma melhor visualização das informações, podemos desdobrar as causas em até três níveis, isto é, refletimos sobre o efeito de modo a considerar suas causas primárias, secundárias e, então, terciárias.

A Figura 3.8 mostra como alocar as causas no diagrama, de acordo com três níveis. Perceba que, no desenho do diagrama, as causas primárias sempre possuem as setas (grandes) em sentido diagonal à espinha do peixe, direcionando para o efeito em estudo. Já as causas secundárias, que podem ser entendidas como os fatores que explicam as causas primárias, têm as setas (menores que as setas das causas primárias) paralelas à espinha do peixe e sempre apontando para as causas primárias. Por fim, as causas terciárias, que são os fatores que explicam as causas secundárias, têm as setas (menores que as setas das causas secundárias) novamente em diagonal à espinha, mas agora apontando para as causas secundárias.

Figura 3.8 | Exemplo de diagrama de Ishikawa com os 6 Ms, explorando as causas até o nível terciário



Fonte: adaptada de <<http://www.portal-administracao.com/2014/08/diagrama-de-ishikawa-causa-e-efeito.html>>. Acesso em: 1 ago. 2018.

Quando pensamos na construção do diagrama de Ishikawa, em primeiro lugar devemos saber que os responsáveis pela execução

devem ser aqueles que estejam diretamente envolvidos com o processo analisado, sendo importante a participação do maior número possível de pessoas, a fim de se pensar nas causas de modo assertivo. De acordo com Ramos, Almeida e Araújo (2013), existem cinco passos que devem ser seguidos para a construção do diagrama de Ishikawa, conforme apresentado a seguir:

1. Identificação do problema (ou do efeito) a ser estudado: uma vez estipulado o problema que deve ser tratado, precisamos envolver todos os indivíduos que lidam diretamente com este efeito e que tenham experiência na questão para descoberta dos fatores ou causas.
2. Eleição do líder que esclarecerá o problema para todos os participantes: deve ser eleito um indivíduo que direcionará a discussão a partir do esclarecimento do problema.
3. Sugestões de causas pelos envolvidos, com base na troca de ideias, utilizando a ferramenta de *brainstorming*. A metodologia utilizando-se os 6 Ms não é a única, mas é muito comum em linhas de produção. Em seguida, as causas são agrupadas nas ramificações da "espinha dorsal" do diagrama, acrescentando sub-ramificações quando necessário (causas secundárias e causas terciárias).
4. Exposição do esboço do diagrama com a definição do efeito (conforme exemplificado na Figura 3.8) para todos em um quadro. Perceba que o esboço permite a organização das informações acerca do efeito em estudo e inicia-se com uma reta horizontal que aponta para o problema. A partir disto, são inseridas as causas com a posição das setas de acordo com o nível da causa, conforme comentado anteriormente.
5. Avaliação de importância: caso não sejam apontadas novas causas, a equipe fará uma avaliação de importância atribuindo uma nota, que pode ser de zero a dez, para cada uma das causas presentes no diagrama, e as prioritárias são selecionadas para serem tratadas. Neste ponto, vale ressaltar que o diagrama de Ishikawa não tem a função de identificar a causa fundamental do efeito considerado, sendo complementado por outras ferramentas, como o diagrama de Pareto.



Você acha viável pensar no diagrama de Ishikawa para a fase de projeto de produtos ou serviços? Para ficar mais fácil, pense num exemplo e tente aplicar os conceitos que aprendemos sobre o diagrama de Ishikawa, e você verá se é possível esse tipo de aplicação e suas consequências.

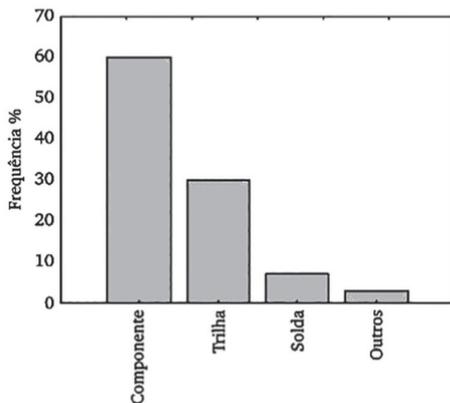
O diagrama de Pareto refere-se a um tipo de gráfico que foi desenvolvido em 1897 por Vilfredo Pareto, um economista italiano. A aplicação original de Pareto não tinha muito a ver com qualidade (ele utilizou sua ferramenta para demonstrar a distribuição de renda em Milão, na Itália), mas o guru Joseph Juran foi o primeiro a aplicar essa ferramenta na qualidade a fim de classificar os problemas, no que ele determinou como sendo muito triviais ou pouco vitais (TOLEDO et al., 2012). Os problemas muito triviais são os que pouco afetam a qualidade, enquanto que os problemas pouco vitais são os que causam maiores perdas e/ou defeitos, afetando muito a qualidade.

Portanto, conforme a concepção de Pareto, sob o enfoque de Juran, grande parte das perdas decorrentes de problemas da qualidade surge dos poucos problemas vitais. Por exemplo, se você identifica 30 problemas de qualidade, como porcentagem de itens defeituosos, retrabalho, número de refugos, reparos em produtos em garantia, atrasos, etc., a solução de quatro a seis desses problemas pode representar uma redução de mais de 80% das perdas.

Esse é o princípio de Pareto, que pode ser demonstrado em um gráfico, originando o chamado diagrama de Pareto, semelhante a um histograma, com barras verticais para tornar evidente a ordem de importância dos problemas. Pelo princípio de Pareto, temos que a grande maioria dos problemas são produzidos por apenas algumas causas essenciais.

Esse tipo de ferramenta pode ser utilizado para analisar e estratificar processos, conforme podemos observar na Figura 3.9, que demonstra um exemplo de diagrama de Pareto em um processo de montagem de placas de circuitos eletrônicos.

Figura 3.9 | Diagrama de Pareto aplicado à montagem de placas de circuitos eletrônicos



Fonte: Carpinetti (2016, p. 80).

Vamos seguir os passos apresentados por Ramos, Almeida e Araújo (2013), para ver como ocorre a construção deste tipo de diagrama:

1. O início ocorre com a coleta dos dados, etapa na qual identificamos o tipo de problema, que pode ser por meio de uma folha de verificação, conforme visto anteriormente.
2. Com os dados coletados, montamos uma tabela organizando os tipos de defeitos com base na ordem decrescente de frequência dos itens. Sempre deixamos o item "outros" ao final, que contempla itens com baixa frequência, a fim de não ser necessária uma nova estratificação.
3. Devemos calcular a porcentagem de cada defeito, que é a relação entre o específico e o total, conforme equação a seguir:

$$\text{Porcentagem} = \frac{\text{Quantidade}}{\text{total}} \times 100$$

4. Realizar o cálculo do percentual acumulado, ou seja, a soma sucessiva com base no percentual do primeiro até o último defeito, resultando em 100%.
5. Elaborar o diagrama de Pareto, traçando dois eixos verticais e um eixo horizontal. No eixo vertical esquerdo temos as quantidades e no eixo vertical direito, as porcentagens. No eixo horizontal colocamos, da esquerda para a direita, os defeitos com maior ordem de grandeza com sua respectiva

identificação. Em seguida, desenhamos as colunas (ou barras) com as respectivas quantidades para cada defeito.

Os passos anteriores podem ser adaptados conforme a necessidade do diagrama e as informações que ele deve apresentar. Por exemplo, na Figura 3.9 não temos a presença do eixo vertical das quantidades, apenas o eixo das porcentagens, dependendo da necessidade.



Assimile

Ficaram claros os conceitos de diagrama de Ishikawa e de diagrama de Pareto?

O diagrama de Ishikawa é uma ferramenta utilizada para identificar as causas do problema (também chamado de efeito).

Já o diagrama de Pareto é um tipo de gráfico no qual classificamos e visualizamos os problemas muito triviais (pouco afetam a qualidade) e os problemas pouco vitais (afetando muito a qualidade), demonstrando que grande parte das perdas decorrentes de problemas da qualidade surge dos poucos problemas vitais.

Agora, vamos pensar em uma aplicação para o diagrama de Ishikawa e outra para o diagrama de Pareto?

O primeiro problema (efeito) que iremos analisar é relacionado com ergonomia e segurança do trabalho, ou seja, alto índice de afastamento do trabalho por lesões por esforço repetitivo / distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (LER/DORT), como as tendinites, que podem surgir nos colaboradores de uma indústria mecânica de peças automotivas.

Seguindo-se os passos de obtenção do diagrama de Ishikawa, com base em uma fase de *brainstorming* com a equipe de produção, foram elencadas as possíveis causas para o efeito *alto índice de afastamento do trabalho por lesões por esforço repetitivo / distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (LER/DORT)*: ocorrência de vibrações nas máquinas; ausência de apoio para manuseio das peças; posição inadequada de montagem dos componentes; existência de piso irregular; insumos na sua forma bruta inadequada

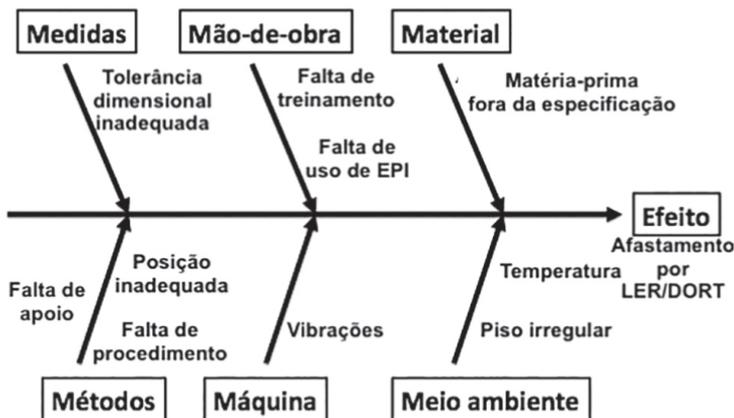
(matéria-prima fora da especificação) que requerem um pré-preparo com esforços repetitivos antes do manuseio; falta de treinamento dos operadores; tolerâncias dimensionais inadequadas; falta de uso de equipamentos de proteção (EPI); temperatura do local de trabalho; e falta do procedimento de trabalho.

Com base nos 6 Ms (mão de obra, máquina, matéria-prima, métodos, medida e meio ambiente), poderíamos classificar os itens anteriores em:

- Mão de obra: falta de treinamento dos operadores, falta do uso de EPI.
- Máquina: vibrações.
- Matéria-prima: insumos na sua forma bruta que requerem um pré-preparo com esforços repetitivos antes do manuseio.
- Métodos: falta do procedimento de trabalho; posição inadequada de montagem dos componentes; ausência de apoio para manuseio das peças.
- Medida: tolerâncias dimensionais inadequadas.
- Meio ambiente: temperatura do local de trabalho, piso irregular.

O diagrama de Ishikawa para a aplicação anterior ficaria conforme a Figura 3.10, mas outras diversas aplicações podem surgir dentro dos processos produtivos nos diversos segmentos.

Figura 3.10 | Aplicação do diagrama de Ishikawa



Fonte: elaborada pela autora.

A indústria mecânica de peças automotivas também tem outros problemas com relação a defeitos na linha de produção, conforme dados coletados previamente pela equipe nas folhas de verificação. A Tabela 3.6 apresenta os dados levantados, já organizados por quantidade e com as porcentagens calculadas, bem como a porcentagem acumulada.

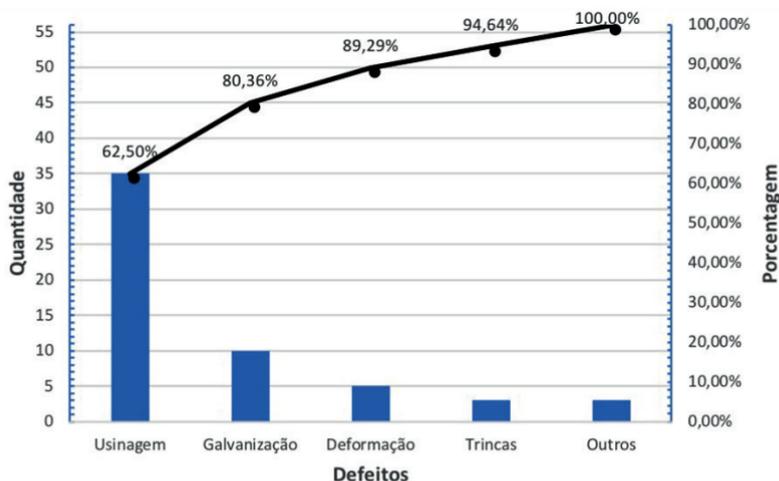
Tabela 3.6 | Defeitos na linha de produção

Tipo de defeito	Quantidade	Porcentagem (%)	Acumulado (%)
Usinagem	35	62,50	62,5
Galvanização	10	17,85	80,35
Deformação	5	8,93	89,28
Trincas	3	5,36	94,64
Outros	3	5,36	100,00
Total	56	100	-

Fonte: elaborada pela autora.

O diagrama de Pareto é feito traçando-se os dois eixos verticais e um eixo horizontal e as colunas (ou barras) com as respectivas quantidades para cada defeito, conforme apresentado na Figura 3.11.

Figura 3.11 | Aplicação do diagrama de Pareto



Fonte: elaborada pela autora.

Perceba, pelo diagrama de Pareto, que dois tipos de defeitos já são responsáveis por 80,36% dos problemas na linha de produção, indicando que, em uma priorização de causas, deve-se começar a “atacar” os problemas referentes aos processos de usinagem e de galvanização. Para desdobrar as causas, poderia ser desenvolvido um diagrama de Ishikawa.



Pesquise mais

Vamos ver outras aplicações do diagrama de Ishikawa e do diagrama de Pareto? O artigo referenciado a seguir apresenta a aplicação de ferramentas como o diagrama de Ishikawa e de Pareto numa indústria do segmento alimentício, mais especificamente nas linhas de envase. Boa leitura!

SILVA, J. M.; PEREIRA, T.; OLIVO, A. M. Estudo de aplicação de ferramentas da qualidade em uma linha de envase numa indústria alimentícia. **Colloquium Exactarum**, v. 8, n. 4, p. 24-32, 2016. Disponível em: <<http://revistas.unoeste.br/revistas/ojs/index.php/ce/article/view/1900/1816>>. Acesso em: 1 ago. 2018.

Sem medo de errar

Relembrando, você é o gerente geral de qualidade do departamento de revisão e manutenção de uma concessionária cuja ouvidoria tem recebido um número crescente de reclamações, fato este que estimulou o diretor geral da empresa a acioná-lo, como gerente da qualidade, a fim de realizar e expor um estudo técnico e aprimorado do problema.

Dado que a diretoria já compreendeu quais são as causas expostas na ouvidoria, a empresa quer saber por onde deve começar a “atacar” o problema. Você decidiu construir um diagrama de Pareto com base nos dados na Tabela 3.7. Pensando nos fatores da tabela como causas primárias, você ainda necessita construir o diagrama de Ishikawa a fim de apresentar as causas secundárias e fazer uma apresentação para a alta direção.

Tabela 3.7 | Principais causas de reclamação na concessionária automotiva

Tipos de reclamações	Frequência de ocorrência
Fila de espera em pé na entrega do automóvel	26
Demora para o atendimento	18
Falta de peças para reposição	10
Rispeiz dos funcionários	8
Outros	5
TOTAL	67

Fonte: elaborada pela autora.

Para iniciar sua apresentação, é sensato que construa o diagrama de Pareto, utilizando planilha eletrônica, a partir dos dados levantados. Então, pensando nos cinco passos de construções, você percebe que as etapas 1 e 2 estão concluídas, de modo que a Tabela 3.2 irá alimentar o início de desenvolvimento do diagrama, uma vez que o problema já foi identificado. Logo, agora você deve calcular a porcentagem de cada reclamação em relação ao total de reclamações, utilizando a relação $Porcentagem = \frac{Quantidade}{total} \times 100$. Posteriormente, realize o cálculo do percentual acumulado, ou seja, a soma sucessiva com base no percentual da primeira (fila de espera em pé na entrega do automóvel) até a última reclamação (outros), resultando em 100% (Tabela 3.8).

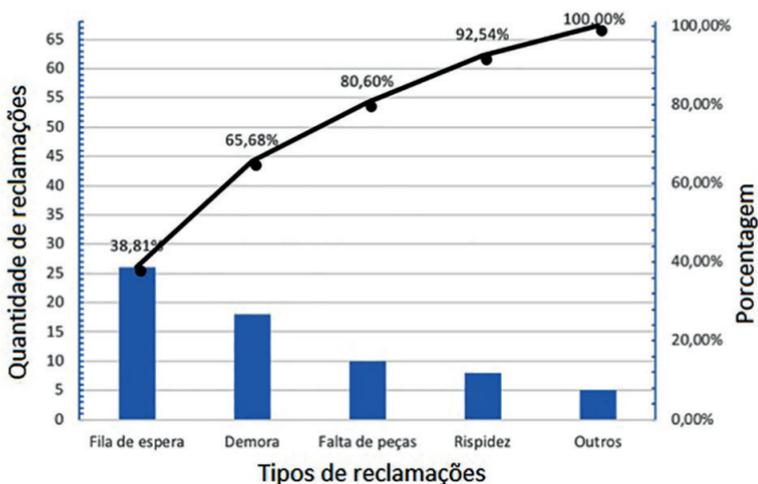
Tabela 3.8 | Dados para a construção do diagrama de Pareto

Tipos de reclamação	Frequência de ocorrência	Porcentagem (%)	Acumulado (%)
Fila de espera em pé na entrega do automóvel	26	38,81	38,81
Demora para o atendimento	18	26,87	65,68
Falta de peças para reposição	10	14,92	80,60
Rispeiz dos funcionários	8	11,94	92,54
Outros	5	7,46	100
TOTAL	67		

Fonte: elaborada pela autora.

A partir dos dados da Tabela 3.4, você pode iniciar a construção do diagrama de Pareto, traçando um eixo vertical do lado esquerdo (quantidade de reclamações), um eixo vertical do lado direito (porcentagem) e um eixo horizontal (tipos de reclamações). No eixo horizontal coloque, da esquerda para a direita, as reclamações com maior frequência com sua respectiva identificação, de modo a começar com *fila de espera em pé na entrega do automóvel* e terminar com *outros*. Em seguida, desenhamos as colunas (ou barras) com as respectivas quantidades para cada reclamação. Após, trace a curva com as porcentagens acumuladas, conforme Figura 3.12.

Figura 3.12 | Diagrama de Pareto para o contexto proposto



Fonte: elaborada pela autora.

Na sua apresentação, ao mostrar a Figura 3.12, resalte que dois fatores (fila de espera e demora) já são responsáveis por mais de 60% das reclamações, enquanto que quatro fatores já causam quase 93% dos problemas. Assim, pensando em priorização de causas, a alta administração deve refletir primeiramente sobre o processo da entrega do automóvel, então sobre o processo de atendimento ao cliente, seguido pelo processo de reposição de peças em estoque e, então, sobre o processo de reciclagem e aprimoramento dos recursos humanos.

Neste ponto, você pode sugerir uma seção de *brainstorming* para tentar desdobrar as causas primárias em um nível secundário. Logo,

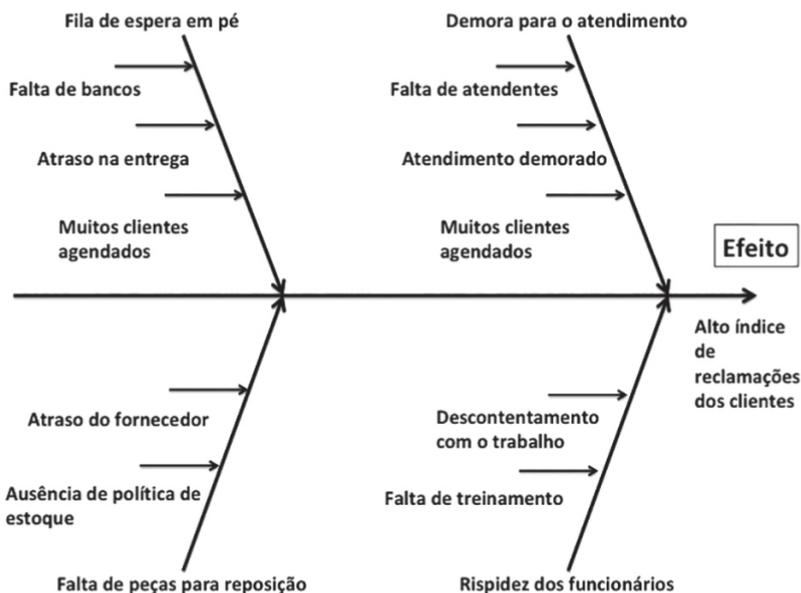
por exemplo, qual fator deve estar causando a falta de peças para a reposição? A Tabela 3.9 ilustra as causas primárias e secundárias que devem ser colocadas no diagrama de Ishikawa.

Tabela 3.9 | Causas primárias e secundárias que devem ser colocadas no diagrama de Ishikawa

Causa primária	Causa secundária
Fila de espera em pé na entrega do automóvel	- Falta de bancos no espaço que entrega os automóveis - Atraso na entrega dos automóveis - Muitos clientes agendados para um mesmo horário
Demora para o atendimento	- Muitos clientes agendados para um mesmo horário - Falta de atendentes - Atendimento muito demorado (lento)
Falta de peças para reposição	- Ausência de políticas de estoque - Atraso do fornecedor
Rispidez dos funcionários	- Falta de treinamento - Descontentamento com o trabalho

Fonte: elaborada pela autora.

Figura 3.13 | Diagrama de Ishikawa para o contexto proposto



Fonte: elaborada pela autora.

A partir do diagrama de Ishikawa, mostre à alta direção que, para diminuir quase 66% das reclamações, deve-se tentar resolver a **falta de bancos** no espaço que entrega os automóveis; **atraso na entrega** dos automóveis; **muitos clientes agendados** para um mesmo horário; **falta de atendentes**; e **atendimento demorado** (muito lento).

Parabéns por mais um desafio vencido!

Avançando na prática

Diagrama para análise de falhas em máquinas

Descrição da situação-problema

Em uma indústria, o departamento de manutenção tem observado frequentemente registros de falhas nas máquinas, dificultando a produção da fábrica. Como gerente de qualidade, ao ver os dados históricos levantados pelo time de manutenção (Tabela 3.10), você resolveu construir um diagrama de Pareto a fim de observar qual tipo de falha está sendo mais prejudicial e ordenar os esforços da manutenção. Como você construiria o diagrama com o objetivo de direcionar o time de manutenção da indústria?

Tabela 3.10 | Frequência de ocorrências de falhas nas máquinas de acordo com os registros de manutenção

Tipos de falhas	Frequência de ocorrência
Alta variação de temperatura da estufa	95
Travamento da esteira de saída	65
Não funcionamento do dosador de cola	40
Máquina não para na falta de embalagem	20
Quebra da correia de transporte	15
Outros	10
TOTAL	245

Fonte: adaptada de <<https://www.manutencaoemfoco.com.br/diagrama-de-pareto-como-ferramenta-de-analise-de-falhas/>>. Acesso em: 1 ago. 2018.

Resolução da situação-problema

Para direcionar o time de manutenção, é sensata a construção do diagrama de Pareto, utilizando o Excel, por exemplo, a partir dos registros históricos de falhas nas máquinas.

A partir dos dados da Tabela 3.10, você deve calcular a porcentagem de cada reclamação em relação ao total de reclamações. Posteriormente, realize o cálculo do percentual acumulado, ou seja, a soma sucessiva com base no percentual da primeira (alta variação de temperatura da estufa) até a última falha (outros), resultando em 100%, conforme Tabela 3.11.

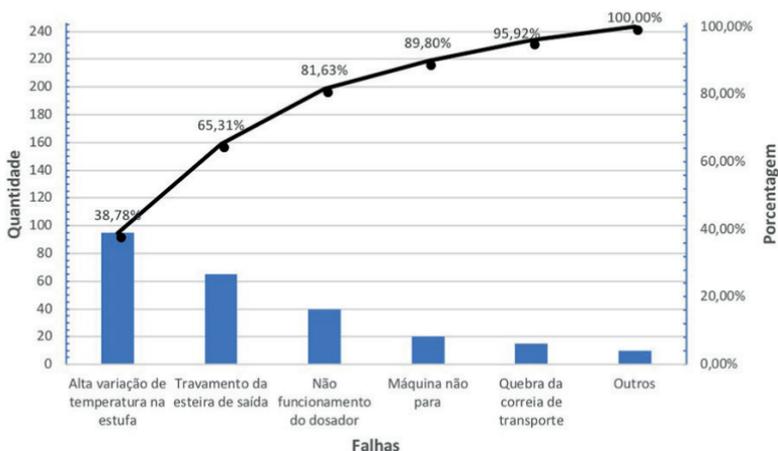
Tabela 3.11 | Dados para a construção do diagrama de Pareto

Tipos de falhas	Frequência de ocorrência	Porcentagem (%)	Acumulado (%)
Alta variação de temperatura da estufa	95	38,78	38,78
Travamento da esteira de saída	65	26,53	65,31
Não funcionamento do dosador de cola	40	16,33	81,63
Máquina não para na falta de embalagem	20	8,16	89,80
Quebra da correia de transporte	15	6,12	95,92
Outros	10	4,08	100
TOTAL	245	-	-

Fonte: adaptada de <<https://www.manutencaoemfoco.com.br/diagrama-de-pareto-como-ferramenta-de-analise-de-falhas/>>. Acesso em: 1 ago. 2018.

A partir dos dados da Tabela 3.11, você pode iniciar a construção do diagrama de Pareto, traçando um eixo vertical do lado esquerdo (quantidade de falhas), um eixo vertical do lado direito (porcentagem) e um eixo horizontal (tipos de falhas). No eixo horizontal coloque, da esquerda para a direita, as reclamações com maior frequência com sua respectiva identificação, de modo a começar com *alta variação de temperatura da estufa* e terminar com *outros*. Em seguida, desenhe as colunas (ou barras) com as respectivas quantidades para cada falha. Após, trace a curva com as porcentagens acumuladas, conforme Figura 3.14.

Figura 3.14 | Diagrama de Pareto para as falhas das máquinas



Fonte: elaborada pela autora.

Para direcionar o time de manutenção, ao mostrar a Figura 3.14, resalte que três fatores (alta variação de temperatura da estufa; travamento da esteira de saída e não funcionamento do dosador de cola) já são responsáveis por mais de 80% das falhas das máquinas, apontando para a equipe priorizar esforços nestas máquinas para a manutenção.

Faça valer a pena

1. A palavra *brainstorming* pode ser traduzida livremente como “tempestade de ideias”, ou seja, trata-se de uma discussão em grupo a fim de fomentar novas ideias e resoluções de problemas. Logo, é uma forma de suporte às ferramentas de gestão na busca pela geração de ideias por parte de um grupo para uma determinada finalidade. Avalie o texto a seguir.

No âmbito da qualidade, normalmente emprega-se o *brainstorming* para identificar causas de problemas e prezar pela _____. Nessa técnica, a participação de todos os envolvidos é estimulada, sem o receio de ter a ideia descartada por censura ou crítica, e de modo espontâneo, para que a _____ seja motivada. De todas as ideias levantadas, em uma fase posterior são realizadas uma análise e uma seleção daquelas viáveis e interessantes. Os grupos geralmente são pouco numerosos e é importante que os

participantes conheçam bem o problema antes de iniciar as atividades. Um “animador” também pode ajudar a estimular o grupo e evitar _____ das ideias propostas, seguindo-se as etapas de: realizar o planejamento prévio; realizar o *brainstorming* em si e _____.

Assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas do texto.

- a) Melhoria contínua; criatividade; descarte; estimulação das ideias.
- b) Melhoria contínua; criatividade; pré-julgamento; racionalização das ideias.
- c) Competitividade; criatividade; pré-julgamento; estimulação das ideias.
- d) Competitividade; criticidade; descarte; racionalização das ideias.
- e) Melhoria contínua; criticidade; pré-julgamento; exploração das ideias.

2. O diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama causa e efeito, trata-se de uma ferramenta que, com enfoque em um problema, também pode ser utilizada como um definidor de medidas corretivas para serem adotadas. A origem deste diagrama é atribuída ao químico e professor Kaoru Ishikawa, que em 1953 agrupou os diferentes fatores que causavam alterações em dadas características da qualidade. Avalie as afirmações a seguir.

I. O diagrama de Ishikawa é uma ferramenta utilizada para identificar uma única causa principal do problema, ou efeito, permitindo uma melhor organização da informação.

II. Também denominado diagrama espinha de peixe, nesta ferramenta podem ser desdobradas as causas do problema em nível primário, secundário e terciário.

III. No diagrama de Ishikawa, uma das abordagens de classificação de causa refere-se aos 6 Ms (mão de obra, máquina, matéria-prima, métodos, medida e meio ambiente), sendo apenas utilizada no setor de serviços.

Assinale a alternativa correta.

- a) I, II e III são corretas.
- b) Somente I e II são corretas.
- c) Somente II e III são corretas.
- d) Somente III é correta.
- e) Somente II é correta.

3. O diagrama de Pareto refere-se a um tipo de gráfico que foi desenvolvido, em 1897, por Vilfredo Pareto, um economista italiano. A aplicação original de

Pareto não tinha muito a ver com qualidade (ele utilizou sua ferramenta para demonstrar a distribuição de renda em um país), mas o guru Joseph Juran foi o primeiro a aplicar essa ferramenta na qualidade a fim de classificar os problemas. Avalie as afirmações a seguir.

I. Os problemas muito triviais são problemas que pouco afetam a qualidade, enquanto que os problemas pouco vitais são os que causam maiores perdas e/ou defeitos, afetando muito a qualidade.

II. Pelo princípio de Pareto, temos que a grande maioria dos problemas são produzidos por apenas algumas causas essenciais.

III. O princípio de Pareto pode ser demonstrado em um gráfico, originando o chamado diagrama de Pareto, semelhante a um diagrama de correlação, com barras verticais, para tornar evidente a ordem de importância dos problemas.

Assinale a alternativa correta

- a) I, II e III são corretas.
- b) Somente I e III são corretas.
- c) Somente II é correta.
- d) Somente I e II são corretas.
- e) Somente III é correta.

Seção 3.3

Ferramentas avançadas da qualidade

Diálogo aberto

Caro aluno, uma vez que já estudamos as ferramentas básicas da qualidade (até com viés aplicado, para você poder vislumbrar a aplicação dessas ferramentas em diferentes contextos organizacionais), agora serão apresentadas as ferramentas avançadas da qualidade, também denominadas ferramentas gerenciais, em função de sua importância de aplicação no contexto gerencial de uma organização.

Conforme estamos discutindo, a fim de assegurar a qualidade de produtos e serviços que você mesmo como cliente compra ou usufrui, deve ser feito uso de diferentes ferramentas de análise e otimização.

Logo, nesta seção vamos estudar os conceitos, fundamentos e aplicação do diagrama de afinidade, diagrama de árvore, matriz de relações e matriz de priorização, o que certamente lhe será de grande valia em um momento de tomada de decisão na empresa durante sua vivência profissional.

Lembre-se de que, dentre as principais finalidades das ferramentas da qualidade, temos a identificação e a priorização de problemas, a elaboração e a implementação das soluções, bem como a verificação dos resultados. Ou seja, cada uma das ferramentas que estudaremos poderá ter uma ou mais finalidades associadas a ela, solucionando a grande maioria dos problemas da qualidade de uma organização.

Esses conhecimentos serão colocados em prática no caso de uma concessionária automotiva, na qual você é o gerente geral de qualidade do departamento de revisão e manutenção. As unidades locais da concessionária automotiva têm recebido um número crescente de reclamações na ouvidoria, fato este que estimulou o diretor geral da empresa a acioná-lo, como gerente da qualidade, a fim de realizar e expor um estudo técnico e aprimorado do problema.

Finalmente entendido por onde começar a resolver o problema, a diretoria solicita a você que detalhe melhor cada causa principal identificada nas reclamações do cliente, ou seja, que você desdobre cada atributo em níveis hierárquicos a fim de tornar mais claro o que realmente deve ser feito para solucionar o problema.

Logo, você decide utilizar uma ferramenta avançada da qualidade e desenvolver um diagrama de árvore com base nas principais causas do problema. Como você faria essa construção, considerando um nível hierárquico de três estados, isto é, nível primário, secundário e terciário? Para ajuda-lo neste desafio, lembre-se do diagrama de Ishikawa que você desenvolveu na seção anterior.

Lembre-se ainda que, de acordo com o solicitado, a diretoria aguarda uma apresentação.

Pense a respeito dessa indagação com base no estudo desta seção e seja vitorioso na conclusão de um desafio!

Bons estudos!

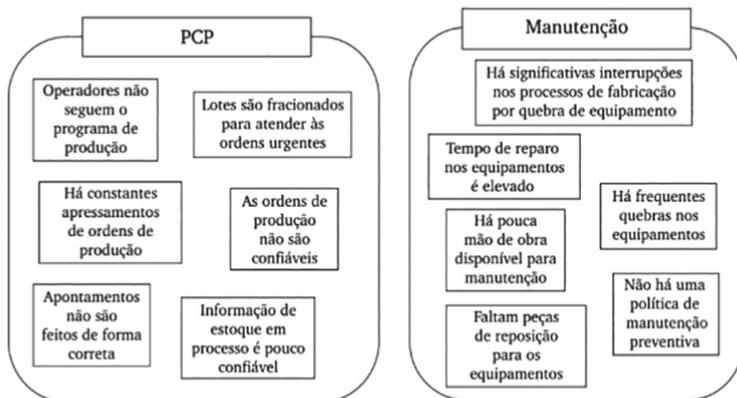
Não pode faltar

Prezado aluno, agora vamos iniciar os nossos estudos sobre as ferramentas avançadas da qualidade, uma vez que alguns problemas da organização não podem ser resolvidos somente com o uso das ferramentas básicas.

A primeira que estudaremos é o diagrama de afinidades, que nada mais é do que a representação gráfica que agrupa ideias semelhantes de um tema, ou seja, existe qualquer relação no grupo que o distingue dos demais.

Utilizamos esse diagrama para direcionar a solução de problemas ou em situações confusas, cujo objetivo seja trazer esclarecimento, por meio da eliminação de redundâncias e da identificação de lacunas que surgem no levantamento de ideias. A Figura 3.15 apresenta dois exemplos de diagramas, um aplicado no planejamento e controle da produção (PCP) e outro para a manutenção.

Figura 3.15 | Exemplos de diagramas de afinidades



Fonte: Carpinetti (2016, p. 95).

Existe certa similaridade com o processo de *brainstorming*, podendo até ser utilizado em uma das etapas para o levantamento de ideias. De acordo com Toledo et al. (2012), existem quatro etapas a serem seguidas para obtenção de um diagrama de afinidades, que veremos com detalhes a seguir:

1. Definição do tema do diagrama de afinidades: deve ser uma etapa aberta para a geração de novas ideias, e não direcionadora. Portanto, os temas geralmente são vagos, como: *o que pode melhorar na manutenção?* Isso ocorre para que a criatividade seja estimulada em torno do assunto a ser tratado.
2. Coleta de dados: essa fase pode ser executada utilizando o *brainstorming*. O resumo das informações obtidas na coleta é registrado nas fichas de dados, que devem ser entre 50 e 100, para efeitos de organização. No caso de mais de 100 fichas, podemos fazer uma subdivisão em outros problemas.
3. Organização dos dados: agora precisamos organizar as fichas de dados para montagem do diagrama. O agrupamento das fichas pode ser feito por apenas uma pessoa ou contar com a participação dos demais envolvidos com base na comparação entre as fichas. Quando existe afinidade entre os dados, eles são colocados juntos, caso contrário são separados. Faz-se isso com todas as fichas, em posições

hierárquicas, o que pode ser facilitado utilizando-se *post-it* em uma folha grande de papel.

Durante o processo de organização, é possível o surgimento de novas ideias, que podem ser adicionadas ao conjunto ou, caso não tenham afinidade, seguem para análise posterior.

Os dados que foram organizados dão origem aos grupos de primeira ordem, de modo que a partir deles é criada uma ficha-título que dará nome ao grupo. Em seguida, são formados os grupos de segunda ordem, terceira ordem, quarta ordem, e assim consecutivamente, seguindo-se os mesmos passos. Ao final, teremos um único grupo que contém todos os dados, cujo título será o tema do diagrama.

4. Desenho do diagrama: com os grupos já formados, desenhamos o diagrama de afinidades com o conteúdo das fichas organizadas, como vimos na Figura 3.15.



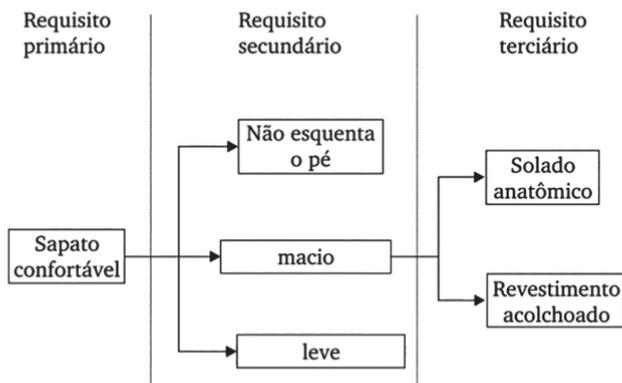
Pesquise mais

O trabalho referenciado a seguir apresenta variáveis de interesse que foram analisadas para a elaboração de um diagrama de afinidades, orientando o processo de minimização da variação nas tonalidades:

CAMPOS, J. M. et al. Influência de variáveis de material e de processo sobre a presença de tonalidades em revestimentos cerâmicos decorados através de cilindros de silicone (técnica rotocolor). **Cerâmica Industrial**, v. 7, n. 3, 2002. Disponível em: <http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v07n03/v7n3_2.pdf>. Acesso em: 1 ago. 2018.

A segunda ferramenta é o diagrama de árvore, que é um modo de detalhar um atributo ou ação em diferentes níveis hierárquicos. Por exemplo, se você pretende desenvolver um sapato que seja confortável, então esse será o requisito primário. Para que o requisito primário seja atendido, existem requisitos secundários, que poderiam ser: não esquentar o pé, ser macio e leve. Para que o sapato seja macio, podem existir requisitos terciários, como ter um solado anatômico com revestimento acolchoado. A Figura 3.16 apresenta o exemplo citado na forma de um diagrama de árvore para o desenvolvimento do produto (sapato).

Figura 3.16 | Exemplo de diagrama de árvore



Fonte: Carpinetti (2016, p. 96).

Mas qual tipo de diagrama de árvore podemos utilizar? De acordo com Toledo et al. (2012), existem os diagramas de árvore de elementos constituintes, ou seja, aqueles que explicam os relacionamentos entre os objetivos e significados (ou causa e efeito) para os elementos constituintes, por exemplo, os aspectos de qualidade de um produto. Esse tipo de diagrama pode ser subdividido em:

- **Função:** apresenta o relacionamento entre funções básicas e auxiliares, sendo utilizado para redução de custo, melhoria de desempenho e eficiência, aumento no controle dos processos.
- **Qualidade:** apresenta relacionamentos entre a qualidade requerida pelo cliente e os aspectos que favorecem sua obtenção, sendo utilizado para identificar aspectos alternativos que necessitam de controle para atendimento da qualidade.
- **Causa e efeito:** apresenta relacionamentos entre causas e efeitos, conforme aprendemos no diagrama de Ishikawa.

Para que possamos construir um diagrama de árvore, como o da Figura 3.16, seguiremos quatro etapas:

1. **Definição do objetivo do diagrama:** como fizemos na Figura 3.16, na qual o objetivo era desenvolver um produto (sapato confortável), o objetivo do diagrama deve ser claro e sucinto. Podemos escrever o objetivo em um *post-it* e colocá-lo à esquerda numa folha de papel.
2. **Obtenção de ideias para o objetivo:** agora precisamos levantar ideias para que o objetivo (requisito de nível primário) seja

atingido, utilizando perguntas do tipo: que ação é necessária para atingir esse objetivo? As respostas devem ser colocadas do lado direito do objetivo, na folha de papel, como observamos na Figura 3.16. Esses são os nossos requisitos de nível secundário.

3. Análise dos próximos níveis: como fizemos na etapa 2, analisaremos todos os níveis hierárquicos até que todos os necessários estejam evidentes.
4. Teste do diagrama de árvore: agora faremos a leitura do diagrama da direita para a esquerda, verificando se existe relação lógica do tipo causa e efeito entre os diferentes níveis hierárquicos.



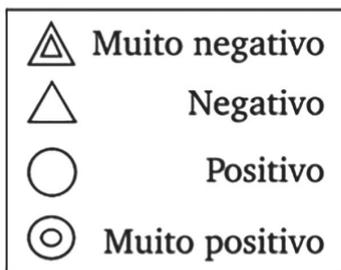
Refleta

Podemos afirmar que o diagrama de árvore auxilia na tomada de decisão no âmbito da qualidade? Como?

A matriz de relações serve para analisar e definir a existência de relação entre variáveis, caracterizando-a, do ponto de vista qualitativo, em fraco, médio ou forte.

Além das relações fraco, médio ou forte, podemos indicar na matriz de relações a dependência entre os níveis da mesma variável, ou seja, a correlação entre elas, que pode ser muito positivo ou positivo, ou muito negativo ou negativo. A Figura 3.17 apresenta um exemplo de simbologia para as correlações que indicamos anteriormente.

Figura 3.17 | Simbologia para as correlações



Fonte: adaptada de Carpinetti (2016, p. 100).

Podemos ter diversas aplicações para a matriz de relações, tal como as matrizes de habilidades e competências dos funcionários de uma empresa. A Figura 3.18 apresenta um exemplo, seguindo-se o desenvolvimento do calçado confortável.

Figura 3.18 | Exemplo de matriz de relações

Requisitos do cliente secundário	Características da qualidade							
	Sola			Palmilha		Acabamento do couro		
	Densidade	Resistência ao desgaste	Elasticidade	Curvatura	Permeabilidade	Resistência à abrasão	Brilho	Elasticidade
Leve	⊙							
Macio	○		○					⊙
Anatômico			○	⊙				⊙
Resistente		⊙	△			○		△
Mantém aparência de novo						⊙	⊙	

Fonte: Carpinetti (2016, p. 99).

Como apresentado na Figura 3.18, podemos verificar na matriz de relações que a correlação entre a elasticidade da sola e a resistência é negativa. Outros itens, no entanto, não apresentam relação, como é o caso da permeabilidade da palmilha, que não afeta em nada no requisito anatômico do cliente, e nem nos demais requisitos. Portanto, nesse exemplo, não existe relação alguma entre os requisitos do cliente e a característica da qualidade permeabilidade da palmilha.



Assimile

Até agora nós já aprendemos três ferramentas avançadas da qualidade. Vamos relembrar os principais conceitos para que possamos assimilá-los e aplicá-los?

- Diagrama de afinidade: trata-se de uma representação gráfica para agrupar ideias semelhantes de um tema, sendo utilizado para direcionar a solução de problemas ou em situações confusas, cujo objetivo seja trazer esclarecimento.
- Diagrama de árvore: uma representação cujo objetivo é detalhar um atributo ou ação em diferentes níveis hierárquicos. Existem os diagramas de árvore de elementos constituintes, que podem ser subdivididos por: função (apresenta o relacionamento entre funções básicas e auxiliares); qualidade (apresenta relacionamentos entre a qualidade requerida pelo cliente e os aspectos que favorecem sua obtenção); e de causa e efeito.
- Matriz de relações: apresenta as relações de dependência entre variáveis. Os níveis de correlação entre as variáveis pode ser muito positivo ou positivo, ou muito negativo ou negativo.

Agora que já compreendemos o que é a matriz de relações, conseguimos diferenciar da matriz de priorização, que relacionará critérios de prioridade, tanto para eliminar ou minimizar problemas e falhas, como na melhoria de requisitos de produtos para os clientes.

Ou seja, a partir da matriz de priorização nós podemos estabelecer a ordenação dos itens com base em critérios, que podem ter pesos de prioridade diferentes, conforme exemplificado na Figura 3.19. A matriz GUT é um exemplo de matriz de priorização, que permite, por meio da análise dos parâmetros gravidade (impacto do problema em estudo), urgência (tempo hábil para resolver o problema em estudo) e tendência (probabilidade de o problema aumentar), a indicação por onde deve-se começar uma ação de intervenção ou a resolução de uma ocorrência, executando uma priorização.

Figura 3.19 | Exemplo de matriz de priorização

	GRUPO B				Prioridade
	Critério 1	Critério 2	Critério 3	...	
Grupo A	Peso 1	Peso 2	Peso 3	...	
Fator 1					
Fator 2					
Fator 3					
Fator 4					
...					

Fonte: Carpinetti (2016, p. 97).



Exemplificando

Considerando-se que os principais defeitos de um processo mecânico, levantados por um *brainstorming*, são: deformação, trinca e arranhado, o gestor da produção resolveu priorizar a resolução dos defeitos e, portanto, está criando uma matriz de priorização com base nos critérios *satisfação do consumidor*, *custos dos defeitos* e *material consumido*.

Para que a matriz de prioridades fosse construída, foi adotada a seguinte escala de importância: extremamente importante (peso 5); muito importante (peso 4); importante (peso 3); pouco importante (peso 2); irrelevante (peso 1).

Com base no critério 1 (satisfação do consumidor) – peso 1, o fator deformações é extremamente importante, enquanto que trinca é importante e arranhões é irrelevante. Já no critério 2 (custo dos defeitos) – peso 2, a ordem de importância é: trinca – extremamente importante; deformações – muito importante; arranhões – extremamente irrelevante. O critério 3 (material consumido) – peso 1 apresenta como ordem de importância: deformações – extremamente importante; trinca – muito importante; arranhões – importante.

A lista de quantidades para cada defeito é dada na Tabela 3.6, que será utilizada como base para o cálculo de prioridade na matriz de priorização, pelos pesos anteriores, na Tabela 3.12.

Tabela 3.12 | Quantidades de defeitos

Tipos de defeitos	Quantidade
Deformações	18
Trinca	20
Arranhões	35

Fonte: elaborada pela autora.

Tabela 3.13 | Matriz de priorização

Fatores	Qtd	Critério 1 (peso 1)		Critério 2 (peso 2)		Critério 3 (peso 1)		Prioridade
		Peso	Total	Peso	Total	Peso	Total	
Deformação	18	5 * 18 = 90	1 * 90 = 90	4 * 18 = 72	2 * 72 = 144	5 * 18 = 90	1 * 90 = 90	90 + 144 + 90 = 324 (2°)
Trinca	20	3 * 20 = 60	1 * 60 = 60	5 * 20 = 100	2 * 100 = 200	4 * 20 = 80	1 * 80 = 80	60 + 200 + 80 = 340 (1°)
Arranhão	35	2 * 35 = 70	1 * 70 = 70	1 * 35 = 35	2 * 35 = 70	3 * 35 = 105	1 * 105 = 105	70 + 70 + 105 = 245 (3°)

Fonte: elaborada pela autora.

Portanto, de acordo com a matriz de priorização (Tabela 3.13), a ordem de prioridade para tratamento de defeitos é: trinca (1° lugar); deformação (2° lugar); arranhão (3° lugar).

Sem medo de errar

Agora vamos retomar o caso da concessionária automotiva, na qual você é o gerente geral de qualidade do departamento de revisão e manutenção. As unidades locais da concessionária automotiva têm recebido um número crescente de reclamações na ouvidoria, fato este que estimulou o diretor geral da empresa a acioná-lo, como gerente da qualidade, a fim de realizar e expor um estudo técnico e aprimorado do problema.

Após entender por onde começar a resolver o problema, a diretoria solicita a você que detalhe melhor cada causa principal identificada nas reclamações do cliente, ou seja, que você desdobre cada atributo em níveis hierárquicos a fim de tornar mais claro o que realmente deve ser feito para solucionar o problema.

Você decide utilizar uma ferramenta avançada da qualidade, o diagrama de árvore, com base nas principais causas do problema.

A primeira coisa que faremos é relembrar as causas que levantamos no diagrama de Ishikawa, conforme apresentado na Tabela 3.9, mas agora pensaremos na solução, isto é, nos requisitos que devem ser atendidos, sabendo-se que o requisito primário é a satisfação do cliente durante os serviços de revisão e manutenção da concessionária.

Tabela 3.9 | Causas primárias e secundárias que devem ser colocadas no diagrama de Ishikawa

Causa primária	Causa secundária
Fila de espera em pé na entrega do automóvel	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de bancos no espaço que entrega os automóveis - Atraso na entrega dos automóveis - Muitos clientes agendados para um mesmo horário
Demora para o atendimento	<ul style="list-style-type: none"> - Muitos clientes agendados para um mesmo horário - Falta de atendentes - Atendimento muito demorado (lento)
Falta de peças para reposição	<ul style="list-style-type: none"> - Ausência de políticas de estoque - Atraso do fornecedor
Rispeza dos funcionários	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de treinamento - Descontentamento do trabalho

Fonte: elaborado pelo autor.

Agora, transformaremos as causas primárias e secundárias da Tabela 3.9 em requisitos secundários e terciários para constituírem o nosso diagrama de árvore. Para isso, proporemos possíveis soluções para cada uma das causas, conforme sintetizado na Tabela 3.14.

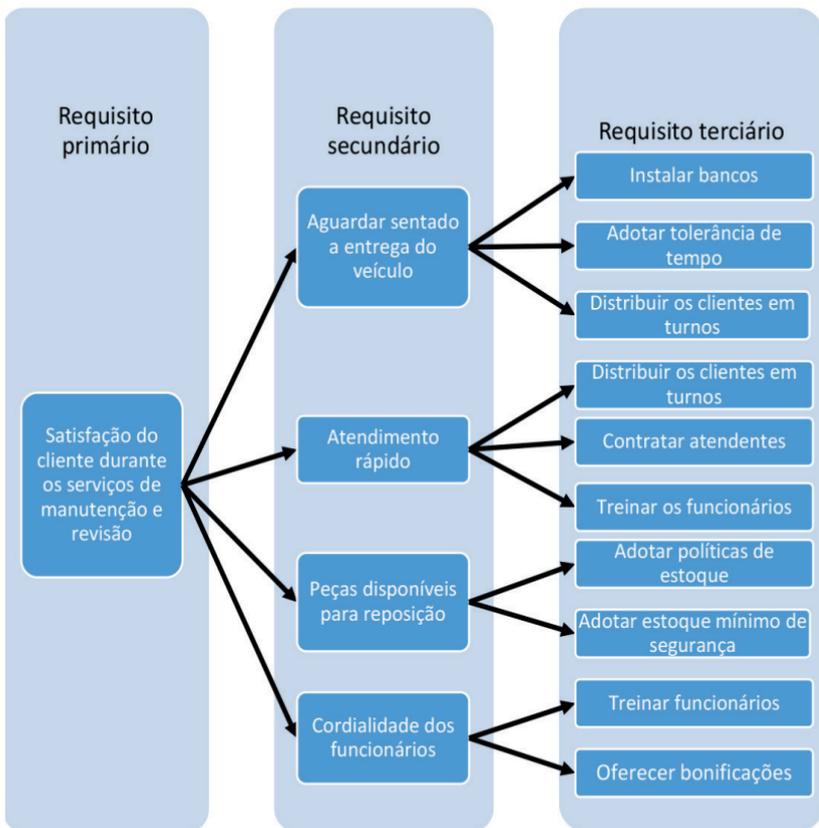
Tabela 3.14 | Soluções para cumprir os requisitos secundários e terciários

Requisito secundário	Requisito terciário
Aguardar sentado a entrega do veículo	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar bancos no local de entrega dos automóveis - Adotar uma tolerância de tempo no agendamento do próximo cliente - Distribuir os clientes em turnos (manhã e tarde)
Atendimento rápido	<ul style="list-style-type: none"> - Distribuir os clientes em turnos (manhã e tarde) - Contratar atendentes para cobrir folgas ou faltas - Treinar os funcionários para agilizar o atendimento
Peças disponíveis para reposição	<ul style="list-style-type: none"> - Adotar políticas de estoque - Adotar estoque mínimo de segurança
Cordialidade dos funcionários	<ul style="list-style-type: none"> - Treinar os funcionários - Oferecer bonificações com base na satisfação dos clientes

Fonte: elaborada pela autora.

Com base nos requisitos apontados na Tabela 3.14, agora podemos desenhar o diagrama de árvore, que está apresentado na Figura 3.20.

Figura 3.20 | Diagrama de árvore para a concessionária



Fonte: elaborada pela autora.

Coloque esse diagrama de árvore em sua apresentação e mostre à diretoria, de modo claro e organizado, como há inter-relações entre as tomadas de decisão a fim de garantir a satisfação do cliente!

Parabéns por mais um desafio cumprido!

Matriz de relações para uma indústria

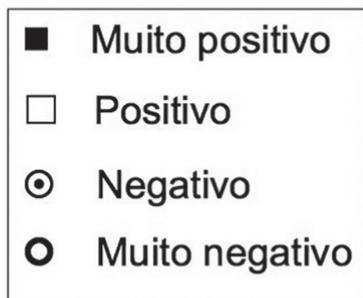
Descrição da situação-problema

Suponha que você seja gerente de qualidade de uma indústria de bolsas e mochilas e queira saber a correlação entre diferentes requisitos dos clientes e as características da qualidade para melhorar a aceitação dos produtos no mercado e, conseqüentemente, aumentar as vendas. Os principais requisitos do cliente que foram levantados são: durabilidade, design que seja atual, facilidade para limpar e conforto. Já as características da qualidade levam em conta o revestimento externo da bolsa/mochila (impermeabilidade, maciez e brilho), o forro interno (elasticidade e resistência) e a estrutura (formato e rigidez). Como você resolveria esse problema?

Resolução da situação-problema

Para identificar a existência de relações entre os requisitos dos clientes e as características da qualidade, pode ser feita uma matriz de relações. Para isso, você desenvolveu uma legenda de correlação, conforme apresentado na Figura 3.21, na qual muito positivo ou positivo indica que, à medida que uma aumenta, a outra também aumenta, já muito negativo ou negativo indica que, à medida que uma aumenta, a outra diminui.

Figura 3.21 | Legenda de correlação



Fonte: elaborada pela autora.

Com base nas relações que você evidenciou, a Tabela 3.15 apresenta a matriz de relações com as respectivas correlações entre os itens de característica da qualidade e o requisito do cliente. Para alguns itens, não foi encontrada correlação, por exemplo o forro interno não apresenta correlação com o design.

Tabela 3.15 | Matriz de relações

	Característica da qualidade						
	Revestimento externo			Forro interno		Estrutura	
Requisitos do cliente	Impermeabilidade	Maciez	Brilho	Elasticidade	Resistência	Formato	Rigidez
Durabilidade	■	⊙		⊙	■		□
Design			■			■	□
Facilidade para limpar	■			□	□		
Conforto		■		■		□	○

Fonte: elaborada pela autora.

Veja que a matriz de relações que você construir vai ajudar muito o pessoal de desenvolvimento e de fabricação a fim de identificar o grau de relacionamento entre aquilo que o cliente quer e as características e os requisitos de especificação!

Faça valer a pena

1. O diagrama de afinidades é uma representação gráfica que agrupa ideias semelhantes de um tema, ou seja, existe qualquer relação no grupo que o distingue dos demais. Utiliza-se esse diagrama para direcionar a solução de problemas ou em situações confusas, cujo objetivo seja trazer esclarecimento, por meio da eliminação de redundâncias e da identificação de lacunas que surgem no levantamento de ideias. Avalie as quatro etapas a serem seguidas para a obtenção de um diagrama de afinidades.

- A- Organização dos dados
- B- Definição do tema do diagrama
- C- Desenho do diagrama
- D- Coleta de dados

Assinale a alternativa que apresenta a ordem correta de desencadeamento da aplicação do diagrama de afinidade.

- a) D-A-B-C.
- b) B-C-D-A.
- c) B-D-A-C.
- d) C-D-A-B.
- e) D-A-C-B.

2. As ferramentas avançadas da qualidade, também denominadas ferramentas gerenciais, em função de sua importância de aplicação no contexto gerencial de uma organização, estão diretamente vinculadas com a identificação de inter-relações, síntese e estruturação de ideias, desdobramento de situações ou ações, técnicas de priorização, entre outros. Avalie as afirmações de I a IV.

- I. O diagrama de árvore é uma representação cujo objetivo é detalhar um atributo ou ação em diferentes níveis hierárquicos.
- II. Existem os diagramas de árvore de elementos constituintes, que podem ser subdivididos somente por função (apresenta o relacionamento entre funções básicas e auxiliares) ou por qualidade (apresenta relacionamentos entre a qualidade requerida pelo cliente e os aspectos que favorecem sua obtenção).
- III. A matriz de relações apresenta as relações de dependência entre os requisitos do projeto e a qualidade do produto, de modo fraco, médio ou forte.
- IV. A matriz de relações apresenta os níveis de correlação entre as variáveis, que pode ser muito positivo ou positivo (à medida que uma aumenta, a outra também aumenta exponencialmente) ou muito negativo ou negativo (à medida que uma aumenta, a outra diminui exponencialmente).

Assinale a alternativa correta, com base nas afirmações de I a IV.

- a) I, II, III e IV são corretas.
- b) Somente I e III são corretas.
- c) Somente I, III e IV são corretas.
- d) Somente II e III são corretas.
- e) Somente I e IV são corretas.

3. A matriz GUT, ilustrada na Figura 3.22, permite que, por meio da análise dos parâmetros gravidade (impacto do problema em estudo), urgência (tempo hábil para resolver o problema em estudo) e tendência (probabilidade de o

problema aumentar), seja indicado por onde deve-se começar uma ação de intervenção ou a resolução de uma ocorrência.

Figura 3.22 | Matriz GUT

Gravidade - G	Urgência - U	Tendência - T	Nota
Extremamente Grave	Extremamente Urgente	Piora Imediata	5
Muito Grave	Muito Urgente	Piora Curto Prazo	4
Grave	Urgente	Piora Médio Prazo	3
Pouco Grave	Extremamente Urgente	Piora Longo Prazo	2
Sem Gravidade	Sem Urgência	Sem tendência de piora	1

Avaliação

Item	Descrição problema	G	U	T	Total

Fonte: adaptada de <<https://www.gestaodesegurancaprivada.com.br/wp-content/uploads/matriz-gut.jpg>>. Acesso em: 3 jun. 2018.

Assinale a alternativa que expressa o nome da ferramenta que simboliza a matriz GUT.

- Matriz de relação.
- Matriz de afinidade.
- Diagrama de priorização.
- Matriz de priorização.
- Diagrama de relação.

Referências

CARPINETTI, L. R. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2016. Disponível em: <<https://biblioteca-virtual.com/detalhes/eds/edsmib/edsmib.000009152>>. Acesso em: 1 ago. 2018.

FREITAS, K. D. et al. Aplicação das ferramentas da qualidade em uma panificadora como método de melhoria do processo produtivo: estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24., 2014, Curitiba. **Anais eletrônicos...** Curitiba: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2014. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_196_109_26161.pdf>. Acesso em: 1 ago. 2018.

RAMOS, E. M. S.; ALMEIDA, S. S.; ARAÚJO, A. R. **Controle estatístico da qualidade**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2013. Disponível em: <<https://biblioteca-virtual.com/detalhes/eds/edsmib/edsmib.000003247>>. Acesso em: 1 ago. 2018.

TOLEDO, J. et al. **Qualidade: gestão e métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2012. Disponível em: <<https://biblioteca-virtual.com/detalhes/eds/edsmib/edsmib.000003206>>. Acesso em: 1 ago. 2018.

Controle estatístico do processo

Convite ao estudo

Caro aluno, agora vamos abordar uma temática fundamental na área da qualidade e de sistemas da qualidade: o controle estatístico do processo (CEP).

Conforme estamos discutindo, a fim de assegurar a qualidade de produtos e serviços que você mesmo como cliente compra ou usufrui, devem ser feitos usos de diferentes ferramentas de análise e otimização, englobando a aplicação do CEP.

Empresas em todo o mundo usam o CEP há mais de 50 anos. A literatura aponta que o CEP reduz custos, aumenta a produtividade, colabora na construção da fidelidade do cliente, atrai novos clientes e estimula os funcionários na busca pela qualidade, uma vez que apresenta como enfoque a diminuição da variabilidade do processo, evitando desperdício, retrabalho, descontentamento do cliente, entre outros. O uso do CEP, dado que são enfocados os controles dos processos, é um passo fundamental para a obtenção de certificação internacional de padrão de qualidade, como a ISO 9001:2015, e para a conquista de prêmios de qualidade, como o Prêmio Nacional de Qualidade Malcolm Baldrige ou o Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ), no contexto brasileiro (MONTGOMERY, 2017).

Assim, perceba que o conteúdo desta unidade será de extrema valia para a sua prática profissional, de modo que ao final desta unidade espera-se que você seja capaz de analisar e construir gráficos de controle estatístico de um processo por variável e por atributo.

Logo, para atingir este objetivo, na primeira seção desta unidade estudaremos o CEP por variáveis (contínuas),

abordando a construção e a interpretação dos gráficos da média e da amplitude para controlar os processos. Na segunda seção vamos estudar o CEP por atributos (a característica da qualidade é binária ou segue a distribuição de Poisson), englobando a construção e a interpretação de gráficos de controle do tipo np e do tipo c.

Já na terceira seção será apresentada a capacidade do processo, de forma que estudaremos como obter e interpretar os índices C_p , C_{pk} e C_{pm} . Além disso conheceremos a metodologia Seis Sigma.

Trazendo um viés prático, imagine-se como gestor da qualidade de uma indústria aeronáutica cujos aviões são fabricados e montados sob demanda para atender a um nicho de mercado de jatos particulares e táxis aéreos. A fim de otimizar os lucros e expandir os serviços, o presidente da organização conseguiu uma parceria de fornecimento de refeições a bordo com uma empresa multinacional de catering aéreo (empresa que vende as refeições para companhias aéreas). Assim, a empresa onde você trabalha, além de fabricar aviões e oferecer a venda direta ao cliente, também trabalha com a locação para táxi aéreo, vinculando a esta atividade o serviço de refeição a bordo.

Você como gestor é o responsável pelo controle da qualidade no departamento de fabricação e montagem dos aviões bem como é o agente que preza pela qualidade final das refeições servidas a bordo, de modo que desenvolve análises estatísticas periódicas para controle da qualidade.

Em um primeiro momento, o presidente da empresa lhe pede para analisar o relatório de qualidade da empresa terceirizada, no qual deve conter a avaliação do "peso" bruto (em onças; $oz = 28,35\text{ g}$) das refeições (com a embalagem) servidas durante o serviço de bordo no táxi aéreo. Desta forma, você faz contato com o gerente de qualidade da empresa terceirizada para que ele lhe forneça dados de monitoramento dessa variável por meio de planilhas, analisando cinco refeições em cada pequeno lote que é despachado diariamente. Com

base na construção de gráficos de controle baseados nos dados do relatório da empresa terceirizada, a fim de avaliar se os produtos apresentam um padrão de produção, você concluiria que a empresa de refeições a bordo poderia afirmar que o processo de produção de refeição está sob controle estatístico?

Uma vez monitoradas as refeições, o presidente da empresa lhe pede para avaliar o processo de fabricação do avião. Assim, como engenheiro, você constata que a estimativa do número médio de rebites mal colocados em 10 m^2 de asa de avião é de 2,13 rebites. O processo será controlado avaliando-se amostras de 50 m^2 . Para que você, como responsável pelo setor de qualidade, execute o controle estatístico desse processo por atributo, qual seria o gráfico de controle mais adequado e quais os limites de controle a serem adequados?

A fim de diferenciar o seu produto, o presidente da indústria aeronáutica decide fazer assentos específicos para crianças de até 10 anos que lhes proporcionem maior segurança, pensando na venda de jatos particulares para famílias. Assim, amostras com seis elementos (assentos) são retiradas do processo em intervalos regulares de tempo. Se o limite de especificação dado pela equipe de projeto é de $(33,0 \pm 4,0) \text{ cm}$, que conclusões você, como gestor da qualidade, pode fornecer ao presidente da empresa quanto à capacidade do processo de produzir itens dentro das especificações?

Refleta sobre essas questões a fim de apresentar um parecer técnico ao presidente da indústria. Pense a respeito dessas indagações a partir dos conteúdos que você estudará nesta unidade, tenha um excelente estudo e seja ativo na construção do seu próprio conhecimento!

Seção 4.1

Controle estatístico do processo por variáveis

Diálogo aberto

Caro aluno, dada a importância dos sistemas de gestão da qualidade no processo produtivo e na área de serviços, continuaremos nosso estudo adentrando no escopo de controle estatístico do processo (CEP), que é de extrema importância para otimizar os resultados de qualidade do produto ou serviço, mantendo um padrão de produção.

Esses conhecimentos serão colocados em prática na situação-problema em que você é um gestor da qualidade de uma indústria aeronáutica cujos aviões são fabricados e montados sob demanda para atender a um nicho de mercado de jato particular e táxi aéreo. A fim de otimizar os lucros e expandir os serviços, o presidente da organização conseguiu parceria com uma empresa multinacional de catering aéreo, que fornece refeições a bordo.

Em um primeiro momento, cabe a você avaliar os dados do processo de produção das refeições servidas durante o serviço de bordo no táxi aéreo. Desta forma, você faz contato com o gerente de qualidade da empresa terceirizada para que ele lhe forneça dados de monitoramento dessa variável por meio de planilhas, analisando cinco refeições em cada pequeno lote que é despachado diariamente.

De acordo com o relatório de qualidade fornecido pela empresa parceira, os dados coletados para cada um dos 12 lotes preliminares constam na Tabela 4.1.

Com base na construção de gráficos de controle baseados nos dados do relatório da empresa terceirizada, você concluiria que a empresa de refeições a bordo poderia afirmar que o processo de produção de refeição está sob controle estatístico? A avaliação do relatório de qualidade fornecido pelo parceiro é importante para que você indique ao presidente a manutenção do contrato com essa empresa de catering aéreo.

Tabela 4.1 | Dados coletados para cada um dos 12 lotes preliminares da empresa de catering aéreo, com valores em oz

Lote	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}
1	15,80	16,30	16,20	16,10	16,60
2	16,30	15,90	15,90	16,20	16,40
3	16,10	16,50	16,70	17,40	16,80
4	16,30	16,20	15,90	16,40	16,20
5	16,10	16,10	16,40	16,50	16,00
6	16,10	15,80	16,70	16,60	16,40
7	16,10	16,30	16,50	16,10	16,50
8	16,20	16,10	16,20	16,10	16,30
9	16,30	16,20	16,40	16,30	16,50
10	16,60	16,30	16,40	16,10	16,50
11	16,20	16,40	15,90	16,30	16,40
12	15,90	16,60	16,70	16,20	16,50

Fonte: elaborada pela autora.

Pense a respeito dessa indagação com base no estudo desta seção e seja vitorioso na conclusão de um desafio!

Para tanto, nesta seção, estudaremos sobre o CEP por variáveis, isto é, processos em que a característica da qualidade que se quer monitorar pode ser categorizada como uma variável contínua. Assim, focaremos a construção e a interpretação dos gráficos de controle para esse tipo de processo de produção.

Bons estudos!

Não pode faltar

Caro aluno, durante a década de 1920 Walter Shewhart foi o pioneiro no uso de técnicas estatísticas para desenvolver o monitoramento e o controle da qualidade. A Bell Telephone Laboratories, empresa para a qual ele trabalhava, queria analisar a variação na qualidade de componentes e produtos acabados, e Shewhart constatou que inspecionar e rejeitar, ou retrabalhar, o produto não era a maneira mais econômica de produzir um item de alta qualidade. Com base nisto, ele demonstrou que monitorar e

controlar a variação de uma determinada característica da qualidade ao longo da produção era a maneira mais eficiente e econômica, culminando no chamado controle estatístico do processo (CEP).

Desta forma, uma outra ferramenta da qualidade, muito difundida e utilizada nas organizações, refere-se aos gráficos de controle (ou cartas de controle), que são utilizados para o CEP, colaborando para monitorar o comportamento de processos no tocante à variabilidade, isto é, verificando se o processo permanece estável no decorrer do tempo.

Um aumento acentuado no uso do CEP ocorreu durante a Segunda Guerra Mundial, nos Estados Unidos, para garantir a qualidade das munições e de outros produtos estrategicamente importantes. O uso do CEP diminuiu um pouco após a guerra, mas foi retomado com grande efeito no Japão e permanece até os dias atuais, a fim de reduzir a variabilidade de processos, de modo a reduzir custos, aumentar a produtividade e satisfazer melhor o cliente (MONTGOMERY, 2017).

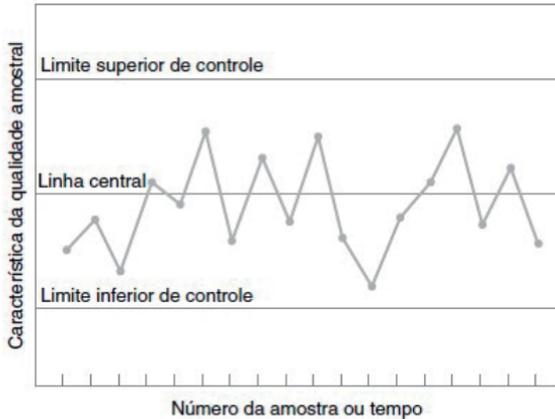
Originalmente desenvolvido por Walter Shewhart, o gráfico de controle ajuda a registrar dados no tempo e permite que a empresa veja quando ocorre um evento incomum nos processos, tal como uma observação muito alta ou baixa em comparação com o desempenho normal do processo. De fato, segundo Montgomery e Runger (2009, p. 397), o gráfico de controle refere-se a "uma disposição gráfica de uma característica da qualidade [...] usada para monitorar um processo", baseando-se em alguma medida estatística como a média da amostra, o desvio-padrão da amostra, entre outras.

Assim, as cartas de controle são gráficos que exibem o valor de uma variável do processo em estudo ao longo do tempo. Por exemplo, podemos medir o comprimento de cinco itens de fabricação (chapa de ferro, por exemplo) às 9 horas da manhã e plotar a média em um gráfico. Então, repetiríamos o processo em intervalos de tempo regulares, de modo a plotar os novos pontos no gráfico, o que nos permite avaliar a estabilidade do processo de produção das chapas de ferro.

Além de uma série de pontos, como resultado do procedimento de avaliação no tempo os gráficos de controle também incluem uma linha central (LC ou LM; refere-se a uma determinada estatística vinculada à característica da qualidade em monitoramento,

conforme veremos mais diante) que representa a média geral da variável sendo monitorada e os limites superior (LSC) e inferior (LIC), conhecidos como limites de controle. A Figura 4.1 apresenta um modelo típico de um gráfico de controle.

Figura 4.1 | Modelo típico de um gráfico de controle



Fonte: Montgomery (2017, p. 131).

Considerando que um certo grau de variabilidade sempre existirá em todo processo de produção, a região na qual a variação é considerada aleatória (e aceitável) é definida pelos valores dos limites de controle. Veremos mais adiante como obter esses limites, mas neste momento já devemos saber que estes valores são determinados “por critérios estatísticos e não são arbitrários nem são relativos a limites de especificação” (MONTGOMERY; RUNGER, 2009, p. 484). Perceba, então, que os limites de controle são diferentes dos limites de especificação, isto é, limites previamente estabelecidos na fase de projeto do produto.

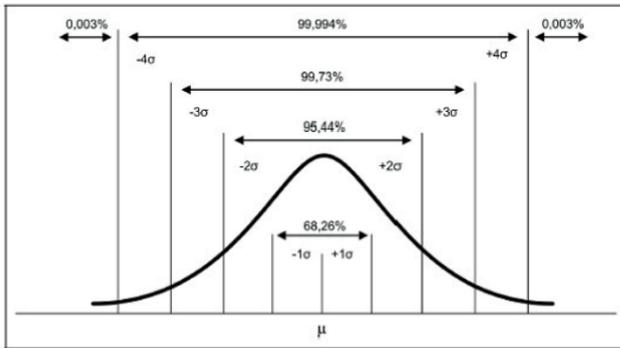
Assim, a variabilidade do processo, que é monitorada e avaliada por meio do uso de gráficos de controle no CEP, pode ser dividida em duas grandes categorias de variabilidade:

- Variabilidade natural: trata-se de uma variabilidade inerente ao processo cujas causas são pequenas e inevitáveis, sendo denominadas como causas aleatórias. Comumente, diante de causas aleatórias, não devem ser debruçados esforços, uma vez que se trata de uma variabilidade já esperada em qualquer processo.

- Variabilidade anômala devido a alguma causa atribuível: trata-se de uma variabilidade excepcional e não esperada no processo em função de algum problema ou modo anormal de operação do processo. As causas que geram este tipo de variabilidade são denominadas de causas especiais, ou atribuíveis, e devem ser debruçados esforços na sua correção, ou eliminação, a fim de que processo volte para o seu modo estável, evitando desperdícios e retrabalhos na operação.

Pensando em variabilidade, uma curva normal indica que as observações (medidas) mais próximas da média são mais comuns do que aquelas mais distantes da média. A largura da curva, conforme demonstrado na Figura 4.2, representa o desvio-padrão. Conforme podemos perceber, a média mais ou menos três vezes o desvio-padrão representa 99,73% da distribuição, se os dados forem normalmente distribuídos. Assim, no escopo do CEP, se uma característica da qualidade é normalmente distribuída, então o processo está sob controle estatístico e o intervalo de três desvios-padrão engloba a maioria dos valores desta característica (99,73%).

Figura 4.2 | Curva normal, enfatizando o desvio-padrão



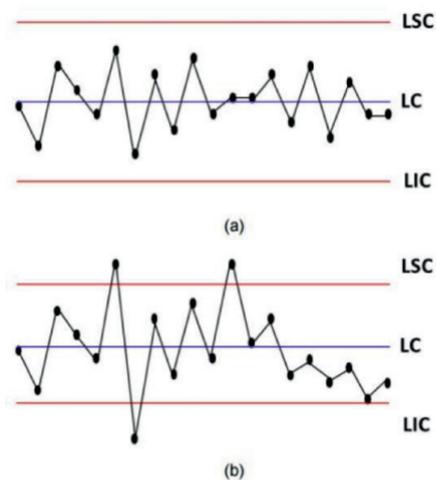
Fonte: <<http://www.portalaction.com.br/sites/default/files/EstatisticaBasica/figuras/distribuicaoNormal/normal3.PNG>>. Acesso em: 28 maio 2018.

Pontos plotados acima do LSC ou abaixo do LIC (Figura 4.3) nos ajudam a determinar quando a variabilidade do processo está fora do intervalo esperado, isto é, quando a variabilidade identificada no processo não é natural, sendo necessárias correções e eliminações das causas especiais para devolver a estabilidade ao processo. No

CEP temos então um processo que está fora de controle estatístico. Perceba, assim, que o gráfico de controle apenas detectará uma variabilidade anômala e, como consequência, indicará a ação de causas especiais. Então, caberá um plano de ação a ser desenvolvido, desde a gerência até o operador, a fim de eliminar as causas atribuíveis.

Diferentemente, quando todos os pontos amostrais estão dentro dos limites, então tem-se um processo sob controle estatístico (Figura 4.3). Quando um gráfico de controle indica que um processo está sob controle, é provável que seja uma perda de tempo procurar por problemas ou tentar resolver as causas aleatórias, conforme já comentamos.

Figura 4.3 | Gráficos de controle estatístico: (a) processo sob controle; e (b) processo fora de controle



Fonte: Gonçalves et al. (2015, p. 17).

Assim, ao utilizar o gráfico de controle, Montgomery (2017) sugere que seja feito uso também do plano de ação para fora de controle (PAFC). Trata-se de um complemento ao gráfico de controle na forma de um fluxograma que orienta as ações dos funcionários diante da identificação de processos fora de controle. Nas empresas, a alta administração e a equipe de ação (envolvendo engenheiros de processo, engenheiros de qualidade, engenheiros de manutenção, operadores, etc.) projetam o PAFC do processo pelo qual são responsáveis. O PAFC consiste em

ativadores, que definem condições fora de controle e pontos de verificação, que são potenciais causas especiais vinculadas àquele processo; e os finalizadores, que contêm a ação que deve resolver as condições fora de controle. O PAF é um documento dinâmico e pode ser utilizado em associação com outras ferramentas. Por exemplo, os diagramas de Pareto, com base nos dados históricos dos PAFCs, podem identificar finalizadores comumente usados e sugerir métodos para eliminar causas frequentes de problemas. O brainstorming e o diagrama de Ishikawa podem ser empregados a fim de levantar as potenciais causas especiais (pontos de verificação) e desdobrá-las, objetivando sua eliminação. Os benefícios dos PAFC incluem o empoderamento dos operadores, que são agentes ativos no processo de melhoria e responsáveis pelo uso de PAFC para solucionar problemas. Outros benefícios são aumento da eficiência do processo e padronização de técnicas de resolução de problemas.

Agora que já entendemos os fundamentos gerais sobre os gráficos de controle como ferramentas do CEP, então vamos, efetivamente, iniciar o estudo do controle estatístico do processo por variáveis; antes, vale apenas uma observação. Quando nos referimos ao CEP por variáveis, ressalta-se que os gráficos de controle de variáveis são úteis para monitorar dados de variáveis contínuas (isto é, variáveis que podem assumir qualquer valor numérico), como comprimento, massa, espessura, teor de umidade, viscosidade, densidade, volume, etc. No entanto, nem todas as características de qualidade podem ser expressas dessa maneira. Às vezes, as verificações de qualidade são simplesmente categorizadas em aceitáveis/inaceitáveis ou conforme/não conforme ou ainda defeituoso/não defeituoso. Para essas situações, precisamos usar gráficos de controle de atributos, conforme veremos na próxima seção.

Caro aluno, sem depender do uso de gráficos de controle por variáveis ou por atributo, é essencial que você entenda que o objetivo principal do CEP é desenvolver a melhoria da qualidade, prezando pela diminuição da variabilidade no processo, otimizando consequentemente a satisfação do cliente e a lucratividade da empresa.

Para o CEP por variáveis, conforme já ilustrado na Figura 4.1, um gráfico de controle tem pontos amostrais, uma linha de centro e os limites de controle. Assim, para monitorar efetivamente um processo, precisamos acompanhar a centralização e a variabilidade

do processo. Portanto, quando a característica da qualidade que se quer monitorar for uma variável contínua, teremos dois gráficos de controle: um para centralização, denominado de gráfico de controle da média ou X-barra (\bar{X}); e outro para variabilidade, denominado de gráfico da amplitude ou R.

O gráfico X-barra é usado para monitorar as médias das amostras, de modo que os valores de medição individuais são referidos como valores x , e a média desses valores é referida como X-barra (\bar{X}). Os pontos no gráfico são as médias dos valores individuais em cada grupo de amostra. A linha central é a média geral, sendo referida como x-dupla barra ($\bar{\bar{X}}$). As linhas horizontais são referentes aos limites superior e inferior de controle.

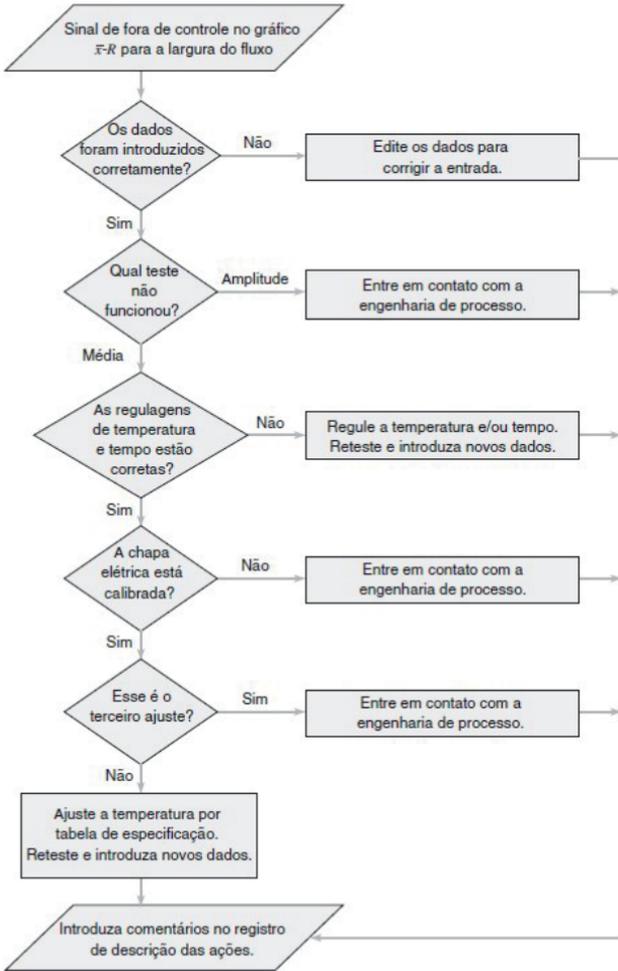
O gráfico da amplitude é utilizado para analisar a dispersão do processo, sendo conhecido como gráfico R, no qual se utiliza o intervalo da amostra, isto é, a diferença entre o menor e o maior valor obtidos para a característica da qualidade em monitoramento. Os pontos no gráfico são os intervalos dos valores individuais em cada grupo de amostra. Assim como no gráfico de X-barra, a linha central no gráfico R é a média geral de todos os intervalos da amostra (R-barra ou \bar{R}), além de que o gráfico da amplitude também possui limites de controle superior e inferior (MONTGOMERY, 2017).



Exemplificando

Caro aluno, em uma indústria de semicondutores, uma das etapas importantes refere-se à fotolitografia, que consiste na transferência do padrão do circuito à superfície a padronizar (placa de silício, por exemplo). Na fotolitografia, ocorre o processo de cozimento, cuja característica da qualidade que deve ser monitorada refere-se à largura do fluxo material resistente, sendo uma medida de quanto ele se expande devido ao processo de cozimento. Logo, nesta indústria, o processo em avaliação é o cozimento, de modo que deve ser construído o PAFC para ele. Inicialmente, no cozimento, temos como variável passível de ser controlada a largura do fluxo do material resistente, assim a cada hora retiram-se dez placas do processo para análise. Dessa forma, a largura média do fluxo de temperatura é monitorada com um gráfico de controle X-barra, e a variabilidade do processo é monitorada com um gráfico de controle R. A Figura 4.4 apresenta um exemplo do PAFC para o processo.

Figura 4.4 | Plano de ação para fora de controle: processo de cozimento em uma indústria de semicondutores, na etapa de fotolitografia



Fonte: Montgomery (2017, p. 133).

Agora que estudamos os fundamentos dos gráficos de monitoramento da centralidade e da dispersão, vamos ver como construí-los. Inicialmente, suponha que uma característica da qualidade seja normalmente distribuída com média \bar{x} e desvio-padrão σ , sendo ambos os valores conhecidos. Perceba desde então que na prática esses valores não são conhecidos, mas são estimados a partir de amostras retiradas quando o processo supostamente

estava sob controle. Montgomery sugere a coleta de m grupos de amostras (20 a 25) de tamanho n pequeno (4, 5, ou 6 cada).



Pesquise mais

Caro aluno, caso queira saber como deduzir as equações para o cálculo dos limites de controle dos gráficos X-barra e R, leia o capítulo 6, *Gráficos de controle para variáveis*, do livro referenciado a seguir e veja como fazer essa dedução. Este livro está disponível em sua biblioteca virtual!

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade.** Tradução e revisão técnica Ana Maria Lima de Farias, Vera Regina Lima de Farias e Flores. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017

Para a construção do gráfico de controle da amplitude, os limites de controle são usualmente estabelecidos a três desvios-padrão de afastamento da média, conforme equações a seguir (MONTGOMERY, 2017):

$$LSC_R = \bar{R} + 3\sigma_R$$

$$LM_R = \bar{R}$$

$$LIC_R = \bar{R} - 3\sigma_R$$

Onde:

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

$$\sigma_R = d_3\sigma$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{m}$$

$$R_i = R_{i \max} - R_{i \min}$$

Sendo:

n = número de elementos na amostra

m = número de amostras

σ = desvio-padrão

d_2 e d_3 dependem de n , sendo constantes tabeladas (Tabela 4.2)

Tabela 4.2 | Valores das constantes d_2 e d_3 de acordo com o número de elementos na amostra

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_2	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078
d_3	0,853	0,888	0,880	0,864	0,848	0,833	0,820	0,808	0,797

Fonte: elaborada pela autora.

Para a construção do gráfico de controle da média, os limites de controle são usualmente estabelecidos a três desvios-padrão de afastamento da média, de modo que utilizaremos as equações a seguir (MONTGOMERY, 2017):

$$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$LM_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}}$$

$$LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Onde:

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^m \bar{X}_i}{m}$$

Sendo \bar{X}_i a média da i -ésima amostra:

$$\bar{X}_i = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{n}$$

Perceba que o valor do desvio-padrão do processo advém do gráfico da amplitude, indicando que os limites do gráfico da média dependem dos limites do gráfico da amplitude.

Com base nos valores da linha central e nos limites de controle, então os gráficos de controle são construídos. Comumente, a característica da qualidade em monitoramento é representada no eixo y, enquanto o número da amostra, ou lote, é colocada no eixo x. São plotados ponto a ponto, tanto no gráfico da média quanto no da amplitude, e depois ligam-se os pontos.



Refleta

Caro aluno, quando se tem como objetivo construir cartas de controle, o que você acha que deve ser feito se o time de qualidade constatar que há pelo menos um ponto fora do LIC ou do LSC?

Para a interpretação dos gráficos de controle devemos considerar que o objetivo principal desta ferramenta é determinar se a variabilidade de um processo está dentro do intervalo esperado (inerente) ou deve-se a alguma causa especial. Lembre-se de que, em uma distribuição normal (processo sob controle), mais de 99% dos dados em uma distribuição normal ficarão dentro de mais ou menos três desvios-padrão da média – exatamente onde traçamos as linhas de LSC e LIC, nas cartas de controle.



Assimile

Caro aluno, ressalta-se que, ao examinar os gráficos X-barra e R, seja dado início sempre com o gráfico R, uma vez que os limites no gráfico da média são baseados no σ obtido no gráfico de controle da amplitude.

Avalie primeiramente o gráfico R e, se não houver indicações de que o processo esteja fora de controle, então parte-se para a análise do gráfico da média. Se o gráfico da média também indicar um processo sob controle, significa que a nossa hipótese inicial (processo sob controle) estava correta e então encerra-se a construção dos gráficos de controle, de modo que, a partir de agora, estes serão utilizados para o monitoramento do processo.

Se o gráfico da média apontar para um processo fora de controle, significa que a nossa hipótese inicial (processo sob controle) foi rejeitada, de modo que é necessária uma revisão dos limites de controle. Isso é feito avaliando-se cada um dos pontos que estiveram acima do LSC ou abaixo do LIC, a fim de se buscar uma causa especial. Uma vez identificada a causa para a eliminação do problema, o ponto é descartado e os limites de controle são recalculados, usando-se apenas os pontos restantes. Então, o gráfico é avaliado novamente. Perceba que o mesmo deve ser feito caso o gráfico da amplitude aponte para um processo não estável, certo?

Assim, continua-se esse processo até que todos os pontos estejam dentro dos limites de controle.

Uma vez que se assegura que o processo está sob controle estatístico e que a média e a dispersão já foram analisadas, torna-se fundamental monitorar o processo por mais alguns dias a fim de garantir que este permaneça estável. As estimativas de centralização e variabilidade são críticas para o monitoramento, e esses valores serão utilizados para plotar limites de controle na próxima série de gráficos. Se esse gráfico, e vários outros, indicar que o processo está sob controle nesses limites, temos uma confiança ainda maior em onde o processo está centrado e a magnitude da variabilidade.

E se o próximo gráfico de controle não mostrar que o processo está sob controle estatístico com base nesses valores? Precisamos identificar e resolver novamente as causas especiais. Repetimos esse processo até que os gráficos indiquem um processo sob controle. Logo, estabeleça o controle primeiro e, então, monitore para garantir que o processo permaneça sob controle!

Sem medo de errar

Com base nos dados da Tabela 4.1, você deve avaliar se o processo de produção de refeição está sob controle estatístico, utilizando gráficos de controle.

Primeiramente, dado que a massa é uma variável contínua, ela deve ser monitorada pelo gráfico da amplitude e pelo gráfico da média.

O primeiro passo a ser realizado é calcular \bar{x} e R para cada lote, utilizando as equações a seguir:

$$R_i = R_{i\max} - R_{i\min}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^m \bar{x}_j}{n}$$

Para facilitar, acrescente duas colunas na Tabela 4.1 originada do relatório da empresa, formando a Tabela 4.3.

Tabela 4.3 | Valores de \bar{X} e R para cada lote de refeição, em oz

Lote	x_{i1}	x_{i2}	x_{i3}	x_{i4}	x_{i5}	\bar{X}	R
1	15,80	16,30	16,20	16,10	16,60	16,2	0,8
2	16,30	15,90	15,90	16,20	16,40	16,14	0,5
3	16,10	16,50	16,70	17,40	16,80	16,7	1,3
4	16,30	16,20	15,90	16,40	16,20	16,2	0,5
5	16,10	16,10	16,40	16,50	16,00	16,22	0,5
6	16,10	15,80	16,70	16,60	16,40	16,32	0,9
7	16,10	16,30	16,50	16,10	16,50	16,3	0,4
8	16,20	16,10	16,20	16,10	16,30	16,18	0,2
9	16,30	16,20	16,40	16,30	16,50	16,34	0,3
10	16,60	16,30	16,40	16,10	16,50	16,38	0,5
11	16,20	16,40	15,90	16,30	16,40	16,24	0,5
12	15,90	16,60	16,70	16,20	16,50	16,38	0,8
TOTAL						195,6	7,3

Fonte: elaborada pela autora.

A partir destes dados, vamos calcular os limites de controle, iniciando pelo gráfico da amplitude.

Cálculo do desvio-padrão e construção do gráfico da amplitude

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{7,3/12}{2,326} = 0,26$$

$$LSC_R = d_2\sigma + 3(d_3\sigma) = 2,326 \times 0,26 + 3 \times 0,864 \times 0,26 = 1,27$$

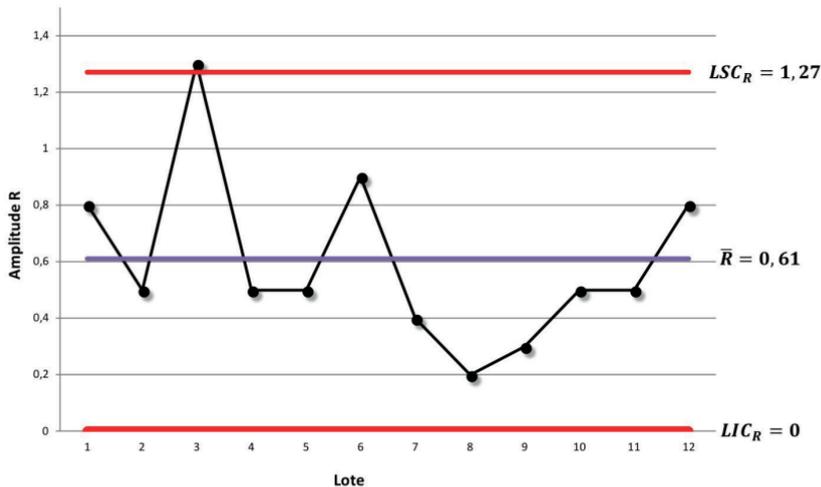
$$LM_R = \bar{R} = d_2\sigma = 2,326 \times 0,26 = 0,61$$

$$LIC_R = d_2\sigma - 3(d_3\sigma) = 2,326 \times 0,26 - 3 \times 0,864 \times 0,26 = -0,069 = 0$$

Perceba que não há como ter um valor negativo para a variável massa, de modo que igualamos o LIC a zero.

Conforme apresenta a Figura 4.5, perceba que o lote 3 está fora dos limites da amplitude. Logo, você deve fazer contato com a empresa de catering aéreo e indicar que ela necessita buscar pela causa especial, utilizando as ferramentas da qualidade para isto, como o brainstorming e o diagrama de Ishikawa.

Figura 4.5 | Gráfico de controle da amplitude para o processo de produção das refeições, com valores em oz



Fonte: elaborada pela autora.

Pressupondo que a causa especial será identificada para a eliminação do problema, então recalcule os limites sem esse lote.

$$\sigma = \frac{6,0 / 11}{2,326} = 0,23$$

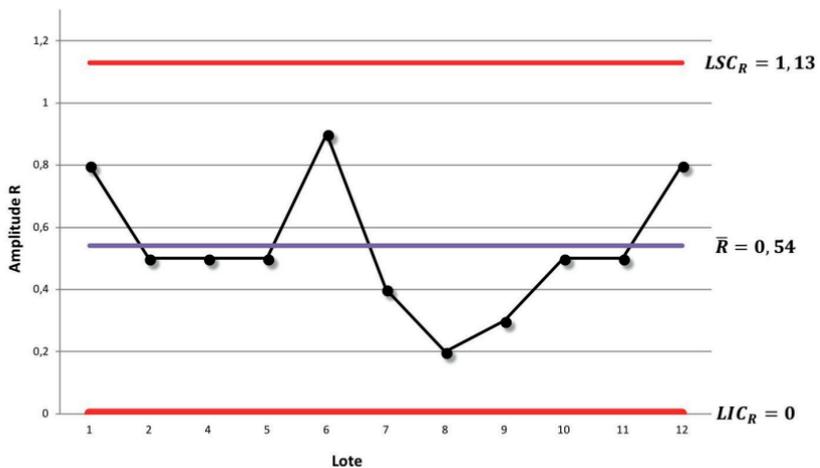
$$LSC_R = d_2\sigma + 3(d_3\sigma) = 2,326 \times 0,23 + 3 \times 0,864 \times 0,23 = 1,13$$

$$LM_R = \bar{R} = d_2\sigma = 2,326 \times 0,23 = 0,54$$

$$LIC_R = d_2\sigma - 3(d_3\sigma) = 2,326 \times 0,23 - 3 \times 0,864 \times 0,23 = -0,069 = 0$$

Agora, todos os pontos estão dentro do limite da amplitude, isto é, o processo está estável pela dispersão, conforme indicado na Figura 4.6.

Figura 4.6 | Gráfico de controle da amplitude ajustado para o processo de produção de refeições, com valores em oz



Fonte: elaborada pela autora.

Então, no seu parecer, comece a construir o gráfico de controle da média, sem o lote 3.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^m \bar{X}_i}{m} = \frac{178,9}{11} = 16,26$$

Sendo $\sigma = 0,23$ (obtido na amplitude), temos:

$$LSC_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 16,26 + 3 \frac{0,23}{\sqrt{5}} = 16,57$$

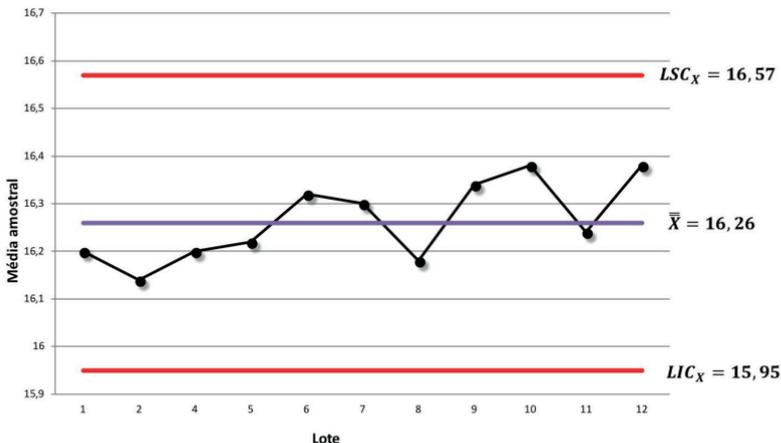
$$LM_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} = 16,26$$

$$LIC_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 16,26 - 3 \frac{0,23}{\sqrt{5}} = 15,95$$

Conforme a Figura 4.7, não há nenhum ponto fora dos limites do gráfico de controle da média, indicando que o processo está sob controle estatístico.

Logo, em seu parecer, você deve salientar que, no processo de produção das refeições, não há apenas a variabilidade natural, ou seja, não há somente causas aleatórias atuando, dado o fato de o processo estar fora de controle estatístico para a dispersão. Assim, existem causas especiais agindo, aumentando a variabilidade do processo, e estas devem ser eliminadas, conforme PAFC associado ao uso de outras ferramentas da qualidade, caso a empresa de catering aéreo queira continuar com o contrato com a empresa de aviação. Uma vez que a causa especial for eliminada, para fins de monitoramento do processo deve-se adotar média = 16,26 oz; $\sigma = 0,23$ oz.

Figura 4.7 | Gráfico de controle da média para o processo de produção de refeições, com valores em oz



Fonte: elaborada pela autora.

Ressalte, em seu parecer, que é necessário que a empresa de catering aéreo monitore o processo por mais alguns dias para garantir que ele permaneça estável, enviando posteriormente um novo relatório sobre os dados. As estimativas de centralização e variabilidade, obtidas acima, são críticas para o monitoramento, e esses valores serão utilizados para plotar limites de controle na próxima série de gráficos.

Avançando na prática

CEP por variáveis: indústria de bebidas

Descrição da situação-problema

Imagine-se como gerente de qualidade de uma indústria de bebidas que tem em seu portfólio a produção de sucos à base de frutas, sendo embalados em garrafas PET com especificação de 1 L (1.000 mL). A fim de monitorar as características da qualidade *volume de suco na embalagem*, você resolve pedir para o time de qualidade retirar 25 amostras, com 5 garrafas em cada, a intervalos de tempo regulares, anotando os resultados em uma planilha, conforme Tabela 4.4.

Tabela 4.4 | Volume de suco de frutas nas amostras analisadas, em mL

Número da amostra	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	R _i	\bar{x}
1	1004,6	997,3	1003,0	1005,9	995,8	10,1	1001,32
2	1001,6	1008,6	997,9	1001,3	999,1	10,7	1001,7
3	999,1	992,6	1001,1	1001,6	1002,9	10,3	999,46
4	1007,9	997,5	991,3	997,8	1000,8	16,5	999,06
5	999,5	995,6	1004,3	995,6	991,4	13,0	997,28
6	1003,3	996,8	997,2	993,6	1000,1	9,7	998,2
7	999,7	1012,1	995,2	1001,8	1002,2	16,9	1002,2
8	1000,1	995,3	990,0	997,5	1003,2	13,2	997,22
9	1004,3	1001,4	1001,6	999,1	996,4	7,9	1000,56
10	999,0	995,8	989,9	995,1	1002,8	12,9	996,52
11	1003,2	1004,4	993,5	994,6	997,6	10,9	998,66
12	996,2	1017,3	993,6	996,5	1003,7	23,7	1001,46
13	1014,0	1008,9	1004,1	1007,9	1000,7	13,3	1007,12
14	1002,2	996,6	1002,7	1004,2	1001,8	7,6	1001,5
15	998,3	997,5	1006,1	996,5	998,1	9,6	999,3
16	995,8	1000,8	999,1	1002,5	1001,0	6,7	999,84
17	1004,1	1003,0	1004,8	997,9	999,9	6,9	1001,94
18	1000,1	994,9	1000,1	1004,9	997,3	10,0	999,46
19	1000,2	996,1	998,0	1006,1	999,4	10,0	999,96

20	1002,3	999,0	1000,8	1000,7	998,0	4,3	1000,16
21	998,3	998,1	1004,2	1002,1	991,3	12,9	998,8
22	997,1	1000,7	999,8	1000,6	1001,7	4,6	999,98
23	1003,6	996,1	1001,4	998,0	991,8	11,9	998,18
24	999,9	1006,4	1005,1	999,8	1003,0	6,6	1002,84
25	1007,3	999,8	992,5	996,2	998,2	14,8	998,8

Fonte: elaborada pela autora.

Resolução da situação-problema

Primeiramente, a partir dos dados da tabela devemos calcular os limites de controle, começando para o gráfico da amplitude e, então, para o gráfico da média, dado que o volume é uma variável contínua.

Assim, temos, para o gráfico de controle R:

Cálculo do desvio-padrão e construção do gráfico da amplitude

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{275 / 25}{2,326} = 4,729$$

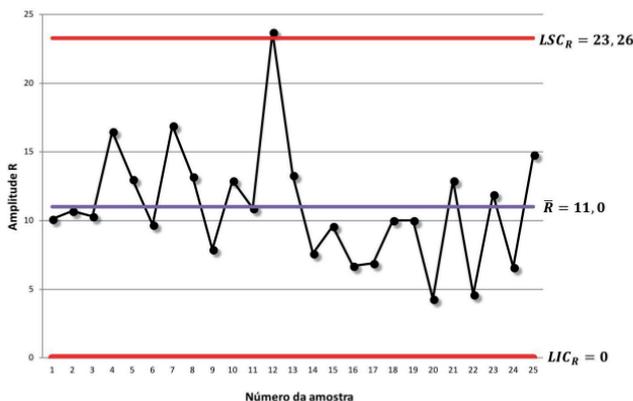
$$LSC_R = d_2\sigma + 3(d_3\sigma) = 2,326 \times 4,729 + 3 \times 0,864 \times 4,729 = 23,26$$

$$LM_R = \bar{R} = d_2\sigma = 2,326 \times 4,729 = 11,0$$

$$LIC_R = d_2\sigma - 3(d_3\sigma) = 2,326 \times 4,729 - 3 \times 0,864 \times 4,729 = -1,26 = 0$$

Então, construa o gráfico para a amplitude, conforme Figura 4.8.

Figura 4.8 | Gráfico de controle da amplitude para o processo de fabricação do suco à base de frutas, com valores em mL



Fonte: elaborada pela autora.

Perceba, pela Figura 4.8, as ações de causas especiais, pois a 12ª amostra está acima do LSC. Uma vez identificada a causa, esse ponto é descartado e os limites de controle são recalculados, usando-se apenas os pontos restantes.

Isto é necessário pois o gráfico de controle da média só pode ser desenvolvido para processos ajustados e estáveis quanto à dispersão!

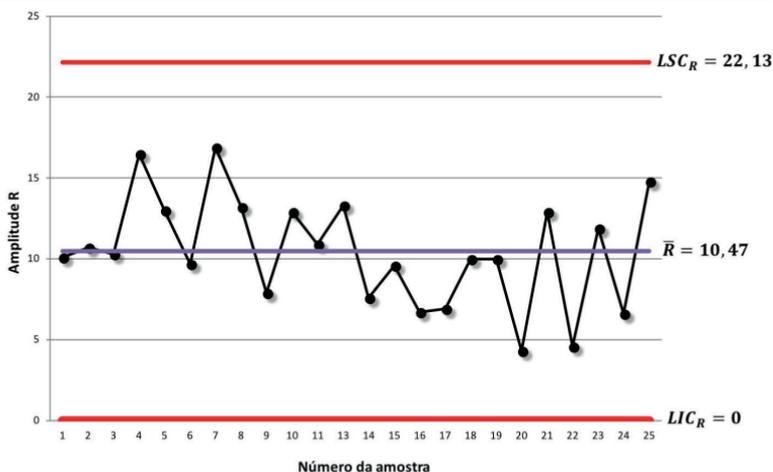
Retirar o ponto e recalcular os limites:

$$\bar{R} = 10,47$$

$$\sigma = 4,51$$

$LSC_R = 22,1$ $LM_R = \bar{R} = 10,47$ $LIC_R = 0$, conforme indicado na Figura 4.9.

Figura 4.9 | Gráfico de controle da amplitude ajustado para o processo de fabricação de sucos à base de frutas, com valores em mL



Fonte: elaborada pela autora.

Percebemos, pela Figura 4.9, que o processo está sob controle quanto à dispersão. Agora, vamos construir o gráfico de controle da média com base no desvio-padrão do processo ajustado para a amplitude, conforme Figura 4.10.

$$\bar{X} = 1.000,0$$

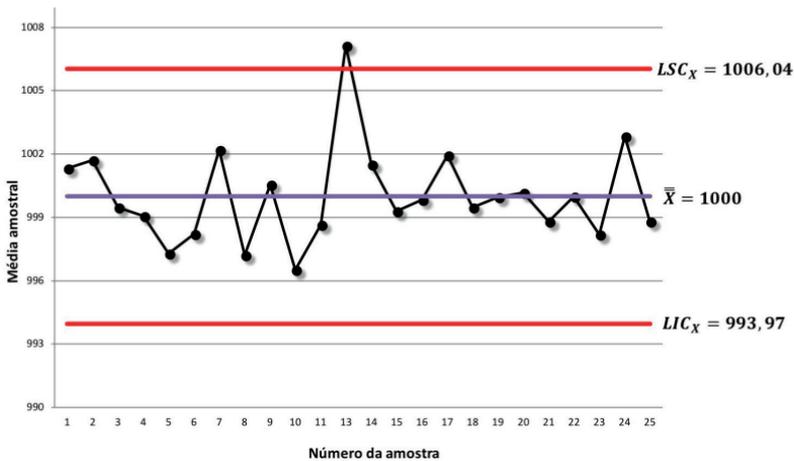
Sendo $\sigma = 4,51$ (obtido na amplitude), temos:

$$LSC_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 1.000 + 3 \frac{4.514}{\sqrt{5}} = 1.006,4$$

$$LM_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} = 1.000,0$$

$$LIC_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 1.000 - 3 \frac{4.514}{\sqrt{5}} = 993,97$$

Figura 4.10 | Gráfico de controle da média para o processo de fabricação de sucos à base de frutas, com valores em mL



Fonte: elaborada pela autora.

Novamente, como tem um ponto fora dos limites de controle, deve-se retirar o(s) ponto(s) e recalculer os limites do gráfico da média, uma vez identificada a causa especial, conforme Figura 4.11.

Logo, temos:

$$\bar{\bar{X}} = 999,7$$

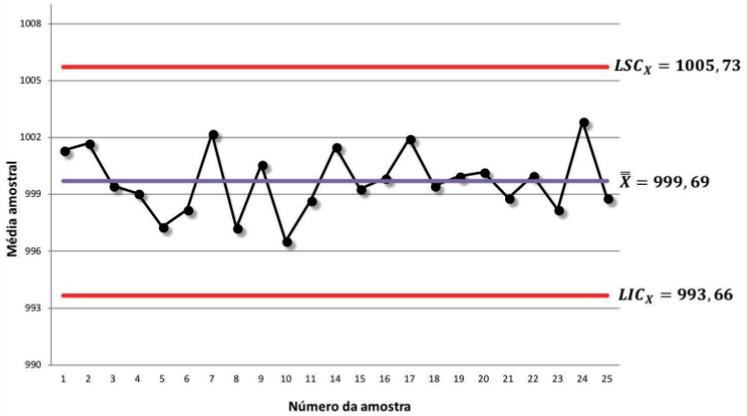
Sendo $\sigma = 4,51$ (obtido na amplitude), temos:

$$LSC_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 999,7 + 3 \frac{4.514}{\sqrt{5}} = 1.005,73$$

$$LM_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} = 999,7$$

$$LIC_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 999,7 - 3 \frac{4.514}{\sqrt{5}} = 993,66$$

Figura 4.11 | Gráfico de controle da média ajustado para o processo de fabricação de sucos à base de frutas, com valores em mL



Fonte: elaborada pela autora.

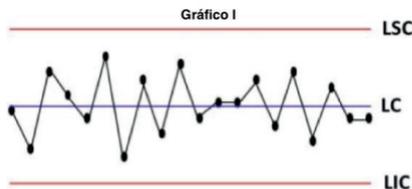
Logo, os parâmetros para monitoramento são $\bar{X} = 999,7$ mL e $\sigma = 4,51$ mL.

Parabéns por mais um desafio vencido!

Faça valer a pena

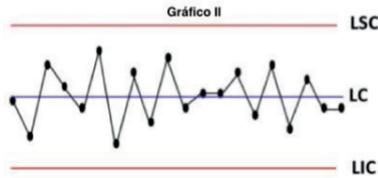
1. Originalmente desenvolvido por Walter Shewhart, o gráfico de controle ajuda a registrar dados no tempo e permite que a empresa veja quando ocorre um evento incomum nos processos, como uma observação muito alta ou baixa em comparação com o desempenho normal do processo. Além de uma série de pontos, como resultado do procedimento de avaliação no tempo, os gráficos de controle também incluem uma linha central que representa a média geral da variável sendo monitorada e os limites superior (LSC) e inferior (LIC), conhecidos como limites de controle. Analise as figuras a seguir:

Figura 4.12 | Gráfico de controle do processo de produção 1



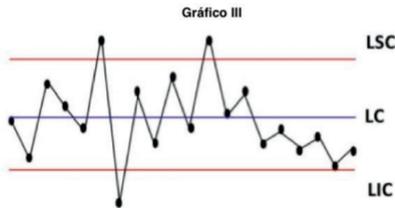
Fonte: elaborada pela autora.

Figura 4.13 | Gráfico de controle do processo de produção 2



Fonte: elaborada pela autora.

Figura 4.14 | Gráfico de controle do processo de produção 3



Fonte: elaborada pela autora.

De acordo com as figuras apresentadas, assinale a alternativa que contém apenas os processos de produção sob controle estatístico.

- a) Processos de produção I, II e III.
- b) Processos de produção I e II.
- c) Processos de produção I e III.
- d) Processos de produção II e III.
- e) Processos de produção III.

2. Para o CEP por variáveis, um gráfico de controle tem pontos amostrais, uma linha de centro e os limites de controle. Assim, para monitorar efetivamente um processo, é necessário acompanhar a centralização e a variabilidade do processo. Sobre o CEP por variáveis, avalie as afirmações I, II e III.

- I. Quando a característica da qualidade que se quer monitorar for uma variável contínua, têm-se dois gráficos de controle: um para centralização, denominado de gráfico de controle da média; e outro para variabilidade, denominado de gráfico do desvio-padrão.
- II. O gráfico R é usado para monitorar as médias das amostras, de modo que os valores de medição individuais são referidos como valores r , e a média desses valores é referida como R -barra.
- III. O gráfico da amplitude é utilizado para monitorar a dispersão do processo, no qual se utiliza o intervalo da amostra, isto é, a diferença entre o menor e o maior valor obtidos para a característica da qualidade em monitoramento.

Assinale a alternativa correta.

- a) I, II e III são corretas.
- b) Somente II e III são corretas.
- c) Somente I é correta.
- d) Somente I e III são corretas.
- e) Somente III é correta.

3. Com base nos valores da linha central e nos limites de controle, os gráficos de controle são construídos. Comumente, a característica da qualidade em monitoramento é representada no eixo y, enquanto o número da amostra, ou lote, é colocado no eixo x. São plotados ponto a ponto, tanto no gráfico da média quanto no da amplitude, e depois ligam-se os pontos. Avalie as afirmações I, II e III.

- I. Ao avaliar os gráficos de controle, avalie primeiramente o gráfico R e, se não houver indicações de que o processo esteja fora de controle, então parta para a análise do gráfico X-barra.
- II. Se o gráfico X-barra também indicar um processo sob controle, significa que a hipótese inicial foi rejeitada e então encerra-se a construção dos gráficos de controle, de modo que, a partir de então, estes sejam utilizados para o monitoramento do processo.
- III. Se alguns dos gráficos apontarem para um processo fora de controle, isso significa que a nossa hipótese inicial estava correta, de modo que é necessária uma revisão dos limites de controle. Assim, continua-se esse processo até que todos os pontos estejam dentro dos limites de controle.

Assinale a alternativa correta.

- a) I, II e III são corretas.
- b) Somente I e II são corretas.
- c) Somente II e III são corretas.
- d) Somente I é correta.
- e) Somente II é correta.

Seção 4.2

Controle estatístico do processo por atributo

Diálogo aberto

Caro aluno, dada a importância dos sistemas de gestão da qualidade no processo produtivo e na área de serviços, continuaremos nosso estudo sobre controle estatístico do processo (CEP), que é de extrema importância para otimizar os resultados de qualidade do produto ou serviço.

Como cliente, certamente ao adquirir um produto ou usufruir de um serviço você quer algo de qualidade, sendo necessário que a empresa sempre monitore e avalie o seu processo de produção.

Anteriormente, vimos o CEP por variáveis (contínuas). Nesta seção, estudaremos o CEP por atributos, isto é, processos em que a característica da qualidade que se quer monitorar permite que o produto seja categorizado em estados, como conforme ou não conforme. Assim, focaremos a construção e a interpretação dos gráficos de controle para esse tipo de processo, especialmente os gráficos do tipo np e c .

Esses conhecimentos serão colocados em prática na situação-problema em que você é um gestor da qualidade de uma indústria aeronáutica, cujos aviões são fabricados e montados sob demanda para atender a um nicho de mercado de jato particular e táxi aéreo. A fim de otimizar os lucros e expandir os serviços, o presidente da organização conseguiu parceria com uma empresa multinacional de catering aéreo, que fornece refeições a bordo.

Em um primeiro momento, você avaliou se o processo de fabricação das refeições, com base no relatório de qualidade da empresa terceirizada, estava sob controle estatístico.

Uma vez monitoradas as refeições, agora o presidente da empresa lhe pede para avaliar o processo de fabricação do avião. Assim, como gestor da qualidade, você constata que a estimativa do número médio de rebites mal fixados em 10 m^2 de asa de avião é de 2,13 rebites. O processo será controlado avaliando-se amostras de 50 m^2 .

Para você como responsável pelo setor de qualidade, a fim de executar controle estatístico desse processo, qual seria o gráfico de controle mais adequado e quais os limites de controle a serem adotados?

Pense e construa os gráficos de controle a fim de emitir um parecer assertivo, para o presidente da empresa, sobre o processo de produção do avião.

Com base no estudo desta seção, vença mais um desafio e construa seu próprio conhecimento.

Bons estudos!

Não pode faltar

Caro aluno, na seção anterior, quando nos referimos ao CEP por variáveis, ressaltamos que os gráficos de controle de variáveis são úteis para monitorar dados de variáveis contínuas (isto é, variáveis que podem assumir qualquer valor numérico), como comprimento, massa, espessura, teor de umidade, viscosidade, densidade, volume, etc. No entanto, nem todas as características de qualidade podem ser expressas dessa maneira. Às vezes, as verificações de qualidade são simplesmente categorizadas em conforme/não conforme ou defeituoso/não defeituoso. Para essas situações, precisamos usar gráficos de controle de atributos, conforme veremos nesta seção.

Existem vários tipos de gráficos de controle por atributos (MONTGOMERY, 2017):

- Gráficos do tipo p : fração de itens defeituosos (proporção não conforme), em uma amostra, produzidos por um processo.
- Gráficos do tipo np : número absoluto de defeituosos em uma amostra, ou seja, número de itens não conformes produzidos por um processo.
- Gráficos do tipo c : em vez de trabalhar com fração não conforme, avalia-se a contagem de não conformidades em uma unidade de inspeção; o número de unidades avaliadas em uma amostra deve ser o mesmo.
- Gráficos do tipo u : média do número de não conformidades por unidade; o número de unidades avaliadas em uma amostra pode variar.

Aqui já vale uma diferenciação entre item não conforme e presença de não conformidade em um item. Vamos imaginar um gaveteiro. Quando o gaveteiro, como um todo, que não atende às especificações de projeto (por exemplo: dimensões como comprimento e largura estão fora do padrão; número de gavetas está abaixo do previsto no projeto, etc.), podemos considerá-lo como um produto não conforme ou defeituoso, que está impossibilitado de chegar ao mercado. Agora vamos supor que uma gaveta do gaveteiro não atenda a uma especificação, como o puxador da gaveta está arranhado. Perceba que não necessariamente esta não conformidade do produto vai fazer com que o gaveteiro seja caracterizado como um produto não conforme, ou seja, que se torne refugo ou impeça o seu uso pelo cliente.

No primeiro caso, em que o produto é defeituoso, os gráficos de controle adequados a serem utilizados são np ou p . Já no segundo caso, em que o produto apresenta uma não conformidade que pode ser sanada ou não inutilizada ao todo, devem-se adotar os gráficos de controle c ou u . Veremos com mais profundidade esses dois casos.

Caro aluno, constate também que há similaridades entre os gráficos np e p (número de produtos defeituosos), bem como entre os gráficos c e u (inspeção de não conformidades em unidades de análise). Logo, neste curso, vamos estudar os gráficos np e c .



Assimile

Caro aluno, vale você perceber e ter em mente que, independentemente de qual dos quatro tipos de gráficos por atributo que utilizaremos, deve-se prezar pelo objetivo principal do CEP, que é melhorar a qualidade por meio da eliminação da variabilidade no processo e, conseqüentemente, melhorar a satisfação do cliente e a lucratividade da empresa.

Assim como os gráficos de controle de variáveis, os gráficos de controle por atributos são gráficos que exibem o valor de uma variável ao longo do tempo, incluindo: os pontos de monitoramento (número de produtos defeituosos ou número de não conformidades, por exemplo); uma linha central (LM), que representa a média geral da variável sendo monitorada; e os limites superior e inferior conhecidos como limites de controle, conforme vimos para o CEP por variáveis.



Caro aluno, quando construímos um gráfico de controle por atributos, observamos que há pontos fora dos limites. O que isto indica sobre a estabilidade do processo? Deve ser feito algum plano de ação?

Além disso, qualquer ponto fora dos limites também indica, no CEP por atributos, que o processo está fora de controle estatístico. Logo, do mesmo modo que o observado para o CEP por variáveis, se o gráfico de controle de atributo apontar para um processo fora de controle, isso significa que a nossa hipótese inicial (processo sob controle) foi rejeitada, de modo que é necessária uma revisão dos limites de controle. Isso é feito avaliando-se cada um dos pontos que estiveram acima do LSC ou abaixo do LIC, a fim de se buscar uma causa especial. Uma vez identificada a causa – utilizando-se o plano de ação fora de controle (PAFC), além de ferramentas da qualidade, como o brainstorming e diagrama de Ishikawa –, o ponto é descartado e os limites de controle são recalculados, usando-se apenas os pontos restantes. Então, o gráfico é avaliado novamente. Assim, continua-se esse processo até que todos os pontos estejam dentro dos limites de controle.

Uma vez atingida a garantia de que o processo está sob controle estatístico, é necessário monitorar o processo por mais alguns dias para garantir que ele permaneça estável.

Iniciando o estudo do gráfico np , percebemos que, para cada produto/item avaliado, só há duas classificações possíveis: produto não defeituoso (conforme) ou produto defeituoso (não conforme). Assim, o princípio estatístico subjacente ao gráfico de controle np (ou p , inclusive) é a distribuição binomial.



Caro aluno, para conseguir deduzir as equações para o cálculo dos limites de controle dos gráficos por atributo, leia o capítulo 7, *Gráficos de controle para atributos*, do livro referenciado a seguir e veja como fazer essa dedução. Lembre-se de que este livro está disponível em sua biblioteca virtual

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade.**

Tradução e revisão técnica Ana Maria Lima de Farias, Vera Regina Lima de Farias e Flores. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

Desta forma, o modelo probabilístico do processo (modelo de Bernoulli) aponta que se o processo for estável, então temos (MONTGOMERY, 2017):

- p = a probabilidade de que qualquer unidade não esteja em conformidade com as especificações, sendo um valor constante.
- As sucessivas unidades produzidas são independentes.
- D_i = a quantidade de itens defeituosos (itens não conformes) na i -ésima amostra $\rightarrow D$ tem distribuição binomial $\rightarrow D_i \sim \text{binomial}(n, p)$.

Assim, a média e o desvio-padrão da variável aleatória D são dados por:

$$\mu_D = np$$

$$\sigma_D = \sqrt{np(1-p)}$$

Portanto, os limites de controle, considerando média mais ou menos três desvios-padrão para um processo sob controle estatístico, serão dados por (MONTGOMERY, 2017):

$$LSC_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$$LM_{np} = n\bar{p}$$

$$LIC_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

Onde:

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^M D_i}{Mn}$$

Sendo:

\bar{p} -barra uma estimativa do valor de p , quando o processo está isento de causas especiais

n = tamanho da amostra

M = número total de amostras

p -barra = estimativa da probabilidade de defeituosos (p)

D_i = quantidade de defeituosos na i -ésima amostra

O gráfico np , então, tem no eixo y o número de produtos defeituosos, enquanto no eixo x há o número da amostra, ou lote. Vale ressaltar que podemos utilizar esse tipo de gráfico para análises na área de serviços também. Por exemplo, para monitorar a qualidade do serviço em um restaurante, podemos avaliar a satisfação do cliente por meio do número de clientes insatisfeitos (corresponderia ao número de produtos defeituosos, em um processo produtivo) em diferentes dias da pesquisa de satisfação (corresponderia ao número de amostras, em um processo produtivo). Perceba que se trata de um modelo binário, no qual o cliente está satisfeito ou insatisfeito.



Exemplificando

Os dados da Tabela 4.5 representam o número de peças defeituosas (desvio de planicidade acima da tolerância geométrica prevista para a peça) observadas em lotes de 100 unidades de um certo modelo de peça que saiu do processo de usinagem. Para avaliar se o processo está sob controle, devemos obter os limites de controle e construir o gráfico do tipo np .

Tabela 4.5 | Número de peças defeituosas advindas do processo de usinagem

Amostra	Número de peças defeituosas
1	5
2	5
3	19
4	8
5	11

6	9
7	7
8	10
9	7
10	6
11	6
12	7
13	9
14	10
15	10
TOTAL	129

Fonte: elaborada pela autora.

M = 15 amostras

n = 100 elementos em cada amostra

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^M D_i}{Mn} = \frac{129}{15 \times 100} = 0,086 = 8,6\%$$

A partir destes valores, podemos calcular os limites de controle e construir o gráfico de controle np , conforme Figura 4.15.

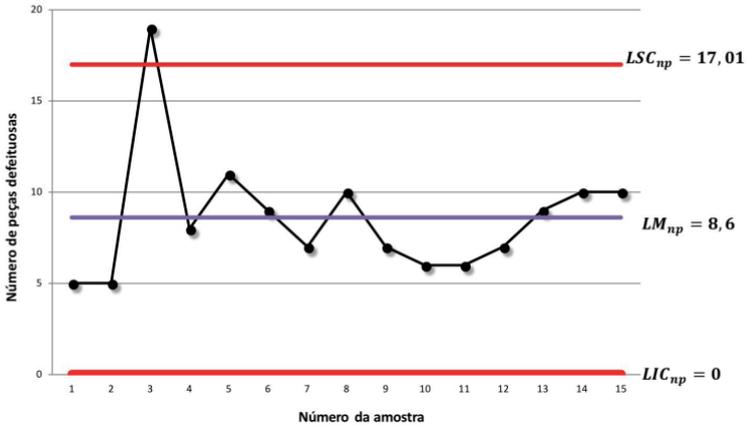
$$LSC_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 100(0,086) + 3\sqrt{100(0,086)(1-0,086)} = 17,01$$

$$LM_{np} = n\bar{p} = 100(0,086) = 8,6$$

$$LIC_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 100(0,086) - 3\sqrt{100(0,086)(1-0,086)} = 0$$

Iguala-se LIC a zero, pois não tem como ter um número negativo de produtos defeituosos.

Figura 4.15 | Gráfico de controle np para o processo de usinagem



Fonte: elaborada pela autora.

Assim, é esperado que haja no máximo 17 produtos defeituosos por amostra, a fim de que o processo esteja sob controle. De acordo com a Tabela 4.5 e a Figura 4.15, constatamos que o processo está fora de controle. Logo, busca-se pela causa especial, utilizando as mesmas ferramentas que vimos na seção anterior para as variáveis contínuas, e retira-se a amostra 3, recalculando os limites.

$M = 14$ amostras

$n = 100$ elementos em cada amostra

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^M D_i}{Mn} = \frac{110}{14 \times 100} = 0,079 = 7,9\%$$

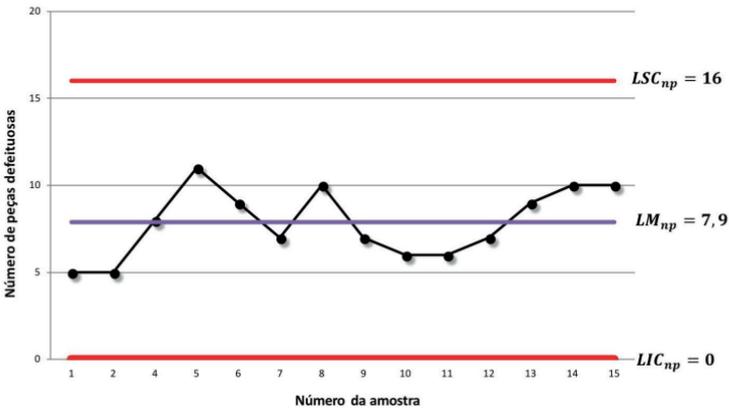
A partir destes valores, podemos calcular os limites de controle e construir o gráfico de controle np ajustado, conforme a Figura 4.16.

$$LSC_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 100(0,079) + 3\sqrt{100(0,079)(1-0,079)} = 16,00$$

$$LM_{np} = n\bar{p} = 100(0,079) = 7,9$$

$$LIC_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 100(0,079) - 3\sqrt{100(0,079)(1-0,079)} = 0$$

Figura 4.16 | Gráfico de controle np ajustado para o processo de usinagem



Fonte: elaborada pela autora.

Assim, é esperado que haja no máximo 16 produtos defeituosos por amostra, a fim de que o processo esteja sob controle. De acordo com a Tabela 4.5 e a Figura 4.16, que apresenta os limites ajustados, constatamos que o processo está sob controle uma vez eliminada a causa especial.

Agora estudaremos o gráfico c , que avalia o número de não conformidades em uma unidade de análise. Considera-se a unidade de inspeção como a quantidade básica de produto em que a frequência de defeitos é expressa. Por exemplo, considere um rolo de tecido, de modo que há 20 defeitos a cada 100 m de tecido; neste caso a unidade de inspeção é igual a 100 m. No caso do gaveteiro citado anteriormente, a unidade de inspeção é igual 1, de modo que se avaliava a quantidade de não conformidades em um gaveteiro.

O gráfico c supõe que o número de defeitos por unidade de inspeção é bem modelado pela distribuição de Poisson, de modo que temos (MONTGOMERY, 2017):

- Variável aleatória C = número de não conformidades em qualquer quantidade definida do produto, seguindo uma distribuição de Poisson.

- É necessário considerar que a unidade de análise é sempre a mesma para cada amostra.
- A probabilidade de ocorrer um defeito em qualquer localização da unidade é a mesma e constante.

Logo, para calcular os limites de controle, utilizamos as equações a seguir (MONTGOMERY, 2017):

$$LSC_c = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$LM_c = \bar{c}$$

$$LIC_c = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

Onde:

c_i = número de não conformidades da i ésima-amostra.

m = número de amostras de tamanho n .

Sendo:

$$n\bar{\mu} = \bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^m c_i}{m}$$

μ = número médio de não conformidades por unidade de inspeção, sendo $\bar{\mu}$ uma estimativa de μ considerando o processo sob controle.

\bar{c} = número médio de não conformidades por amostra.

O gráfico c , então, tem no eixo y o número de não conformidades, enquanto no eixo x há o número da amostra.

Para facilitar seu entendimento, vamos ver uma aplicação. Suponha uma indústria de eletrodomésticos da linha branca que quer avaliar o processo de produção do micro-ondas. Assim, são retirados 40 lotes com 5 micro-ondas em cada, pressupondo que a unidade de inspeção seja 1 micro-ondas. Como podemos avaliar se o processo está sob controle estatístico, com base na Tabela 4.6?

Tabela 4.6 | Número de não conformidades de acordo com cada lote

Lote	Ci	Lote	Ci	Lote	Ci	Lote	Ci
1	2	11	5	21	1	31	5
2	4	12	4	22	5	32	1
3	2	13	2	23	2	33	2
4	0	14	4	24	6	34	1
5	3	15	5	25	3	35	6
6	1	16	1	26	2	36	2
7	2	17	1	27	3	37	1
8	4	18	1	28	0	38	2
9	2	19	1	29	3	39	4
10	2	20	3	30	1	40	1

Fonte: elaborada pela autora.

Primeiramente, temos que:

$$m = 40$$

$$n = 5$$

Unidade de inspeção de 1 micro-ondas, ou seja, $\mu = 1$

Logo, precisamos calcular c-barra, que depende de u-barra, para então obtermos os limites de controle.

$$\bar{n\mu} = \bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^m c_i}{m} \rightarrow \bar{\mu} = \frac{100}{40 \times 5} = 0,5$$

Sendo o número médio de não conformidades por unidade de inspeção, ou seja, por micro-ondas.

$$\bar{c} = n\bar{\mu} = 5 \times 0,5 = 2,5$$

Sendo o número médio de não conformidade por lote.

Com base nos dados obtidos, vamos calcular os limites de controle do gráfico c:

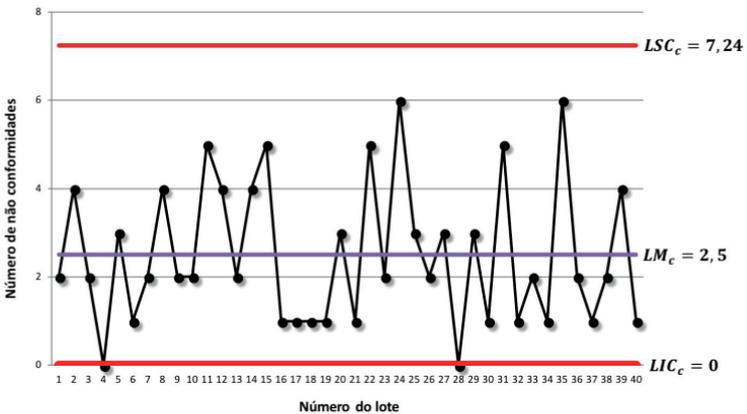
$$LSC_c = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 2,5 + 3\sqrt{2,5} = 7,24$$

$$LM_c = \bar{c} = 2,5$$

$$LIC_c = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} = 2,5 - 3\sqrt{2,5} = -2,08 = 0$$

A Figura 4.17 apresenta o gráfico de controle do processo de produção do micro-ondas. Podemos perceber que todos os pontos estão entre os limites de controle, indicando um processo sob controle estatístico sem a ação de causas especiais.

Figura 4.17 | Gráfico de controle de tipo c para o processo de produção do micro-ondas



Fonte: elaborada pela autora.

Logo, percebe-se que podemos aplicar o CEP para variáveis ou para atributos, sendo de suma importância para monitorar o processo de produção.

Sem medo de errar

Uma vez monitoradas as refeições, o presidente da empresa lhe pede para avaliar o processo de fabricação do avião. Assim, como engenheiro, você constata que a estimativa do número

médio de rebites mal colocados em 10 m^2 de asa de avião é de 2,13 rebites. O processo será controlado avaliando-se amostras de 50 m^2 .

Você tem que avaliar qual gráfico de controle deve ser utilizado, bem como quais são os valores dos limites de controle que devem ser adotados para monitoramento, considerando um processo sob controle.

Bom, perceba que se trata do CEP por atributo, uma vez que se quer avaliar o número de não conformidades no produto em verificação. Logo, deve-se escolher o gráfico de controle do tipo c para monitorar o processo, pois não se trata de produto defeituoso (gráfico np) ou fração defeituosa (gráfico p), mas sim um processo que apresenta asas do avião com pequenas não conformidades, isto é, número de rebites mal colocados. Explícite isto no seu parecer!

Para calcular os limites de controle, precisamos obter c -barra, que, por sua vez, depende de u -barra. Considerando que a avaliação será baseada no número de não conformidades em amostras de 50 m^2 da asa do avião, mas que o número médio de rebites baseia-se em 10 m^2 , então temos:

$$\text{Unidade de inspeção} = 10 \text{ m}^2$$

$$\text{Tamanho da amostra} = 50 \text{ m}^2$$

Assim, há cinco unidades de inspeção em cada amostra $\rightarrow n = 5$

$\mu = 2,13$, número médio de não conformidades por unidade de inspeção

$\bar{c} = n\mu = 5 \times 2,13 = 10,65$, sendo número médio de não conformidade a cada 50 m^2 de asa do avião

A partir dos dados levantados, para embasar o seu parecer para o presidente, obtenha os limites de controle e construa o gráfico de controle conforme a Figura 4.18:

$$LSC_c = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 10,65 + 3\sqrt{10,65} = 20,44$$

$$LM_c = \bar{c} = 10,65$$

$$LIC_c = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} = 10,65 - 3\sqrt{10,65} = 0,86$$

Figura 4.18 | Gráfico de controle de tipo c para o processo de produção da asa do avião



Fonte: elaborada pela autora.

Logo, estes limites de controle devem ser adotados para monitoramento, considerando um processo sob controle.

Parabéns por mais um desafio concluído!

Avançando na prática

Produtos defeituosos em uma indústria de celular

Descrição da situação-problema

Em uma indústria de celulares, tem sido observado um alto índice de retrabalho de modo que você, como gestor do departamento da qualidade, decide executar o controle estatístico do processo de produção de celulares, utilizando como ferramenta o gráfico de controle. Os registros do time de qualidade indicam, na Tabela 4.7, o número de aparelhos não conformes de acordo com 20 lotes retirados do processo produtivo em intervalos de tempo regulares, com 100 elementos em cada lote. Você poderia afirmar para o gerente geral da fábrica que o processo de fabricação dos celulares está sob controle?

Tabela 4.7 | Número de celulares não conformes de acordo com o lote

Lote	Número de celulares não conformes
1	7
2	4
3	1
4	3
5	6
6	8
7	10
8	5
9	2
10	7
11	6
12	15
13	2
14	9
15	5
16	1
17	4
18	5
19	7
20	12
TOTAL	119

Fonte: elaborada pela autora.

Resolução da situação-problema

Como se trata de celulares defeituosos, então você deve utilizar o gráfico np .

Logo, temos:

$M = 20$ amostras

$n = 100$ elementos em cada amostra

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^M D_i}{Mn} = \frac{119}{20 \times 100} = 0,0595 = 5,95\%$$

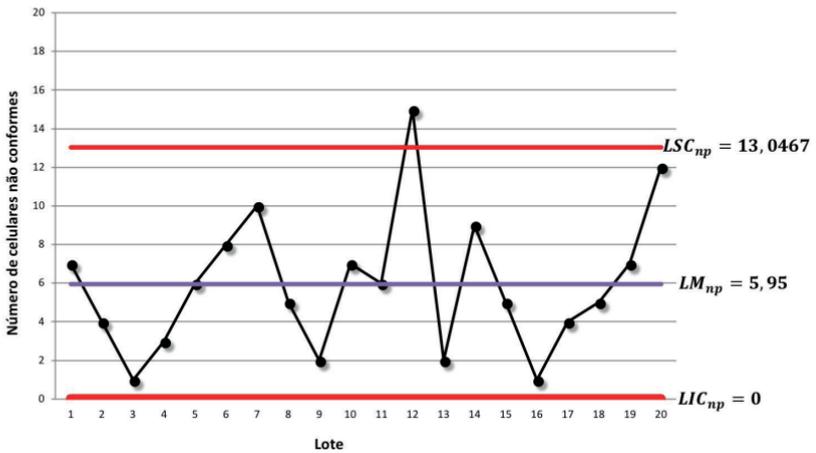
Com base nestes valores, podemos calcular os limites de controle e construir o gráfico de controle np , conforme Figura 4.19.

$$LSC_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 100(0,0595) + 3\sqrt{100(0,0595)(1-0,0595)} = 13,04$$

$$LM_{np} = n\bar{p} = 100(0,0595) = 5,95$$

$$LIC_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 100(0,0595) - 3\sqrt{100(0,0595)(1-0,0595)} = 0$$

Figura 4.19 | Gráfico de controle de tipo np para o processo de produção de celulares



Fonte: elaborada pela autora.

Pela Figura 4.19, observamos que o processo está fora de controle, pois a amostra 12 possui número de peças não conformes maior que LSC. Como está fora de controle, devemos recalculer os limites de controle a partir da identificação da causa especial (pode utilizar, para isto, o brainstorming e o digrama de Ishikawa, por exemplo, conforme vimos nas outras seções), com a retirada da amostra 12.

$M = 19$ amostras

$n = 100$ elementos em cada amostra

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^M D_i}{Mn} = \frac{104}{19 \times 100} = 0,0547 = 5,47\%$$

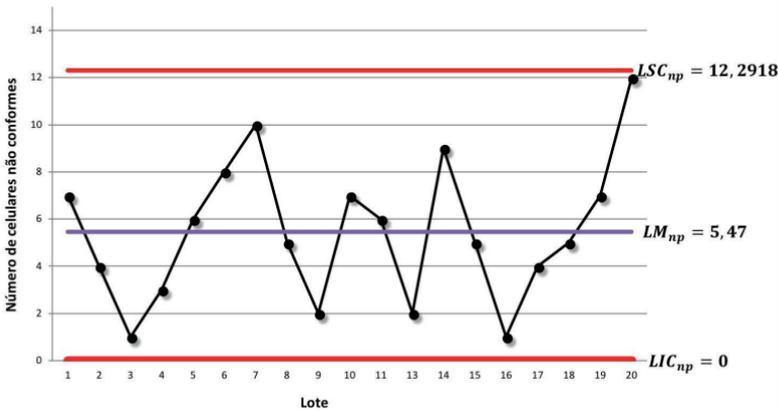
A partir destes valores, podemos calcular os limites de controle e construir o gráfico de controle np ajustado, conforme Figura 4.20.

$$LSC_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 100(0,0547) + 3\sqrt{100(0,0547)(1-0,0547)} = 12,29$$

$$LM_{np} = n\bar{p} = 100(0,0547) = 5,47$$

$$LIC_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 100(0,0547) - 3\sqrt{100(0,0547)(1-0,0547)} = 0$$

Figura 4.20 | Gráfico de controle de tipo np ajustado para o processo de produção de celulares



Fonte: elaborada pela autora.

A partir dos limites ajustados, observamos pela Figura 4.20 que o processo agora encontra-se sob controle estatístico, devendo estes limites ajustados ser utilizados para monitoramento do processo por alguns dias a fim de observar se sua estabilidade é mantida.

Faça valer a pena

1. Em uma indústria de borracha, para monitorar um processo de produção de mantas de borracha, inicialmente foram avaliados 10 rolos de 200 m cada um, sendo contabilizado o número de defeitos identificados em cada rolo. Os dados estão apresentados na Tabela 4.8. Suponha que cada amostra seja de um rolo.

Tabela 4.8 | Número de defeitos nas mantas de borracha

Rolo	Número de defeitos
1	5
2	4
3	2
4	3
5	5
6	7
7	3
8	4
9	5
10	6

Fonte: elaborada pela autora.

Assinale a alternativa que apresenta corretamente o tipo de gráfico que deve ser utilizado, bem como os valores dos limites de controle para o processo de produção das mantas de borracha.

- Gráfico de controle np ; $LSC = 10,7$; $LC = 4,4$; $LIC = 0$.
- Gráfico de controle c ; $LSC = 13,4$; $LC = 6,0$; $LIC = 0$.
- Gráfico de controle np ; $LSC = 13,4$; $LC = 6,0$; $LIC = 0$.
- Gráfico de controle c ; $LSC = 10,7$; $LC = 4,4$; $LIC = 0$.
- Gráfico de controle c ; $LSC = 17,7$; $LC = 6,4$; $LIC = 1,32$.

2. Independentemente de qual dos quatro tipos de gráficos por atributo a ser utilizado, deve-se prezar pelo objetivo principal do CEP, que é melhorar a qualidade por meio da eliminação da variabilidade no processo e, conseqüentemente, melhorar a satisfação do cliente e a lucratividade da empresa. Avalie os tipos de gráficos de controle (I, II, III e IV) e suas respectivas características.

- Gráficos do tipo p
- Gráficos do tipo np
- Gráficos do tipo c
- Gráficos do tipo u

A. Número absoluto de defeituosos em uma amostra, ou seja, número de itens não conformes produzidos por um processo.

B. Média do número de não conformidades por unidade; o número de unidades avaliadas em uma amostra pode variar.

C. Fração de itens defeituosos (proporção não conforme), em uma amostra, produzidos por um processo.

D. Contagem de não conformidades em uma unidade de inspeção; o número de unidades avaliadas em uma amostra deve ser o mesmo.

Assinale a alternativa que faz a associação correta entre os tipos de gráficos de controle (I, II, III e IV) e suas respectivas características.

a) I-A; II-C; III-D; IV-B.

b) I-C; II-A; III-D; IV-B.

c) I-C; II-A; III-B; IV-D.

d) I-C; II-D; III-A; IV-B.

e) I-D; II-A; III-B; IV-C.

3. Quando nos referimos ao CEP por variáveis, ressaltamos que os gráficos de controle de variáveis são úteis para monitorar dados de variáveis contínuas (isto é, variáveis que podem assumir qualquer valor numérico), como comprimento, massa, espessura, teor de umidade, viscosidade, densidade, volume, etc. No entanto, nem todas as características de qualidade podem ser expressas dessa maneira. Às vezes, as verificações de qualidade são simplesmente categorizadas em conforme/não conforme ou defeituoso/não defeituoso.

Logo, de acordo com o tipo de característica da qualidade que se quer estudar, os gráficos de controle distinguem-se entre gráficos por variáveis ou gráficos por atributos.

Analise os exemplos a seguir.

A – Gráfico por variáveis

B – Gráfico por atributos

Exemplos:

I. Número de pedidos (solicitações) feitos fora do prazo.

II. Largura de uma blusa tamanho 40.

III. Quantidade de cheques que não são pagos no período padrão de contabilidade.

IV. Volume de uma garrafa de 1 litro de suco de frutas.

Identifique qual o tipo de gráfico de controle (A ou B) que melhor se aplica a cada um dos casos (I a IV) e assinale a alternativa correta.

a) I – A; II – A; III – B; IV – B.

b) I – A; II – B; III – A; IV – B.

c) I – B; II – B; III – A; IV – A.

d) I – B; II – A; III – B; IV – A.

e) I – B; II – A; III – A; IV – B.

Seção 4.3

Capacidade do processo

Diálogo aberto

Caro aluno, dada a importância dos sistemas de gestão da qualidade no processo produtivo e na área de serviços, continuaremos nosso estudo sobre capacidade do processo, que é de extrema importância para otimizar os resultados de qualidade do produto.

Como cliente, claramente queremos um produto de qualidade, isto é, um produto que atenda às especificações para as quais ele foi projetado. Logo, monitorar um processo de produção e avaliar o quão capaz este é de produzir itens que atendam às especificações torna-se de grande valia.

Nas seções anteriores, vimos o CEP por variáveis (contínuas) e o CEP por atributos, de modo que aprendemos a estudar quando um processo está sob controle estatístico.

Nesta seção, estudaremos a capacidade de processo, ou seja, veremos como avaliar se um processo é capaz de produzir itens/produtos que atendam às especificações de projeto. Assim, focaremos na obtenção e na interpretação dos índices mais comuns de capacidade de processo: C_p , C_{pk} e C_{pm} . Esse estudo será complementado com a filosofia Seis Sigma, que também será apresentada nesta seção.

Esses conhecimentos serão colocados em prática na situação-problema em que você é um gestor da qualidade de uma indústria aeronáutica, cujos aviões são fabricados e montados sob demanda para atender a um nicho de mercado de jato particular e táxi aéreo. A fim de otimizar os lucros e expandir os serviços, o presidente da organização conseguiu parceria com uma empresa multinacional de catering aéreo, que fornece refeições a bordo.

A fim de diferenciar o seu produto (avião), o presidente da indústria aeronáutica decide fazer assentos específicos para crianças de até 10 anos que lhes proporcionem maior segurança, pensando na venda de jatos particulares para famílias. Assim, amostras com

seis elementos (assentos) são retiradas do processo em intervalos regulares de tempo.

A característica de qualidade de interesse – largura do assento infantil (normalmente distribuída – em controle) é medida e são calculados os valores de média (\bar{X}) e amplitude (R) para cada amostra.

Após avaliação de 40 amostras pela equipe de qualidade, são obtidos $\sum_{i=1}^{40} R_i = 392$ e $\sum_{i=1}^{40} \bar{X}_i = 1360$. Se o limite de especificação dado pela equipe de projeto é de **(33,0 ± 4,0) cm**, que conclusões você, como gestor da qualidade, pode fornecer ao presidente da empresa quanto à capacidade do processo de produzir itens dentro das especificações?

Refleta sobre essas questões a fim de apresentar um parecer técnico ao presidente da indústria.

Com base no estudo desta seção, vença mais um desafio e construa seu próprio conhecimento.

Bons estudos!

Não pode faltar

Caro aluno, nas seções anteriores aplicamos as ferramentas do CEP – gráficos de controle de variáveis e atributos – para primeiro avaliar a estabilidade do processo e, em seguida, monitorar variáveis-chave (características da qualidade), a fim de garantir que o processo permaneça estável e previsível ao longo do tempo. É importante não perder de vista o objetivo principal do CEP: melhorar a qualidade por meio da eliminação da variabilidade no processo e, conseqüentemente, melhorar a lucratividade da empresa. Agora precisamos dar um passo atrás e perguntar até que ponto o processo é capaz de atender às expectativas dos clientes, ou seja, se devemos mudar nosso foco da estabilidade para a capacidade.

Com a evidência de que o processo está sob controle estatístico (estável; todos os pontos dentro dos limites de controle), podemos ter confiança de que nossas estimativas de centralização e variabilidade de processo são confiáveis. Mas isso significa que o processo é capaz de atender às expectativas dos clientes? Infelizmente, a resposta é não.

A estabilidade reflete o desempenho do processo; a capacidade reflete o atendimento às especificações do produto de acordo com os desejos do cliente. Assim, podemos conceituar capacidade do processo como a capacidade de produzir itens de acordo com as especificações do projeto (itens conformes), não dependendo somente da existência ou da ausência de causas especiais.

Para a fase de projeto de um novo produto, por meio do histórico dos índices de capacidade de peças similares, podemos avaliar processos e especificações coerentes do ponto de vista estatístico.

Por exemplo, de acordo com os desejos e as necessidades do cliente, no projeto de suco à base de frutas (que vimos na Seção 4.1) podemos especificar que o volume de suco, por embalagem, deve ser de $(1.000 \pm 15) \text{ mL}$, de modo que acima disto a embalagem pode estourar e abaixo desta especificação a empresa pode ser multada. A partir deste exemplo, percebemos que os limites superior (LSE) e inferior (LIE) de especificação são iguais a 1.015 mL e 985 mL , respectivamente, assim valores individuais acima do máximo ou abaixo do mínimo não satisfarão à especificação, deixando de atender ao cliente de modo conforme. Se retomarmos os cálculos do item Avançando na prática da Seção 4.1, lembraremos que foram obtidos os limites de controle, sendo $LSC_{\bar{x}} = 1.005,73 \text{ mL}$ e $LIC_{\bar{x}} = 993,66 \text{ mL}$. Perceba, assim, que os limites de especificação e de controle são diferentes entre si, de modo que os limites de controle fornecem parâmetros, com base em média amostral, para indicar o momento de intervir em um processo por meio da análise de gráficos de controle (neste caso, CEP por variáveis), enquanto que os limites de especificação são estabelecidos pela equipe de projeto visando minimizar riscos de não atendimento ao cliente, sendo aplicados aos valores individuais da característica da qualidade em avaliação.

Para dar um exemplo extremo, se coletarmos dados do processo de produção do suco à base de frutas, construirmos um gráfico de controle de variáveis e descobirmos que nosso processo é estável em um volume de $(1.003 \pm 17) \text{ mL}$, temos a garantia de estabilidade se todos os pontos estiverem dentro destes valores. Mas claramente o processo não é capaz; ele é centrado em um valor de volume muito alto com muita variabilidade para atender às especificações, podendo até produzir uma quantidade

significativa de produtos além das especificações. Logo, um processo estável não é necessariamente capaz, e veremos isto mais adiante.

Mas quão ruim isso pode ser? Quantos produtos fora da especificação podemos esperar produzir e o que isso custa à empresa? Quanto poderíamos reduzir a taxa de defeitos e, portanto, os custos, se pudéssemos reduzir a variabilidade? A análise de capacidade de processo nos permite responder a essas perguntas!

Na prática, avaliamos a capacidade do processo por meio da obtenção de alguns índices, principalmente C_p , C_{pk} e C_{pm} . Tratam-se de parâmetros adimensionais que nos permitem avaliar o quanto o processo é capaz de atender às especificações, considerando os parâmetros de centralidade e/ou de dispersão.



Refleta

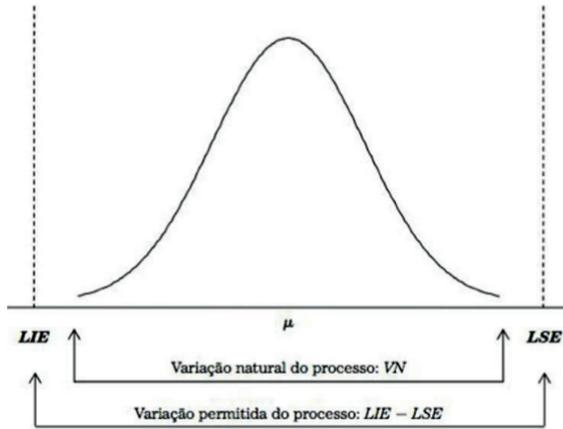
Caro aluno, qual é o problema, ou a limitação, em se utilizar um índice de capacidade que não considera a centralidade, mas apenas a dispersão do processo?

O índice C_p pode ser calculado conforme a equação a seguir, sendo insensível a mudanças na média do processo, uma vez que depende somente da dispersão. Esta é a sua principal limitação, pois teoricamente um processo de fabricação poderia ser centrado longe do alvo, talvez até mesmo produzindo 100% de produtos defeituosos.

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

Onde σ é a estimativa do desvio-padrão do processo e o valor 6σ é o tamanho da amplitude da variabilidade do processo (ou seja, mais e menos três desvios-padrão). Portanto, C_p é uma relação entre a dispersão permitida no processo e a dispersão natural do processo (lembre-se de que os limites advêm da relação média mais ou menos três desvios-padrão), conforme Figura 4.21.

Figura 4.21 | Dispersão permitida no processo e dispersão natural do processo, dependendo do valor de σ



Fonte: Ramos, Almeida e Araújo (2013, p. 127).

Como podemos interpretar o C_p ? Em termos simples, quanto maior o valor do C_p , melhor. Um C_p igual a 1,0 significa que estamos exatamente de acordo com as especificações. Um C_p menor que 1,0 indica que a variabilidade do processo é maior do que a dispersão permitida e, portanto, produz uma quantidade de produtos fora de especificação. Logo, temos que (MONTGOMERY, 2017):

- Quando $C_p < 1,00$, a capacidade do processo não atende à especificação do produto, ou seja, o processo é incapaz, sendo necessário diminuir a variabilidade do processo em estudo.
- Quando $1,00 \leq C_p \leq 1,33$, a capacidade do processo atende razoavelmente à especificação do produto, ou seja, o processo é razoavelmente capaz, sendo necessário ainda tentar diminuir a variabilidade do processo em estudo. Nesta situação, o processo deve ser rigidamente controlado, pois a ação de uma causa atribuível pode conduzir a um alto número de produtos não conformes.
- Quando $C_p > 1,33$, a capacidade do processo atende plenamente à especificação do produto, ou seja, o processo é capaz, não sendo necessários maiores esforços, a não ser o monitoramento do processo, a fim de manter a variabilidade do processo estável, isto quando C_p for maior que 1,33.



Vamos calcular o C_p para o processo de produção do suco à base de frutas?

Considerando a especificação de $(1.000 \pm 15)mL$, de modo que os limites superior (LSE) e inferior (LIE) de especificação são iguais a $LSE = 1.015 mL$ e $LIE = 985 mL$.

Conforme obtido na Seção 4.1, para o processo temos $\sigma = 4,51$. Logo, pela equação do C_p , temos:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

$$C_p = \frac{1.015 - 985}{6(4,51)} = 1,11$$

Avaliando o valor de C_p , observamos que se trata de um processo que não é incapaz, mas que também não é totalmente capaz, podendo ser considerado razoavelmente capaz. Nesta situação, o processo deve ser rigidamente controlado, pois a ação de uma causa atribuível pode conduzir a um alto número de produtos não conformes, sendo ainda necessário tentar reduzir a variabilidade.

Para levar em conta a variabilidade e a centralização do processo, usamos outro índice de capacidade do processo, o C_{pk} , conforme equação a seguir (RAMOS; ALMEIDA; ARAÚJO, 2013):

$$C_{pk} = \text{Min}[C_{pu}; C_{pl}]$$

$$C_{pk} = \text{Min}\left[\frac{LSE - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LIE}{3\sigma}\right]$$

Onde σ é a estimativa do desvio-padrão do processo e μ , a estimativa da média do processo.

Perceba ainda que o índice C_{pk} avalia uma relação entre a dispersão superior permitida no processo e a dispersão superior natural do processo (índice C_{pu}), bem como a dispersão inferior permitida no processo e a dispersão inferior natural do processo (índice C_{pl}). Desta forma, o valor do C_{pk} vai ser igual ao C_{pu} ou ao C_{pl} , dependendo daquele que tiver o menor valor.

A interpretação do Cpk é a mesma da adotada para o Cp, de modo que quanto maior o valor do índice, maior a capacidade do processo em atender às especificações. No entanto, o Cpk fornece um pouco mais de informação do que o Cp, e o seu uso é mais recomendado, por considerar a centralidade e a dispersão. Se Cpl e Cpu forem iguais, sabemos que o processo está centralizado; quando o Cpl e o Cpu não são iguais, sabemos que o processo está descentralizado.



Exemplificando

Exemplificando

Vamos calcular o Cpk para o processo de produção do suco à base de frutas? Considerando a especificação de $(1.000 \pm 15) \text{ mL}$, de modo que os limites superior (LSE) e inferior (LIE) de especificação são iguais a $LSE = 1.015 \text{ mL}$ e $LIE = 985 \text{ mL}$.

Conforme obtido na Seção 4.1, para o processo temos $\bar{X} = 999,7 \text{ mL}$ = μ e $\sigma = 4,51 \text{ mL}$. Logo, pela equação do Cpk, temos:

$$Cpk = \text{Min} \left[\frac{LSE - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LIE}{3\sigma} \right]$$

$$Cpk = \text{Min} \left[\frac{1.015 - 999,7}{3(4,51)}; \frac{999,7 - 985}{3(4,51)} \right]$$

$$Cpk = \text{Min} [1,13; 1,09]$$

$$Cpk = 1,09$$

Corroborando o achado para o índice Cp, por meio do valor do Cpk observamos que se trata de um processo que não é incapaz, mas que também não é totalmente capaz, podendo ser considerado razoavelmente capaz. Nesta situação, o processo deve ser rigidamente controlado, pois a ação de uma causa atribuível pode conduzir a um alto número de produtos não conformes, sendo ainda necessário tentar reduzir a variabilidade.

Especificamente, como o Cpl é menor que o Cpu, sabemos que o processo está centrado muito próximo do LIE, de modo que, se houver defeitos, provavelmente são produzidos itens abaixo do LIE.

Há um outro índice, menos usual que o Cp e o Cpk, denominado Cpm, que pode ser obtido conforme a equação a seguir (MONTGOMERY, 2017):

$$Cpm = \frac{LSE - LIE}{6\sqrt{\sigma^2 + (d - \mu)^2}}$$

Onde:

$$d = \frac{LSE - LIE}{2} = \text{ponto médio das especificações}$$



Pesquise mais

Caro aluno, para conseguirmos deduzir a equação do índice Cpm, leia o capítulo 8, *Análise da capacidade de processo e sistemas de medida*, do livro referenciado a seguir e veja como fazer essa dedução.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade.** Tradução e revisão técnica: Ana Maria Lima de Farias, Vera Regina Lima de Farias e Flores. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

Agora, vamos entender o conceito de Seis Sigma?

Para entendermos o conceito, precisamos saber de onde ele vem, ou seja, qual é o seu histórico. O termo foi desenvolvido na década 1980, na Motorola, pelo engenheiro Bill Smith, com o objetivo de reduzir os defeitos resultantes da grande complexidade dos processos produtivos. Portanto, Bill Smith queria aumentar o nível de qualidade interna entre os processos para que o produto final também tivesse melhores índices de qualidade.

No entanto, desde a década de 1980, a filosofia Seis Sigma passou por diversas modificações e também começou a ser utilizada em outras empresas, como ABB, GE, Honeywell, entre outras, trazendo diversos ganhos financeiros da ordem de milhões de dólares anuais. Dentre as modificações que o Seis Sigma passou ao longo dos anos destaca-se a evolução do conceito de meta de desempenho de processos para um nível estratégico, que também leva em conta o foco no cliente, abrangendo a melhoria contínua de processos. Assim, a filosofia Seis Sigma se transformou num programa de melhoria com a redução de desperdícios, incorrendo

em redução de custos e também melhora no atendimento aos requisitos dos clientes.

O estudo da filosofia Seis Sigma vincula-se ao que discutimos até agora sobre capacidade de processo, pois envolve o estudo da variabilidade do resultado de um processo, medido pelo desvio-padrão. Vamos ver uma aplicação simples para ficar mais claro?

Suponha que você tenha um processo de envasamento de refrigerante, de modo que a quantidade nominal (especificação) por garrafa é de dois litros, sendo que a quantidade aceitável será na faixa de 1,980 (LIE) a 2,020 litros (LSE). Agora voltando ao conceito de capacidade de processo, se nosso processo seguir a filosofia Seis Sigma, significa que a variabilidade, medida pelo desvio-padrão, será no máximo 12 vezes (mais e menos seis desvios-padrão) menor do que a variação máxima estabelecida na especificação (MONTGOMERY, 2017).

Para o nosso exemplo de envasamento de garrafas, ter o processo dentro do padrão Seis Sigma significaria que, para uma variação de 40 mililitros (1,980 a 2,020 litros), o desvio-padrão do processo teria que ser de no máximo 3,33 mililitros (40 mililitros dividido por 12).

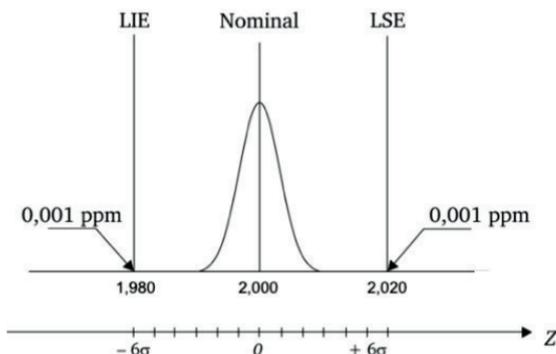
Adotar o programa Seis Sigma faria com que a variabilidade dos processos de produção diminuísse, reduzindo os custos com embalagens com excesso de produto ou de multas por não entregar a quantidade prometida para o cliente.

Portanto, lembrando novamente do conceito de capacidade de processo, mais especificamente de C_{pk} , nos processos Seis Sigma temos $C_{pk} = 2$, já que ele representa a diferença entre a média do processo e o limite de especificação dividido por três desvios-padrão. Logo, quanto maior for a capacidade de processo (maior valor de C_{pk}), menor será a variabilidade do processo, representada pelo desvio-padrão (MONTGOMERY, 2017).

O raciocínio apresentado anteriormente deve levar em consideração o que já aprendemos no CEP, quando falamos em limite superior de especificação e limite inferior de especificação, bem como nas distribuições de probabilidade, para podermos estimar a chance de os produtos que ainda serão fabricados estarem fora da especificação. Como no exemplo do envasamento de refrigerante e em diversas outras aplicações, geralmente a variação é simétrica em torno da média, podendo ser representado por uma distribuição normal ou gaussiana.

A Figura 4.22 apresenta o processo de envasamento de refrigerante com nível Seis Sigma de qualidade centrado no valor nominal de 2,0 litros e sendo partes por milhão (ppm) os defeitos ou erros por milhão, que na filosofia Seis Sigma são de 3,4 ppm, ou seja, 3,4 defeitos por milhão (CARPINETTI, 2016). Portanto, num processo de produção cuja empresa segue a filosofia Seis Sigma, uma garrafa com 2,020 litros ou 1,980 litros (LSE e LIE, respectivamente) representaria apenas 0,001 ppm.

Figura 4.22 | Processo de envasamento com nível de qualidade Seis Sigma



Fonte: adaptada de Carpinetti (2016, p. 142).



Assimile

Caro aluno, perceba então que você pode desenvolver um estudo de capacidade de processo para avaliar a capacidade de um processo produtivo em atender às especificações de um produto, previamente apresentadas no projeto do produto.

Durante uma iniciativa de melhoria da qualidade, como a aplicação da filosofia Seis Sigma pela empresa, uma estimativa de capacidade é normalmente obtida no início e no final do estudo para refletir o nível de melhoria conquistado pela organização.

Várias estimativas de capacidade podem ser obtidas, sendo comum o uso dos índices C_p e C_{pk} , principalmente, que mostram se um processo é capaz de atender aos limites de especificação, com base em variáveis contínuas.

Sem medo de errar

Vamos retomar o caso em que você é gestor da qualidade de uma indústria aeronáutica, cujos aviões são fabricados e montados sob demanda. Para diferenciar o produto, a empresa decide fabricar assentos específicos para crianças de até 10 anos, de modo que você deve avaliar se o processo de produção é capaz de produzir itens dentro da especificação.

Assim, amostras com seis elementos (assentos) são retiradas do processo em intervalos regulares de tempo. A característica de qualidade de interesse – largura do assento infantil (normalmente distribuída – em controle) – é medida e, após avaliação de 40 amostras pela equipe de qualidade, são obtidos $\sum_{i=1}^{40} R_i = 392$ e $\sum_{i=1}^{40} \bar{X}_i = 1.360$. Considerando que o limite de especificação, dado pela equipe de projeto, é de $(33,0 \pm 4,0)$ cm, você precisa avaliar a capacidade do processo.

Certamente, você deve utilizar o Cpk, dado que este considera a centralidade e a dispersão do processo. Para complementar a análise, pode avaliar o índice Cp.

Passo 1: para o cálculo de Cp e Cpk, necessitamos da média e do desvio-padrão do processo:

$m = 40$ amostras

$n = 6 \rightarrow d_2 = 2,534$ (valor tabelado)

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{m} = \frac{392}{40} = 9,8$$

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{9,8}{2,534} = 3,867$$

$$\mu = \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^m \bar{X}_i}{m} = \frac{1360}{40} = 34$$

Passo 2: cálculo de Cpk com $\sigma = 3,867$ e $\mu = 34$

$$LSE = 33 + 4 = 37$$

$$LIE = 33 - 4 = 29$$

$$Cpk = \text{Min} \left[\frac{LSE - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LIE}{3\sigma} \right]$$

$$Cpk = \text{Min} \left[\frac{37 - 34}{3(3,867)}; \frac{34 - 29}{3(3,867)} \right]$$

$$Cpk = \text{Min} [0,259; 0,431]$$

$$Cpk = 0,259$$

Como $Cpk < 1,0$, tem-se um processo incapaz de produzir itens dentro da especificação. O baixo valor de Cp, demonstrado em seguida, corrobora que o processo é incapaz.

Passo 3: cálculo de Cp com $\sigma = 3,867$

$$LSE = 33 + 4 = 37$$

$$LIE = 33 - 4 = 29$$

$$Cp = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} = \frac{37 - 29}{6(3,867)} = 0,345$$

Como $Cp < 1$, tem-se um processo incapaz de produzir itens dentro da especificação

Logo, em seu parecer, você conclui que se trata de um processo incapaz, devendo fortemente analisar o problema e diminuir a variabilidade, a fim de produzir mais itens dentro da especificação.

Parabéns por mais um desafio vencido!

Avançando na prática

Monitoramento de processo

Descrição da situação-problema

Como consultor na área de qualidade, você foi contratado para assessorar uma indústria de eletrônicos que está produzindo alto índice de itens fora da especificação. Como se trata de uma empresa com estrutura enxuta e familiar, eles não possuem um departamento de qualidade bem estabelecido, tampouco

fazem análises estatísticas do processo, de modo que muitas falhas nos produtos só são constatadas ao final da produção, por inspeção 100%, ou no momento de devolução pelo cliente, comprometendo a imagem organizacional. Logo, você foi solicitado para explicar o que está ocorrendo (de modo genérico), em termos de processo e capacidade, para geração de alto índice de produtos fora da especificação. Além disso, como consultor, vale propor algum programa de redução de variabilidade para otimização de processo. Como você faria essa apresentação inicial para a empresa?

Resolução da situação-problema

Inicialmente, vale você esclarecer para a empresa o significado de capacidade de processo. Logo, você pode colocar que a capacidade do processo se refere ao quão capaz o processo de produção é para atender às especificações do produto. Assim, a análise de capacidade determina como as especificações do produto previamente definidas se comparam com a variabilidade do processo. Em função das variações que ocorrem em um processo devido às causas especiais (não esperadas), bem como às causas comuns, um processo não estará sempre operando de acordo com as expectativas, e, portanto, a qualidade do produto pode se desviar dos padrões predefinidos. Assim, os estudos de capacidade de processo ajudam a verificar se os processos adotados pela empresa são capazes de atender às especificações.

De acordo com a prática, a empresa de eletrônicos observou um alto número de produtos fora da especificação, o que significa que o processo não é capaz de atender ao esperado para o produto.

Nesse ponto, mostre à empresa que, para se ter uma avaliação mais assertiva, é necessário calcular alguns índices que vão apontar a capacidade do processo sob uma abordagem numérica.

No entanto, para isto, você deve demonstrar a necessidade da empresa de começar a adotar gráficos de controle para monitorar, estatisticamente, o processo por meio do controle estatístico do processo (CEP).

Assim, pelo CEP, a empresa vai conseguir avaliar a variabilidade do processo e, então, calcular os índices de capacidade de processo.

Além de sugerir o monitoramento dos processos por meio do CEP, para assim se conseguir calcular a capacidade, vale destacar que se o processo está gerando alto índices de produtos fora da especificação, então é necessário diminuir a variabilidade do processo. Para atender a este fim, vale você indicar a implementação de um programa Seis Sigma para a empresa de eletrônicos.

Tradicionalmente, as empresas seguem três sigma como padrão aceitável de variabilidade, apesar do fato de esses processos aceitarem 6.200 defeitos por milhão de produtos fabricados (99,73% de confiança). No entanto, o padrão Seis Sigma de 3,4 defeitos por milhão de produtos fabricados (99,994% de confiança) é uma resposta às crescentes expectativas dos clientes, que querem que seus produtos estejam livres de defeitos, atendendo às especificações.

Parabéns por mais um desafio vencido!

Faça valer a pena

1. A característica de qualidade de interesse que se quer analisar em um processo estável é medida por meio da avaliação de 24 amostras, com 3 elementos, pela equipe de qualidade, resultando em $\bar{X} = 999,75$ mL e $\sigma = 4,034$. Considere que o limite de especificação do produto fabricado por este processo de produção, dado pela equipe de projeto, é de $(1.000,0 \pm 5,0)$.

Assinale a alternativa que apresenta corretamente o valor do índice Cpk para o processo descrito.

- a) 0,434.
- b) 4,034.
- c) 0,392.
- d) 0,371.
- e) 3,071.

2. A capacidade do processo refere-se ao quão capaz o processo de produção é para atender às especificações do produto. Logo, a análise de capacidade determina como as especificações do produto, previamente definidas, comparam-se com a variabilidade do processo. Avalie as afirmações I a III.

- I. Os limites de especificação e de controle são diferentes entre si, pois o primeiro é definido durante o projeto do produto, enquanto o segundo é obtido por meio de média amostral.
- II. Todo o processo sob controle estatístico é plenamente capaz de atender às especificações do produto.
- III. Pode-se avaliar a capacidade do processo por meio de índices, como o Cpk , que considera a centralidade e a dispersão do processo.

Assinale a alternativa correta, com base nas afirmações de I a III.

- a) I, II e III estão corretas.
- b) Somente II e III são corretas.
- c) Somente I é correta.
- d) Somente I e III estão corretas.
- e) Somente I e II estão corretas.

3. O termo Seis Sigma foi desenvolvido na década 1980, na Motorola, pelo engenheiro Bill Smith, com o objetivo de reduzir os defeitos resultantes da grande complexidade dos processos produtivos. No entanto, desde a década de 1980, a filosofia Seis Sigma passou por diversas modificações e também começou a ser utilizada em outras empresas, como ABB, GE, Honeywell, entre outras, trazendo diversos ganhos financeiros da ordem de milhões de dólares anuais. Avalie as afirmações de I a IV.

- I. A filosofia Seis Sigma se transformou num programa de melhoria com a redução de desperdícios, incorrendo em redução de custos e também melhoria no atendimento aos requisitos dos clientes.
- II. Se um processo de produção seguir a filosofia Seis Sigma, significa que a variabilidade, medida pelo desvio-padrão, será no máximo seis vezes menor do que a variação máxima estabelecida na especificação.
- III. Nos processos Seis Sigma temos $Cpk = 2$, já que ele representa a diferença entre a média do processo e o limite de especificação dividido por três desvios-padrão.
- IV. Em um processo Seis Sigma são esperados 3,4 defeitos por centena de produtos fabricados.

Assinale a alternativa correta, com base nas afirmações de I a IV.

- a) I, II, III e IV estão corretas.
- b) Somente I, II e III estão corretas.
- c) Somente II e IV estão corretas.
- d) Somente I, II e IV estão corretas.
- e) Somente I e III estão corretas.

Referências

- CARPINETTI, L. R. **Gestão da qualidade**: conceitos e técnicas. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- GONÇALVES, V. A. et al. Simulação da dinâmica operacional do processo de esartejamento de suínos e avaliação do peso final dos principais cortes. **Espacios**, Caracas, v. 36, p. 17-29, 2015.
- MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. Tradução e revisão técnica: Ana Maria Lima de Farias, Vera Regina Lima de Farias e Flores. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.
- _____; RUNGER, C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2009.
- RAMOS, E. M. S.; ALMEIDA, S. S.; ARAÚJO, A. R. **Controle estatístico da qualidade**. Porto Alegre: Bookman, 2013. Disponível em: <<https://biblioteca-virtual.com/detalhes/eds/edsmib/edsmib.000003247>>. Acesso em: 23 maio 2018.

ISBN 978-85-522-1176-1



9 788552 211761 >