

Embora haja vantagens evidentes na integração dos diversos sistemas de gestão individuais, como a redução de custos que isso representa e principalmente o surgimento de uma visão de sustentabilidade, deve haver sempre a preocupação de que a simplificação proporcionada pelo SGI não represente também menor atenção com os aspectos tecnológicos e legais de cada área.

Figura 8.3

Representação do Sistema de Gestão Integrado.



Capítulo 9

Produtividade

No mercado globalizado dos dias de hoje, é imperioso que as empresas sejam muito competitivas. Assim, as empresas têm buscado melhorar não só a qualidade, como estudamos nos capítulos anteriores, mas também a produtividade de seus processos, com o objetivo de obter melhor desempenho.

Uma boa definição de produtividade é produzir mais com cada vez menos recursos e sempre atendendo aos requisitos de qualidade dos produtos e serviços. A figura 9.1 ilustra essa definição.

Neste capítulo estudaremos metodologias como *Kaizen*, Seis Sigma e CEP (Controle Estatístico do Processo), que visam melhorar a produtividade das organizações.

O foco dessas metodologias é a melhoria de processos, o aumento da produção, a redução de desperdícios e, conseqüentemente, a redução dos custos.

Figura 9.1

Conceito de produtividade

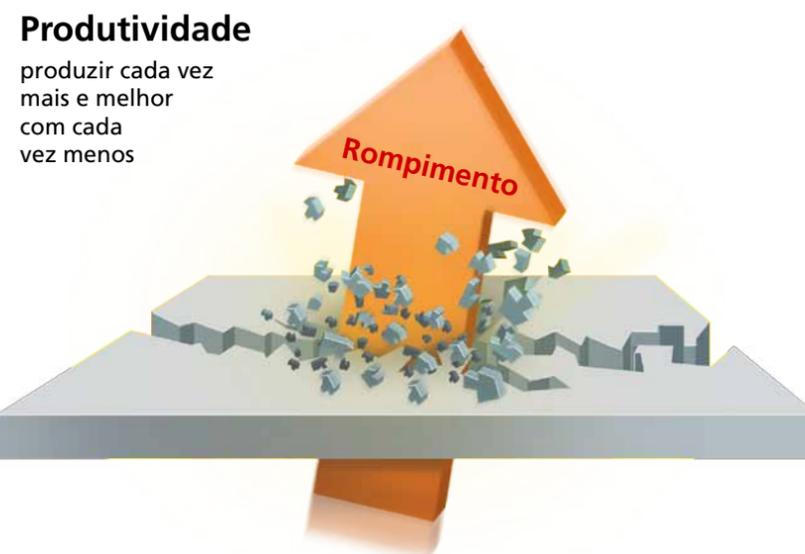


Figura 9.2

Foco da linha de produção é produtividade.

Como é o mercado que define os preços dos produtos e serviços, para uma empresa ser competitiva precisa reduzir seus custos. Como vemos na equação 9.1, na composição do preço de venda temos a soma dos custos gerais, dos impostos e do lucro. Como os impostos são obrigatórios e o lucro é uma necessidade para a sobrevivência das organizações, o foco para a melhoria dos resultados ou do aumento do lucro está na redução dos custos gerais.

$$\text{Preço de Venda} = \text{Custos Gerais} + \text{Lucro} + \text{Impostos} \quad (9.1)$$

9.1 *Kaizen*

O *Kaizen* (termo japonês que significa melhoramento contínuo) é uma metodologia que visa obter resultados em curto espaço de tempo e com o mínimo de investimento, por meio da eliminação total ou parcial de perdas (desperdícios). O programa é desenvolvido por intermédio do trabalho em equipe e da utilização de experiências, habilidades e conhecimentos das pessoas envolvidas.

O método *Kaizen* teve a sua origem na década de 1960 e tem sido usado como uma ferramenta do TPS (Sistema Toyota de Produção) na Toyota Motor Company e em diversas outras organizações. Alguns dos benefícios obtidos com a utilização do *Kaizen* são:

- satisfação dos empregados;
- diminuição de custos;
- melhoria da qualidade dos produtos;
- agilidade e competitividade.



O *Kaizen* desenvolve-se a partir da padronização e do monitoramento do processo (*standard*) e da subsequente melhoria desse padrão ou processo, garantindo que ganhos pequenos e incrementais sejam incorporados aos processos, conforme vemos na figura 9.3, na qual se faz uma comparação com uma organização que não adota a melhoria contínua.

O programa *Kaizen*, resumido na figura 9.4, tem as seguintes diretrizes:

- equipe de trabalho em regime de dedicação total (tempo integral);
- duração de 3 a 5 dias;
- definição prévia do escopo do projeto, com objetivos e limites do trabalho;
- dados básicos relacionados ao projeto devem ser coletados previamente;
- a implementação deve ser imediata, isto é, a maior parte das ações definidas deve ser colocada em prática durante a semana de evento *Kaizen*;
- o que não for possível executar durante o evento deve ser realizado em curto prazo de no máximo 30 dias.

Figura 9.3

Sistema *Kaizen* e tradicional

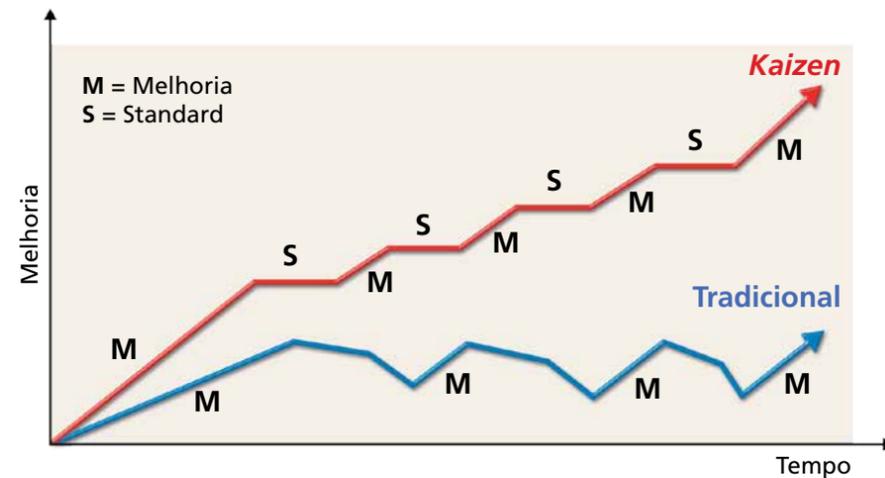
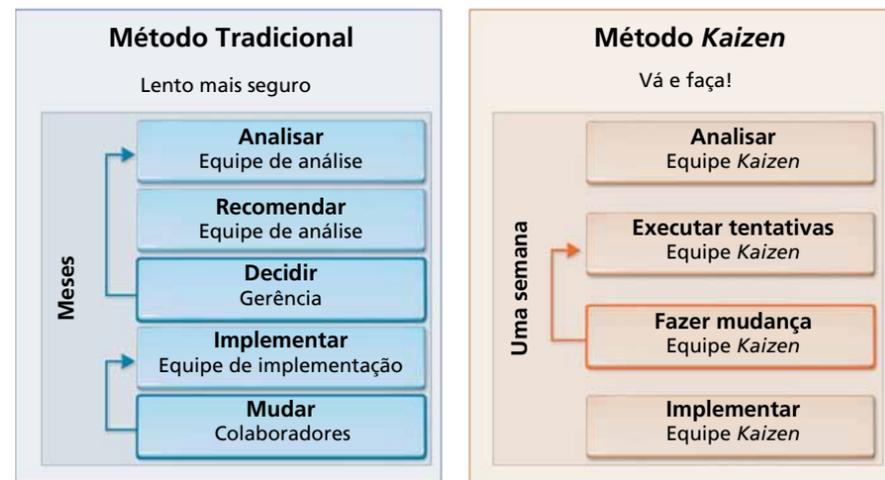


Figura 9.4

Método tradicional x método *Kaizen*



Pontos fortes do *Kaizen*:

- elevado interesse e apoio dos gestores;
- disponibilidade de recursos;
- tendência para ação imediata;
- possibilidade de alcance rápido de mudanças radicais.

As etapas do programa *Kaizen* são as seguintes:

A — Atividades a serem realizadas antes da semana *Kaizen*:

- definir um processo a ser melhorado;
- levantar e coletar dados do processo;
- estabelecer objetivos para a semana *Kaizen* com indicadores de desempenho, como ganhos de produtividade; redução de inventário em processo; melhorias do tempo de produção e entrega; redução de *setup* (troca ou preparação de ferramentas e processo), melhoria da qualidade; tempo produtivo de máquina; etc.

B — Primeiro dia:

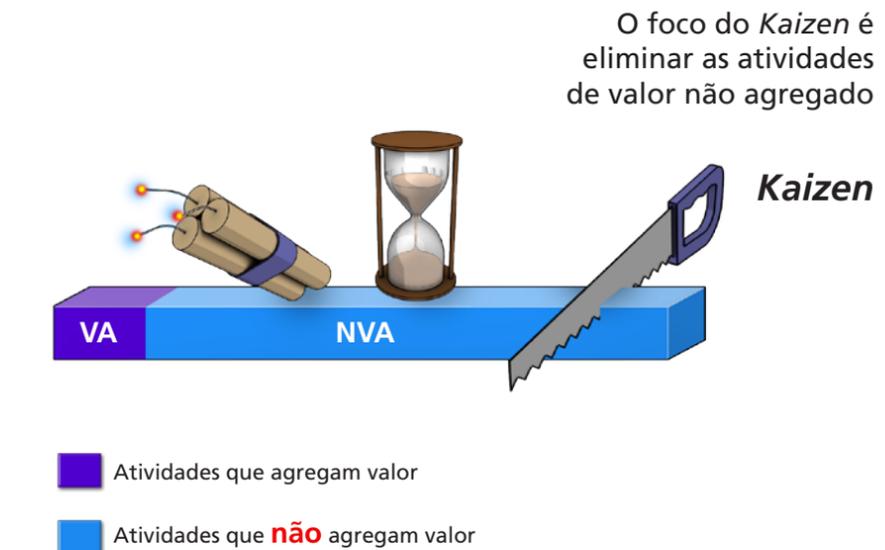
- treinamento da equipe de trabalho;
- levantamento do fluxograma do processo a ser melhorado;
- observação do processo no local com análise e entendimento;
- comparação entre o fluxo real e o fluxo teórico (procedimento);

C — Segundo dia:

- elaboração do fluxo atual e detalhamento do processo em painel, ampliando a visualização para toda a equipe;
- identificar atividades que não agregam valor ao processo e ao cliente, como ilustrado na figura 9.5;
- analisar e inserir oportunidades de melhoria no fluxo;
- planejar as ações de melhoria e distribuir entre os membros da equipe.

Figura 9.5

Atividades que agregam e que não agregam valor.



D — Terceiro dia e quarto dia:

- implementar as ações planejadas;
- treinar as pessoas envolvidas no novo procedimento;
- verificar os resultados e efetuar ajustes caso seja necessário.

E — Quinto dia:

- avaliar as ações implementadas e os resultados alcançados;
- as ações que não foram possíveis de ser implementadas, planejar com prazo máximo de 30 dias;
- apresentar os resultados da semana *Kaizen* e as ações pendentes para os gestores;
- comemorar o sucesso da equipe.

F — Atividades após a semana *Kaizen*:

- fazer *follow-up* (acompanhamento) das ações que ficaram de ser implementadas;
- realizar uma auditoria após 30 dias da implantação de todas as ações para verificar a eficácia das ações e do programa.

SUGESTÃO DE ATIVIDADE

Identificar um processo a ser melhorado e adequar uma implementação das etapas do programa *Kaizen*.

9.2 Seis Sigma

9.2.1 O programa

Seis Sigma é uma metodologia estruturada para otimização de produtos e processos, por meio da redução da sua variabilidade. Sigma, isto é, a letra grega minúscula σ , é o símbolo utilizado na estatística para representar o desvio-padrão de uma distribuição. Quanto maior o “número de sigmas”, melhor o desempenho do processo.

Obter um processo Seis Sigma significa, na prática, ter um processo com variação que resulta numa probabilidade de 3,4 falhas por milhão de produtos ou serviços entregues, isto é, 99,99966% de probabilidade de acertar. O Seis Sigma, portanto, tem como objetivo fundamental aumentar a lucratividade das empresas. A figura 9.6 ilustra uma comparação entre o desempenho de um processo com Quatro Sigma, com 99,38% de probabilidade de acerto, e outro com Seis Sigma, isto é, com 99,99966% de probabilidade de acerto.

O programa Seis Sigma nasceu na Motorola em 1987, decorrente de estudos da vida útil do produto e sua relação com reparos realizados durante o processo de fabricação. Os engenheiros da Motorola sabiam que, se os defeitos fossem detectados e corrigidos durante o processo de fabricação, era estatisticamente baixa a probabilidade de ocorrerem falhas nos ensaios finais. Analogamente, se o produto fosse fabricado livre de erros, a probabilidade de falhas no uso inicial pelos clientes seria muito reduzida. Criar produtos sem falhas, portanto, é o grande desafio do programa Seis Sigma.

Grandes empresas aderiram ao programa Seis Sigma e obtiveram bons resultados, como a General Electric, a Allied Signal, a ABB, a Dupont, a Toshiba, a Texas Instruments, a IBM, a Kodak e outras. No Brasil, o grupo Brasmotor foi pioneiro na implementação do Seis Sigma em 1997, seguido posteriormente pela Brahma, Belgo Mineira, Votorantim, Gerdau, Maxion, e outras.

A figura 9.7 mostra uma linha do tempo com as empresas que implementaram o programa Seis Sigma e os respectivos ganhos obtidos.

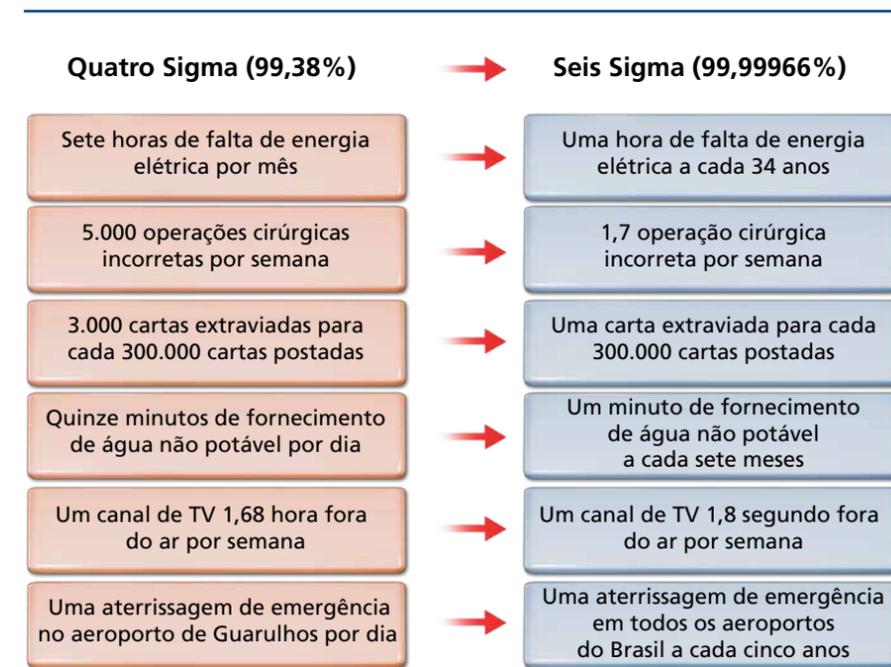


Figura 9.6
Comparação do desempenho do processo com Quatro Sigma x Seis Sigma.

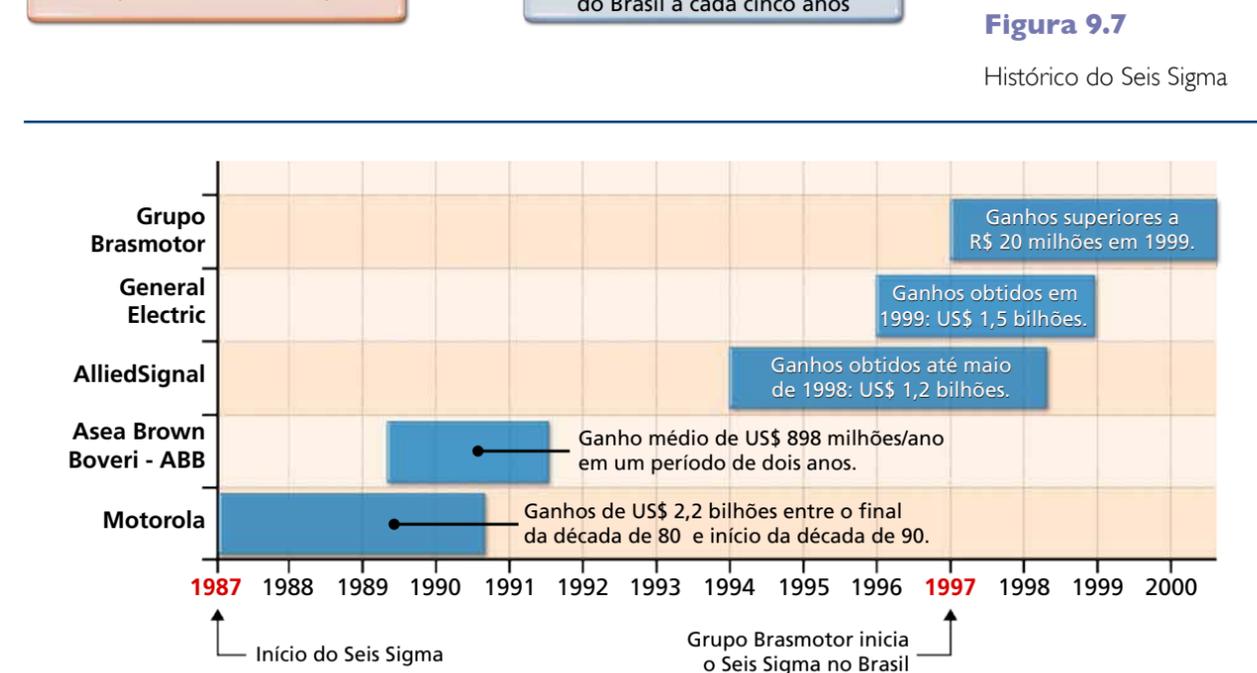


Figura 9.7
Histórico do Seis Sigma

Fonte figuras 9.6 e 9.7: WERKEMA, Maria Cristina Catarino. *Criando a Cultura Seis Sigma*. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2010. p. 16 e 19.

No Instituto de Investigação Seis Sigma, o dr. Michel Harry coordenou esforços para esclarecer o significado estatístico de Seis Sigma e desenvolveu ferramentas e estratégias necessárias para sua implementação. Atualmente faz parte da Six Sigma Academy.

Os ganhos financeiros são expressivos com o Seis Sigma, propiciando às organizações bons resultados e tornando-as altamente competitivas. Segundo Michel Harry,

Seis Sigma é um processo de negócio que permite às organizações incrementar seus lucros por meio da otimização das operações, da melhoria da qualidade e da eliminação de defeitos, falhas e erros. A meta dos Seis Sigma não é alcançar níveis Seis Sigma de qualidade. Seis Sigma estão relacionados à melhoria da lucratividade. Organizações que implementam Seis Sigma fazem isso para melhorar seus lucros.

Fonte: ROTONDARO, Roberto Giglio (coord). *Seis Sigma: Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços*. São Paulo: Atlas, 2002, p. 18.

A tabela 9.1 mostra a relação entre o nível da qualidade e os custos com a não qualidade.

Figura 9.8



Tabela 9.1

Nível de qualidade e custos

Nível de qualidade	Defeitos por milhão (ppm)	Percentual conforme	Custo da não qualidade (percentual do faturamento da empresa)
Dois sigma	308.537	69,15	Não se aplica
Três sigma	66.807	93,32	25 a 40%
Quatro sigma	6.210	99,3790	15 a 25%
Cinco sigma	233	99,97670	5 a 15%
Seis sigma	3,4	99,999660	< 1%

Fonte: WERKEMA, M. Cristina C. *Criando a Cultura Seis Sigma*. Belo Horizonte: Werkema Ed., 2010. p. 17.

Apresenta-se a seguir o depoimento de dois conhecidos dirigentes empresariais envolvidos com o programa:

- “Seis Sigma é a mais importante iniciativa que a GE já adotou [...] o Seis Sigma é parte do código genético da nossa futura liderança.” (Jack Welch, CEO, GE)

Fonte: *The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the world's top Corporations*. Apud Apostila de Treinamento Seis Sigma — Iris Bento da Silva e Ettore Bresciani Filho — UNICAMP



Figura 9.9

Correlação do PDCA e do DMAIC

Fonte: WERKEMA, M. Cristina C. *Criando a Cultura Seis Sigma*. Belo Horizonte: Werkema Ed., 2010. p. 29.

Nós estivemos em dificuldades, mas as competências básicas do Seis Sigma de reduzir defeitos e aplicar isso para todos os processos de negócios, da invenção à comercialização de um novo produto, todos os meios para contabilizar e coletar informações após o produto ser enviado, fizeram-nos mudar isso. Só quando nós pensamos, nós geramos o ‘último’ dólar do lucro de um negócio, nós descobrimos novos meios para melhorar o caixa como reduzir tempo de ciclo, diminuir inventários, aumentar a capacidade e reduzir refugo. Os resultados são melhores e os preços dos produtos são mais competitivos, mais clientes satisfeitos que nos dão mais negócios e melhoram o nosso fluxo de caixa. (Larry Bossidy, CEO, Allied Signal)

Fonte: *The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the world's top Corporations*. Apud Apostila de Treinamento Seis Sigma — Iris Bento da Silva e Ettore B. Filho — UNICAMP

9.2.2 A metodologia

O Seis Sigma utiliza ferramentas e métodos estatísticos para **Definir** os problemas e situações a melhorar, coletar dados para **Medir** a situação inicial, **Analisar** a informação coletada, **Implementar** melhorias nos processos e **Controlar** os processos ou produtos existentes, com a finalidade de alcançar a melhoria de desempenho e redução das variações dos processos. A sistematização dessas etapas é conhecida pela sigla DMAIC, em inglês, e é detalhada a seguir:

- **D** — *Define* (Definir): definir com precisão o escopo do projeto;
- **M** — *Measure* (Medir): determinar a localização ou o foco do problema;
- **A** — *Analyze* (Analisar): determinar as causas de cada problema prioritário;
- **I** — *Improve* (Melhorar): propor, avaliar e implementar soluções para cada problema prioritário;
- **C** — *Control* (Controlar): garantir que as metas alcançadas sejam mantidas no longo prazo.

Inicialmente a Motorola desenvolveu o Modelo MAIC (Medir, Analisar, Melhorar, Controlar) como uma evolução do ciclo PDCA de Shewhart-Deming. Posteriormente foi acrescentada ao método a **Definição** do escopo do projeto, resultando no DMAIC. Existe ainda uma correlação muito evidente entre o DMAIC e o ciclo PDCA, como se pode constatar na figura 9.9.



Apesar de cada metodologia possuir o seu foco e propósito em cada etapa, bem como utilizar ferramentas específicas, elas têm em comum o fato de que o método Seis Sigma também está centrado na identificação dos problemas para a **Definição** e seleção dos projetos; na coleta de dados e observação dos processos para **Medição** do processo atual; na determinação das causas dos problemas e planejamento de ações corretivas através da **Análise**; na realização das ações corretivas e preventivas **Implementando** as melhorias do processo; e na verificação dos resultados e medição das melhorias para **Controlar** o processo, manter o que foi alcançado e propor novas melhorias.

Além da semelhança metodológica, o Seis Sigma e o MASP (Método para Análise e Solução de Problemas) têm igualmente ferramentas em comum. A tabela *Fases x Ferramentas utilizadas* mostra um resumo das fases e as principais ferramentas utilizadas no Seis Sigma.

Tabela 9.2

Fases x Ferramentas utilizadas	
Fases	Fluxo
Definir	Folha de Projeto (Project Charter), SIPOC (Mapeamento do Processo Orientado ao Cliente), QFD (Desdobramento da Função Qualidade), Métricas do Seis Sigma, Gráfico Sequencial, Carta de Controle, Gráfico de Pareto, Estratificação.
Medir	Análise do Sistema de Medição (MSA), Métricas do Seis Sigma, Gráfico Sequencial, Mapeamento do Processo, Carta de Controle, Índice de Capacidade, Coleta de Dados, Folha de Verificação, Amostragem, Histograma, Estratificação, Diagrama de Pareto.
Analisar	Fluxograma, Mapa e Processo, Mapa do Produto, FMEA, FTA (Árvore de Falhas), Análise do Sistema de Medição (MSA), Histograma, Estratificação, Diagrama de Dispersão, <i>Brainstorming</i> , Matriz de Priorização, Carta de Controle, Análise de Variância, Testes de Hipótese, Diagrama de Relação, Análise de Regressão, Diagrama de Afinidades e Diagrama de Causa e Efeito.
Implementar melhorias	<i>Brainstorming</i> , Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Afinidades, Diagrama de Relações, Matriz de Priorização, FMEA, Simulação, Testes de Hipóteses, 5W2H, Diagrama de Árvore.
Controlar	Análise do Sistema de Medição (MSA), Diagrama de Pareto, Carta de Controle, Histograma, Índices de Capacidade, Métricas do Seis Sigma, Procedimento Padrão, Poka-Yoke, Coleta de Dados, Auditorias.

Fonte: Treinamento Seis Sigma – Maria Cristina Catarino Werkema – Grupo WERKEMA.

9.3 Controle Estatístico do Processo (CEP)

O CEP é uma importante ferramenta para controle, análise e melhoria dos processos. A utilização de métodos estatísticos confere objetividade às análises realizadas sobre dados retirados do próprio processo.

Os estudos estatísticos aplicados à qualidade na indústria iniciaram-se na década de 1920 nos EUA. Os gráficos de controle desenvolvidos por Shewhart, que viriam a ser o instrumento básico do controle estatístico de processos, o CEP, resultaram dessa iniciativa. Hoje, se bem aplicado, o CEP é ferramenta importante na identificação preventiva de problemas e aperfeiçoamento dos processos produtivos.

Se, periodicamente, medirmos em um subgrupo de amostras aleatórias e plotarmos em um gráfico de controle os valores da característica de interesse do produto, podemos inferir o que se passa com o processo sem inspecionar todo o lote produzido. É essa simplicidade e economia de meios que torna o CEP atraente e eficaz como ferramenta preventiva da qualidade. Esse tipo de monitoramento permite detectar problemas e tomar ações corretivas antes que o processo venha a produzir produtos não conformes. Além disso, o acompanhamento contínuo da variabilidade natural permite tomar medidas adequadas para reduzi-la e melhorar o processo.

9.3.1 Tipos de controle da qualidade

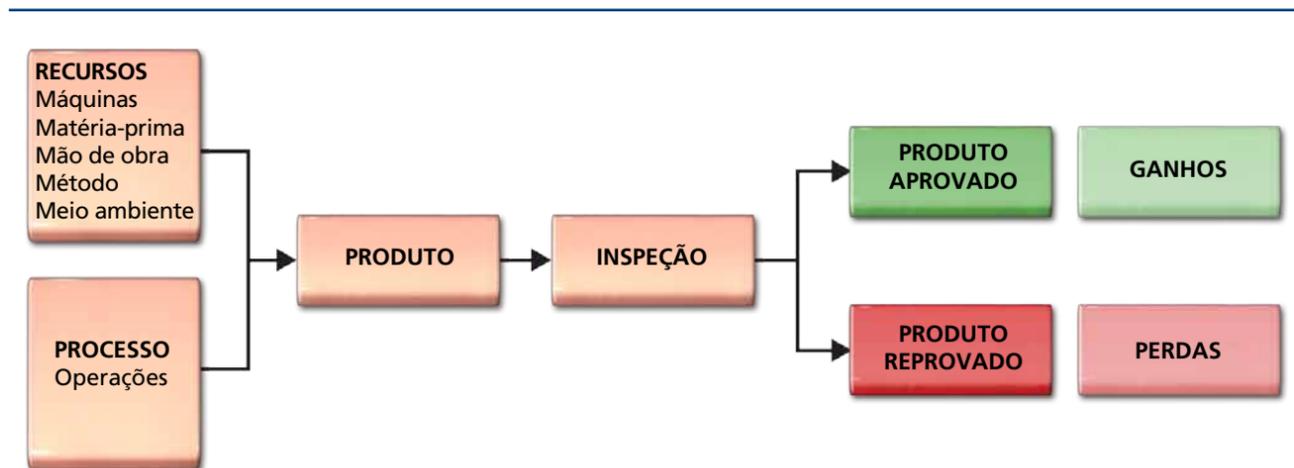
Basicamente, existem dois tipos de controle da qualidade dos produtos: detecção e prevenção. O primeiro tipo, tradicional e ainda bastante difundido, baseia-se no retrabalho ou refugo dos itens defeituosos encontrados. O segundo, como o próprio nome diz, está fundamentado na ideia de prevenir a ocorrência de defeitos.

Controle de detecção

O controle mais simples da qualidade que se pode fazer é a inspeção final de tudo o que foi produzido. Uma variante mais sofisticada desse tipo de detecção de defeitos é a inspeção por amostragem, aquela que utiliza planos de amostragem baseados em distribuições estatísticas, como a distribuição binomial, por exemplo. De qualquer maneira, nos dois casos, o máximo que faremos é constatar os defeitos depois que aconteceram, separando os produtos aprovados e rejeitados. Dessa forma as perdas com não conformidades não podem ser evitadas, gerando retrabalhos e refugos no processo. A figura 9.10 ilustra esquematicamente o sistema por detecção.

Figura 9.10

Controle da qualidade tradicional: detecção



Fonte: Apostila de CEP – autora: Giuliana Marchi

Não é raro que no controle por detecção o pessoal envolvido ainda aceite as não conformidades como naturais e inevitáveis. Esse tipo de atitude, além de não promover a melhoria contínua, pode levar a organização a reduzir sua produtividade e aumentar os custos de avaliações e de falhas, em virtude de aumento de inspeções para assegurar qualidade, excesso de horas extras, fretes extras, aumento de estoques, retrabalhos e alto índice de refugo. A figura 9.11 ilustra esse tipo de situação.

Figura 9.11

Resultados adversos possíveis com a simples detecção



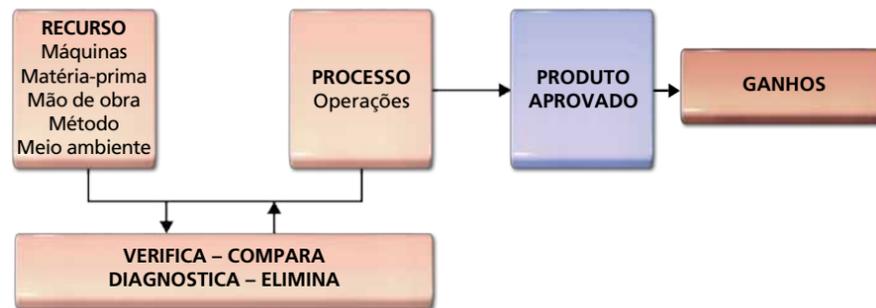
Fonte: Apostila de CEP – autora: Giuliana Marchi

Controle de prevenção

O controle de prevenção atua no processo antes que as não conformidades apareçam. Ou seja, parte do princípio básico de que, se tivermos controle sobre o processo, consequentemente teremos controle sobre o produto, que é o resultado do processo. Nesse tipo de controle, os gráficos são utilizados para monitorar os processos dentro de limites de controle definidos, a fim de prevenir a fabricação de produtos defeituosos. A figura 9.12 ilustra esquematicamente o controle de prevenção.

Figura 9.12

Controle de prevenção

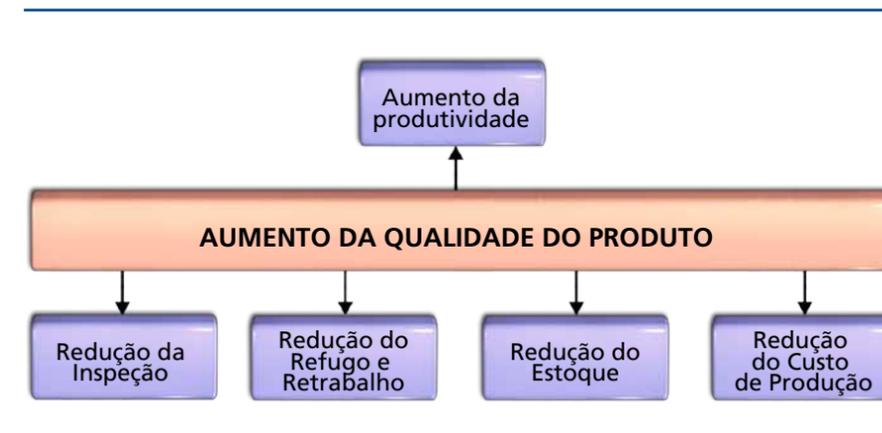


Fonte: Apostila de CEP – autora: Giuliana Marchi

Como resultado da prevenção das não conformidades, o controle preventivo tende a permitir maior produtividade, redução dos custos da não qualidade pela eliminação de perdas e maior satisfação dos clientes. A figura 9.13 ilustra os benefícios que podem advir da prevenção.

Figura 9.13

Benefício com a prevenção



Fonte: Apostila de CEP – autora: Giuliana Marchi

Uma vantagem adicional do controle de prevenção é que ele proporciona um conhecimento mais aprofundado do processo, ou seja, permite identificar as fontes de variação do processo, que normalmente são as causas dos problemas de qualidade.

9.3.2 Variação: causas comuns e especiais

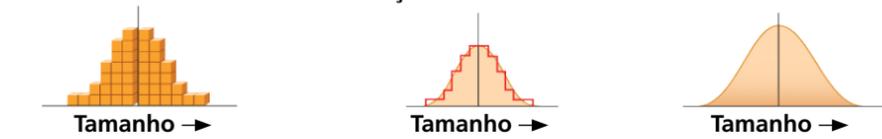
Como já vimos, existe uma lei fundamental da natureza pela qual não existem duas coisas exatamente iguais. Nossos processos não constituem exceção, portanto, também apresentam variações que não permitem que dois produtos sejam exatamente iguais.

Se considerarmos uma característica da qualidade de um produto, qualquer que ela seja: o diâmetro, o comprimento, a densidade, o peso, etc., e retirarmos periodicamente amostras desse produto do processo de produção, os valores coletados individualmente podem ser todos diferentes. Entretanto, como um conjunto, eles tendem a formar um padrão que pode ser descrito como uma distribuição. Essa distribuição, por sua vez, pode ser caracterizada pelos seguintes fatores: localização, dispersão e forma. As figuras 9.14 e 9.15 ilustram como as peças variam de uma para outra, como se aglomeram e as diferenças entre distribuições.

AS PEÇAS VARIAM DE UMA PARA OUTRA.



MAS ELAS FORMAM UMA AGLOMERAÇÃO QUE, SE ESTÁVEL, PODE SER DESCRITA COMO UMA DISTRIBUIÇÃO.



Fonte: Fundamentos de Controle Estatístico do Processo, Primeira Edição – IQA, 1997.

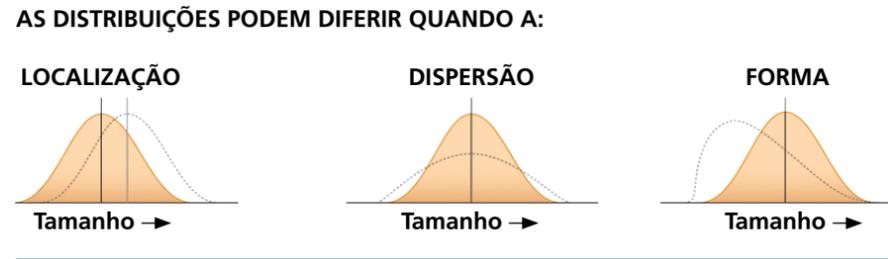
Figura 9.14

Variação individual e em conjunto



Figura 9.15

Fatores diferenciadores das distribuições



Fonte: Fundamentos de Controle Estatístico do Processo, Primeira Edição – IQA, 1997.

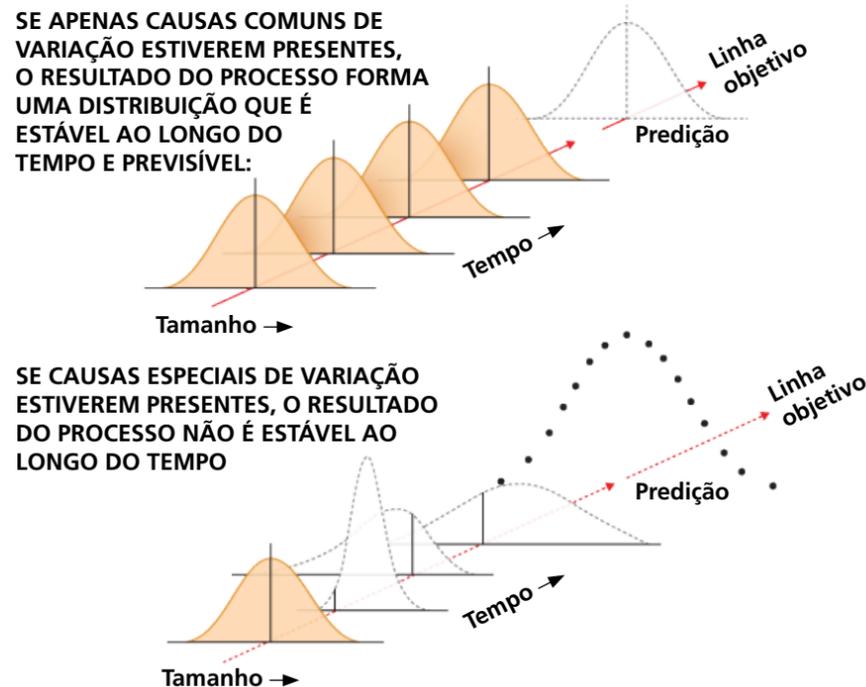
A distribuição que mais frequentemente se ajusta aos processos industriais é a distribuição normal ou de Gauss, graficamente uma curva simétrica, em forma de sino. Apenas dois parâmetros são suficientes, para caracterizarem por completo essa distribuição:

- A média (representada pela letra grega μ), como medida de centralização.
- O desvio-padrão (representado pela letra grega σ), como medida de dispersão.

Como vimos na subseção 7.1.7, um processo pode experimentar dois tipos de variações: aquelas que são intrínsecas a ele, originam-se de causas comuns, podem ser controladas, seguem padrões normais de comportamento e são chamadas de variações aleatórias. E aquelas que decorrem de causas especiais, podem desestabilizar o processo, podem deixá-lo fora de controle e são chamadas de variações causais. A figura 9.16 ilustra a variação do processo ao longo do tempo.

Figura 9.16

Variações devidas a causas comuns e especiais.



Fonte: Fundamentos de Controle Estatístico do Processo, Primeira Edição – IQA, 1997.

Figura 9.17

Linha de montagem da Fiat



© AFP PHOTO/GETTY IMAGES/STRIGLIUSEPPE CACACE

Como vimos na subseção 7.1.4, na qual apresentamos diagrama de Ishikawa, as causas mais prováveis de variações nos processos podem ser agrupadas nas seguintes categorias:

- **Matéria-prima:** pode apresentar diferenças na estrutura de conformação ou nas características dimensionais, contribuindo para a variação do produto final. Por exemplo: variações de tensão superficial, cor, espessura, teor de componentes, brilho, viscosidade, etc.
- **Máquina:** o desgaste natural dos componentes das máquinas e de seu ferromental (moldes e matrizes) faz que seja alterado o seu comportamento ao longo do tempo. Por exemplo: desgaste, variações de velocidade, temperatura, pressão, tensão da rede, pressão do ar comprimido, etc.
- **Método:** alterações em relação à sequência dos movimentos, na utilização de ferramentas manuais e eventuais modificações no posto de trabalho. Por exemplo: ajustes, testes, *layout*, ordem, posição, etc.
- **Mão de obra:** variações de comportamento das pessoas, provenientes do conhecimento, da habilidade, do nível de motivação, da divisão dos turnos, da saúde, do treinamento, etc.
- **Meio ambiente:** alterações físicas ambientais, como temperatura, luminosidade, umidade relativa do ar, ruído, odores, etc., modificam o comportamento da máquina, das pessoas e das características da matéria-prima.
- **Meio de medição:** variações das condições e formas de utilização dos equipamentos de medição também influenciam na variação do produto final.

9.3.3 Controle de processo

O objetivo do controle de processo é tomar decisões baseado nas variações do processo e do seu desempenho ao longo do tempo, atuando sobre as causas dessas variações que afetam o processo. São necessárias ações no local para eliminação das causas especiais de variação, que geralmente podem ser realizadas

por pessoas ligadas ao processo. Já para variações de causas comuns são normalmente requeridas ações gerenciais sobre o sistema.

Existem basicamente dois tipos de gráficos de controle de processo:

- Gráficos de variáveis: quando as características do produto ou os parâmetros do processo são medidos (Exemplo: peso, diâmetro, temperatura, etc.).
- Gráficos de atributos: quando as características do produto são avaliadas (Exemplo: defeituoso/não defeituoso, bom/ruim, etc.).

Os gráficos são utilizados para verificar se um processo está sob controle estatístico ou se está fora de controle. Diz-se que um processo está operando sob controle estatístico quando apenas variações comuns ou aleatórias estiverem presentes e quando estas se mantêm dentro de limites chamados de limites de controle. Assim, quando aparecerem variações especiais, é possível identificar essas variações. Dessa forma o desempenho do processo é previsível e, então, sua capacidade em satisfazer as especificações do cliente pode ser avaliada. A figura 9.18 ilustra a evolução do controle de processo ao longo do tempo.

Existem vários tipos de gráficos de controle que podem ser usados no CEP. O mais conhecido, no entanto, é o gráfico para variáveis chamado de *X barra* e que serve para avaliar o comportamento da média, isto é, da centralização de um processo. A figura 9.19 mostra os valores de médias de amostras de determinado processo plotadas em um gráfico desse tipo.

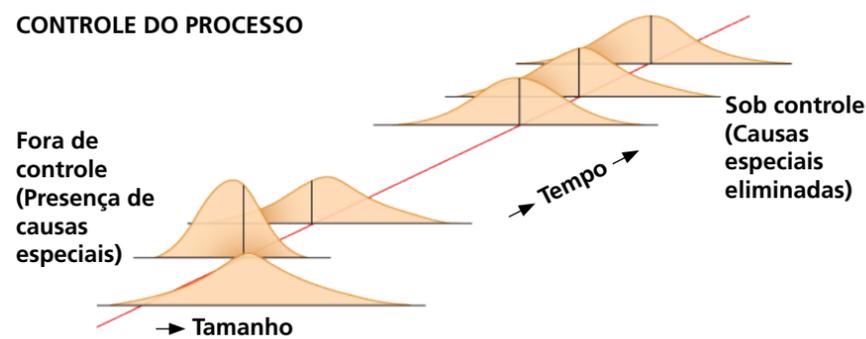
Para completar o gráfico da figura 9.19 são necessárias 3 linhas de controle, as quais são calculadas da seguinte maneira:

- Linha central (*X duas barras*) — é a média das médias dos valores medidos em subgrupos de geralmente 5 amostras retiradas a intervalos regulares do processo em estudo, conforme mostrado na equação 9.2 a seguir, em que n é o número de subgrupos, \bar{x}_1 é a média do primeiro subgrupo, \bar{x}_2 do segundo, e assim por diante.

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_n}{n} \quad (9.2)$$

Figura 9.18

Evolução do processo com a remoção de causas especiais



Fonte: Fundamentos de Controle Estatístico do Processo, Primeira Edição – IQA, 1997.



Figura 9.19

Gráfico de controle das médias (\bar{x})



- Limite superior de controle (LSC) — para subgrupos de 5 amostras é calculado pela equação 9.3.

$$LSC = \bar{\bar{x}} + (0,577 \cdot \bar{R}) \quad (9.3)$$

- Limite inferior de controle (LIC) — para subgrupos de 5 amostras é calculado pela equação 9.4.

$$LIC = \bar{\bar{x}} - (0,577 \cdot \bar{R}) \quad (9.4)$$

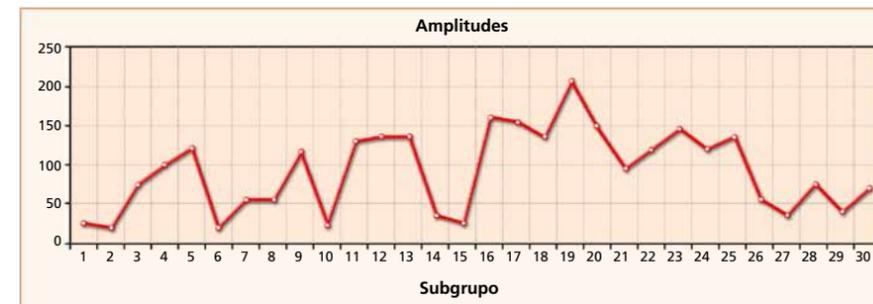
Nas equações 9.3 e 9.4, *R barra* é a média das amplitudes de cada subgrupo. Amplitude é a diferença entre o maior e o menor valor da característica de interesse encontrados nas amostras de um subgrupo. O cálculo de *R barra* é mostrado na equação 9.5, em que n é o número de subgrupos, R_1 é a amplitude do primeiro subgrupo, R_2 do segundo, e assim por diante.

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} \quad (9.5)$$

Como o gráfico de *X barra* só serve para avaliar o comportamento da média, é necessário utilizar também outro gráfico que avalie a dispersão, ou seja, o afastamento em torno da média. Esse é o gráfico de valores de *R* exemplificado na figura 9.20.

Figura 9.20

Gráfico de controle das amplitudes (*R*)



No gráfico da figura 9.20, a média é o próprio valor de R barra e as duas outras linhas de controle para subgrupos de 5 amostras são calculadas pelas equações 9.6 e 9.7 a seguir.

$$LSC = 2,114 \cdot \bar{R} \quad (9.6)$$

$$LIC = 0 \quad (9.7)$$

O objetivo do controle de processo é monitorar a variabilidade do processo e detectar se, além da variabilidade natural, há fatores introduzindo variação especial. Se houver, é necessário fazer uma análise do processo para determinar sua origem, corrigir essa condição e tomar as respectivas ações preventivas, a fim de evitar que ocorra novamente.

Referências bibliográficas

SEGURANÇA

BRASIL, Luiz A. D. Responsabilidade legal e social para promoção da segurança e saúde no trabalho. In: *Saúde e segurança no trabalho*.

SALIM, Celso Amorim (Org.) et al. *Novos olhares e saberes*. Belo Horizonte: Fundacentro/Universidade de São João Del Rei, 2003.

BATTAGLIA, Felice. *Filosofia do trabalho*. Tradução de Luís W. Vita e Antonio D'elia. São Paulo: Saraiva, 1958.

ANDRADE, Luís Renato B. *Estratégias para o desenvolvimento de ações de saúde e segurança no trabalho em pequenas e médias empresas*. Porto Alegre: Fundacentro, 2004.

COHN, A.; US, H.; SATO, A. *Acidentes do trabalho: uma forma de violência*. São Paulo: Brasiliense; Cedec, 1985, apud MENDES, René (Org.). *Patologia do trabalho*. Rio de Janeiro: Atheneu, 1996.

LAVILLE, Antonie. *Ergonomia*. São Paulo: EPU, 1977.

NOGUEIRA, Diogo Pupo. *Introdução à segurança, higiene e medicina do trabalho — Histórico. Curso de Engenharia do Trabalho*. São Paulo: Fundacentro, 1981.

SAAD, Eduardo Gabriel. *Consolidação das leis do trabalho: Comentada*. 30. ed. São Paulo: LTr, 1997.

SAAD, Teresinha L. P. *Responsabilidade civil da empresa nos acidentes do trabalho*. São Paulo: LTr, 1999.

SERRANO, Ricardo. *Ergonomia e segurança na empresa*. São Paulo: Cavaletti, 2002.

COSTA, Antonio Tadeu. *Manual de segurança e saúde no trabalho. Normas Regulamentadoras — NR's*. 5. ed. São Caetano do Sul: Difusão Editora, 2009.

OHSAS 18001:2007 — Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho — Requisitos. São Paulo: Risk Tecnologia Editora Ltda, 2007.

WISNER, Alain. *Le diagnostic en ergonomie ou le choix des modeles opérant en situation réelle de travail*, 1972.

QUALIDADE

CAMPOS, Vicente Falconi. *TQC: Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia*. Rio de Janeiro: Editora Block, 1994.

CAMPOS, Vicente Falconi. *TQC — Controle da qualidade total (no estilo japonês)*. Rio de Janeiro: Editora Block, 1992.



BROCKA, Bruce; BROCKA, M. Suzane. *Gerenciamento da qualidade*. São Paulo: Editora Makron Books, 1994.

HORTA, Gustavo. Apostila: *Resolvendo Problemas*. Minas Gerais, 2003.

HORTA, Gustavo. Apostila: *Programa 5S*. Minas Gerais, 2002.

MARANHÃO, Mauriti. *ISO série 9000: Manual de implementação*. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2001.

RIBEIRO, Haroldo. *5S — Housekeeping: Um roteiro para uma implantação bem-sucedida*. 2. ed. Salvador: Casa da Qualidade, 1994.

HIRANO, Hiroyuki. *5S na prática*. São Paulo: IMAN, 1996.

SLACK, Nigel. *Administração da produção*. São Paulo: Editora Atlas, 1997.

ZACCARELLI, Sérgio Batista. *Administração estratégica da produção*. São Paulo: Editora Atlas, 1990.

DA SILVA, Carlos Eduardo Sanches; DE SOUZA, Luiz Gonzaga Mariano; MELLO, Carlos Henrique Pereira; TURRIONI, João Batista. *ISO 9001:2000 — Sistema de gestão para operações de produção e serviços*. São Paulo: Editora Atlas, 2006.

SHARMA, Arand; MOODY, Patrícia E. *A máquina perfeita — Como vencer na nova economia produzindo com menos recursos*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

ROTONDARO, Roberto Giglio. *Seis Sigma: Estratégia gerencial para a melhoria de processo, produtos e serviços*. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. *Criando a cultura Seis Sigma*. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2010. 256 p.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. *As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos*. 6. ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial — EDG, 1995.

Apostila de treinamento: CEP — Controle Estatístico do Processo. São Paulo: SENAI — SP, 1987.

Apostila de treinamento: Fundamentos de Controle Estatístico do Processo. São Paulo: IQA, 1997.

Anexo

Site do Ministério do Trabalho e Emprego com todas as Normas Regulamentadoras

(http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/default.asp)

The screenshot shows the website 'Portal do Trabalho e Emprego' with the following content:

- Header:** 'Trabalho Ministério do Trabalho e Emprego' and 'Portal do Trabalho e Emprego'.
- Navigation:** 'Legislação', 'Normas Regulamentadoras', 'Busca: digite aqui', 'Mapa do Portal | Links'.
- Left Sidebar:**
 - Institucional
 - Conselhos e Comissões
 - Emprego e Renda
 - Inspeção do Trabalho
 - Economia Solidária
 - Relações de Trabalho
 - Internacional
 - Dados e Estatísticas
 - Imprensa
 - Legislação
 - Publicações
 - Locais de Atendimento
 - Fale Conosco
 - Ouvidoria MTE
- Main Content:**
 - Busca por Normas Regulamentadoras: [palavra-chave]
 - Lista de Normas Regulamentadoras (NRs) 01 a 22, including titles like 'Disposições Gerais', 'Inspeção Prévia', 'Equipamentos de Proteção Individual - EPI', etc.
- Bottom Section:**
 - Estudo de Rotatividade de Mão de Obra
 - TRABALHO DECENTE
 - Revista Trabalho
 - BLOG do Trabalho
 - Siga o MTE no twitter
 - Endereço: Esplanada dos Ministérios, Bloco F - CEP: 70059-900, Brasília - DF
 - Telefone: (61) 3317-6000

Norma Regulamentadora Nº 23 - Arquivo PDF (23kb) 
Proteção Contra Incêndios

Norma Regulamentadora Nº 24
Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho

Norma Regulamentadora Nº 25
Resíduos Industriais

Norma Regulamentadora Nº 26 - Arquivo PDF (30kb) 
Sinalização de Segurança

Norma Regulamentadora Nº 27 - Arquivo PDF (110kb) 
Revogada pela Portaria GM n.º 262, 29/05/2008
Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho no MTB

Norma Regulamentadora Nº 28 - Arquivo PDF (155kb) 
Fiscalização e Penalidades

Norma Regulamentadora Nº 29 - Arquivo PDF (265kb) 
Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Portuário

Norma Regulamentadora Nº 30 - Arquivo PDF (35kb) 
Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário

Norma Regulamentadora Nº 30 - Anexo I - Pesca Comercial e Industrial
Arquivo PDF (85kb) 

Norma Regulamentadora Nº 30 - Anexo II - Plataformas e Instalações de Apio
Arquivo PDF (260kb) 

Norma Regulamentadora Nº 31 - Arquivo PDF (240kb) 
Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura

Norma Regulamentadora Nº 32 - Arquivo PDF (185kb) 
Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde

Norma Regulamentadora Nº 33 - Arquivo PDF (110kb) 
Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados

Norma Regulamentadora Nº 34 (Texto para Consulta Pública) - Arquivo DOC (260kb) 
Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção e Reparação Naval

 Envie sugestões para melhoria do Portal

 Webmail - MTE Todos os direitos reservados MTE © 1997-2008





Excelência no ensino profissional

Administrador da maior rede estadual de educação profissional do país, o Centro Paula Souza tem papel de destaque entre as estratégias do Governo de São Paulo para promover o desenvolvimento econômico e a inclusão social no Estado, na medida em que capta as demandas das diferentes regiões paulistas. Suas Escolas Técnicas (Etecs) e Faculdades de Tecnologia (Fatecs) formam profissionais capacitados para atuar na gestão ou na linha de frente de operações nos diversos segmentos da economia.

Um indicador dessa competência é o índice de inserção dos profissionais no mercado de trabalho. Oito entre dez alunos formados pelas Etecs e Fatecs estão empregados um ano após concluírem o curso. Além da excelência, a instituição mantém o compromisso permanente de democratizar a educação gratuita e de qualidade. O Sistema de Pontuação Acrescida beneficia candidatos afrodescendentes e oriundos da Rede Pública. Mais de 70% dos aprovados nos processos seletivos das Etecs e Fatecs vêm do ensino público.

O Centro Paula Souza atua também na qualificação e requalificação de trabalhadores, por meio do Programa de Formação Inicial e Educação Continuada. E ainda oferece o Programa de Mestrado em Tecnologia, recomendado pela Capes e reconhecido pelo MEC, que tem como área de concentração a inovação tecnológica e o desenvolvimento sustentável.