



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E
INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA ANIMAL

GIA 5016 – Qualidade e Segurança de Alimentos



2S2019

CEP Controle Estatístico do Processo – Introdução

Profa. Marta Mitsui Kushida

O QUE VAMOS VER?

1. Introdução
2. Histórico
3. O que é CEP?
4. Objetivos do CEP
5. Variações de um processo (causas comuns e causas especiais)
6. Cartas de controle – uma primeira visão
7. Princípios fundamentais para implantação e gerenciamento do CEP.

1. INTRODUÇÃO

CONTROLE DO PROCESSO

• O CONTROLE PERMANENTE DOS PROCESSOS É CONDIÇÃO BÁSICA PARA A MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DE BENS E SERVIÇOS!

➤ Na verdade o **responsável** pelos itens defeituosos é o **processo!**

➤ Se o **processo** é **CAPAZ** e está devidamente controlado deve gerar produtos sem defeitos!

CEP – CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO

- Ferramenta com base estatística, de auxílio ao controle da qualidade, nas etapas do processo, particularmente no caso de processo de produção repetitivo.

Em termos simples o CEP quer dizer controle de qualidade conduzido **junto** com a produção, e não depois quando o produto já está pronto.

- Para que o Controle Estatístico de Processos seja eficaz são necessários:

– 10% de ação estatística e

– 90% de ação administrativa!

Hradesky (1989)

DEFEITOS?? EU???



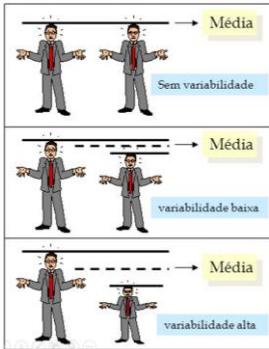
- As empresas precisam ser francas e corajosas para admitir que fazem produtos/serviços com defeitos.
- E, uma vez que este fato é admitido, precisam tomar providências.

BASE DO CEP: ERROS INERENTES!

- Aceitar O FATO de que **há uma variabilidade** inerente a todo processo industrial.
 - improvável a produção de dois produtos iguais, por causa da diferença entre matérias-primas, habilidades humanas e equipamentos!



Conceito de variabilidade no Processo

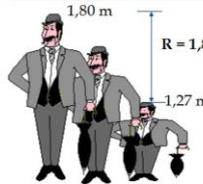


- A **variabilidade** (também denominada **variação** ou **dispersão**) está presente em todos os processos de produção de bens e de fornecimento de serviços
- Um processo **SEMPRE** apresenta variabilidade

Amplitude (R):

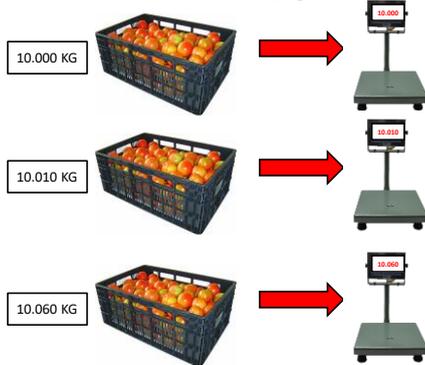
É a diferença entre o maior e o menor elemento da amostra coletada (variação máxima).

Exemplo: Se coletarmos uma amostra de algumas pessoas de alturas diferentes, a diferença entre a pessoa mais alta e a mais baixa é a **AMPLITUDE**.

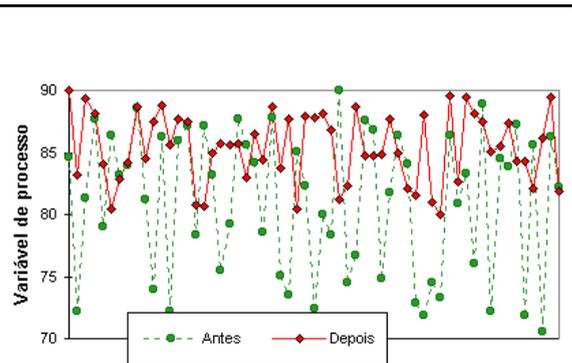


A **VARIABILIDADE** pode ser medida pela **AMPLITUDE**.

VARIÁVEIS

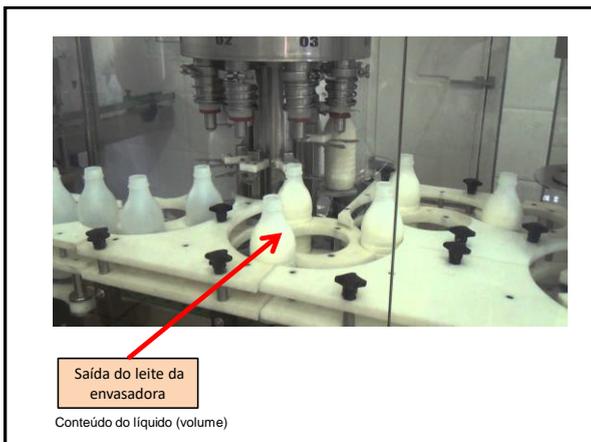
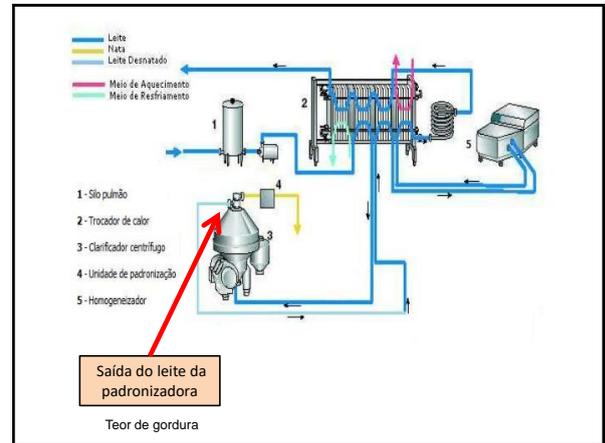
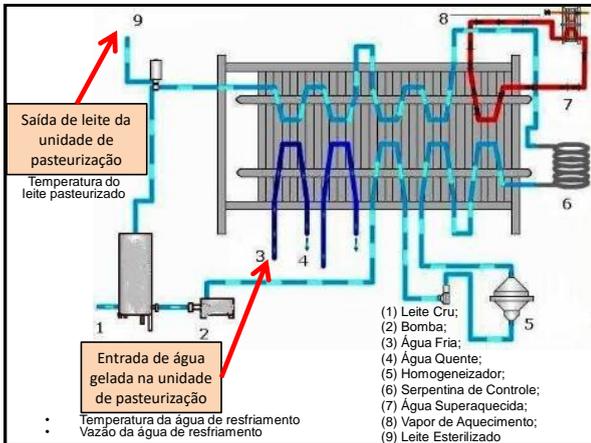
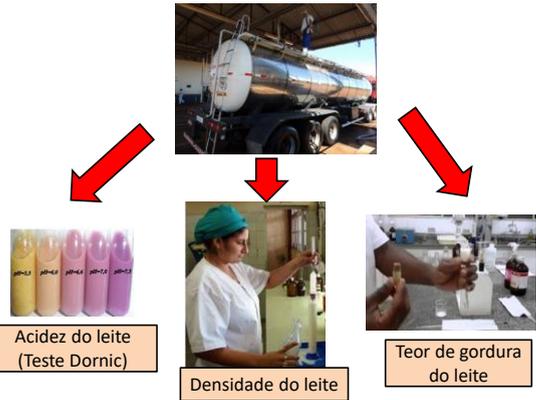


O peso é uma variável

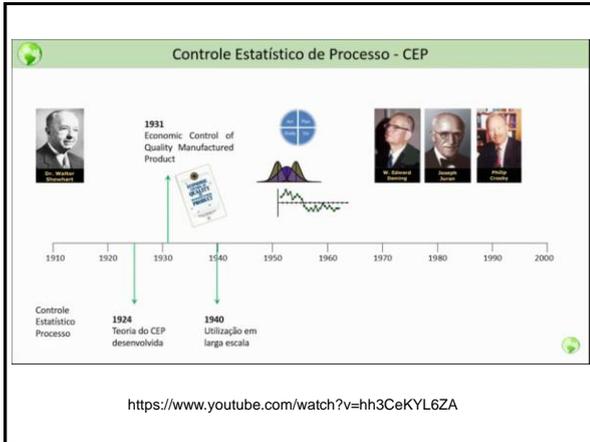


EXEMPLOS ONDE PODEM SER UTILIZADOS O CEP:

Recebimento do leite envasado pelo produtor



2. HISTÓRICO



Shewart

1ª carta de controle (Shewart)

➔

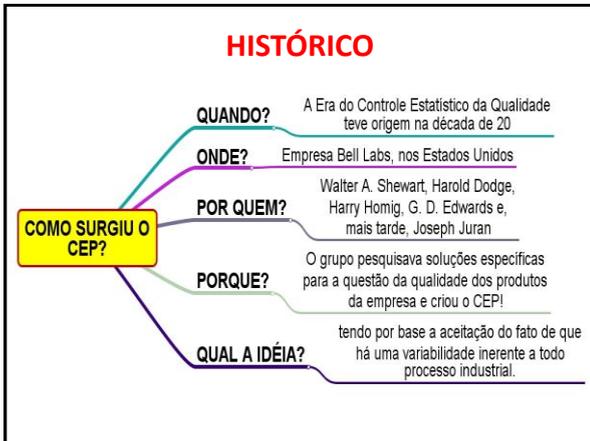
1924 (idealizou)

1931 (publicou)

1940 (empresas)

- Dispositivo para uso em “chão de fábrica”.
- Tinham que ser extremamente simples de construir e utilizar

Consequência = uso indiscriminado, sem preparo



HISTÓRICO

- Shewart levantou a hipótese de que seria muito **improvável a produção de dois produtos iguais.**
- Com o chamado **Controle Estatístico de Shewart**, podia-se avaliar se os produtos estavam dentro do padrão aceitável.

3. O QUE É CEP?

CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO

DEFINIÇÃO:

- Sistema de inspeção por amostragem ao longo do processo, com o objetivo de identificar causas especiais.

– O objetivo do CEP é aprimorar e controlar o processo produtivo por meio da identificação das diferentes fontes de variabilidade do processo.

CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP)

CEP: 3 ETAPAS

- 1) Determinação do padrão natural de controle para o processo
- 2) Manutenção deste padrão ao longo do tempo
- 3) Comparação do padrão controle de processo com o padrão desejado e se necessário execução das correções necessárias

- Para que o CEP tenha êxito, o foco deve ser sempre **centrado na causa** e não no efeito. Uma vez havendo problemas dentro do processo, as **causas** devem ser buscadas.

QUALIDADE DE PROJETO

X

QUALIDADE DE CONFORMAÇÃO

- **Qualidade do projeto:**
 - Qualidade de um produto ou serviço é estabelecida no projeto.
- **Qualidade de conformação:**
 - Nem tudo o que se estabelece no projeto é cumprido quando da fabricação do produto ou da prestação do serviço .

COLETA DE DADOS PARA ANÁLISE

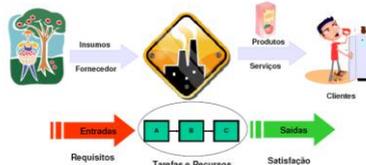
- Deve seguir um
 - **Plano de Amostragem**
 - Deve ser representativa do processo.

4. OBJETIVOS DO CEP

OBJETIVOS DO CEP

1. Possibilitar o controle imediato pelo próprio operador comprometimento com a qualidade
2. Monitorar características de interesse manter dentro dos limites estabelecidos
3. Indicar quando devem ser tomadas ações de melhoria
4. Aumentar a capacidade dos processos reduzir refugo e o retrabalho
reduzir custo da má qualidade
5. Assegurar a qualidade da produção
6. Assegurar atendimento às necessidades do cliente
7. Fornecer subsídios para decisões relativas à compra e recepção de matérias-primas
8. Inspeção de produtos acabados
9. Gerar informações para o controle dos processos de fabricação
10. Gerar informações para o desenvolvimento de novos produtos
11. Acompanhar o perfil dos produtos concorrentes

RECORDANDO O QUE É PROCESSO:



- Combinação de pessoas, procedimentos, máquinas e materiais trabalhando em conjunto para a produção de um produto ou serviço.
- **PROCESSO:** conjunto de causas que ocasiona um ou mais efeitos.

PORTANTO:

• INFORMAÇÕES SOBRE O PROCESSO

- Qualidade sobre o **output** final
- Qualidade dos **outputs** intermediários
- Ajuste dos **parâmetros** do processo

• AÇÕES SOBRE O PROCESSO

- Controle sobre as matérias-primas
- Ajuste nos parâmetros de processo
- Manutenção periódica
- Treinamento dos operadores

5. VARIAÇÕES DE UM PROCESSO

POR QUE CONTROLAR O PROCESSO?



variação total = variação aleatória + variação controlável

VARIABILIDADE:

Causas Comuns e Causas Especiais

- Variabilidade sempre existe:
 - peça-a-peça (habilidade do operador),
 - alteração gradual no processo (desgaste de ferramentas),
 - alteração brusca no processo (mudança de procedimento), etc.

– CAUSAS COMUNS

- Diversas causas de variação que atuam de forma aleatória.
- **Variações aleatórias ou comuns:** são provocadas por causas naturais, inerentes aos processos.
 - Não se consegue eliminá-las! Devem ser administradas e minimizadas quando viável.

– CAUSAS ESPECIAIS

- Não são pequenas e não seguem um padrão aleatório.
- Devem ser identificadas e neutralizadas.
 - Ver relação custo x benefício.
- **Variações especiais ou anormais:** são imprevisíveis e em geral são decorrentes de alguma causa identificável!

EXEMPLOS:

- Exemplos de causas especiais da variação:
 - Lote isolado de matéria prima com problema
 - Desregulagem ocasional do equipamento de produção
 - Quebra de equipamento de medição
- Exemplos de causas comuns de variação:
 - Compra sistemática de materiais com baixa qualidade
 - Inexistência de treinamento
 - Falta de padronização das operações

85% dos nossos problemas são devido a causas comuns e elas são muito difíceis, porque **nos acostumamos a elas** e não percebemos o que está acontecendo. Por esta razão são **mais difíceis de serem corrigidas** do que as causas especiais.

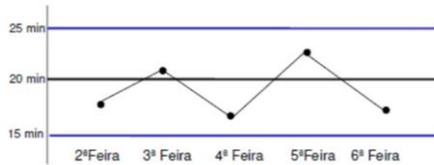
Exemplo de processo com variabilidade devido a causas comuns



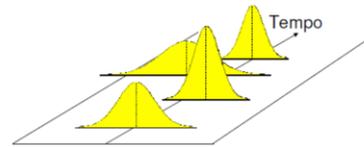
- Não quer dizer que ele necessariamente esteja atendendo as especificações.
- Pode-se ter um processo sob controle, mas que trabalha fora dos limites de controle ou dos limites de especificação.
- Não se consegue trazer a média desta oscilação para onde ela deveria estar, nem a variabilidade.
 - Ele é somente estável e previsível!

Exemplo: causas comuns

Vamos imaginar que uma pessoa percorre um trajeto de 10km todos os dias, da sua casa até a empresa em que trabalha e de um modo geral ela demora cerca de 20 minutos.



Exemplo de processo com variabilidade devido a causas especiais

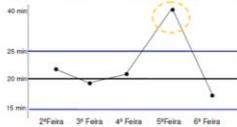


- Um processo que apresenta causas comuns e causas especiais é conhecido como fora de controle.
- Apresenta variabilidade excessiva, com dados ultrapassando os limites de controle, na maioria das vezes.

Exemplo: causas especiais

Lembrando do trajeto de casa para o trabalho, vamos imaginar que durante uma semana normal, na quinta-feira houve um acidente na rodovia de acesso e provocou um congestionamento, causando lentidão no trânsito.

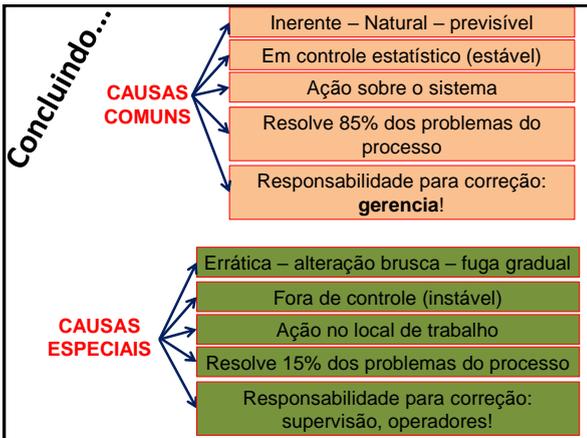
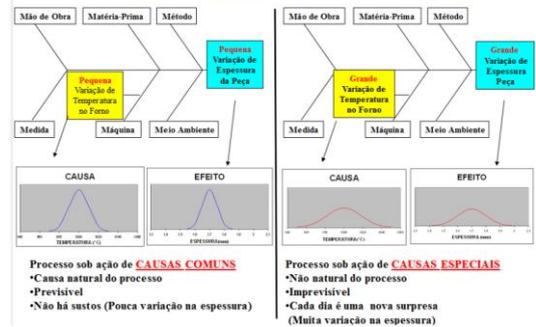
Em função deste fato, a pessoa levou 40 minutos para chegar a empresa.



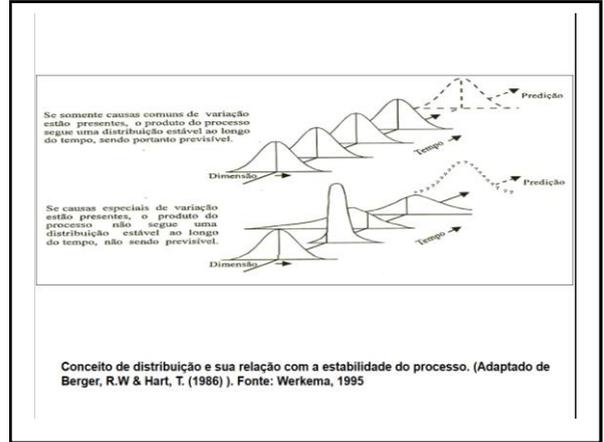
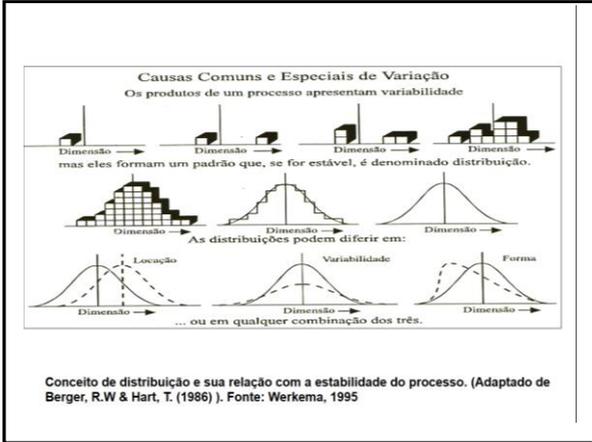
Temos então um ponto fora dos limites de controle. Não é algo que vai acontecer sempre, é ocasional, que é diferente do normal e deve ser tratado separadamente. Não vamos sair 40 minutos mais cedo esperando que todos os dias irá acontecer um acidente na rodovia de acesso. Vamos aprender a conviver com estas causas ocasionais.

Concluindo...

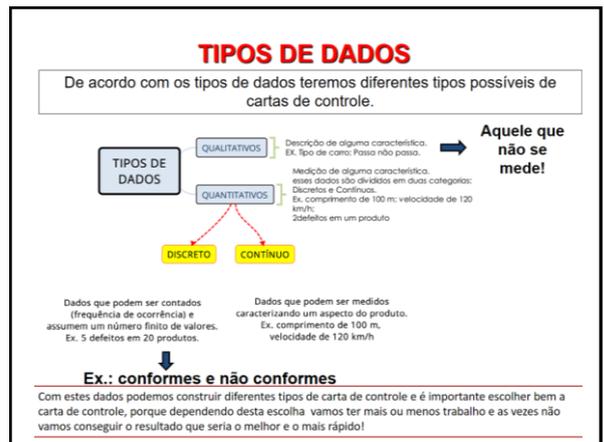
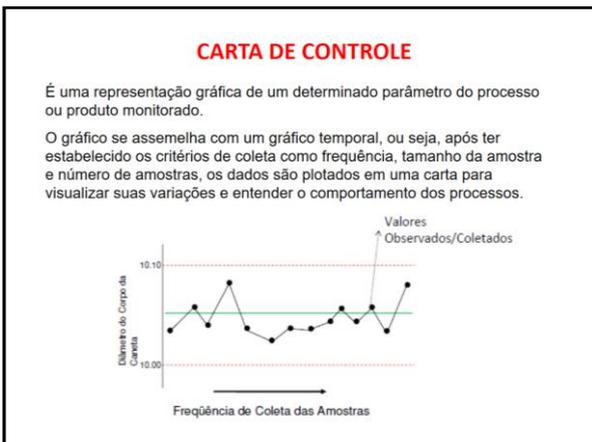
Relação entre Causas e os Efeitos de um Processo:

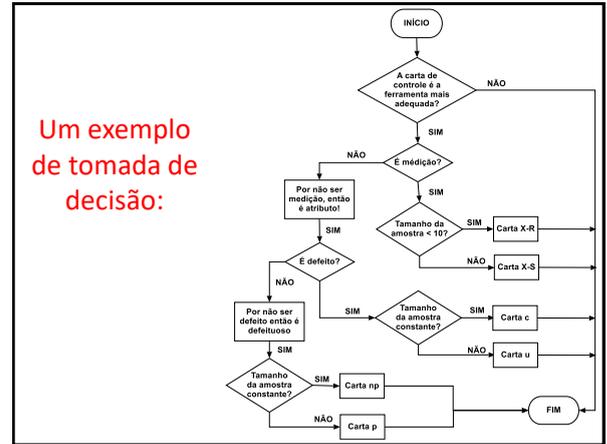
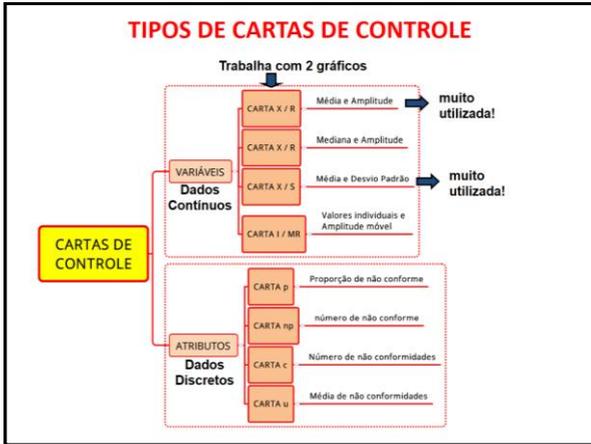


Um processo está operando sob **CONTROLE ESTATÍSTICO**, quando a **única** fonte de variação é de **causas comuns**, e as Cartas de Controle tornam-se instrumentos que viabilizam os limites e a própria variação do processo!



6. CARTAS DE CONTROLE – UMA PRIMEIRA VISÃO





- ### PRINCÍPIOS PARA CARTAS DE CONTROLE EFICAZES
- As cartas de controle utilizam limites de controle localizados à distância de **3 desvios-padrões** da linha média.
 - O desvio padrão utilizado deve ser estimado com base na **variação dentro da amostra**.
 - Os dados devem ser obtidos e organizados em amostras (ou subgrupos) segundo um **critério racional**.
 - O conhecimento obtido através das cartas de controle deve ser empregado para **tomada de ações necessárias**.
- Em um processo estável, a grande maioria dos valores de uma característica de qualidade deve cair no intervalo:
- $\mu \pm 3\sigma$

- ### PRINCÍPIOS PARA CARTAS DE CONTROLE EFICAZES
- É simples!
 - Considere os números,
 - calcule a variação,
 - considere a variação de turno, material, pessoal,
 - faça a coleta das amostras na frequência adequada nas situações necessárias com a quantidade de medições necessárias.
 - Treine o pessoal para que eles saibam medir e anotar os resultados.
 - Tenha um bom sistema de coleta destas informações
 - Por fim, de nada adianta todo este trabalho, se ações preventivas ou corretivas não forem tomadas.**

CONTINUANDO A IMPLEMENTAÇÃO DO CEP: VEJAM MATERIAL PARA LEITURA EM CASA!

CEP
PASSO A PASSO – PAS INDÚSTRIA

Etapas operacionais para a implementação do CEP

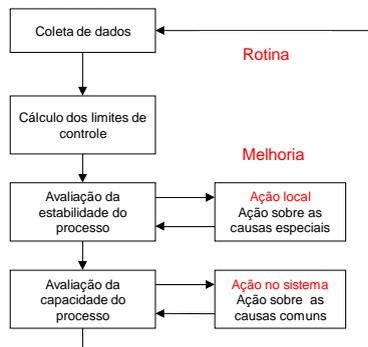
REFERÊNCIAS

- MIOTTO, C. L. Cartas de controle: para entender a variação e gerenciar o caos na nova economia. *Revista do Centro de Ensino Superior de Catalão (CESUC)*. Ano IV. nº 06. Disponível em: <http://www.cesuc.br/revista/ed-1/CARTASDECONTROLE.pdf>. Acesso em 12 jan 2008.
- MIRANDA, H.; SHIGUTI, W. Curso de Amostragem nas Ações em Vigilância Sanitária. In: V Encontro do Instituto Adolfo Lutz. São Paulo. 13 a 16 out 2003.
- COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. Controle Estatístico de Qualidade. 2ª ed. São Paulo: Atlas. 2005. 336p.
- HIRATA, Y. K. Gráficos de Controle Para Laboratórios de Ensaios. *Biológico*, São Paulo, v.64, n.2, p.183-185, jul./dez., 2002
- Hradesky, J. L., Aperfeiçoamento da qualidade e da produtividade, Guia prático para implementação do controle estatístico de processo – CEP, Trad. Maria Cláudia de Oliveira Santos, Rev. Técnica José Carlos de Castro Waeny, São Paulo: Mc Graw-Hill, 1989

7. PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS PARA IMPLANTAÇÃO E GERENCIAMENTO DO CEP

ETAPAS OPERACIONAIS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO CEP

Etapas envolvidas na operacionalização do Controle Estatístico de Processos



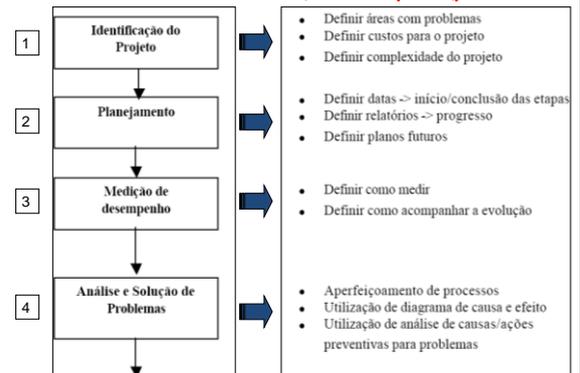
Princípios fundamentais para implantação e gerenciamento do CEP

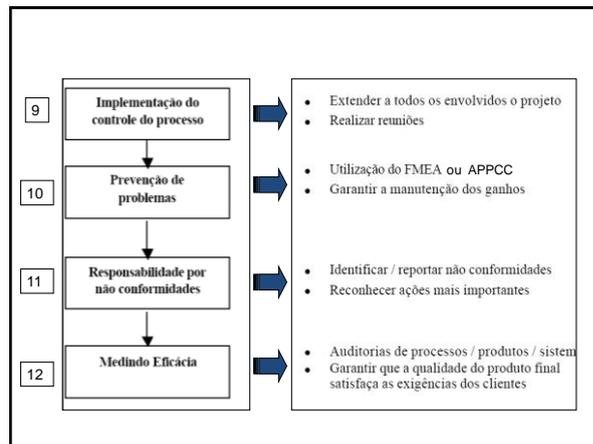
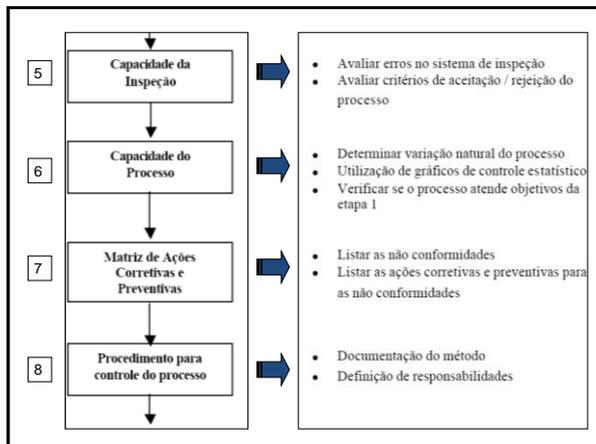
1. Pensar e decidir baseado em **dados e fatos**;
2. Pensar separando a causa do efeito, buscar sempre conhecer a causa fundamental dos problemas (**Diagrama de Ishikawa**);
3. Reconhecer a existência da variabilidade na produção e administrá-la;
4. Usar raciocínio de prioridade (**Pareto**);
5. Girar permanente e metodicamente o ciclo de controle (**Ciclo PDCA**), visando a melhoria contínua do desempenho;
6. Definir o **próximo processo/etapa/posto** de trabalho como cliente da etapa anterior. O cliente define a qualidade esperada;
7. **Identificar** instantaneamente focos e locais de disfunção e **corrigir** os problemas a tempo;
8. Educar, treinar e organizar a mão de obra visando uma **administração participativa** e o auto controle.

Método sistemático para a implantação do CEP, proposto por Hradesky (1989)

- Esse método divide-se em 12 etapas distintas, porém relacionadas, que constituem o
 - Processo do Aperfeiçoamento da Produtividade e da Qualidade (PAPQ).

Resumo do Processo do Aperfeiçoamento da Produtividade e da Qualidade (PAPQ)





CEP PASSO A PASSO – PAS INDÚSTRIA

1. IDENTIFICAÇÃO DO PC (Ponto de Controle)

- PC = etapa ou fase do processo que pode ser avaliada com o objetivo de verificar se está se desenvolvendo dentro dos parâmetros estabelecidos.

– Ex.: PRODUÇÃO DE LEITE PASTEURIZADO:

- Recebimento do leite enviado pelo produtor;
- Entrada de água gelada na unidade de pasteurização;
- Saída do leite da unidade de pasteurização;
- Entrada de leite na padronizadora;
- Saída de leite da padronizadora

2. IDENTIFICAÇÃO DA VARIÁVEL DE CONTROLE

- Para cada PC = identificar as variáveis que devem ser medidas, para que se possa avaliar o processo.
 - Em alguns casos um PC pode ser controlado por uma única variável.
 - Em muitos casos o PC requer mais de uma variável.

exemplo:

- 1) Recebimento do leite envasado pelo produtor
 - 1) Temperatura do leite
 - 2) Teor de gordura do leite
 - 3) Acidez do leite
 - 4) Densidade do leite
- 2) Entrada de água gelada na unidade de pasteurização
 - 1) Temperatura da água de resfriamento
 - 2) Vazão da água de resfriamento
- 3) Saída de leite da unidade de pasteurização
 - 1) Temperatura do leite pasteurizado
- 4) Saída do leite da padronizadora
 - 1) Teor de gordura
- 5) Saída do leite da envasadeira
 - 1) Conteúdo do líquido (volume)

3. AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DO PROCESSO

- Deve ser avaliada quanto à estabilidade do desvio padrão.
 - Ex.: envasadeiras = buscar informações a respeito de suas características relacionadas com a variável medida nos catálogos ou consultando o fabricante.
- Independente disto, avaliar a estabilidade antes de iniciar o levantamento de informações necessárias à construção da carta de controle.

Passos para avaliar a estabilidade do processo:

- a) Regular o processo (equipamento) em relação à variável para o qual será avaliado (ajuste da média e do desvio padrão).
 - Ex.: regulagem do equipamento
 - Ex.: habilidade do operador = treinamento.
 - (envase de palmito = conduzida manualmente)
- b) Com o processo funcionando em regime estacionário, coletar uma amostra representativa do mesmo, medir a variável e determinar a média e desvio padrão.

Passos para avaliar a estabilidade do processo:

- c) Sem alterar a regulagem do processo, repetir o item 2 tomando novas amostras (5 novas por ex.) em intervalos de tempo regulares.
 - Desejável que esta avaliação abrangesse, pelo menos um turno (8 horas).
- d) Comparar os resultados obtidos e verificar se o processo se manteve estável com relação a sua média e seus desvio padrão no decorrer do intervalo de tempo considerado.

O que as informações relativas à estabilidade do processo devem ser capazes de responder?

- **Por quanto tempo o processo é estável?**
- **Qual deve ser a duração do ciclo de controle?**
 - A duração do ciclo de controle deve ser igual ou menor do que o tempo durante o qual o processo é estável.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO (a partir dos resultados obtidos no item 3)

- Avaliação prévia do processo quanto a sua “capabilidade” e valor da média para o qual o processo deve ser ajustado.
 - Incluir avaliação econômica.
- Resultados possíveis:
 - Ações de melhoria do processo;
 - capacitação do pessoal antes que se inicie a implementação de ferramentas estatísticas para seu controle.

4. DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS DE CONTROLE

- Coletar amostras necessárias à determinação do seu desvio padrão, ou da média de itens defeituosos por amostra.
- As amostra devem ser grandes o suficiente para que sejam representativas do processo e devem ser coletadas ao longo do turno ou ao longo do período definido como duração do ciclo de controle

4.1. determinação da média e desvio padrão de itens defeituosos por amostra

1. Regular o processo (equipamento) com relação à variável avaliada (ajuste da média para os valores desejados);
 - Ex.: recebimento de MP por fornecedores = acordo (itens com defeito).
2. Com o processo funcionando em regime estacionário, coletar amostra representativa do mesmo e medir a variável que será usada para seu controle.
3. Sem alterar a regulagem do processo, repetir o item 2 tomando novas amostras em intervalos de tempo regulares.
4. Calcular a média e desvio padrão.

5. DEFINIR A FREQUÊNCIA DE DECISÃO - FD

- Representa o número de vezes que se deve inspecionar o processo antes que se possa decidir se ele está sob controle ou não.
 - Avaliar o custo de medição;
 - Tempo gasto para a medição;
 - Frequência de ida ao processo para avaliação da variável;
 - Estabilidade do processo;
 - Características do produto (vida útil, riscos para a saúde do consumidor, etc.)

6. CONSTRUÇÃO DA CARTA DE CONTROLE

- Usar os valores calculados pelo aplicativo para construir a carta de controle.

CONTINUANDO A IMPLEMENTAÇÃO DO CEP: VEJAM MATERIAL PARA LEITURA EM CASA!



Etapas operacionais para a implementação do CEP

- **Seleção das Características:** decidir em que pontos ou operações será implementado o CEP, identificando os parâmetros de processo ou produto a serem controlados.
- **Metodologia de controle:**
 - forma de inspeção (instrumentos, critérios, cuidados, etc.);
 - tipo de controle (técnica estatística);
 - planilhas (gráficos, dados, diário de bordo);
 - tamanho, frequência e forma de amostragem;
 - quem fará a coleta;
 - treinamento (coleta de dados, preenchimento do diário de bordo e sua função).

Etapas operacionais para a implementação do CEP

- **Avaliação do meio de medição:** calibração e aferição dos instrumentos que serão usados para a coleta de dados:
 - Pelo departamento responsável por esta tarefa, ou
 - Encaminhar tais análises da maneira mais conveniente
- **Coleta de dados e análise da estabilidade:** em duas etapas:
 - **análise de curto prazo:** deve-se coletar dados do processo (mínimo de 25 amostras) fixando fontes de variação (operador, máquina, matéria prima) na melhor condição possível.
 - Permite avaliar se o processo tem desempenho aceitável
 - Fornece os limites preliminares para a análise de longo prazo.
 - **Análise de longo prazo:**
 - A coleta de dados deve ser efetuada em um período de tempo suficiente, de forma a captar as variações naturais visíveis do processo, tais como troca de turno, operadores, matéria prima, ferramentas, etc
 - Deve conter no mínimo 25 amostras.
 - Deve-se rever os limites preliminares de controle e analisar a estabilidade do processo tomando ações corretivas, se necessário.

Fatores necessários para a implantação de um Programa de Avaliação e Controle de Qualidade

Fatores necessários

- Definir as **atribuições** e **responsabilidades** pelo procedimentos de controle dos processos.
- **Treinar** a equipe para lançar e interpretar corretamente os dados nos gráficos.
- **Disponibilizar** todas as planilhas de registro de dados nos locais apropriados ou próximos a eles.

Fatores necessários

- Produtos ou processos a serem controlados – **descrever** o processo cuja história será documentada.
- Definição dos respectivos **PIQs** e **POPs**
- Definição dos **parâmetros** a serem controlados.
- Definições de **defeitos** críticos e toleráveis

Fatores necessários

- Definição dos critérios referentes à condição de controle (**linha central**) e a condição fora de controle (**limites de controle**) dos parâmetros selecionados
- **Métodos validados** para avaliação das características de qualidade

Fatores necessários

- Infraestrutura e recursos próprios ou de terceiros, para a execução dos métodos de avaliação das características:
 - instalações
 - equipamentos
 - reagentes
 - outros materiais de consumo
 - recursos humanos
 - recursos financeiros

Fatores necessários

- Definição do Plano estatístico de amostragem:
 - avaliação dos riscos de amostragem que possam ser admitidos
 - critérios de aceitação e rejeição
 - tamanho dos lotes de inspeção

Fatores necessários

- Definição do método de inspeção:
 - inspeção 100%
 - inspeção por amostragem
 - » lotes contínuos
 - » lotes isolados

Fatores necessários

- Definição dos Pontos Críticos de Controle
- Definição dos Procedimentos de Inspeção e de tomada de amostra (Definir quais, como, quando e onde os dados serão coletados e registrados).
- Definição dos procedimentos para a identificação, acondicionamento, transporte da amostra para o local de inspeção/análise e guarda da amostra

Fatores necessários

- Definição dos Documentos para o registro de resultados e de observações: relatórios e/ou laudos (Definir os gráficos, as formas e a frequência de registro dos dados)
- Definição dos Procedimentos de re - análise e de esclarecimento de litígios (Definir os procedimentos a serem executados quando ocorrerem condições fora de controle).
- Definição dos procedimentos para reaproveitamento ou descarte de produtos

Fatores necessários

- Definição dos mecanismos de interação com as entidades oficiais para os casos de agravos à saúde da população

DEFINIÇÕES

Ler!



CONTROLE

- É o acompanhamento contínuo de um fluxo de atividades, onde podem ser realizados ajustes, para que o resultado do esforço esteja em conformidade com um padrão definido.

QUALIDADE

- É o grau de utilidade de um produto para os fins que se destina e que é possível de ser avaliada através de um conjunto de características apropriadas.

CONTROLE DE QUALIDADE

- É o procedimento de verificação sistemática da obediência de um produto, ou processo, ao seu padrão, e de realização dos ajustes necessários para se atingir esse objetivo.

QUALIDADE ABSOLUTA

- É o conjunto de características que define o produto perfeito, ou seja, o produto com 0% de defeitos.

QUALIDADE ACEITÁVEL

- É aquela que pode ser alcançada, em função das limitações impostas pelas seguintes variáveis:
 - matérias primas;
 - recursos humanos;
 - recursos tecnológicos;
 - custos finais do produto.

PIQ – PADRÃO DE IDENTIDADE E QUALIDADE

- É o conjunto de características qualitativas e/ou quantitativas que define a **qualidade aceitável** do produto ou processo, para os fins que se destina.