escola edti

CERTIFICAÇÃO LEAN SIX-SIGMA GREEN BELT

PROF. DR. ADEMIR PETENATE

Este material não pode ser copiado, reproduzido, reimpresso, utilizado em filmes ou gravações de vídeo ou armazenado em dispositivos eletrônicos sem a permissão escrita dos detentores dos direitos de copyright. O material não pode ser incorporado em programas de treinamento com exceção da supervisão de algum instrutor da Escola EDTI.

Autores:

Ademir J Petenate, Escola EDTI

Marcelo M Petenate, Escola EDTI

Publicado por Escola EDTI®

Campinas, São Paulo

Impresso no Brasil

Sumário

Lean Six Sigma 05

Introdução 05
Organização como um sistema 14
O Modelo de Melhoria: 3 Questões Fundamentais 17
O Modelo de Melhoria: PDSA 28

Define 36

Contrato do Projeto de Melhoria 37
SIPOC 43
Diagrama direcionador 46

Measure 50

Fluxograma 51
Sistema de medição 55
Tipos de variáveis 60
Análise da variação 63
Gráfico de tendência e causas de variação 65
Análise de indicadores 74
Gráficos de frequência: histograma e Dot-Plot 78
Estatísticas descritivas 80
Gráfico de barras e tabelas 87
Gráfico de Pareto 89
Estratificação 94
Gráfico de Controle 96
Capabilidade 112

Analyse 132

Diagrama de causa e efeito 134
Introdução ao Lean 137
Sistemas puxados 143
Desconexões 149
Diagrama ECRS 151
Balanceamento de linha 153
Diagrama de espaguete 158
VSM – Value Stream Mapping 161
Poka-Yoke 164
Uso de Tecnologia 169
Uso de criatividade 171
Uso de conceitos de mudança 176
Correlação entre variáveis 179
DOE - introdução 189
DOE – Comparação de 2 tratamentos 193
DOE – Experimento Fatorial Completo 197

Improve – Teste de mudanças 206

Control – Implementação de Mudanças 212



A Escola EDTI

- Desenvolvimento pelo prof. Dr. Ademir José Petenate do mestrado profissional em qualidade da Unicamp me 1990, em parceria com a IBM;
- Criação pelo prof. Dr. Ademir José Petenate em 1998 do programa de Six-Sigma da Unicamp, em parceria com a Compaq;
- Fundação da Escola EDTI em 2009, para atender a demanda crescente por implantação de programas de Six-Sigma em indústrias como HP, TRW, Fumagalli, Burigotto, Microsoft entre outras;
- A equipe da Escola EDTI foi responsável pela formação de mais de 5.000 profissionais.

Qualificação dos instrutores

- Ademir Petenate: sócio da Escola EDTI, Phd pela Iowa State University e professor do Departamento de Estatística da Unicamp desde 1974, é um dos estatísticos aplicados mais respeitados do Brasil e no Mundo. Atualmente coordena todos os programas da Escola EDTI.
- Marcelo Petenate: sócio da Escola EDTI, estatística e mestre em estatística pela USP, é Master Black Belt pela Unicamp, onde também leciona no programa de Six-Sigma e especialização em gestão.
- Henrique Leme Felizatti: possui graduação e mestrado em Estatística pela Unicamp, formação em Black Belt e trabalha com estatística a mais de 10 anos. É ex-professor de estatística na Universidade Federal de Goiás e durante sua experiência profissional participou da formação de mais de 1.000 profissionais incluindo Green e Black Belt.

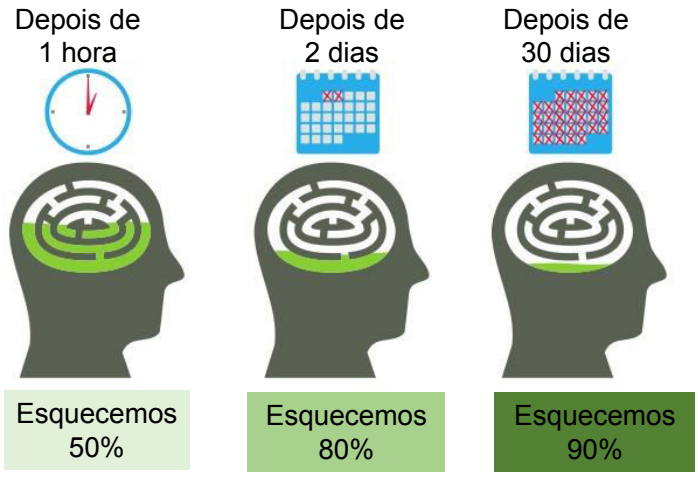
Qualificação dos instrutores

- Malu Cassiano Dias: mestranda e pesquisadora no LALT/Unicamp, Engenheira de Produção pela UFSCar e com MBA em SCM pela FIPECAFI/USP. Atualmente é Consultora na área, professora de pós graduação no curso Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística (Unicamp) e professora da Escola EDTI.
- Gabriel Franco: mestrando em estatística pelo IMECC, Unicamp. Realiza pesquisas em parceria com a Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da Unicamp nas áreas de bioestatística e melhoria. Também é autor do blog da Escola EDTI e do blog de estatística Manipulando Dados.

Qualificação dos instrutores

- Alexandre Feletti Dias: estatístico pela Unicamp e Mestre em Administração pela ESPM, atua há mais de 18 nas áreas de vendas e gestão de negócios nas empresas Nortel, FW distribuidora e Grupo DPaschoal, onde também executou projetos Lean Six-Sigma. É professor da Escola EDTI desde 2014.
- Anderson Barbosa: engenheiro de produção e pós graduado em gestão da qualidade total pela Universidade Federal Fluminense (UFF) é professor de cursos da área de melhoria no SENAI e da Escola EDTI, tem mais de 5 anos de experiência na indústria gráfica, onde realiza a gestão de indicadores e melhoria de processos visando a redução de custos.

Compromisso do aluno



Avaliação

- **Teste múltipla** escolha composto de 17 questões. Será realizado no último dia de aula.
- **Projeto Mid-State**
  - Simulação de empresa de corte de blocos de metal. As análises serão realizadas em sala e como atividade extra classe.
  - Todas as análises serão feitas com base nos enunciados apresentados na apostila de exercícios.
  - Cada aluno deverá entregar individualmente uma apresentação em formato de slides.
  - Essa apresentação deverá ser pensada para um estilo gerencial (não precisa ter todos os detalhes, somente um resumo dos pontos mais importantes).
  - Prazo: 21 dias do último dia de aula.
- Para aprovação as notas do teste múltipla escolha e do projeto tem que ser superiores a 7 e frequência mínima de 75% nas aulas.

Green Belt

Lean Six Sigma

escola edti

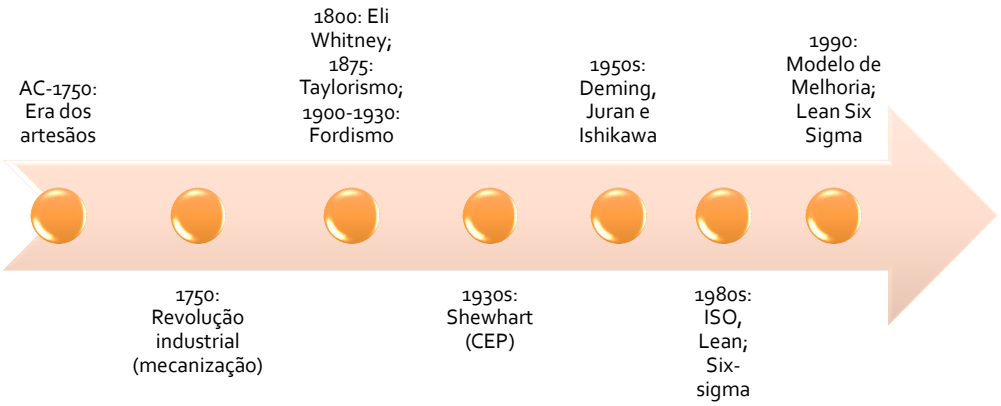
escola edti

Introdução

Lean Six Sigma



O que é Lean Six Sigma



O que é Lean Six Sigma

"O Six Sigma mudou a GE para sempre. Todos acreditam no Six Sigma, a maneira pela qual a companhia trabalha atualmente."

"Nos colocamos uma meta de nos tornar uma companhia Six Sigma nos anos 2000, ou seja, uma companhia onde os produtos, serviços e transações são virtualmente livres de defeitos."

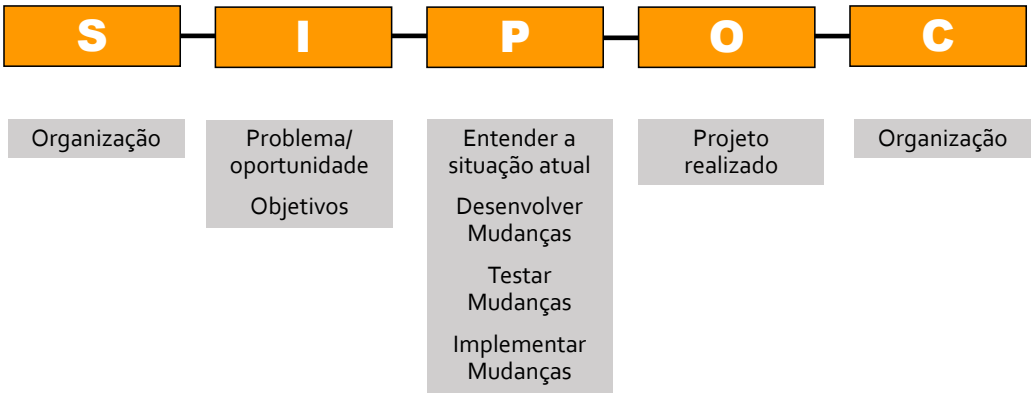
"Uma empresa 6-sigma é a única opção do cliente quando colocar seu próximo pedido - este deverá ser o futuro da General Eletrics."

JACK WELCH, Ex-CEO da GE

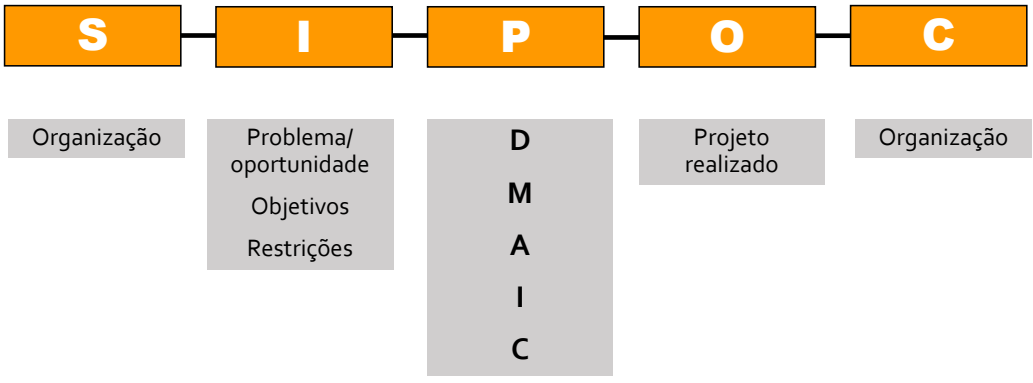
O que é Lean Six-Sigma

Nível Sigma	PPM	Rendimento	
1	691.460	30,85%	Não competitivo
2	308.540	69,14%	
3	66.807	93,32%	Competitivo
4	6.210	99,38%	
5	233	99,98%	Classe mundial
6	3,4	99,99966%	

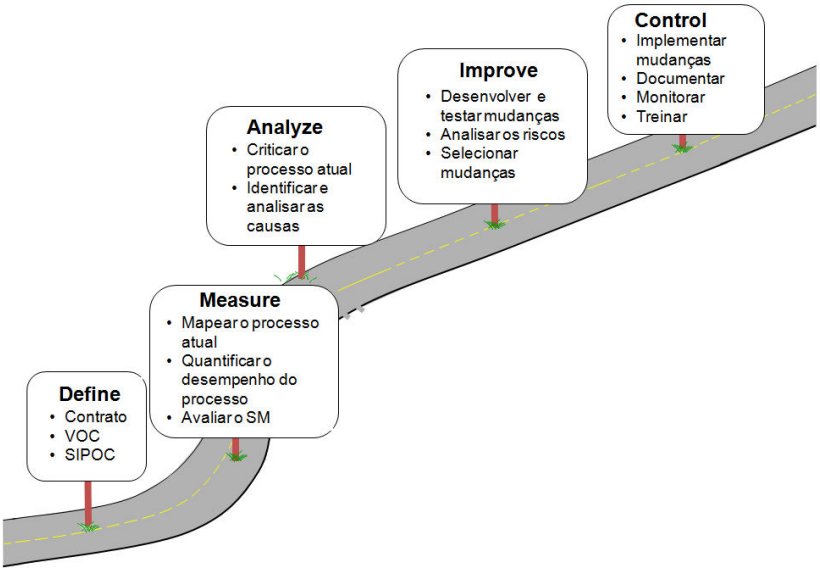
O roteiro DMAIC



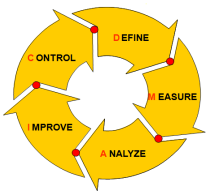
O roteiro DMAIC

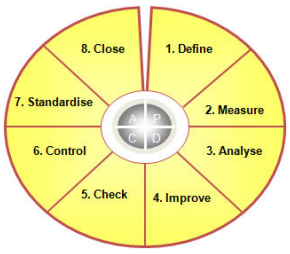


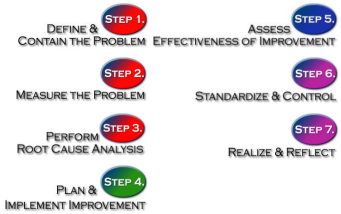
Roteiro DMAIC



O roteiro DMAIC

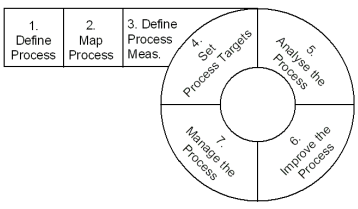


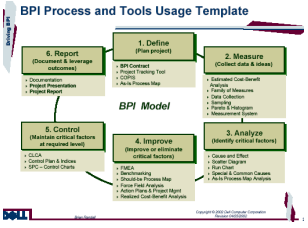




Toyota: Eight 8 Steps for Problem Solving

	Steps
1	Clarification of Problem
2	Grasping the present situation
3	Target setting
4	Cause analysis
5	Setting up the countermeasures
6	Execution
7	Checking result
8	Standardization and Establishment of control

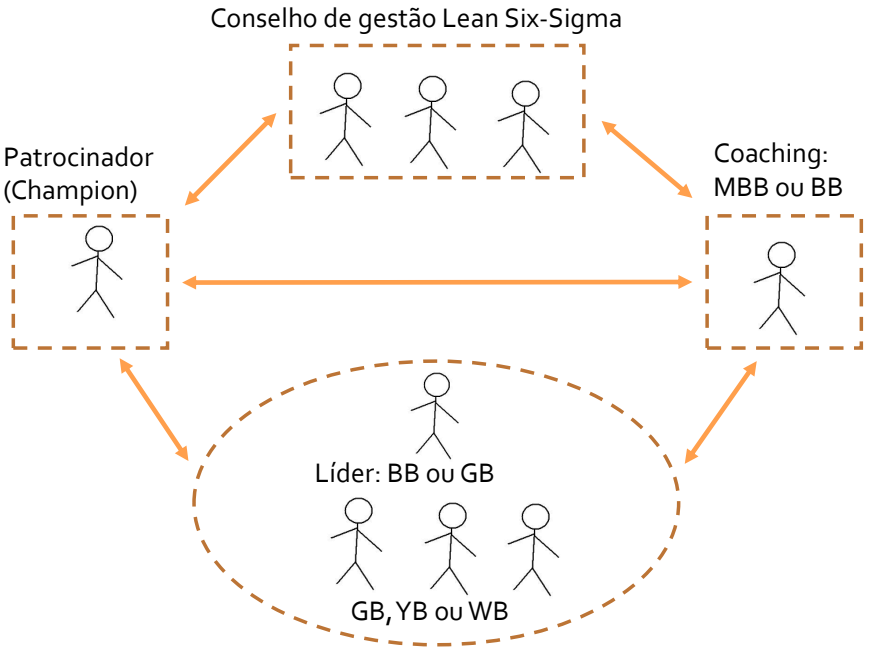




Papeis e funções dentro do Lean Six Sigma

- White Belt: entende os conceitos básicos de melhoria e auxilia times na execução desses projetos.
- Yellow Belt: pode ser integrante em projetos 6-Sigma e lidera esforços de baixa complexidade.
- Green Belt: lidera projetos de média complexidade e geralmente precisa da orientação de um Black Belt. Normalmente dedica-se a outras funções além de projetos de melhoria.
- Black Belt: lidera projetos de alta complexidade. Orienta e treina times de melhoria.
- Master Black Belt: treina e orienta BB e GB. Geralmente ajuda no desenvolvimento das estratégias dos projetos e funciona como um consultor (*sensei*) dos projetos.
- Patrocinador: traz a visão, missão e metas da companhia ajudando a alinhar e identificar projetos. Identifica recursos e ajuda na superação das dificuldades organizacionais.

Papeis e funções dentro do Lean Six Sigma



Melhoria

Melhorar processos e produtos é uma necessidade permanente de qualquer organização

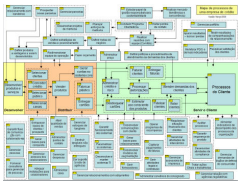
Como realizar melhorias?

Estruturação para a Melhoria



Para que essa estrutura seja criada é preciso considerar três disciplinas

Eventos que ocorrem em uma organização



Sistema



Visão Estática

Estatísticas Descritivas
Média, Mediana, Desvio Padrão
Gráficos de Barra, etc.



Visão Dinâmica

Gráfico de Tendência
Gráfico de Controle

Entendimento de Variação

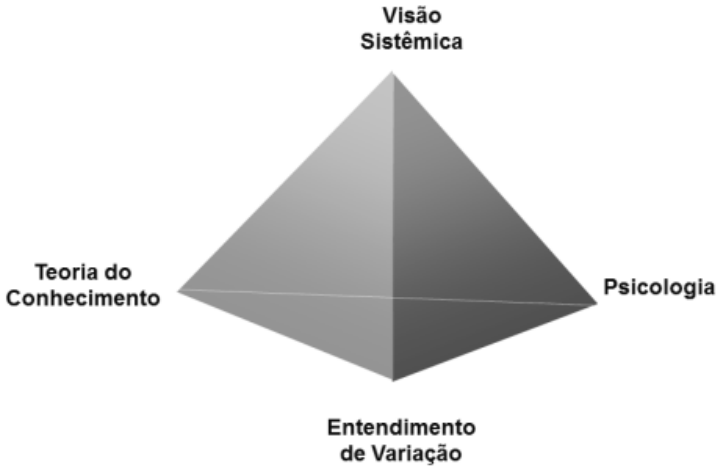
Observações e teorias (visões do mundo)
T1
T2
T3
.

Teoria do Conhecimento



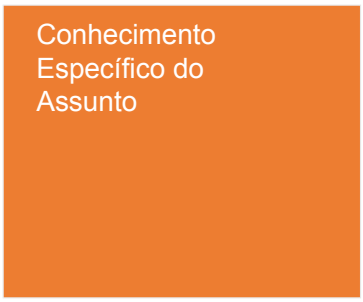
Psicologia

Sistema de Conhecimento Profundo



W. E. Deming

Conhecimentos Necessários para Melhoria

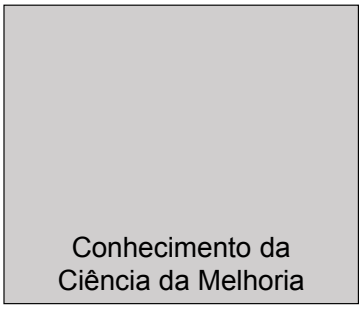


Conhecimento Específico do Assunto:

Conhecimento básico das coisas que fazemos na vida. Conhecimento Profissional.

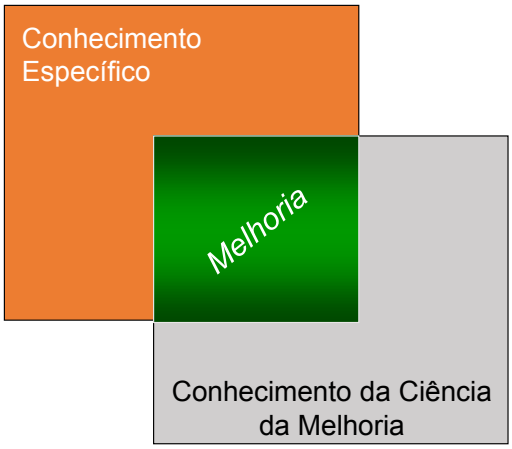
Ciência da Melhoria:

A interação das teorias de sistemas, variação, conhecimento e psicologia.



Conhecimento para Melhoria

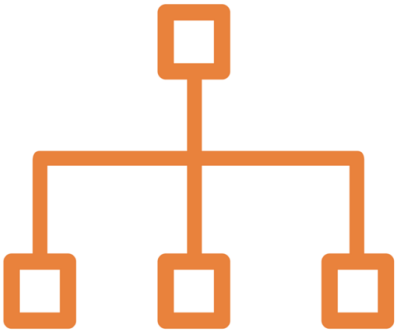
Melhoria ocorre quando aprendemos como combinar de forma criativa o conhecimento específico e a ciência da melhoria para desenvolver ideais efetivas de mudança.

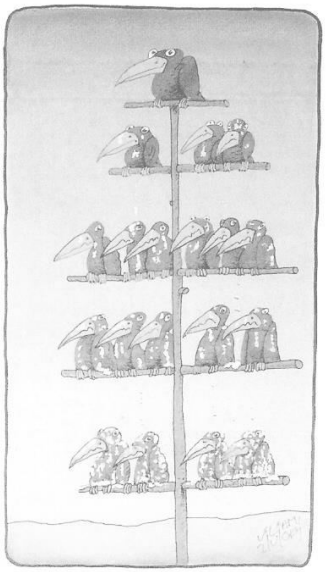


Organização como um sistema

Lean Six Sigma

Organização vista como um Organograma





1994, Wiliam Zivicky, Eslováquia

Organização como um Sistema

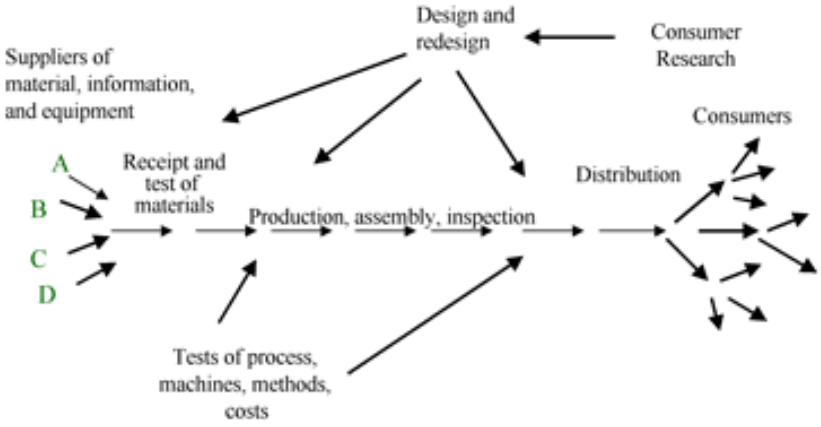


Figure 1. Production viewed as a System. Improvement of quality envelops the entire production line, from incoming materials to the consumer, and redesign of product and service for the future. This chart was used in Japan in August, 1950. Copied from Deming, W.E. (1993). The New Economics for Industry, Government, Education, p. 60. Second edition. Cambridge, MA: MIT Center for Advanced Engineering Study.

Processo

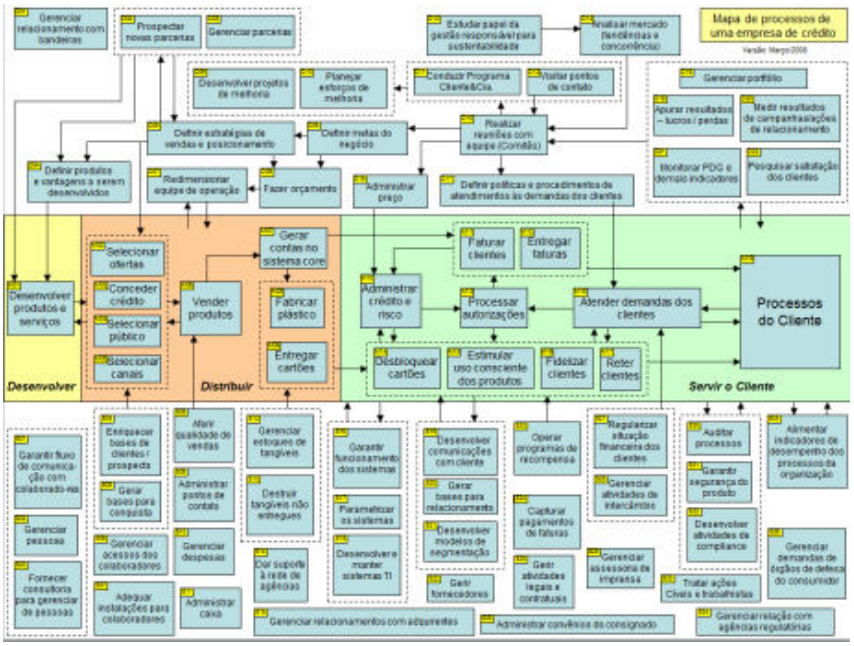
Um processo é um conjunto de causas e condições que se unem repetidamente em uma série de passos para transformar entradas em resultados.

S I P O C



Processo é a unidade básica do Sistema

Sistema e Processos: exemplo

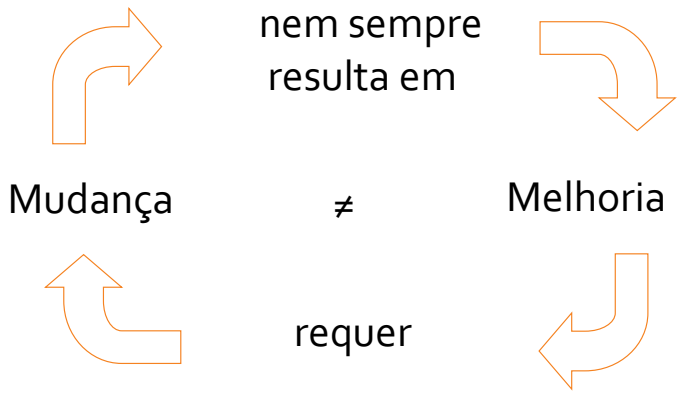


O Modelo de Melhoria: 3 Questões Fundamentais

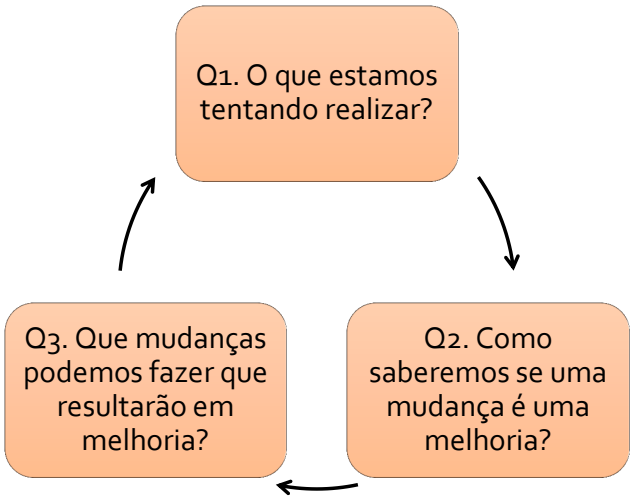
Lean Six Sigma

Mudança e Melhoria

Conceito fundamental



Modelo de Melhoria



Exemplos de utilização – Iniciativas de Melhoria

Exemplo 1: Melhoria em um Processo de Compras

Uma empresa tem um departamento responsável por realizar por realizar compras (material permanente, material de consumo etc.) a organização.

O departamento está recebendo uma grande quantidade de reclamações dos usuários, a maior parte delas relacionada com atrasos nas compras realizadas por ela.

A Diretoria da empresa decidiu realizar uma iniciativa para melhorar o desempenho do processo de compras.

Exemplos de utilização – Iniciativas de Melhoria

- ***Q1. O que estamos tentando realizar ?***

  Reduzir o tempo para realizar compras.

- ***Q2. Como saberemos se uma mudança é uma melhoria?***

  Quando o tempo para realizar compras for significativamente reduzido.

- ***Q3. Que mudanças podemos fazer que resultarão em melhoria?***

  Hoje, o tratamento das filas de pedidos segue a sequência por ordem de entrada. Poderíamos classificar os pedidos de compra na origem conforme a complexidade e faixa de investimento, e simplificar o processo para compras de baixa complexidade e de baixo preço, otimizando a fila de entrada (exemplo).

Atividade

- ***Responda as duas primeiras questões do modelo para o contexto descrito abaixo***

Em um banco há uma divisão chamada "Divisão Comercial para Empresas". Essa divisão está enfrentando dificuldades em aumentar a lucratividade bem como o número de clientes.

Dentro da Divisão há uma área responsável pela implementação de produtos para os clientes (empresas).

Os clientes estão reclamando da quantidade de interações com o banco e com o tempo para completar a implementação dos produtos. Muitos clientes cancelam o processo de implementação devido a essa insatisfação, procurando satisfazer essa necessidade na concorrência.

A Diretoria dessa divisão resolveu realizar uma iniciativa para melhorar o desempenho do processo de implementação de produtos em empresas clientes.

Atividade

Q1. O que estamos tentando realizar realizar?

Q2. Como saberemos se uma mudança é uma melhoria?

Como estruturar as Três Questões: Q1

Q1. O que estamos tentando realizar?

Ao lidar com a primeira questão, tenha em mente:

- Uma descrição geral do contexto
- Os resultados esperados
- As fronteiras para as atividades

Resultados Esperados e Indicadores

Cuidado: Ao estabelecer objetivos é comum as pessoas confundirem:



Objetivo do projeto com Atividade do Projeto

- Exemplos de atividades: coletar dados, criar uma base de dados, mapear processos, fazer um diagrama de causa e efeito, etc.

Objetivo do Projeto com Ideia de Mudança (solução)

- Exemplo de ideias de mudanças: eliminar passos do processo, reduzir classificações de itens, implementar checklist, implementar dispositivo à prova de erro, aproximar passos do processo, etc



Como estruturar as Três Questões: Q2

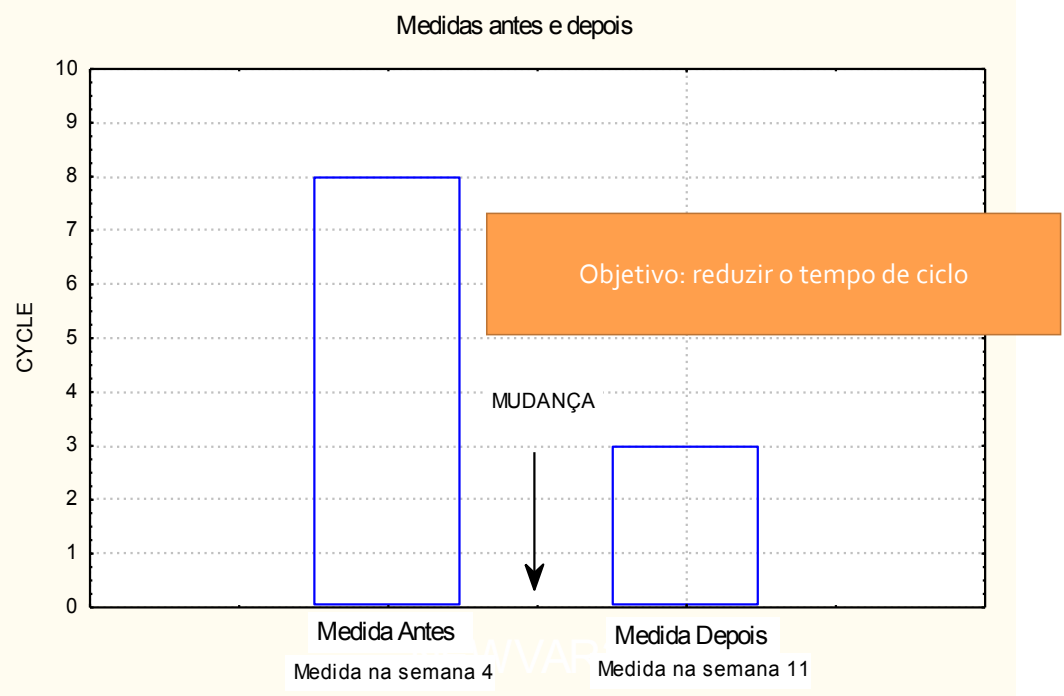
Q2. Como saberemos se uma mudança é uma melhoria?



No caso de sistemas simples, podemos discernir se uma mudança é uma melhoria apenas observando informalmente o que acontecia antes e o que aconteceu após a mudança.

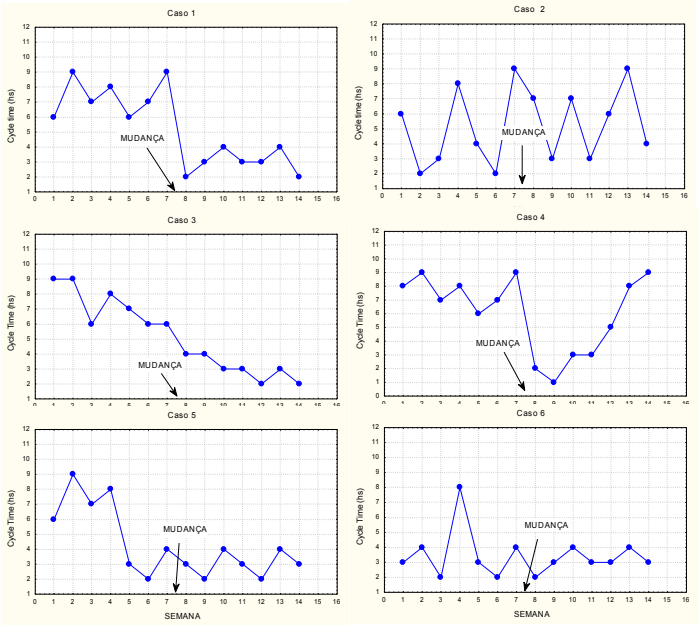


Em processos e sistemas mais complexos necessitamos mostrar se uma mudança é melhoria com evidência, em geral utilizando dados coletados formalmente nos processos.

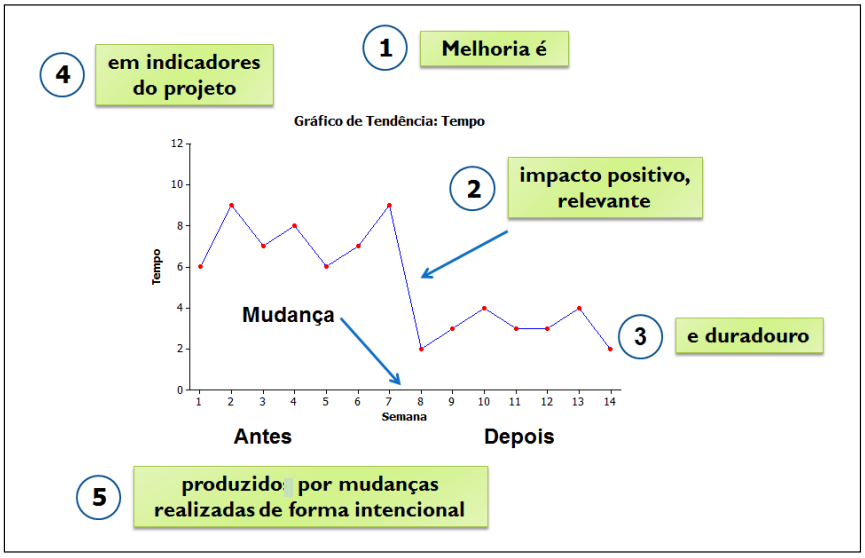


Semana	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5	Cenário 6
1	6	6	9	8	6	3
2	9	2	9	9	9	4
3	7	3	6	7	7	2
4	8	8	8	8	8	8
5	6	4	7	6	3	3
6	7	2	6	7	2	2
7	9	9	6	9	4	4
8	2	7	4	2	3	2
9	3	3	4	1	2	3
10	4	7	3	3	4	4
11	3	3	3	3	3	3
12	3	6	2	5	2	3
13	4	9	3	8	4	4
14	2	4	2	9	3	3

Como saber se uma Mudança é uma Melhoria?



Definição Operacional de Melhoria



Como saber se uma mudança é uma melhoria?



Antes



Depois

Foram feitas mudanças?

As mudanças resultaram em melhoria?

Como saber se uma mudança é uma melhoria?



Antes



Uma semana depois



Duas semanas depois

As mudanças resultaram em melhoria?

Como saber se uma mudança é uma melhoria?



Antes



Uma semana depois



Duas semanas depois



Três semanas depois



Quatro semanas depois



Cinco semanas depois

As mudanças resultam em melhoria?

Definição de Melhoria

- Mudanças fundamentais que resultam em melhoria:
  - Alteram a maneira como o trabalho ou a atividade é feita ou a composição de um produto;
  - Produzem diferenças visíveis e positivas nos resultados referentes a padrões históricos;
  - Têm um impacto duradouro.

Tipos de indicadores

- Medidas de resultado:
  As mudanças estão levando à melhoria?
- Medidas de processo:
  Estamos fazendo as coisas certas para atingir nosso objetivo?
- Medidas de equilíbrio:
  Contra-indicadores

Como Saberemos se uma mudança é uma Melhoria?

Melhoria não se trata apenas de medição!



“Você não pode engordar uma vaca pesando-a”

- Provérbio Palestino

No entanto, sem a medição, você terá dificuldade em saber se a mudança realmente resulta em melhoria!

Como estruturar as Três Questões: Q3

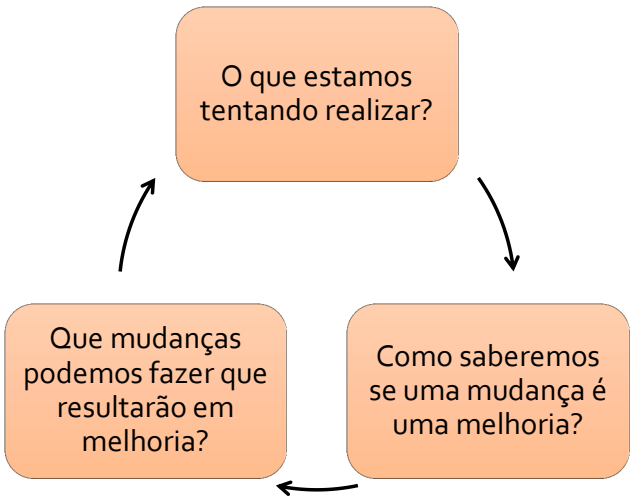
Q3. Que mudanças podemos fazer que resultarão em melhoria?

Um bom processo é aquele em que as pessoas têm facilidade de fazer as coisas certas e dificuldade de cometer erros. Isto também vale para produtos.

As ideias para obtermos boas mudanças nos produtos e processos podem vir de 4 meios:

- Análise crítica sobre processo/produto atual
- Uso de novas tecnologias
- Pensamento criativo
- Uso de conceitos de mudança

As 3 Questões Fundamentais



Modelo de Melhoria: PDSA

Lean Six Sigma

Melhoria vs. Conhecimento

- Boas mudanças resultam da aplicação de conhecimento sobre o processo
- Conhecimento é fruto de aprendizado
- O aprendizado das pessoas sobre os processos é realizado de forma mais eficiente e eficaz pelo uso do Método Científico
- O Ciclo PDSA é o componente do Modelo de Melhoria que guia o aprendizado

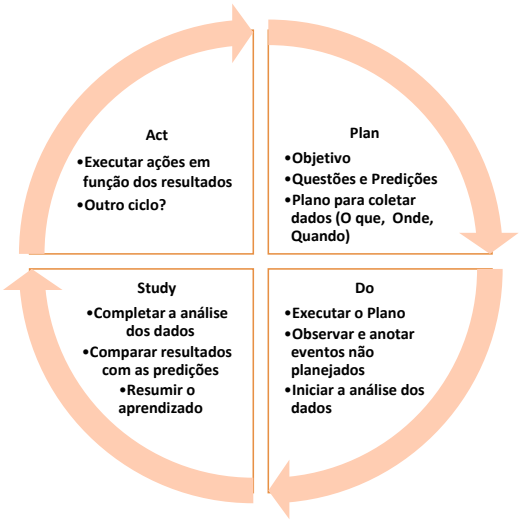
Passos do Método Científico

1. Observar um evento
2. Formular uma teoria para a causa do evento; fazer predições com base na teoria
3. Testar a teoria através de um experimento
4. Analisar os resultados do experimento e concluir a respeito da teoria
5. Relatar os resultados à comunidade científica (publicar o trabalho)

Método Científico nas Organizações (Ciclo PDSA)

1. Observar um evento
2. Formular uma teoria para a causa do evento; fazer predições com base na teoria
3. Testar a teoria através de um experimento
4. Analisar os resultados do experimento e concluir a respeito da teoria
5. Aplicar o conhecimento obtido para realizar mudanças que resultem em melhoria

Ciclo PDSA

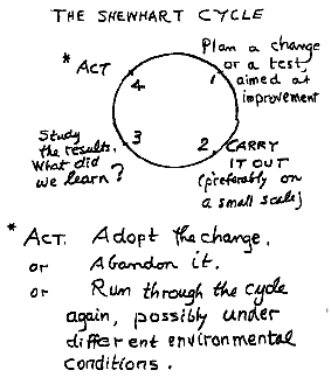


Adaptado do livro "The Improvement Guide"

Rascunho de Deming do Ciclo de Shewhart - 1985



Walter Shewhart
(1891 – 1967)



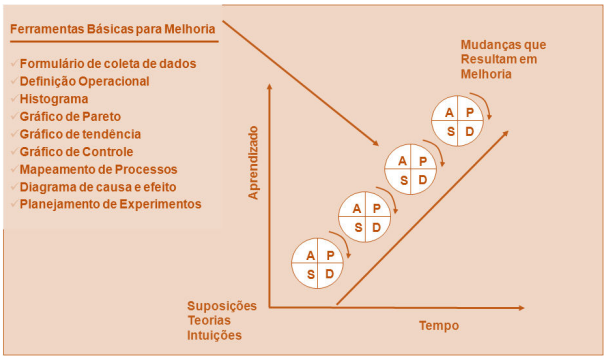
Quando usar um PDSA?

- Construir conhecimento para ajudar a responder qualquer uma das 3 questões fundamentais
- Testar uma mudança
- Implementar uma mudança

O PDSA é útil para aprender sobre algum aspecto do processo ou de uma atividade de rotina. Por exemplo, uma coleta de dados de um processo, um teste de mudança, uma pesquisa com clientes, etc.

Usando PDSA em sequência

- Em um iniciativa de melhoria, ciclos PDSA são utilizados para entender a situação atual de um processo, e para desenvolver, testar e implementar mudanças – um ciclo "puxa" o outro.



PDSA: Exemplo

PLAN

Objetivo: Conhecer como se comporta a demanda para o setor de compras

Questões

1. Como é a distribuição dos valores das compras?
2. Quais tipos de compras são mais freqüentes?

Predições

1. A maior parte das compras está entre R$ 2.000 e R$ 3.000
2. O tipo de compra mais freqüente é o "Menor preço"". Poucas compras são do tipo ""Reservado"

Plano de coleta de dados

- De uma amostra de 200 compras realizadas nos últimos seis meses anotar o valor e o tipo de compras
- O Alberto é responsável por coletar os dados. Instruí-lo sobre como amostrar, anotar os valores e digitar em uma planilha
- A Madalena deve preparar um gráfico de frequência dos valores das compras e um gráfico de barras com as porcentagens por tipo de compra
- A equipe deve se reunir para analisar os gráficos

DO

- Coletar os dados
- Observar e anotar anomalias durante o processo de coleta dos dados

Planilha de dados (24 primeiras linhas)

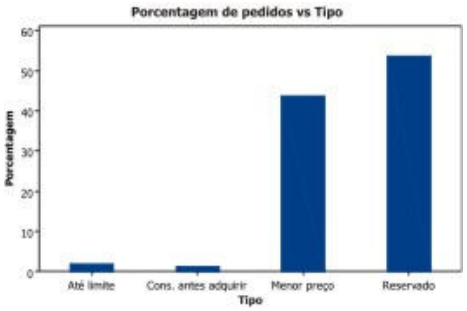
Amostra	Número processo	Status	Protocolo	Emissão OF	Total (dias)	Valor
1	05/06453	menor preco	8/26/05	9/6/05	7	R$ 333.90
2	05/06463	menor preco	8/24/05	8/31/05	5	R$ 384.79
3	05/06464	reservado	8/24/05	8/31/05	5	R$ 2,880.00
4	05/06465	menor preco	8/25/05	8/30/05	3	R$ 612.00
5	05/06479	menor preco	8/26/05	9/27/05	21	R$ 58.05
6	05/06483	reservado	8/26/05	9/8/05	8	R$ 629.10
7	05/06484	reservado	8/26/05	8/31/05	3	R$ 7,980.00
8	05/06485	reservado	8/29/05	9/12/05	9	R$ 8,343.31
9	05/06486	reservado	8/26/05	9/1/05	4	R$ 892.00
10	05/06487	reservado	8/26/05	9/9/05	9	R$ 4,990.50
11	05/06503	reservado	8/4/05	9/12/05	28	R$ 48.00
12	05/06529	reservado	8/29/05	9/12/05	9	R$ 1,046.00
13	05/06540	reservado	8/30/05	9/15/05	11	R$ 428.91
14	05/06542	reservado	8/29/05	9/9/05	8	R$ 122.50
15	05/06544	reservado	8/29/05	9/6/05	6	R$ 7,024.00
16	05/06545	reservado	8/31/05	9/1/05	1	R$ 20,563.75
17	05/06546	reservado	8/29/05	9/30/05	23	R$ 17,000.00
18	05/06548	reservado	8/30/05	11/7/05	48	R$ 800.00
19	05/06562	reservado	9/1/05	9/5/05	2	R$ 300.00
20	05/06565	reservado	8/31/05	9/22/05	15	R$ 2,048.80
21	05/06566	reservado	8/31/05	9/20/05	13	R$ 7,600.00
22	05/06583	reservado	8/30/05	9/8/05	6	R$ 2,300.00
23	05/06584	menor preco	8/30/05	9/14/05	10	R$ 1,600.00
24	05/06586	menor preco	8/30/05	9/13/05	9	R$ 1,667.00

PDSA: Exemplo

STUDY



Mais de 80% dos valores estão abaixo de R$2K, sugerindo que um processo mais simples pode ser desenvolvido para essas compras



50% das compras é do tipo "Reservado" , contradizendo a predição inicial

ACT

1. Entrevistar os compradores para entender as causas de demora em aquisições abaixo de R$2K
2. Iniciar um novo ciclo PDSA para avaliar se existe diferenças no tempo médio de aquisição entre "Reservado" e "Menor preço"

Formulário para documentação de PDSA em projeto

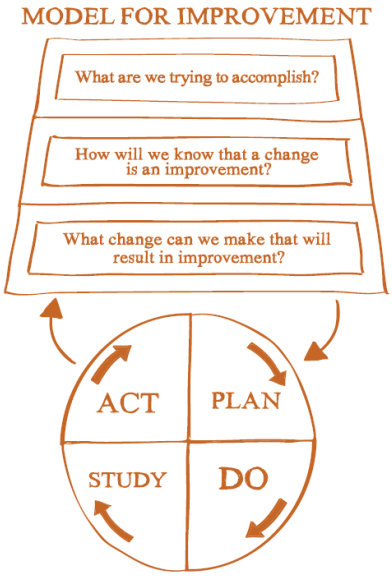
PDSA	Pergunta(s) a serem respondidas	Dados que preciso coletar para responder à(s) perguntas(s)	Responsável (quem) e quando terei os dados	Aprendizados

PDSA vs. PDCA

Fase	EDTI	DMAIC	PDCA
1	Entender	Define	Plan
		Measure	
2	Desenvolver	Analyse	
3	Testar	Improve	Do
4	Implementar	Control	Check
			Act

- O PDCA é um roteiro de projeto, alternativo ao DMAIC e útil em projetos de baixa complexidade
- O PDSA é roteiro de aprendizado.
- Vários PDSA são realizados durante um projeto

Modelo de Melhoria



Adaptado do "The Improvement Guide"

As Três Categorias de Melhoria

- Reduzir ou eliminar problemas, sem aumentar custos
- Reduzir significativamente os custos, ao mesmo tempo que a qualidade é mantida ou melhorada
- Aumentar as expectativas dos clientes

Define



Define

- Objetivo
  - Definir e comunicar o foco e os indicadores do projeto ao grupo de melhoria
- Atividades
  - Fazer o SIPOC do processo
  - Fazer o CONTRATO do projeto
  - Construir o DIAGRAMA DIRECIONADOR inicial do projeto

Contrato do Projeto de Melhoria

Define

Contrato de Projeto

- O que é?
  - Contrato é um acordo entre o patrocinador e o time de melhoria sobre o que é esperado do projeto
  - Deve conter uma descrição clara do incômodo que se pretende aliviar
  - Tem o objeto de alinhar o escopo do projeto
- Quando utilizar?
  - Todo projeto Lean Six Sigma deve ter um contrato

Contrato

Contrato de projeto

Patrocinador:

Líder da Equipe:

Demais integrantes:

Contexto/ descrição:

Problema:

Q1. O que estamos tentando realizar?	Q2. Como saberemos que a mudança é uma melhoria?		
Objetivos (O que, onde, quanto, quando)	Indicadores	Desempenho atual	Meta

Business case:

Q3. Atividades iniciais do projeto

Restrições para as atividades

Fim do documento

Business Case

Descrição do problema ("o que está errado") + **Meta ("Quanto deve ser o impacto")**

Resulta no

Business Case ("qual o benefício do impacto no negócio")

Exemplo:

A redução de entregas atrasadas em 15% para 3% irá aumentar a satisfação dos clientes e reduzirá custos de multas contratuais em R$350.000,00 em um ano

Exemplo – Reduzir tempo de parada de máquina

Contrato de projeto

Patrocinador: Roberto Meireles

Líder da Equipe: Paulo Eduardo Souza

Demais integrantes: Gabriel da Silva, Junior Rodrigues

Contexto/ descrição:

Nossa empresa possui 42 máquinas injetoras que precisam realizar setup para trocar o molde de injeção.

Problema: o tempo de máquina parada é considerado excessivamente alto.

Q1. O que estamos tentando realizar?	**Q2. Como saberemos que a mudança é uma melhoria?**		
Objetivos (O que, onde, quanto, quando)	**Indicadores**	**Desempenho atual**	**Meta**
Reduzir o tempo de máquina parada para Setup, na linha de injeção plástica, em 50% até janeiro de 2015	Tempo (em horas por semana) de máquina parada para setup	500 horas semanais (média)	250 horas semanais

Exemplo – Reduzir tempo de parada de máquina

Business case:

Com um custo de R$ 140,00 por hora de máquina parada, a redução no tempo de máquina parada de 500 horas semanais para 250 horas semanais irá reduzir os custos irá ter uma redução de custos em torno de R$ 35.000,00 por semana ou R$ 140.000,00 por mês.

Q3. Atividades iniciais do projeto

1. Preparar um SIPOC do processo de troca de molde
2. Coletar dados de tempo de parada estratificados (aguardando liberação, aguardando equipe de setup, aguardando OS, etc.)

Restrições para as atividades

Não será possível nenhum investimento (máquinas novas, contratações, etc.)

Cuidados com metas

Metas podem causar problemas sistêmicos nas organizações devido a

- Estreitamento do foco
- Comportamento antiético
- Aumento de assunção de riscos
- Diminuição da cooperação
- Diminuição da motivação intrínseca.

Tenha cuidado ao aplicar metas na sua organização

Cuidados com metas

- Possíveis consequências do uso inadequado de metas numéricas
    - Falsificar dados ou distorcer o sistema de medição
    - Atingir a meta em detrimento do sistema
- Metas devem ser
    - 1. Desafiadoras
    - 2. Possíveis

"Atribuir uma meta para alguém sem fornecer um método é uma crueldade!" (Deming)

Cuidados com metas

- A Toyota se baseia nos resultados da experimentação para aprender o que funciona e o que não funciona, mas esse processo não terá êxito se os funcionários sentirem que têm de ocultar notícias desfavoráveis ou fabricar resultados positivos.
- A definição de objetivos que são arrojados e aparentemente impossíveis funciona *pari passu* com a cultura da experimentação, em que a recompensa real não é o êxito ou o fracasso, mas sim o conhecimento acumulado a partir de diversas experiências de aprendizagem de alta qualidade

Cuidados com metas

"Os funcionários podem melhorar facilmente de 5 a 10%. Por isso eu não gosto de objetivos que podem ser medidos como 100%, tendo eles sido completos ou não. Prefiro definir metas desafiadoras, em que as pessoas atingem menos, e avaliar a estratégia utilizada, ainda que eles não tenham conseguido realizá-las a tempo."

"Permear ambições grandiosas através de toda a organização é a missão mais importante da administração"

"Desenvolver um carro dos sonhos, que limpa o ar, evita acidentes, torna mais saudáveis e mais felizes todos os que o dirigem e atravessa o globo com um tanque de combustível."

Katsuaki Watanabe, Ex-CEO da Toyota

Cuidados com metas

- Algumas formas de estabelecer metas:
  - Observar outras organizações que tenham realizado objetivos similares.
  - Dê alguns conceitos básicos ou ideias que poderiam resultar na realização do objetivo.
  - Extrair ideias dos próprios participantes, fazendo perguntas, tais como, "O que seria necessário para obter uma redução de 50 por cento no tempo de enviar uma encomenda? "

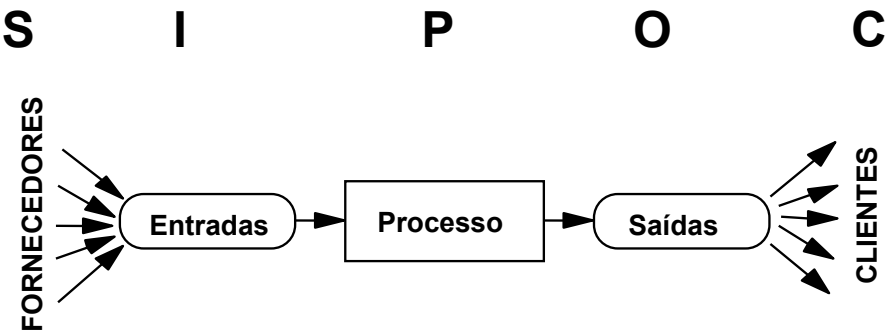
SIPOC

Define

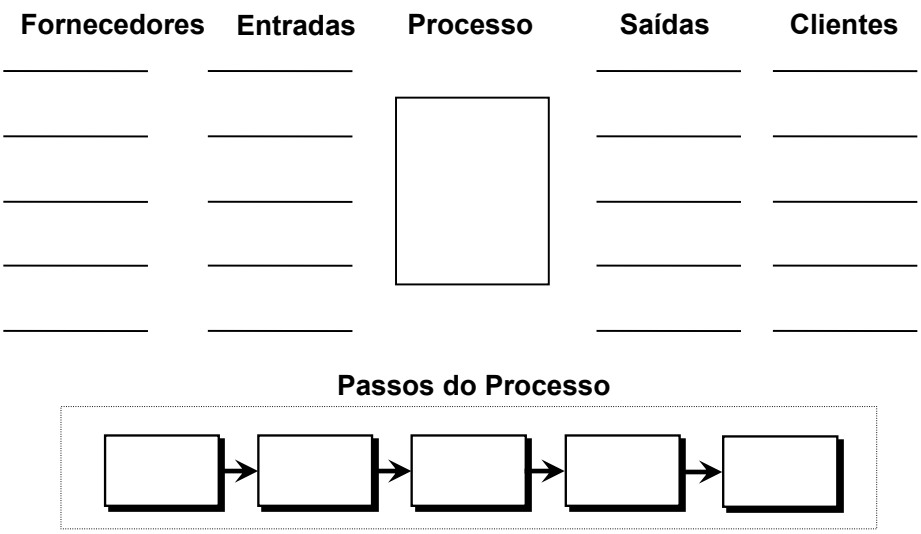
SIPOC

- O que é?
  - Uma ferramentas para representar os aspectos relevantes do processo que será foco de melhoria
- Objetivo
  - Identificar e documentar em um diagrama os aspectos relevantes do processo
- Quando utilizar?
  - Sempre que existir falta de compreensão sobre o processo por algum integrante da equipe ou *stakeholder* do projeto

SIPOC



SIPOC: Formulário



Exemplo de SIPOC

Fornecedores	Inputs	Processo	Outputs	Clientes
Médico	Paciente		Resultado	Médico
	Requisição			
Laboratório	Seringas	Realizar exame de sangue		
	Agulhas			
	Álcool			
	Outros materiais			

Passos do Processo

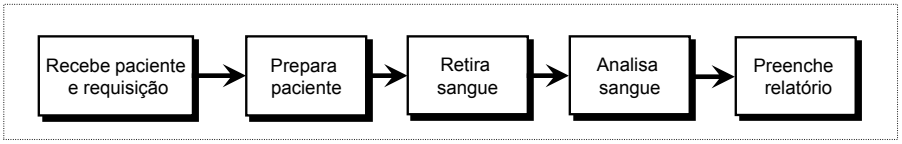


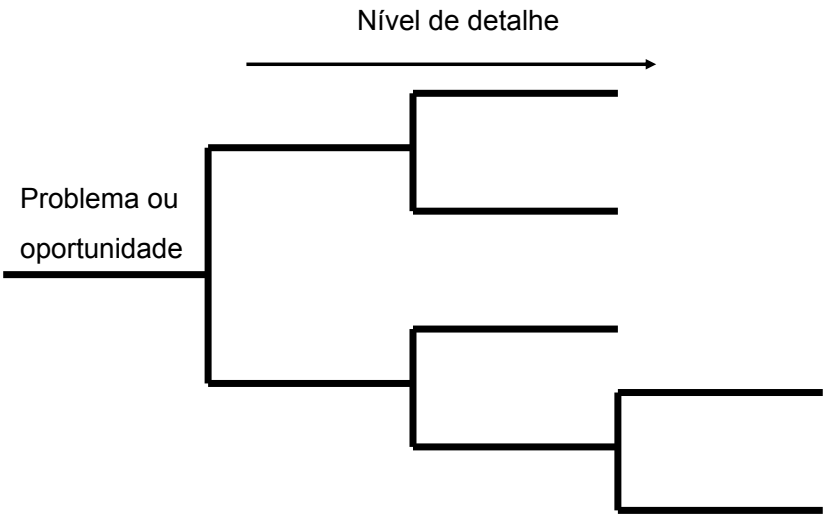
Diagrama direcionador

Define

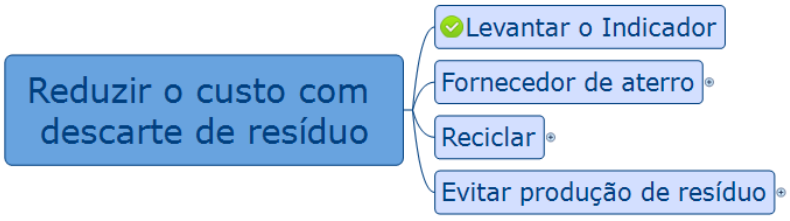
Diagrama direcionador

- O que é?
  - Organiza as ideias e teorias a respeito das possíveis mudanças que resultarão em melhoria.
  - O diagrama direcionador inicial irá refletir os conhecimentos da equipe sobre o sistema de causas que então poderão ser testados.
  - O diagrama deve ser atualizado conforme o conhecimento da equipe à respeito do problema também evolui.
- Quando utilizar?
  - Depois de preencher o Contrato e o SIPOC é o momento da equipe colocar seu conhecimento atual, teorias e primeiras atividades no diagrama direcionador.

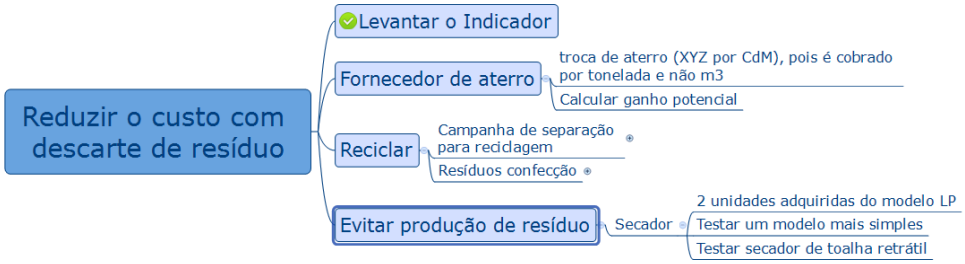
Diagrama direcionador



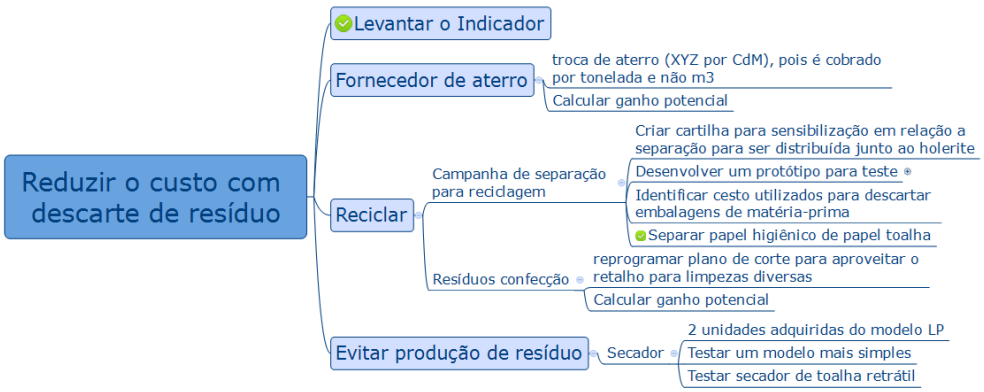
Exemplo – reduzir custo com descarte V1 (inicial)



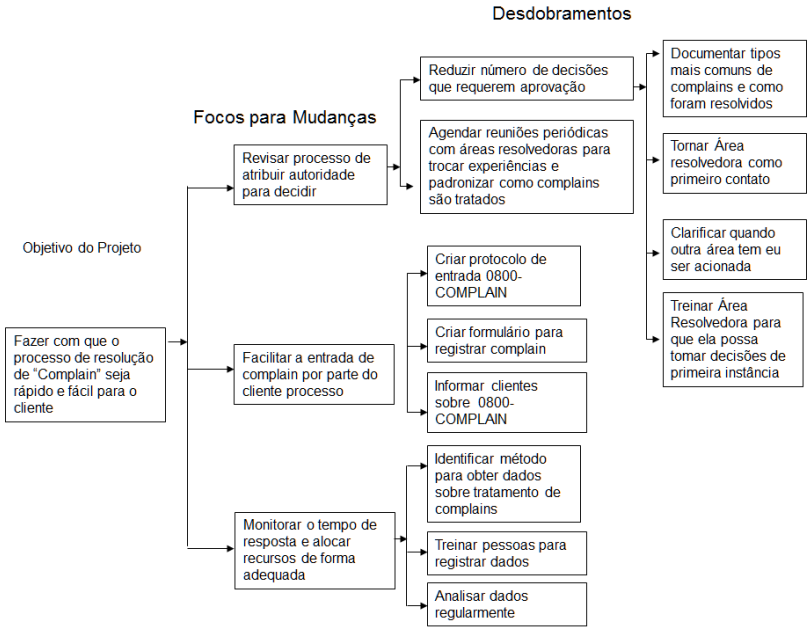
Exemplo – reduzir custo com descarte V2 (intermediária)



Exemplo – reduzir custo com descarte V3 (final)



Exemplo


Desdobramentos
Focos para Mudanças
Objetivo do Projeto
Fazer com que o processo de resolução de "Complain" seja rápido e fácil para o cliente
Revisar processo de atribuir autoridade para decidir
Facilitar a entrada de complain por parte do cliente processo
Monitorar o tempo de resposta e alocar recursos de forma adequada
Reduzir número de decisões que requerem aprovação
Agendar reuniões periódicas com áreas resolvedoras para trocar experiências e padronizar como complains são tratados
Criar protocolo de entrada 0800-COMPLAIN
Criar formulário para registrar complain
Informar clientes sobre 0800-COMPLAIN
Identificar método para obter dados sobre tratamento de complains
Treinar pessoas para registrar dados
Analisar dados regularmente
Documentar tipos mais comuns de complains e como foram resolvidos
Tornar Área resolvedora como primeiro contato
Clarificar quando outra área tem eu ser acionada
Treinar Área Resolvedora para que ela possa tomar decisões de primeira instância

Measure



Measure

- Objetivo
  - Conhecer o processo em detalhes (Porta do Processo)
  - Avaliar o desempenho do processo através de dados (Porta de Dados)
- Atividades
  - Fazer o Fluxograma do processo
  - Identificar variáveis a serem medidas
  - Desenvolver planos para coletar e analisar dados
  - Verificar a estabilidade do processo
  - Calcular a Capabilidade do processo

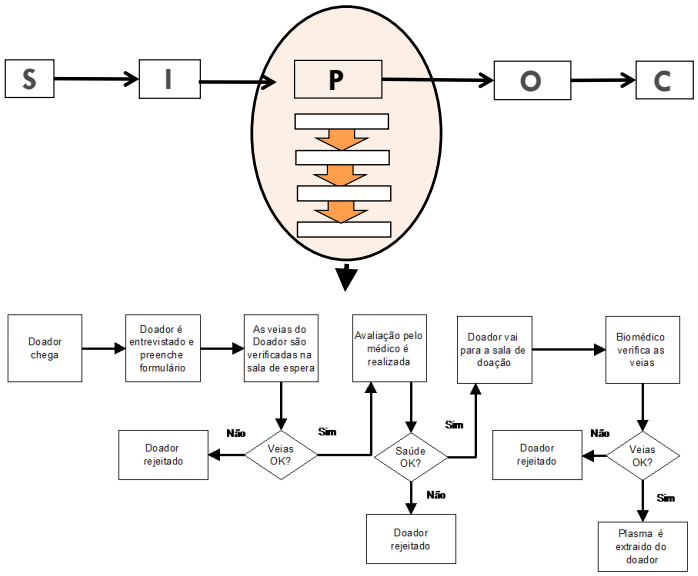
Fluxograma

Measure

Fluxograma

- O que é?
  - Ferramenta que tem diferentes utilidades, dependendo da fase do projeto:
    - Conhecimento sobre o Processo (MEASURE)
    - Identificação de pontos de medição (MEASURE)
    - Identificação de complexidades (ANALYSE)
    - Desafiar atividades (ANALYSE)
    - Projeto ou Modificação do Processo (IMPROVE)
    - Padronização de Procedimentos (CONTROL)
  - Quando utilizar
    - Se o projeto tem objetivo de melhorar um processo (fluxo) essa ferramenta provavelmente será útil

Fluxograma



Fluxograma

SIMBOLOGIA UTILIZADA:



Indica que uma atividade está sendo desenvolvida.

Indica um ponto de decisão no processo.

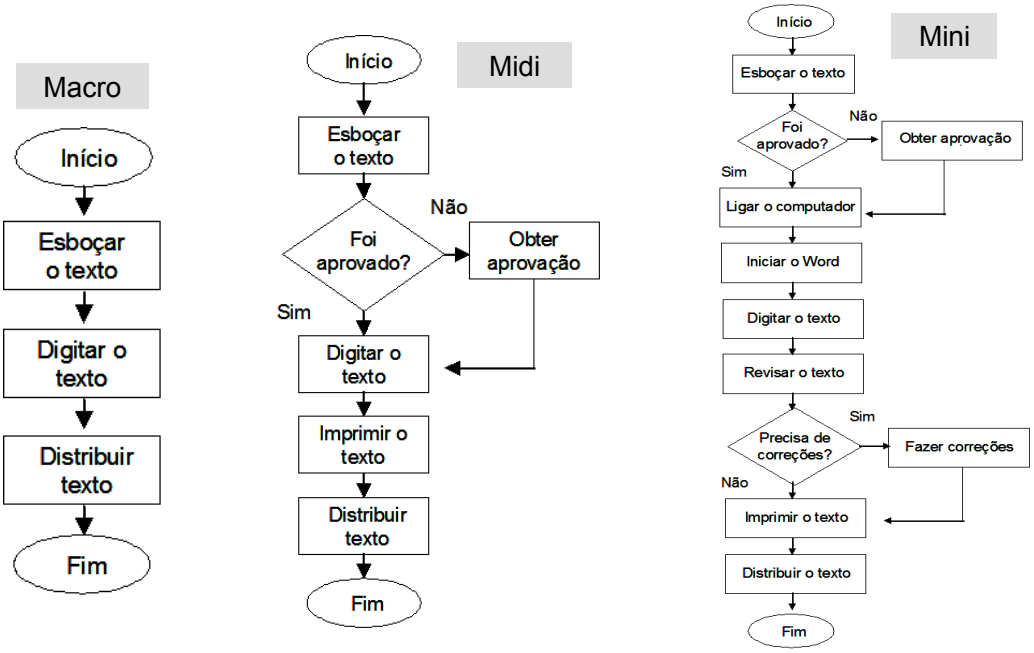
Indica que um documento deu entrada ou saída do processo.

Indica fim e início do processo.

Indica uma conexão com ramificações do processo.

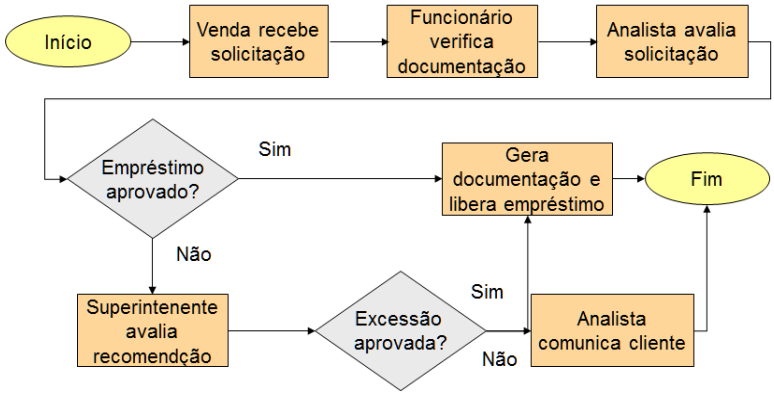
Indica o fluxo do processo.

Fluxograma: nível de detalhes

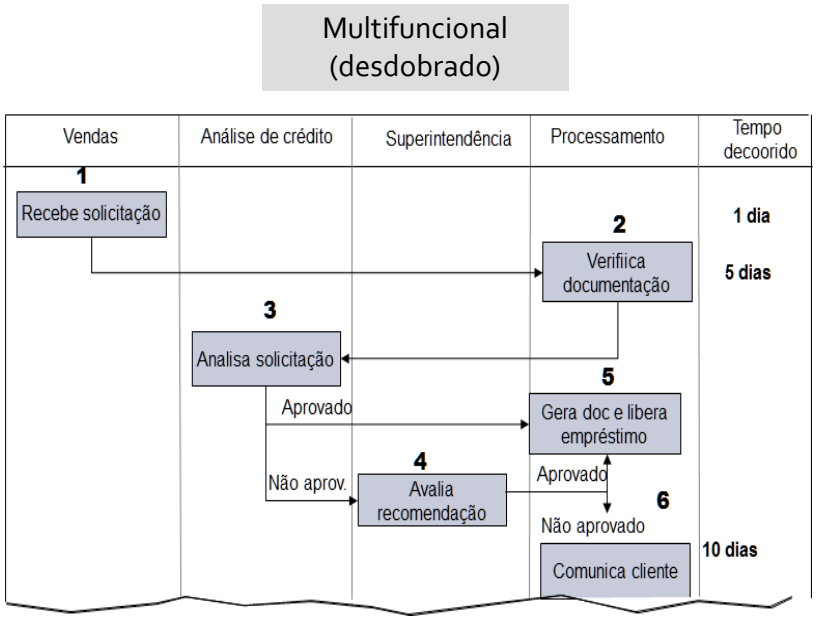


Fluxograma – vertical

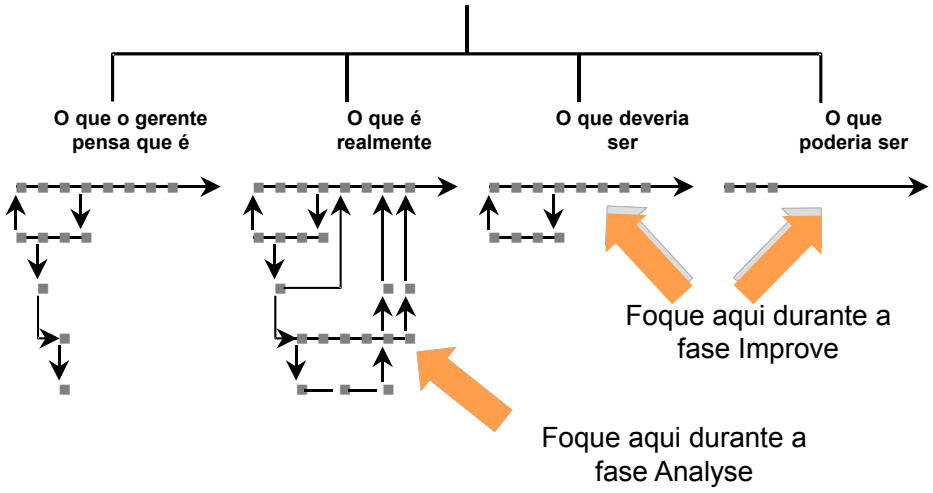
Processo de avaliação de solicitação de empréstimo



Fluxograma – multifuncional



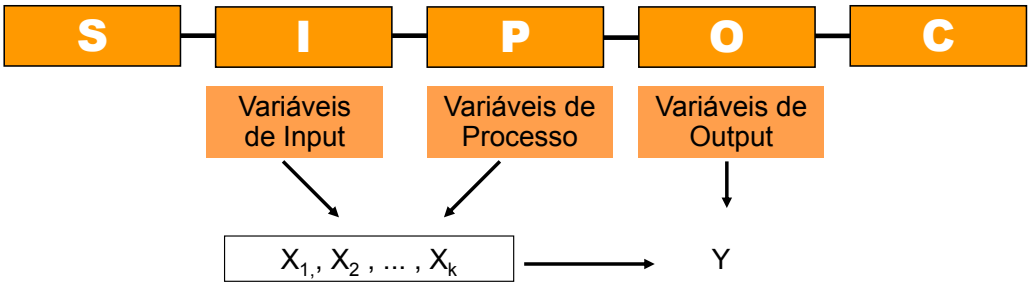
Fluxograma – versões de um processo



Sistema de medição

Measure

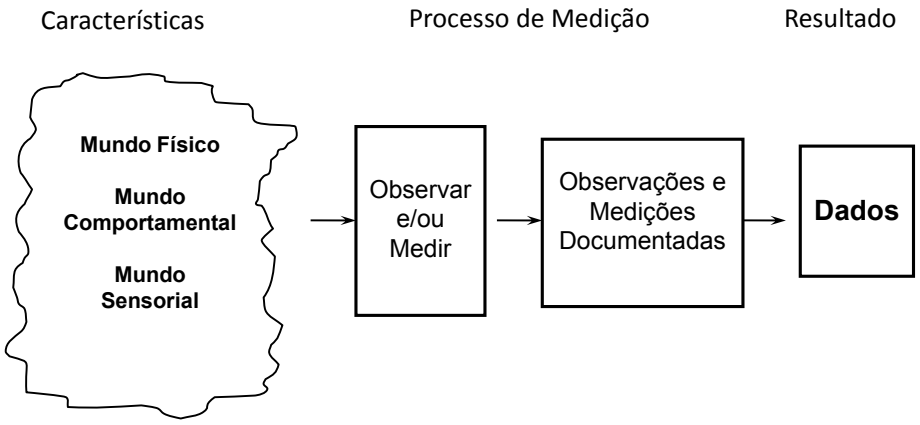
Característica e medida



$Y = f(X_1, X_2, \ldots, X_k)$

Processo de medição

A medição é um processo que atribui um valor a uma característica



Processo de medição

Processo de Medição	• Método que estabelece relação entre uma propriedade e um valor em uma escala
Método de mensuração	• Questionários • Instrumentos • etc.

Exemplos de características e medição

Mundo Físico:	**Execução de uma tarefa**
Medir:	Tempo gasto para realizar a tarefa
Instrumento de medição:	Cronômetro
Medida:	Minutos gasto na realização da tarefa
Mundo Comportamental:	**Realização de uma reunião**
Medir:	Atitude das pessoas na reunião
Instrumento de medição:	Observação
Medida:	Atitude positiva, atitude negativa, atitude neutra
Mundo sensorial:	**Provar um alimento**
Medir:	Aroma
Instrumento de medição:	Provadores
Medida:	Ruim, regular, bom, excelente

Definição Operacional

- Atividades comuns em qualidade
  - Verificar se um produto é defeituoso
  - Contar o número de defeitos em um produto ou serviço
  - Medir uma característica de qualidade
- Questões:
  - O que é um defeito?
  - Como medir um defeito?
  - Como medir uma característica de qualidade?

Uma Definição Operacional...

É uma descrição, em termos quantificáveis, do que medir e os passos a seguir para medi-lo de forma consistente

- Fornece um sentido comunicável a um conceito
- É clara e inequívoca
- Especifica métodos e equipamentos de medição
- Identifica critérios precisos de decisão

A Definição Operacional é um componente essencial do Processo de Medição

Como você define esses conceitos?

Um imposto justo	Férias boas
Ser rico	Chegar no prazo
Ser pobre	Área urbana
Estar desempregado	Aquecimento global
Estar limpo	Estar contaminado

Falha no desenvolvimento de uma definição operacional clara leva, muitas vezes, à confusão e mal-entendido

Definição Operacional

- Componentes
  - Objetivo
  - Característica de interesse
  - Instrumento de medição
  - Procedimento
  - Critério

Definições operacionais de "chegada no prazo"

- Objetivo
  - Verificar se uma aeronave chegou no horário no aeroporto
- Característica de interesse
  - Horário de chegada da aeronave no aeroporto
- Instrumento de medição
  - Relógio referenciado com o relógio da torre de controle
- Procedimento:
  - O horário de chegada de um voo será o horário em que o trem de pouso da aeronave tocar a pista de pouso
- Critério
  - A aeronave está no prazo se o horário de chegada for igual ao horário programado mais ou menos 15 minutos



Tipos de variáveis

Measure

Tipos de Variáveis

- Variáveis Numéricas (Quantitativa)
  - São as variáveis que podem ser medidas em uma escala quantitativa, ou seja, apresentam valores numéricos que fazem sentido. Podem ser contínuas ou discretas.

- Variáveis Categóricas (Qualitativa)
  - São as variáveis que não possuem valores quantitativos, mas, ao contrário, são definidas por várias categorias, ou seja, representam uma classificação dos indivíduos. Podem ser nominais ou ordinais.

Classificação de dados (simplificada)

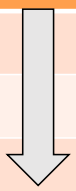
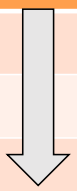
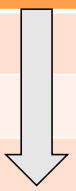
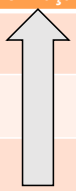
Tipo de Variáveis		Característica de Qualidade	Dado registrado
Categóricas (Qualitativo)	**Classificação**	Desempenho da entrega	Entrega no prazo/atrasado
		Retrabalho	Sem/Com
		Arranhões	Sem/Com
Numérico (Quantitativo)	**Contagem**	Mudanças	Número de mudanças/projeto
		Acidentes	Número de acidentes/por mês
		Arranhões	Número de arranhões/ superfície
	Contínuos	Tempo	Minutos atrasados
		Peso	Gramas
		Arranhões	Tamanho em cm do arranhão

Variáveis de Classificação ou Contagem são também chamados de Atributos

Classifique cada uma das seguintes variáveis como classificatória, contagem ou contínua

- Número de estrelas de hotéis
- Quantidade de calorias de um produto alimentício
- Número de bolhas em uma garrafa de vidro
- Tempo médio de espera para se atendido em um Call Center
- Número de atendentes em um Call Center
- Número de ligações perdidas em um Call Center
- Motivos para ligações perdidas em um Call Center
- Fontes de consumo de água em uma residência
- Consumo de água em uma residência
- Número de telefones por domicílio
- Número de chamadas de longa distância realizadas por mês
- Duração de cada chamada de longa distância
- Cor do telefone utilizado com mais frequência
- Se existe uma linha conectada ao modem na residência
- Quantia gasta com livros
- Tempo gasto na livraria por mês
- Se é filiado a algum Partido Político
- Caso seja, a que Partido Político é filiado
- Satisfação com um determinado produto

Custo, tempo e informação

Tipo de variável		Tempo para medir	Custo para medir	Informação por unidade medida	Tamanho da amostra para a mesma quantidade de informação
Classificação	-				
Contagem					
Contínua	+				

Não há uma única forma de medir. A decisão depende de vários fatores

A forma de medir usual, que pode ser adequada para operações de rotina, pode não ser adequada em projetos de melhoria

Análise da variação

Measure

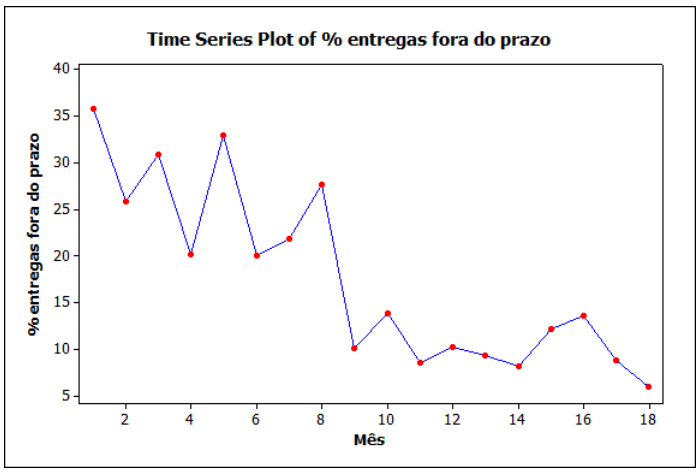
Variabilidade e Estatística



A variação é inerente a todos os processos

Percepção da Variação

A variação pode ser percebida através dos dados



Reação à variação

- Uma das funções de um gestor é tomar decisões que são baseadas na interpretação da variação nos indicadores
  - Há 3 meses que as vendas estão abaixo do previsto. Esses dados indicam uma tendência? É necessário agir?
  - Há diferenças de desempenhos das pessoas na organização. Há alguém que realmente necessita de uma assistência especial? Há alguém que merece um reconhecimento especial?
  - O número de acidentes foi maior que no ano passado. É preciso fazer mudanças no ambiente de trabalho? Fazer uma campanha sobre segurança no trabalho?

Gráfico de Tendência e Causas de Variação

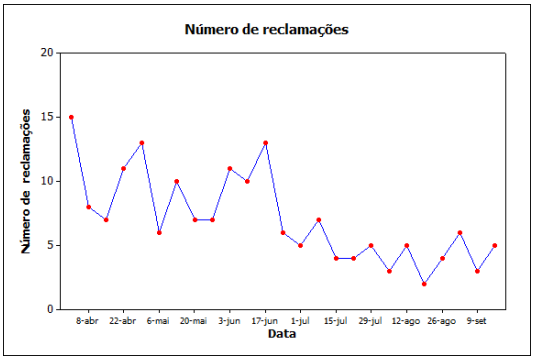
Measure

Gráfico de tendência

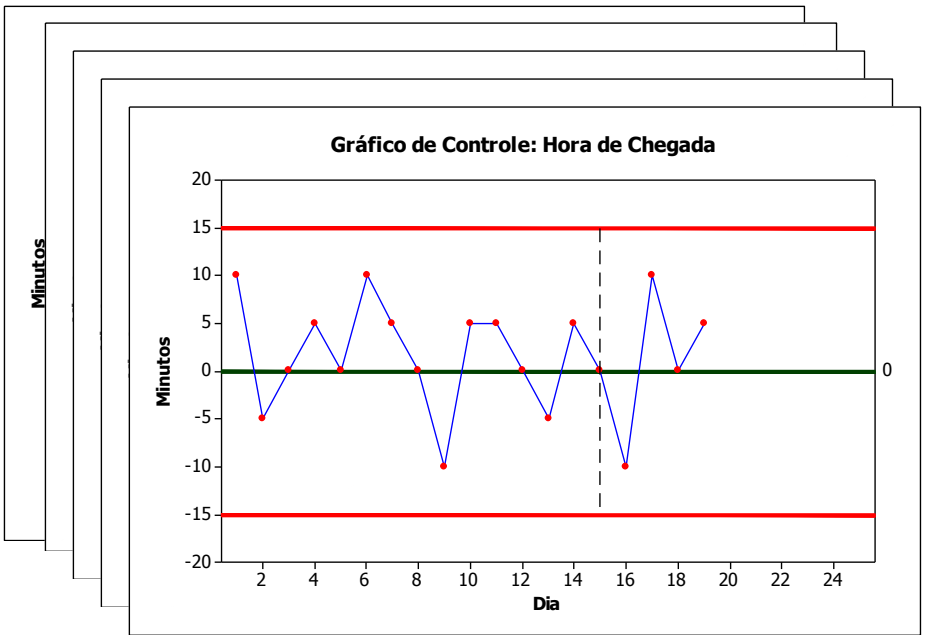
- O que é
  - Ferramentas para analisar um indicador coletado ao longo do tempo
- Quando utilizar
  - Sempre que coletar dados ao longo do tempo

Gráfico de Tendência

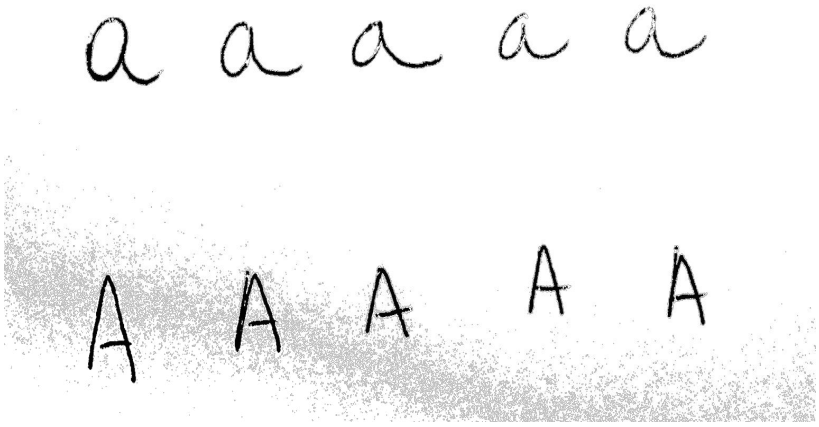
- O gráfico de tendência é um gráfico simples e fácil de construir
  - Eixo horizontal: tempo
  - Eixo vertical: variável sendo monitorada



Análise da variação – causas de variação



Causas de variação (Shewhart 1931) - Atividade



Causas de variação (Shewhart)

- Causas comuns
  - Causas que são inerentes ao processo todo o tempo, afetam todos que atuam no processo, e afetam todos os resultados do processo
- Causas especiais
  - Causas que não atuam no processo todo o tempo ou não afetam todo mundo, mas que surgem devido a circunstâncias especiais

Como descrever a variação (VOP)?

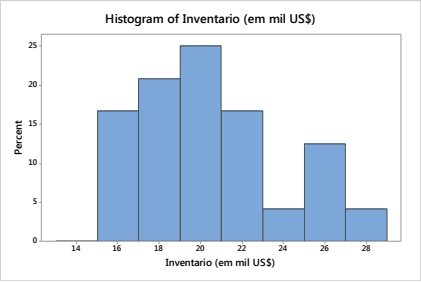
Mes	Inventario (em mil US$)	Mes	Inventario (em mil US$)
jan/2003	19	jan/2004	20
fev/2003	27	fev/2004	22
mar/2003	20	mar/2004	19
abr/2003	16	abr/2004	16
mai/2003	18	mai/2004	22
jun/2003	25	jun/2004	19
jul/2003	22	jul/2004	25
ago/2003	24	ago/2004	22
set/2003	17	set/2004	18
out/2003	25	out/2004	20
nov/2003	15	nov/2004	16
dez/2003	17	dez/2004	17

Como descrever a variação (VOP)?



Visão Estática

Estatísticas Descritivas
Média, Mediana,
Quartis, Mínimo, Máximo
Amplitude, Desvio Padrão
Histograma



Inventário (em mil US$)							
N	Mean	StDev	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
24	20.04	3.40	15	17	19.5	22	27

Como descrever a variação (VOP)?

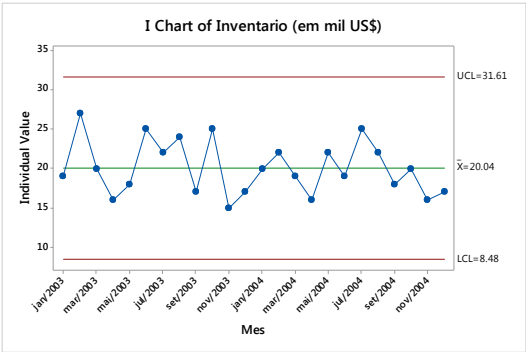


Visão Dinâmica

Gráfico de Tendência

Gráfico de Controle

(Gráfico ao longo do tempo)

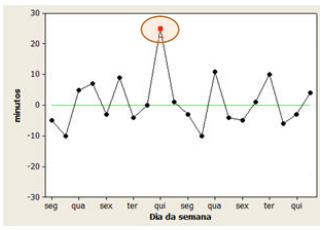


Causas de variação

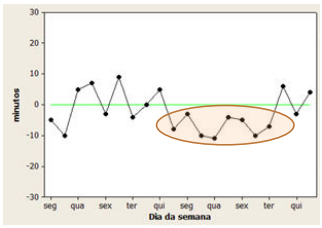
- Diferentes estratégias são necessárias para melhorar um processo estável (somente causas comuns atuam) ou um processo instável (causas especiais também atuam).
- Método de identificação: Gráfico de Tendência (ou Gráfico de Controle.)

Regras para distinção de causas de variação

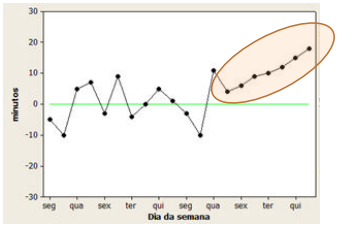
Gráfico de tendência: Minutos adiantados ou atrasados em relação ao especificado



Um ponto muito
afastado dos demais

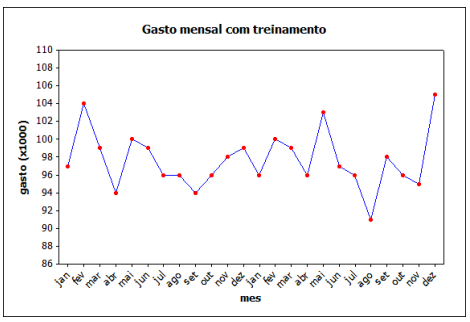


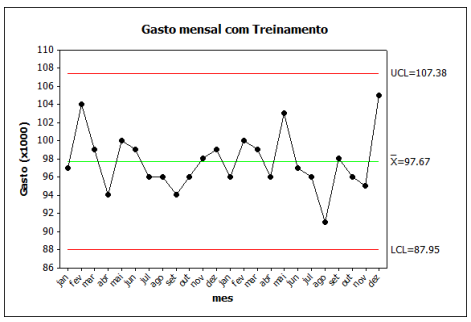
Sequencia de oito ou mais
pontos abaixo ou acima da média



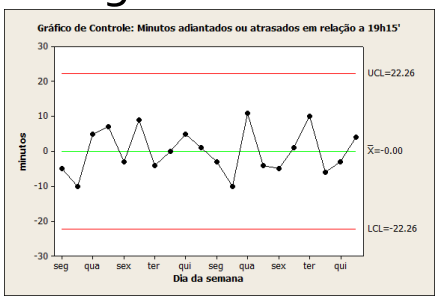
Sequencia de seis ou mais
pontos crescente ou decrescente

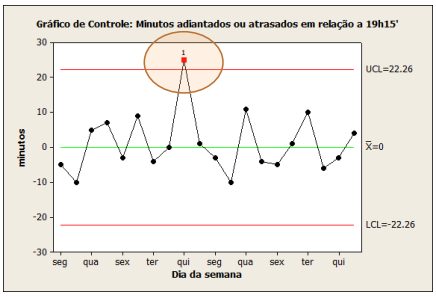
Gráfico de Controle

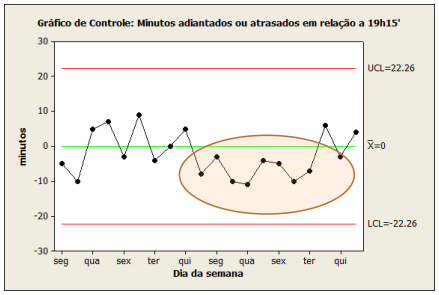


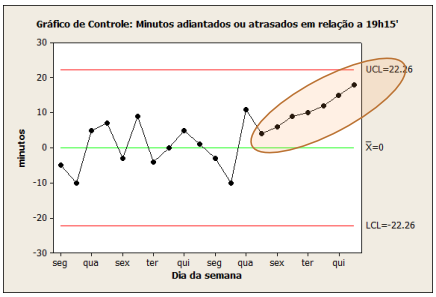


Regras para distinção de causas de variação com gráfico de controle

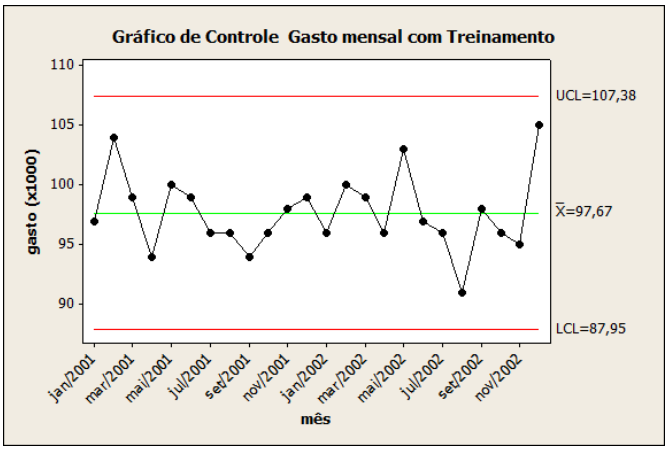








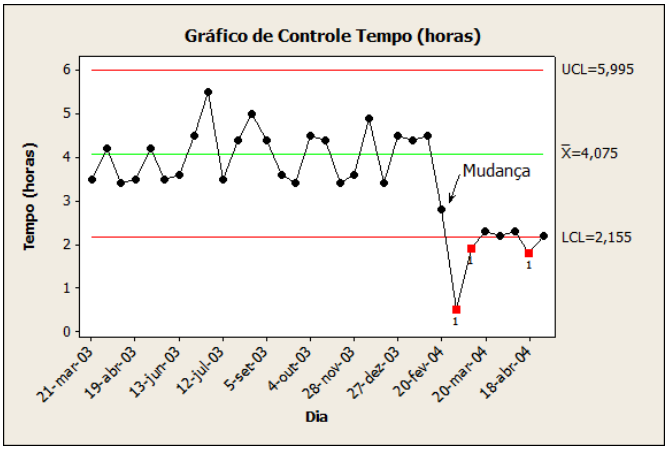
Exercício 1



A diretora de recursos humanos estava examinando suas despesas com treinamento dos últimos dois anos. Baseada nos últimos 12 meses, ela havia colocado no orçamento um custo médio de $ 98.000 por mês; mas as despesas do último mês foram de $ 105.000. Ela queria saber o que havia de diferente com o último mês e pediu à sua equipe para descobrir o que aconteceu, para que pudessem evitar o problema no futuro

- Os dados do último mês são o resultado de causas comuns ou especiais? Por que?
- A diretora de recursos humanos tomou a providência adequada?
- O que ela deveria esperar que fossem seus custos mensais de treinamento?

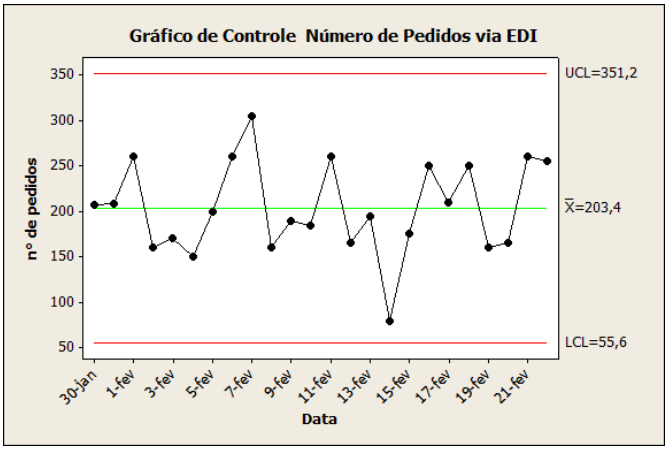
Exercício 2



Uma linha de embalagem teve, em média, 4 horas de interrupções por semana, de 8 de março a 23 de agosto. Já que muitos dos problemas estavam relacionados a quedas na energia elétrica, os técnicos suspeitaram que o equipamento de proteção da rede elétrica estivesse funcionando mal. Eles o substituíram no final de janeiro e então continuaram a coletar dados por mais oito semanas.

- Acaso o novo equipamento de proteção da rede ajudou?
- Em caso afirmativo, em que semana eles tiveram seu primeiro sinal? Há outros sinais de uma mudança no processo?

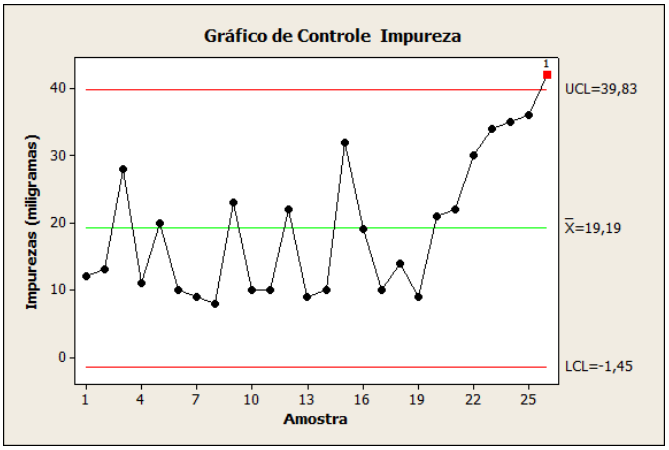
Exercício 3



Um fornecedor de bens de consumo acompanha os pedidos que chegam via EDI. Ele quer usar esses dados para ajudar a planejar o orçamento para o novo ano. Se o processo for estável, os gerentes poderão estimar em média quantos pedidos serão recebidos a cada dia. Mas primeiro eles precisam saber se há quaisquer indicações de causas especiais no processo.

- Os dados indicam a presença de causa especial ou a variação é toda ela resultado de causas comuns? Por que?
- Qual o número médio de pedidos que deveriam esperar por dia?
- Qual o número máximo de pedidos que deveriam esperar receber por dia?

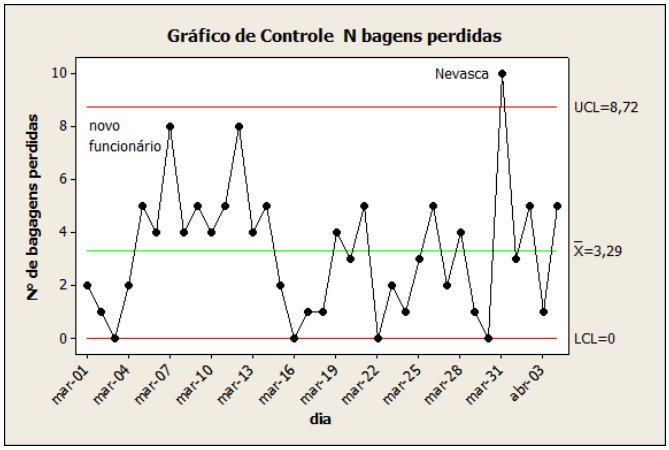
Exercício 4



Uma fábrica que produz cartões de plástico (cartões de crédito, cartões de identificação de seguro médico, etiquetas de embalagem etc.) usa água de um rio próximo para refrigerar o equipamento usado no processo de aquecimento. Eles podem reciclar a água e devolvê-la ao rio, contanto que esta não contenha mais de 50 mg de impurezas. Um técnico monitora o volume de impurezas em uma amostra que é tirada todos os dias.

- Os dados indicam a presença de uma causa especial ou a variação é, toda ela, resultado de causas comuns?
- Se há uma causa especial, qual amostra assinala isso primeiro?

Exercício 5



O gráfico abaixo apresenta o número de bagagens perdidas num vôo entre os dias 1 de março e 3 de abril.

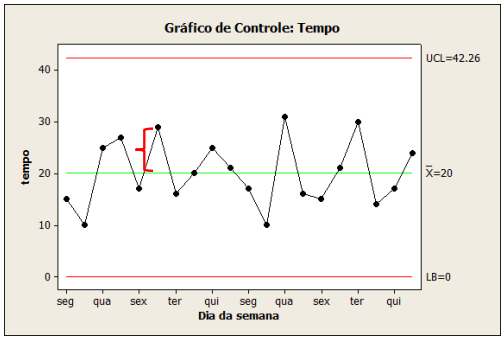
- Qual a amplitude de dados que deve ser esperada para perda de bagagem em um único dia?
- Existem quaisquer indicações de causas especiais?
- A companhia aérea deveria usar ações de causa comum ou causa especial para responder ao número de bagagens perdidas no dia 31 de Março?

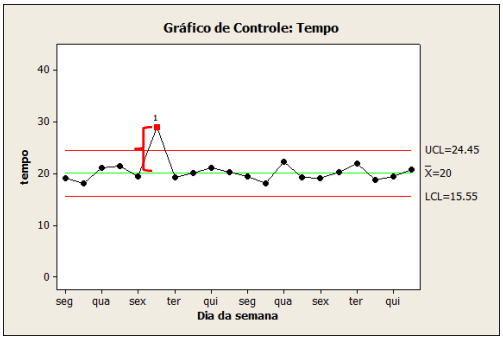
Análise de indicadores

Measure

Abordagens comuns em análise de dados

- É comum comparar a porcentagem da diferença em relação à média
- A interpretação da porcentagem de variação em relação à média depende
  - Do valor da média (10% de 50 é diferente de 10% de 500)
  - Da quantidade de variação presente nos dados: 2% de variação da média pode ser causa especial e 20% pode ser causa comum

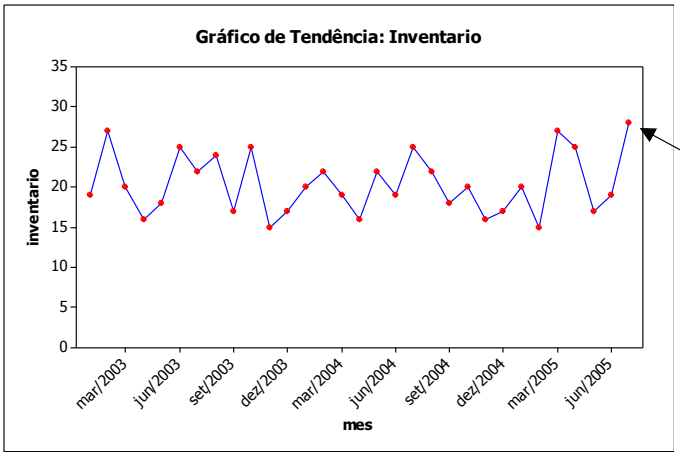




Um relatório gerencial típico

Indicadores	Depto	Valor Atual	Média Mensal	% Dif.
Qualidade				
Entregas no prazo (%)	20	91.0	91.3	−0.3
Aprovação na primeira vez (%)	12	54	70	−23.0
Sucata/por 1000 Kg produzidos)	19	124	129	−3.9
Produção				
Volume Produzido (1000 Kg)	13	34.5	33	+4.5
Custo Total de Produção/100 Kg	13	280.83	278.82	+0.7
Inventário em processo (100 Kg)	17	28	19.7	+42.0
Operações				
% Faturam. no prazo	06	74.3	95	−21.8

Uma forma melhor: analise a série



Julho/05 é uma causa especial?

Adaptado de Donald Wheeler, *Understanding Variation: The Key to Managing Chaos*. SPC Press: 1993.

Princípios da teoria da variação

1. Devemos esperar que as coisas variem. Elas sempre variam
2. Entendimento da variação nos diz o que esperar em termos de resultados
3. Trabalhe sempre nas causas de variação, as quais são sempre encontradas no sistema
4. Entendimento de variação nos diz quando algo especial aconteceu

Atribuições de metas

Se você dá estabelece uma meta para um gerente ele vai atingi-la, mesmo que para isso tenha que destruir a empresa (W. Deming)

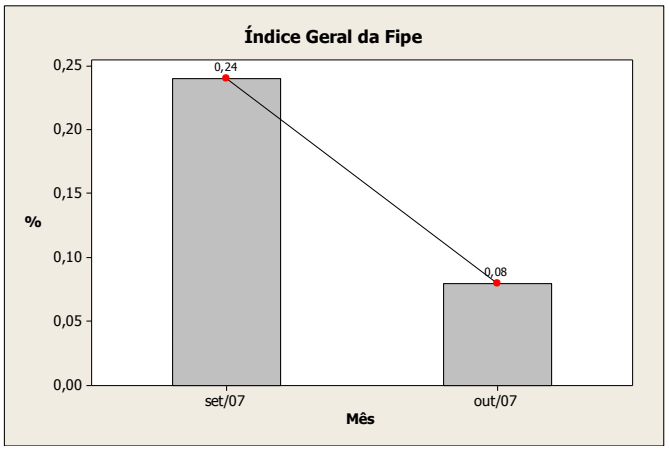
Quando pressionados para alcançar uma meta, pessoas podem reagir de três formas (Brian Joiner):

Trabalhar para melhorar o sistema

Distorcer os dados

Distorcer o sistema

Deu no portal Exame...

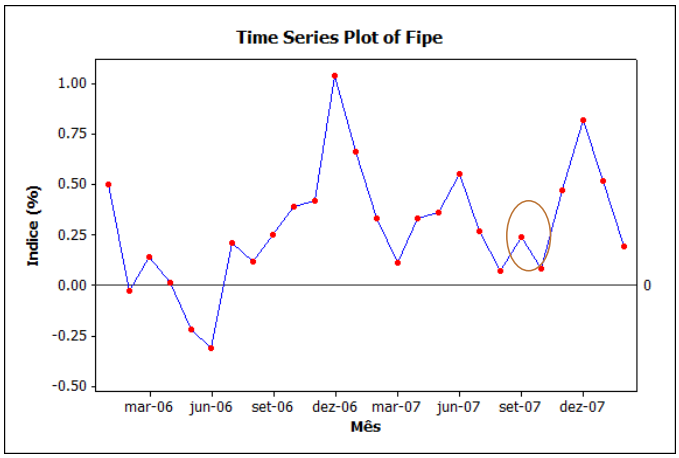


- A inflação está caindo?
- As variações são grandes ou pequenas? Em relação a quê?
- O que esperar para o mês seguinte?

IPC-Fipe recua para 0,08% em outubro (05.11.2007 ; 05h44), Agência Estado

O Índice de Preços ao Consumidor (IPC) da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (Fipe), da USP, fechou o mês de outubro com variação de 0,08% na cidade de São Paulo. O índice apresentou significativo recuo ante a taxa setembro (0,24%) e ficou abaixo das expectativas dos analistas consultados pela Agência Estado, que iam de 0,11% a 0,16%. Na terceira quadrissemana de outubro, o IPC foi de 0,15%.

Quatro meses depois ...



Mês	Fipe
jan/06	0.50
fev/06	-0.03
mar/06	0.14
abr/06	0.01
mai/06	-0.22
jun/06	-0.31
jul/06	0.21
ago/06	0.12
set/06	0.25
out/06	0.39
nov/06	0.42
dez/06	1.04
jan/07	0.66
fev/07	0.33
mar/07	0.11
abr/07	0.33
mai/07	0.36
jun/07	0.55
jul/07	0.27
ago/07	0.07
set/07	0.24
out/07	0.08
nov/07	0.47
dez/07	0.82
jan/08	0.52
fev/08	0.19

Gráficos de frequência: histograma e Dot-Plot

Measure

Gráfico de Freqüência: Dot Plot

Mês	Gasto	Mês	Gasto
jan/2001	97	jan/2002	96
fev/2001	104	fev/2002	100
mar/2001	99	mar/2002	99
abr/2001	94	abr/2002	96
mai/2001	100	mai/2002	103
jun/2001	99	jun/2002	97
jul/2001	96	jul/2002	96
ago/2001	96	ago/2002	91
set/2001	94	set/2002	98
out/2001	96	out/2002	96
nov/2001	98	nov/2002	95
dez/2001	99	dez/2002	105

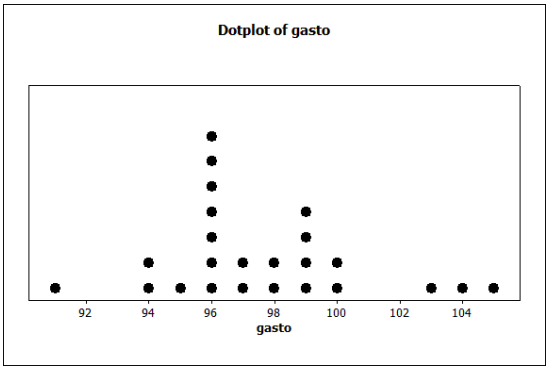
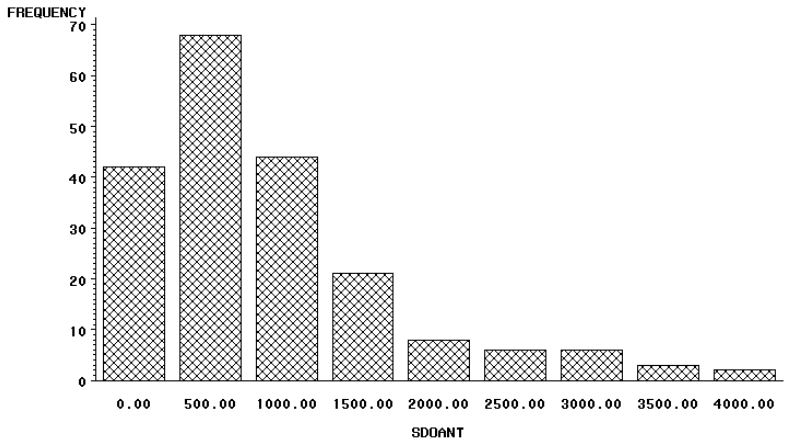


Gráfico de Freqüência: Histograma

Considere os dados de gasto mensal com cartão de crédito de 200 clientes de uma operadora

3074.32	1184.04	631.14	970.81	1126.45	86.00	694.34	757.04
778.88	107.78	809.86	711.36	1403.13	1172.68	197.84	92.50
602.36	489.40	1033.09	732.89	760.71	1275.38	338.41	6.99
253.61	191.21	1249.77	793.21	516.11	27.19	474.35	666.90
43.15	608.39	707.19	2837.39	954.81	15.40	574.56	2106.47
1243.20	933.57	651.78	79.80	1076.80	320.45	3065.79	890.95
928.44	306.15	807.55	2566.06	1063.25	193.04	779.07	1252.07
154.55	629.59	357.53	1132.04	209.84	1239.65	429.08	383.45
1121.12	1142.27	295.61	1689.13	891.68	349.22	3005.68	1572.08
959.55	906.96	453.15	587.72	436.04	623.76	521.65	2589.97
2705.86	458.13	401.17	60.45	2415.94	1503.63	280.52	20.37
1052.25	1348.63	538.09	858.61	347.03	1469.26	891.91	33.00
234.90	1047.04	693.39	513.15	159.12	364.84	3239.65	3637.38
1633.70	176.02	494.01	857.72	1261.66	409.74	27.11	1685.12
1688.66	1065.77	175.59	1449.60	413.37	403.72	1851.64	3711.79
23.84	326.36	592.99	26.40	3689.57	1258.30	934.65	730.77
602.71	386.14	358.21	413.78	208.51	283.67	380.95	2541.23
122.40	414.68	51.22	2.00	601.91	1669.42	987.59	692.49
924.84	245.54	150.13	3850.09	431.53	190.56	537.33	611.32
713.29	2202.69	123.86	45.58	167.57	1768.33	732.66	1218.76
1088.30	2.06	861.27	1014.46	2020.19	1263.97	3042.79	406.31
1561.42	1562.89	400.46	727.84	728.29	775.67	2166.44	368.39
89.54	2076.58	1532.15	571.24	778.95	154.25	702.29	30.00
785.85	141.17	853.03	2100.70	134.10	648.24	1622.95	424.75
185.93	1609.05	4187.47	2478.63	203.56	238.76	451.58	283.78

Gráfico de Freqüência: Histograma



Estatísticas descritivas

Measure

Medidas de localização

- São medidas numéricas que estabelecem
  - Entre que valores os dados ocorreram
    - Mínimo e Máximo
  - Qual é centro dos dados
    - Média e Mediana
  - Qual é o valor abaixo do qual temos uma certa porcentagem dos dados
    - Quartis (Quartil 1 e Quartil 3) e Percentis

Medidas de localização: Mínimo, Máximo e Média

- Denote os valores do conjunto de dados por $x_1, x_2, \dots, x_n$
  - Mínimo: $Xmin = Mínimo(x_1, x_2, \dots, x_n)$
  - Máximo: $Xmax = Máximo(x_1, x_2, \dots, x_n)$
  - Média: $\bar{X} = \frac{x_1+x_2+\cdots+x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$
  - Mediana: valor central

$$Mediana = \begin{bmatrix} X_{\left(\frac{n+1}{2}\right)}, se\ n\ é\ impar \\ \frac{X_{(n/2)} + X_{(1+n/2)}}{2}, se\ n\ é\ par \end{bmatrix}$$

Medidas de localização: Mediana

- **Exemplo** (para n impar): Considere os seguintes valores:

71, 70, 70, 72 e 70

- Os valores ordenados são: 70 70 ***70*** 71 72
- A mediana é 70

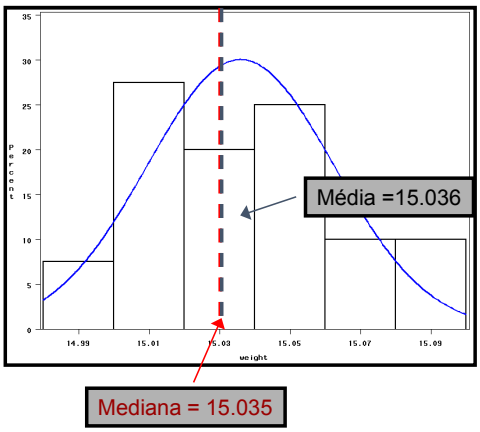
- **Exemplo** (para n par): Considere os seguintes valores:

500 550 550 ***550*** ***600*** 700 750 2000

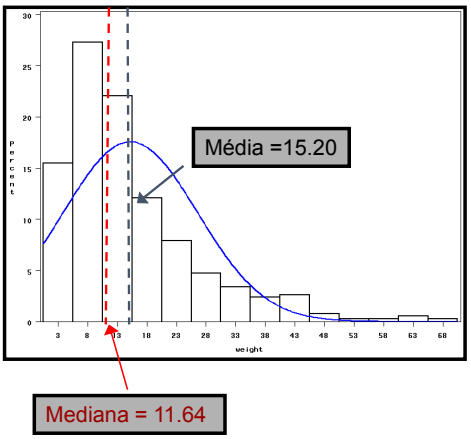
- Mediana = (550+600)/2=575

Média, Mediana e forma da Distribuição

Distribuição simétrica



Distribuição assimétrica

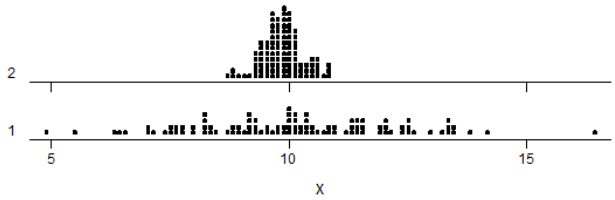


Medidas de localização: Quartis

- O quartil 1: 25% do valores estão abaixo da quartil 1 e 75% dos valores estão acima do quartil 1
- O quartil 3: 25% do valores estão acima da quartil 3 e 75% dos valores estão abaixo do quartil 3

Medidas de Variação

- Suponha duas linhas de produção, onde medimos o comprimento. Os valores aceitáveis são entre 8 e 12. As linhas são equivalentes?



Duas formas de se medir variação:
Amplitude = Máximo-Mínimo
Desvio padrão

Medidas de Variação: Desvio Padrão

- Considere os seguintes dados

70	71	73	74	77

- A média é 73. Os desvios em relação à média estão na tabela abaixo

-3	-2	0	1	4

- A soma dos desvio é zero (de fato, a soma dos desvios em relação à média é zero para qualquer conjunto de dados)

Medidas de Variação: Desvio Padrão

- Para calcular o desvio padrão, inicialmente eleva-se os desvios ao quadrado (contribuição de cada desvio)

9	4	0	1	16

- O próximo passo é somar a contribuição de cada desvio e dividir pelo total de valores menos 1

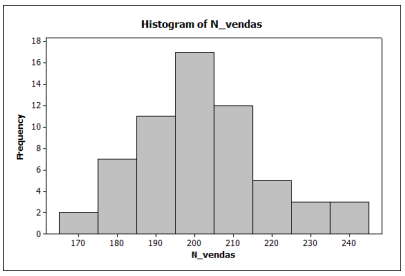
$$(9 + 4 + 0 + 1 + 16) / 4 = 7.5$$

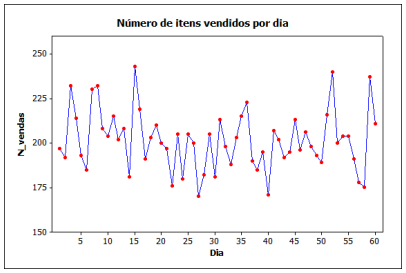
- O último passo é calcular a raiz quadrada da variância amostral que é o desvio padrão

$$D.P. = \sqrt{7.5} = 2.74$$

Resumo: caracterização de uma variável numérica

Estatísticas Descritivas: N_Vendas			
N	60		
Média	201.47	Mediana	201.00
Desvio Padrão	16.73	Quartil 1	191.00
Mínimo	170.00	Quartil 3	210.75
Máximo	243.00	Amp.Interq (IQR)	19.75
Amplitude	73.00		



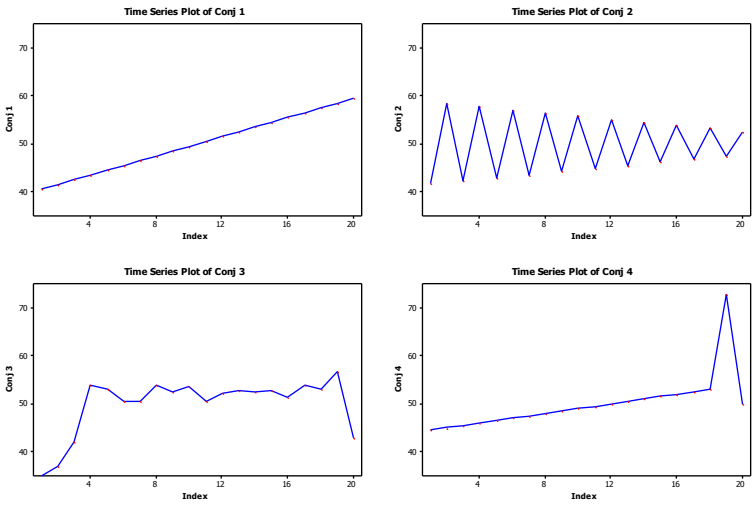


O que a média e o desvio padrão não mostram

- Observe os quatro conjuntos de números ao lado
- Todos tem mesma média e mesmo desvio padrão
- Os conjuntos são iguais?

N	Conj 1	Conj 2	Conj 3	Conj 4
1	40.50	41.64	35.00	44.50
2	41.50	58.36	37.00	45.00
3	42.50	42.29	42.00	45.50
4	43.50	57.71	53.90	46.00
5	44.50	42.93	53.00	46.50
6	45.50	57.07	50.60	47.00
7	46.50	43.57	50.50	47.50
8	47.50	56.43	53.80	48.00
9	48.50	44.21	52.50	48.50
10	49.50	55.79	53.60	49.00
11	50.50	44.86	50.40	49.50
12	51.50	55.14	52.20	50.00
13	52.50	45.50	52.70	50.50
14	53.50	54.50	52.40	51.00
15	54.50	46.14	52.70	51.50
16	55.50	53.86	51.40	52.00
17	56.50	46.79	53.80	52.50
18	57.50	53.21	52.90	53.00
19	58.50	47.43	56.81	72.71
20	59.50	52.57	42.79	49.79
Média	50.00	50.00	50.00	50.00
Desv. Pad.	5.92	5.92	5.92	5.92

O que a média e o desvio padrão não mostram



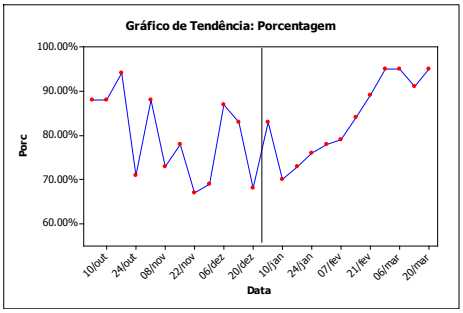
Cenário

- A porcentagem de pacientes da emergência com dor no peito atendidos por um cardiologista em até 10 min foi medida durante 24 semanas. Uma mudanças foi feita após a semana 12. O resumo comparando as 12 primeiras semanas com as doze últimas está na tabela abaixo.

A mudança foi melhoria?

Pequena ou alta?

Semana 1-12	
Média	80%
Max	94%
Min	67%
Semana 13-24	
Média	84%
Max	95%
Min	79%



Source: R. Lloyd

Gráficos de barras e tabelas

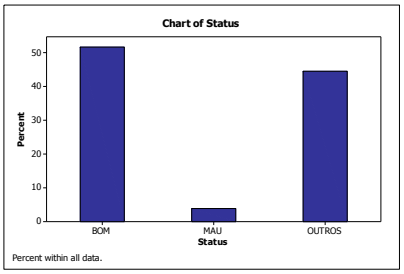
Measure

Gráfico de barras e tabelas

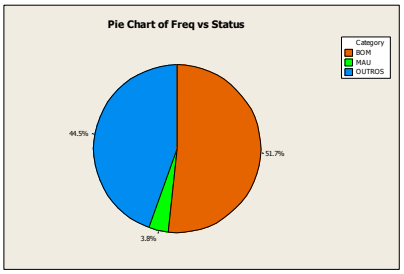
- O que é?
  - Ferramenta para estudar a distribuição de dados classificatórios
- Quando utilizar?
  - Sempre que os dados coletados forem classificatórios (qualitativos)

Dados classificatórios: Tabelas e Gráficos

- Clientes de uma instituição de crédito são classificados como "BOM", "MAU" e "OUTROS".

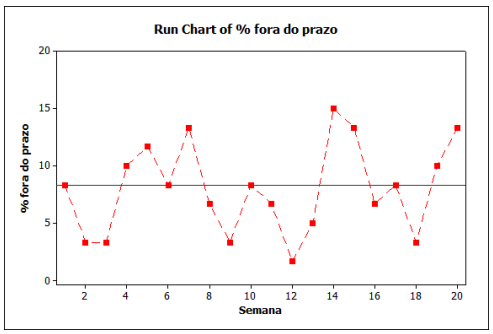


Status	Freq	Porc.
BOM	5139	51.7%
MAU	379	3.8%
OUTROS	4428	44.5%
Total	9946	100.0%



Dados classificatórios: Gráfico de Tendência

Uma empresa de logística amostrou sessenta entregas por semana durante vinte semanas e avaliou cada entrega se foi feita no prazo ou fora do prazo.



Semana	% fora do prazo
1	8.33
2	3.33
3	3.33
4	10.00
5	11.67
6	8.33
7	13.33
8	6.67
9	3.33
10	8.33
11	6.67
12	1.67
13	5.00
14	15.00
15	13.33
16	6.67
17	8.33
18	3.33
19	10.00
20	13.33

Gráfico de Pareto

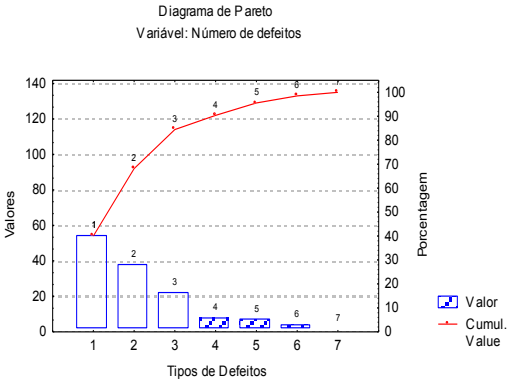
Measure

Gráfico de Pareto

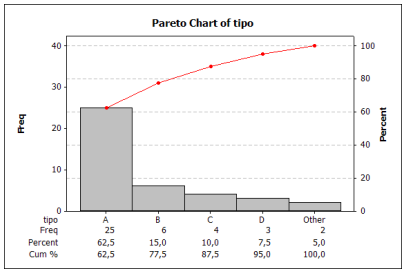
- O que é?
  - Um gráfico de barras ordenada
  - Serve para dar foco em esforços de melhoria
  - Conhecida como regra 80/20 ou Vitais vs. Triviais
- Quando utilizar?
  - Se o objetivo é reduzir defeitos, então faça um gráfico de Pareto dos defeitos para encontrar os vitais.

Exemplo: Defeitos em Manufatura

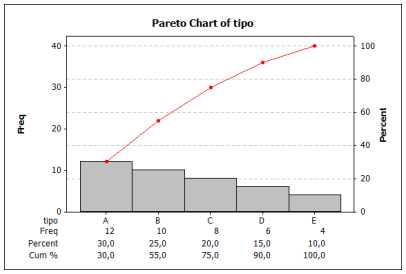
Tipo de defeito	Número de peças	Porc.	Porc. Acum.
A: Não selagem do topo	55	0.4	0.4
B: Não selagem do fundo	38	0.28	0.68
C: Não selagem lateral	22	0.16	0.84
D: Impressão borrada	8	0.06	0.9
E: Caixa amassada	7	0.05	0.95
F: Cor da impressão	4	0.03	0.98
G: Caixa rasurada	2	0.02	1



O Princípio de Pareto

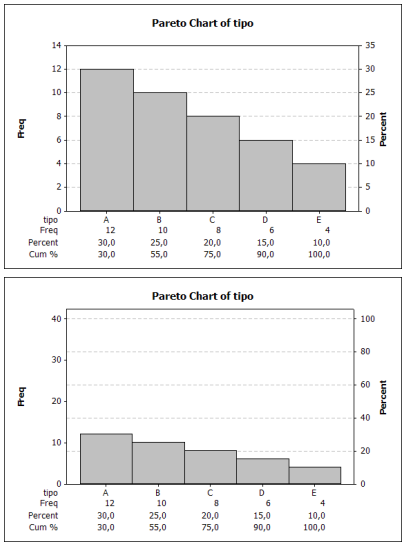


O Princípio de Pareto se aplica



O Princípio de Pareto não se aplica

Cuidados ao Fazer o Gráfico



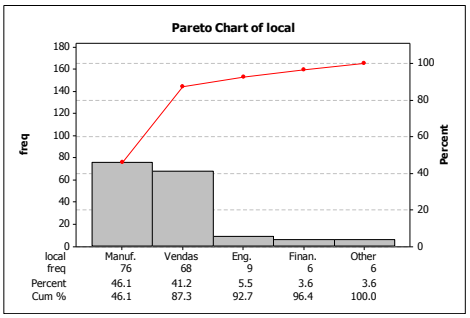
O eixo vertical deve ter altura igual à soma de todas as freqüências

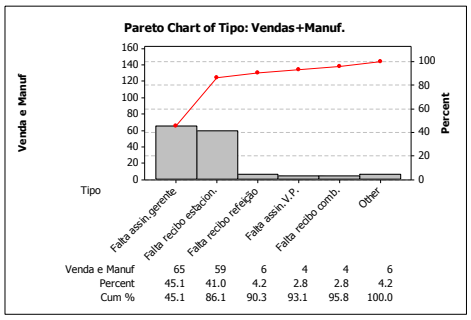
Estratificação

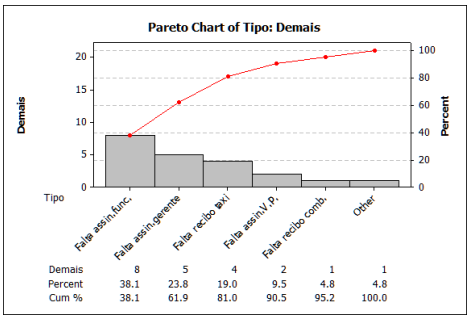
Erros em relatório de despesas

Tipo de erro		Vendas	RH	Manuf.	Eng.	Finan.	Trein.	Total
Falta assinatura	Funcionário			2	3	3	2	10
	Gerente	25	1	40	1	2	1	70
	V.P.	2	2	2				6
Falta recibo	Taxi	3		1	3	1		8
	Refeição	3		3				6
	Estacion.	33		26	1			60
	Comb.	2		2	1			5
Total de erros		68	3	76	9	6	3	165

Pareto por local e estratificação



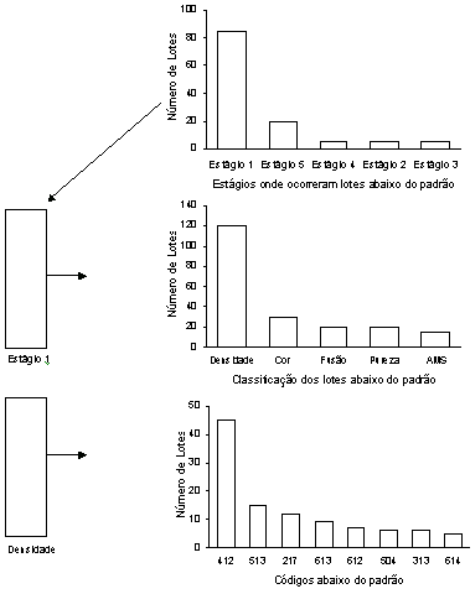




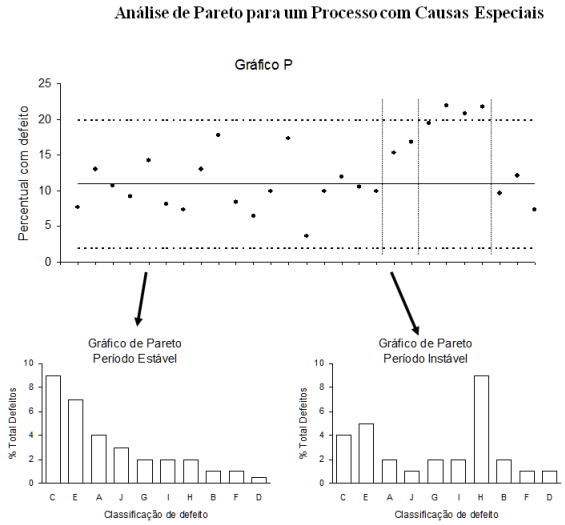
Modificações no Gráfico de Pareto

- Três alternativas importantes para o eixo vertical são:
  - Valor monetário
  - Tempo
  - Contribuição percentual de cada classificação para o total (tempo, ocorrências, dinheiro etc.)

Estreitando o Foco (Macro para Micro)



Estabilidade na Análise de Pareto



Observação: a classificação H está associada a uma causa especial.

Se o processo for instável, deve ser feita a estratificação dos dados para separar os dados obtidos quando causas especiais estavam presentes dos dados

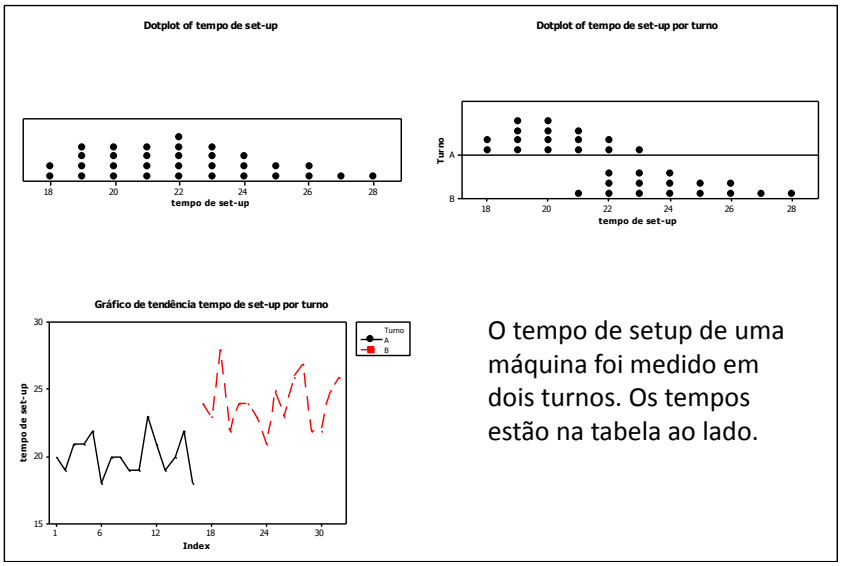
Estratificação

Measure

Estratificação

- O que é?
  - separação e classificação dos dados, de acordo com fatores ou variáveis selecionados.
  - O objetivo é encontrar padrões que auxiliem na compreensão dos mecanismos causais de um processo.
- Quando utilizar?
  - Sempre que houver interesse de se estudar se o "comportamento" é o mesmo em todos os grupos definidos pelos fatores ou variáveis

Exemplo



O tempo de setup de uma máquina foi medido em dois turnos. Os tempos estão na tabela ao lado.

Tempo de setup	
Turno A	Turno B
20	24
19	23
21	28
21	22
22	24
18	24
20	23
20	21
19	25
19	23
23	26
21	27
19	22
20	22
22	25
18	26

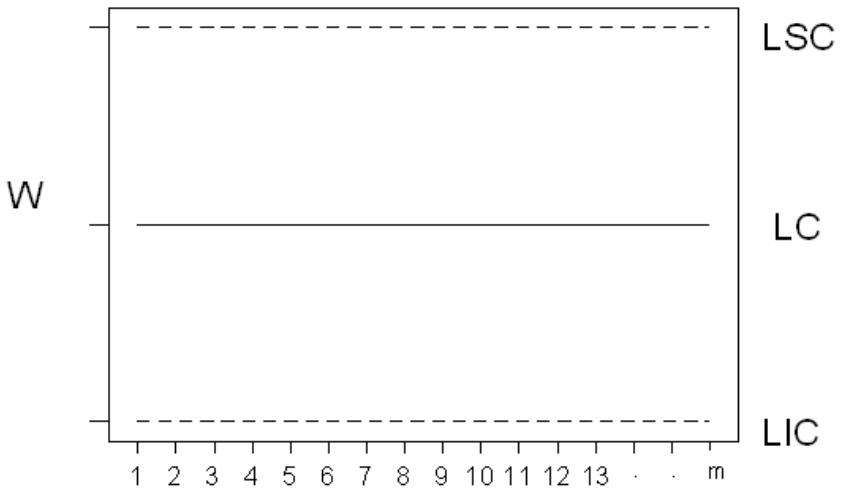
Gráfico de Controle

Measure

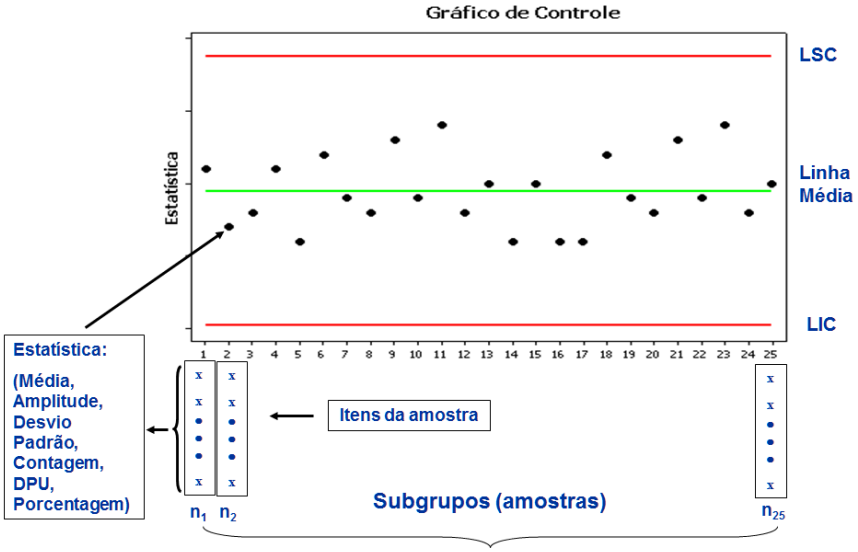
Gráfico de Controle

- O que é?
  - Um Gráfico de Controle é um Gráfico de Tendência com limites de controle calculados com base estatística
  - Ajudam a identificar causas comuns e especiais de variação
  - Inicialmente utilizado na linha de produção, pode ser aplicado a qualquer indicador
- Quando utilizar?
  - Devemos montar um gráfico de controle para todos os indicadores

Gráfico de Controle de Shewhart

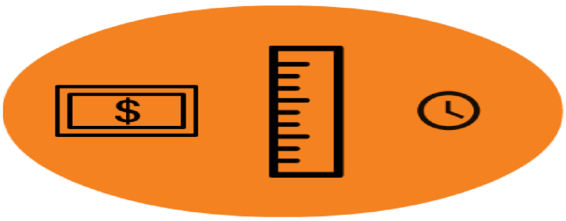


Estrutura de um Gráfico de Controle

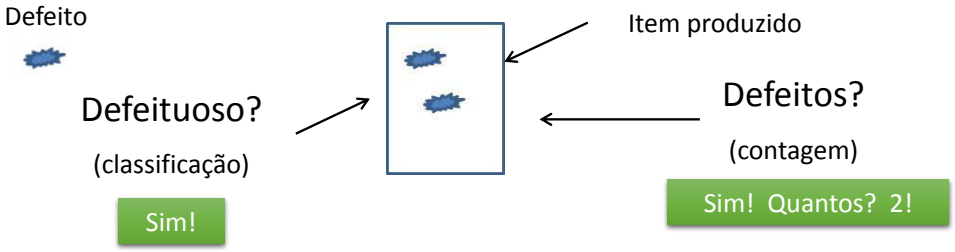


Tipos de variáveis

Dados Contínuos



Dados de Atributo



Seleção do Gráfico deControle

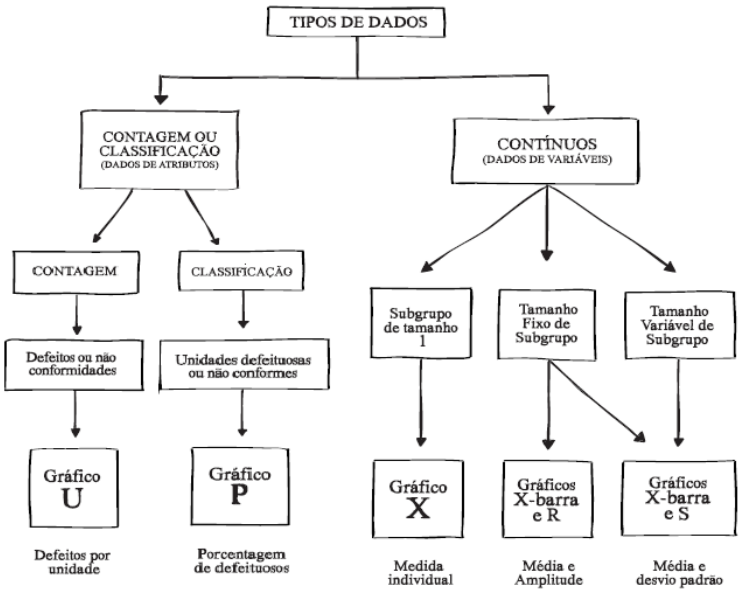


Gráfico de Controle

Gráficos P

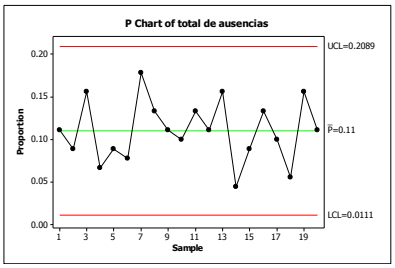
Gráfico P

- Quando utilizar?
  - Sempre que contamos o número de unidades defeituosas
  - O indicador é uma proporção
  - Obs: nem todo dado de porcentagem é dado de classificação (razões entre dados contínuos, por exemplo)

Exemplo de Gráfico P

Dados sobre absenteísmo – 90 funcionários

Dia	Total de Ausências	p	Ausências Não Justificadas	p
1	10	0.11	2	0.02
2	8	0.09	3	0.03
3	14	0.16	1	0.01
4	6	0.07	1	0.01
5	8	0.09	1	0.01
6	7	0.08	2	0.02
7	16	0.18	0	0.00
8	12	0.13	3	0.03
9	10	0.11	1	0.01
10	9	0.10	8	0.09
11	12	0.13	1	0.01
12	10	0.11	2	0.02
13	14	0.16	0	0.00
14	4	0.04	4	0.04
15	8	0.09	3	0.03
16	12	0.13	1	0.01
17	9	0.10	0	0.00
18	5	0.06	2	0.02
19	14	0.16	1	0.01
20	10	0.11	0	0.00



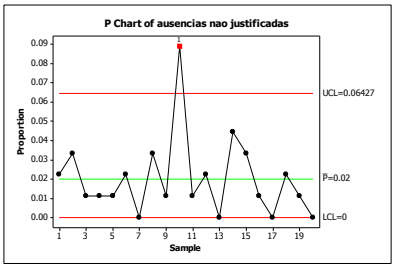


Gráfico de Controle

Gráficos U

Gráfico U

- Quando utilizar?
  - Sempre que contamos o número de defeitos
  - O indicador é uma taxa

Exemplo

Mês/Ano (oportunidade)	Número de acidentes (C)	Mês/Ano (oportunidade)	Número de acidentes (C)
Janeiro 1989	6	Janeiro 1990	10
Fevereiro	2	Fevereiro	5
Março	4	Março	9
Abril	8	Abril	4
Maio	5	Maio	3
Junho	4	Junho	2
Julho	23	Julho	2
Agosto	7	Agosto	1
Setembro	3	Setembro	3
Outubro	15	Outubro	4
Novembro	12	Novembro	3
Dezembro	7	Dezembro	1

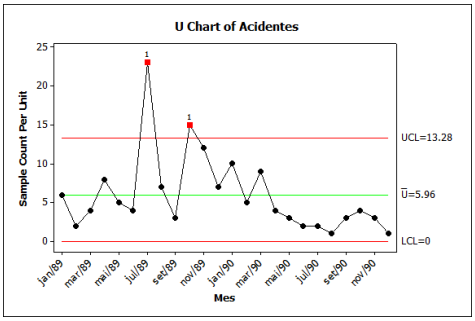


Gráfico de Controle

Gráfico de Individuais

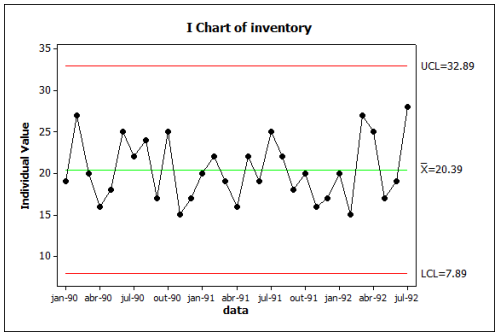
Gráfico I

- Quando utilizar?
  - Sempre que os dados são contínuos
  - Quando o tamanho do subgrupo é 1
  - Quando a distribuição dos dados é Normal

Gráfico de Individuais: exemplo

Inventário em processo

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1990	19	27	20	16	18	25	22	24	17	25	15	17
1991	20	22	19	16	22	19	25	22	18	20	16	17
1993	20	15	27	25	17	19	28					



Adapted from Donald Wheeler, *Understanding Variation: The Key to Managing Chaos*. SPC Press: 1993.

Gráfico de Individuais

- Os limites de controle em um gráfico de individuais são calculados sob a suposição de que os dados podem ser modelados pela distribuição Normal (Gaussiana)
- Se a distribuição dos dados é assimétrica (no caso de medições de tempo de ciclo, por exemplo), o gráfico de individuais apontará muitos pontos fora dos limites de controle, sendo que esses pontos não necessariamente apontam possíveis causas especiais
- Se a distribuição é assimétrica, é útil transformar os dados (transformação logarítmica, por exemplo) e fazer o Gráfico dos dados transformados

Gráfico de Individuais e distribuição Normal

Observe os histogramas e respectivos gráficos de controle de Individuais. A distribuição da variável Tempo é assimétrica e o gráfico de controle aponta 3 pontos acima do limite superior de controle

A distribuição do logaritmo do tempo é simétrica e o gráfico de controle respectivo não aponta possíveis causas especiais

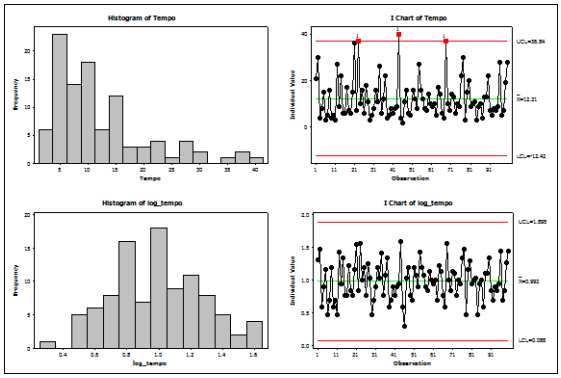


Gráfico de Controle

Gráficos X-barra/S ou X-barra/R

Gráficos X-barra/R

- Quando utilizar?
  - Quando dados contínuos são coletados em subgrupos (amostras) de tamanho constante
- Nesse caso constrói-se dois gráficos
  - Gráfico X-barra: Médias de dados dos subgrupos
  - Gráfico S: desvio padrão dos dados dentro de cada subgrupo

Gráficos X-barra/R: exemplo

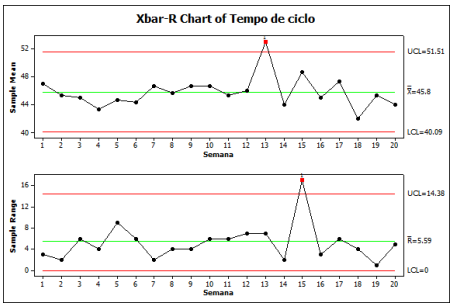
O tempo de ciclo de uma operação, foi medido três vezes por semana durante 20 semanas.

Os dados estão na tabela ao lado e os respectivos gráficos X-barra/R estão abaixo

Semana	Amostra		
1	45	48	48
2	46	46	44
3	41	47	47
4	41	44	45
5	43	50	41
6	41	45	47
7	48	46	46
8	48	44	45
9	49	45	46
10	46	50	44
11	42	46	48
12	42	49	47
13	54	56	49
14	43	44	45
15	42	45	59
16	44	47	44
17	46	51	45
18	44	42	40
19	45	45	46
20	42	47	43

Cada ponto neste gráfico é a média de um subgrupo. →

Cada ponto neste gráfico é a amplitude dentro do mesmo subgrupo. →

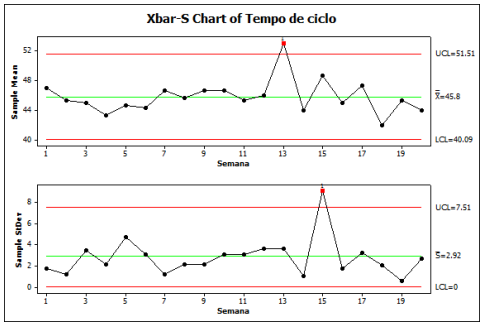


Gráficos X-barra/S

- Quando utilizar?
  - O gráfico X-barra/S é similar ao gráfico X-barra/R
  - É usado quando dados contínuos são coletados em subgrupos (amostras) de tamanho constante ou variável
- Nesse caso constrói-se dois gráficos
  - Gráfico X-barra: Médias de dados dos subgrupos
  - Gráfico S: desvio padrão dos dados dentro de cada subgrupo

Gráficos X-barra/S: exemplo

Semana	Amostra		
1	45	48	48
2	46	46	44
3	41	47	47
4	41	44	45
5	43	50	41
6	41	45	47
7	48	46	46
8	48	44	45
9	49	45	46
10	46	50	44
11	42	46	48
12	42	49	47
13	54	56	49
14	43	44	45
15	42	45	59
16	44	47	44
17	46	51	45
18	44	42	40
19	45	45	46
20	42	47	43



Cada ponto neste gráfico é a média de um subgrupo.

Cada ponto neste gráfico é o desvio padrão dentro do mesmo subgrupo.

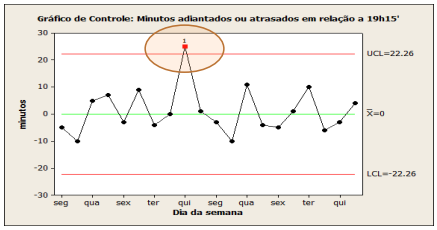
Gráfico X-barra/R ou X-barra/S

- O uso do gráfico X-barra/R tem razões históricas
- No passado, sem a disponibilidade de recursos computacionais, era mais fácil calcular a amplitude (R) do subgrupo do que o desvio padrão (S)
- Essa razão não existe mais se o gráfico é feito com o auxílio de um software

Gráfico de Controle

Regras para causas especiais, alteração dos limites e erros de decisão

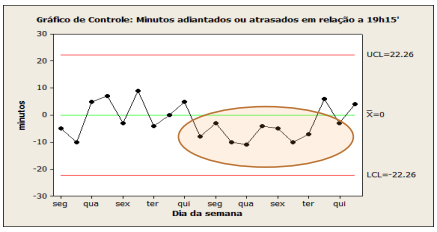
Regras para causas especiais



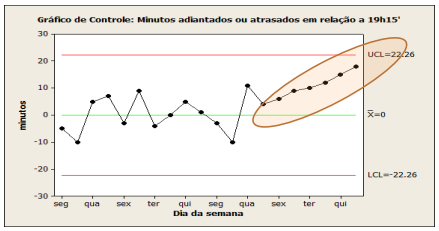
Uma observação além de um limite de controle

Há inúmeras regras apontar possíveis causa especiais

O princípio básico por trás de todas elas e apontar padrões com baixa probabilidade de ocorrer se somente causas comuns estiverem atuando (processo estável)



Uma sequência de oito ou mais pontos acima ou abaixo da média

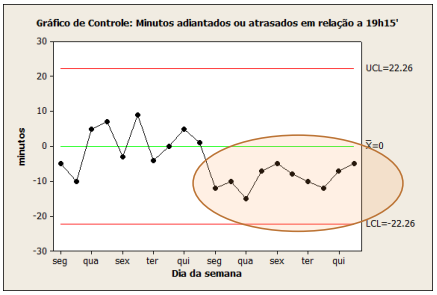


Uma sequência de seis ou mais pontos crescentes ou decrescentes

Alteração dos limites de controle

Os limites de controle refletem o comportamento do processo e só devem ser alterados se há evidência de que houve alteração significante no comportamento do processo.

O exemplo seguinte mostra uma situação típica onde ocorre uma alteração nos limites de controle. Após uma seqüência de oito ou mais pontos abaixo da média os limites de controle são recalculados.



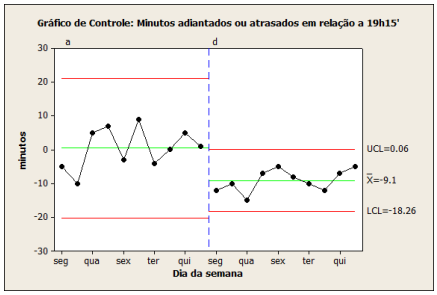


Gráfico de Controle: Tipos de Erros

- ERRO 1:
  - Reagir a um resultado como se viesse de uma causa especial, quando na verdade vem de causas comuns de variação.
- ERRO 2:
  - Tratar um resultado como se viesse de causas comuns de variação, quando na verdade vem de uma causa especial
- Erros de decisão são intrínsecos ao G.C.
- A proposta de Shewhart (limites de controle) procura um equilíbrio entre os dois tipos de erros

Consequências de ações com base no G.C.

		TIPO DE AÇÃO	
		Causa especial Agir com base nas diferenças entre pontos individuais	**Causa comum** Estudar todos os dados e realizar mudanças no sistema
TIPO DE VARIAÇÃO	**Causa comum**	 Aumento da variação	 Redução da variação
	Causa especial	 Redução da variação	 Perda de tempo para resolver o problema

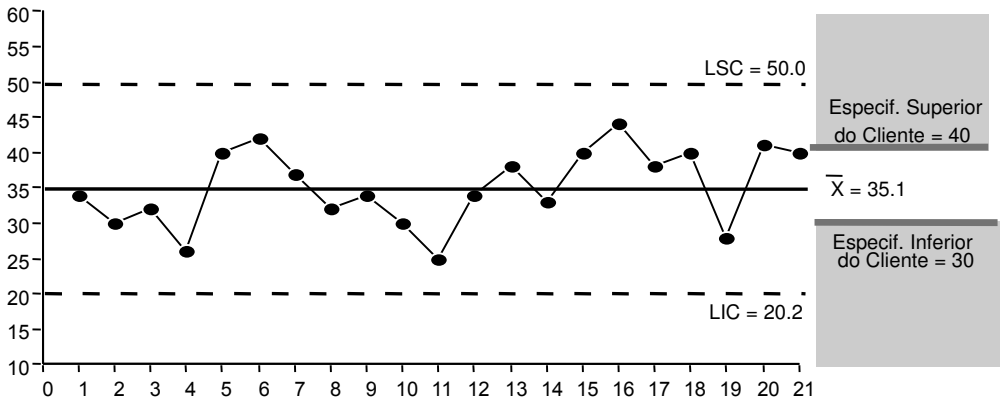
Gráfico de Controle

Limite de Controle e Limite de Especificação

Limites de Especificação vs. Limites de Controle

- Limites de Especificação
  - Vêm de exigências da engenharia ou dos clientes
  - Representam o que alguém quer que o processo faça
  - Podem ser alterados por exigência do cliente
- Limites de Controle
  - São calculados com os dados do processo
  - Representam o que um processo é realmente capaz de fazer
  - Só podem ser alterados quando mudanças no processo alteram o comportamento dos indicadores (produzem impacto)
- Limites de Especificações não devem ser usadas em um gráfico de controle

Limites de Especificação vs. Limites de Controle

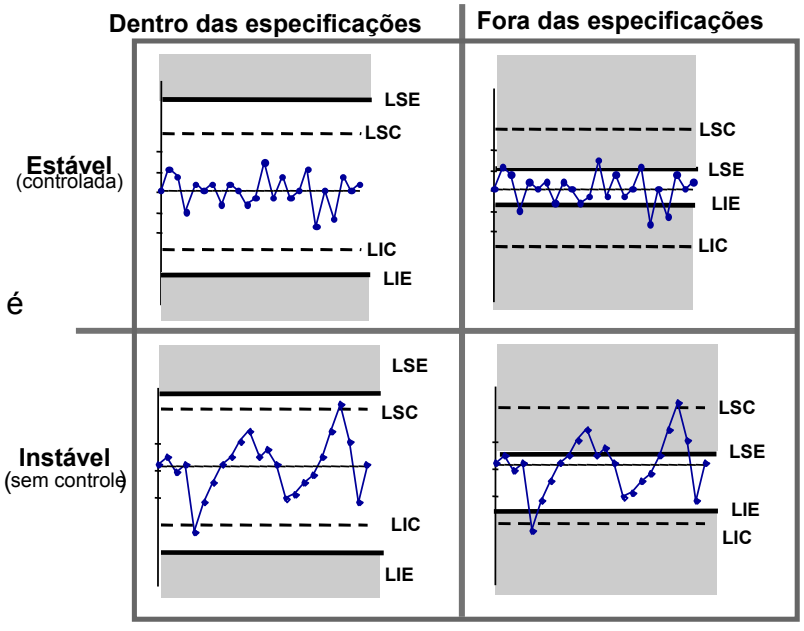


Como se pode atender as especificações do cliente?

- Trabalhe com clientes para expandir as especificações de "entre 30 e 40" para "entre 20 e 50".
- Inspecione cada item e rejeite ou descarte uma quantidade previsível
- Melhore o processo reduzindo a variação de causa comum.

Limites de Especificação e Limites de Controle

Qual situação é adequada?



Capabilidade

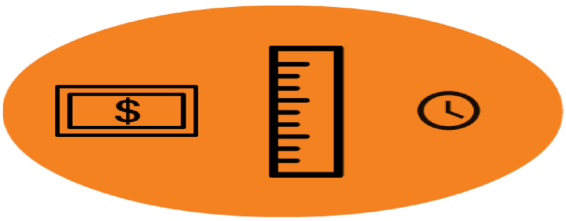
Measure

Capabilidade

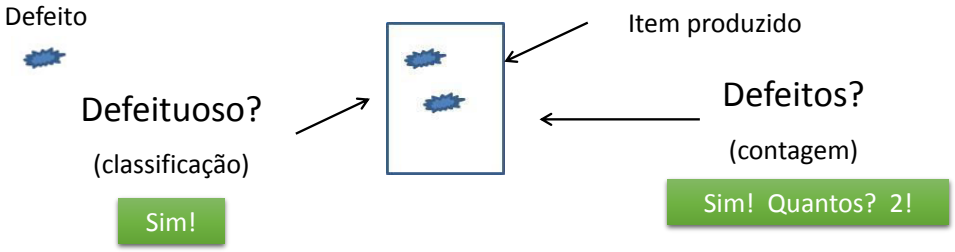
- O que é?
  - São medidas que indicam a capacidade de um processo atender às especificações de clientes
  - Permitem comparar diferentes processos entre si e o mesmo processo ao longo do tempo
  - Permitem avaliar se os esforços de melhoria estão produzindo os resultados desejados
  - Permitem priorizar projetos de melhoria
- Quando utilizar?
  - Sempre que existir especificações é possível calcular a Capabilidade do processo

Tipos de variáveis

Dados Contínuos



Dados de Atributo



Capabilidade

Capabilidade para Atributos

Capabilidade para atributos: Definições

- Unidade
  - Um item que está sendo processado ou um bem ou serviço (produto) final entregue ao consumidor
- Defeito
  - Qualquer parte de um produto ou serviço que não atende uma especificação ou requerimento ou causa insatisfação ao cliente ou não atende requisitos funcionais
- Oportunidade
  - Cada especificação necessária à satisfação do consumidor
- Defeituoso
  - Uma unidade do produto que apresenta um ou mais defeitos

Indicadores baseados em Defeituosos

- Os indicadores baseados em defeituosos não levam em consideração o número de defeitos
- Os indicadores utilizados são

Métricas	Fórmulas
P = Percentual de defeituosos	$P = \frac{\text{Número de defeituosos}}{\text{Número de unidades avaliadas}} \times 100$
PPM	$PPM = P \times 10000$
Rendimento final	$Y_{Final} =$ 100 – proporção de defeituosos

Exercício

106 impressoras (de um total de 850 avaliadas) são defeituosas	P = PPM=
37 placas de circuito impresso (de um total de 1250 avaliadas) são defeituosas	P = PPM=
81 solicitações de pagamento de seguro-saúde (de um total de 450 avaliadas) são defeituosas	P = PPM=
73 extratos de cartão de crédito (de um total de 200 avaliados) são defeituosas	P = PPM=

Indicadores baseados em defeitos

- Os indicadores baseados em defeitos levam em consideração o número de defeitos. Isto é: um defeituoso que possui um defeito não é equivalente a um defeituoso que apresenta cem defeitos
- Definições
  - O = número de oportunidades de defeitos por unidade
  - U = número de unidades processadas
  - D = Número total de defeitos feitos

Indicadores baseados em defeitos

- DPU: Defeitos por Unidades

$$DPU = \frac{\text{\# de Defeitos}}{\text{\# de Unidade Avaliadas}} = \frac{D}{U}$$

- DPO: Defeitos por Oportunidade

$$DPO = \frac{\text{\# de Defeitos}}{\text{\# de Unid. Aval.x \# Oport.}} = \frac{D}{U*O}$$

- DPMO: Defeitos por Milhão de Oportunidades

$$DPMO = DPO \times 10^6$$

Exercício

110 defeitos e 850 impressoras avaliadas. 10 oportunidades de defeitos por impressora. 37defeituosas	PPM= DPU= DPO= DPMO=
198 defeitos em 1250 placas de circuito impresso avaliadas. 120 oportunidades de defeitos por placa. 37defeituosos	PPM= DPU= DPO= DPMO=
463 defeitos em 450 solicitações de pagamento de seguro-saúde avaliadas. 13 oportunidades de defeitos por solicitação. 81 defeituosos	PPM= DPU= DPO= DPMO=

Indicador absoluto ou relativo?

Se o seu médico lhe disser que estudos altamente confiáveis têm demonstrado que tomar um certo remédio reduz o risco de contrair uma doença grave em 50% você tomaria?

Suponha que ele acrescenta que o risco é de 2% para as pessoas que não tomam o remédio e 1% para os que tomam. Será que você ainda tomaria?

E o que você faria se ele lhe disser que apenas um em cada 100 pacientes que tomam a droga vai realmente beneficiar-se dele?

Indicador absoluto ou relativo?

Empresa	Num. de Acidentes
A	21
B	5
C	22
D	24
E	17
F	22
G	8
H	15
I	5
J	16
K	6
L	11
M	20
N	8

É preciso ter atenção quando se decide pelo uso de uma medida de atributo principalmente quando será usada para comparações.

Considere o seguinte exemplo:

Dados de acidentes durante o ano de 2010 foram coletados de 14 empresas de transporte. Os caminhões são de porte semelhante, carregam cargas semelhantes e trafegam essencialmente nas mesmas estradas

A medida "Número de acidentes" é absoluta. Podemos comparar o desempenho das empresas com base nessa medida?

Indicador absoluto ou relativo?

Empresa	km_rodados (milhoes)	Num. de Acidentes	Taxa de acidentes (Média)
A	9.3	21	2.26
B	4.1	5	1.22
C	9.6	22	2.29
D	7.8	24	3.08
E	8	17	2.13
F	11.1	22	1.98
G	8.6	8	0.93
H	8.4	15	1.79
I	4.2	5	1.19
J	5	16	3.20
K	5.3	6	1.13
L	4.7	11	2.34
M	9.2	20	2.17
N	6.9	8	1.16

Certamente não! Uma informação importante é o número de quilômetros rodados pelos caminhões de cada empresa.

Os dados de quilômetros rodados estão na tabela. Se queremos comparar o desempenho das empresas devemos pelo menos calcular a taxa de acidentes (Num. de acid./km rodados)

A taxa permite comparar o desempenho das empresas

Taxa ou porcentagem? Absoluto ou relativo?

1. O centro avante de um time de futebol anotou quantos chutes ele deu que acertaram o gol e desses quantos entraram. Em uma temporada em que jogou 78 partidas os resultados foram:

   a) 3,7 chutes corretos por jogo; b) 0,8 gols por jogo

   Esses números são taxas ou porcentagens?

2. Discursos de dois políticos adversários disputando uma eleição

   Candidato A (oposição): 60% das escolas de segundo grau do estado tiveram um desempenho pior esse ano comparado com o do ano passado

   Candidato B (situação): 80% dos estudantes do segundo grau do estado tiveram desempenho melhor esse ano comparado com o do ano passado.

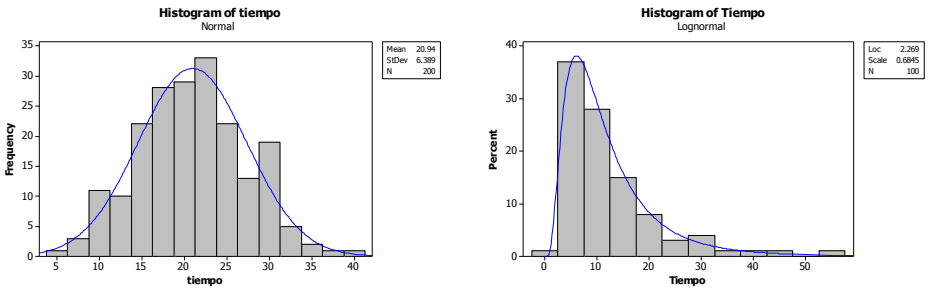
   Quem está falando a verdade? Quem está mentindo?

Capabilidade

Capabilidade para Variáveis (contínuas)

Distribuição Estatística

- O Histograma é uma forma de representar graficamente a distribuição dos dados de uma amostra
- Histogramas de dados contínuos podem ser aproximados por uma curva continua



Variável aleatória contínua

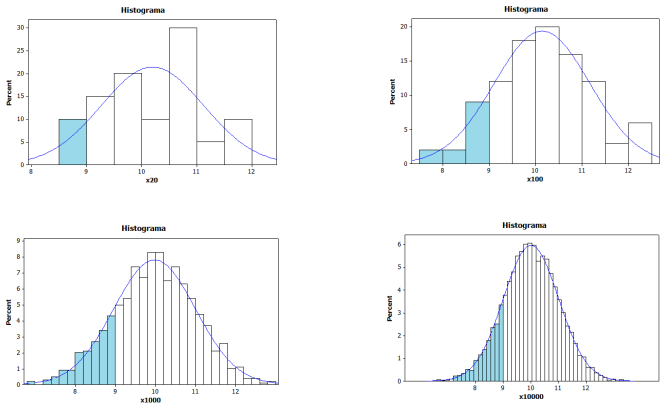
- Em um Call Center o tempo de atendimento de um cliente é monitorado. Os valores possíveis são em princípio, infinitos dentro de um intervalo de tempo (a,b), a<b.
- Nesse caso, não faz sentido perguntar qual é a probabilidade de que o tempo de atendimento seja igual a um valor t_0 . Na realidade, essa probabilidade é igual a zero
- O que se pode perguntar é qual é a probabilidade que o tempo de atendimento esteja dentro de um intervalo (x,y), ou seja, P(x<t<y)

Variável aleatória contínua

A figura abaixo mostra o histograma de amostras de tamanho 20, 100, 1000 e 10000 da mesma distribuição com uma função contínua f(x) aproximando o histograma. Observe que quanto maior o tamanho da amostra, melhor a aproximação.

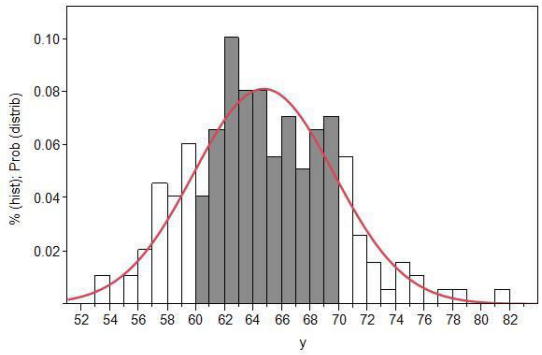
A porcentagem de valores abaixo de 9 é aproximada pela área sob a curva à esquerda de 9.

Quanto maior o tamanho da amostra, melhor a aproximação $\%(t < 9) \cong \int_{-\infty}^{9} f(x)dx$

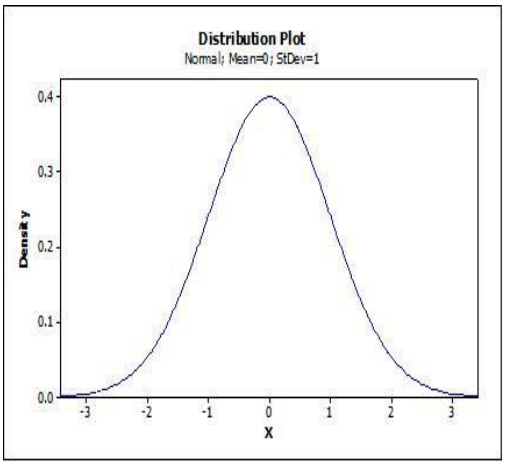


Exemplo

Valores	% de valores (histograma)	Probabilidade (distribuição)
(Y < 60)	$\hat{\hat{P}}(Y < 60) = 0.185$	P(Y < 60) = 0.167
(Y >70	$\hat{\hat{P}}(Y > 70) = 0.140$	P (Y > 70) = 0.146
60 ≤ y ≤70	$\hat{\hat{P}}(60 \leq y \leq 70) = 0.675$	P(60 ≤ y ≤70) = 0.687



A distribuição Normal (Gaussiana)

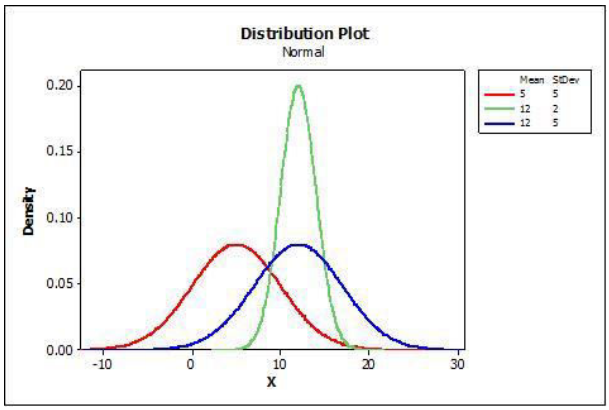


- Dentre as muitas distribuições contínuas usadas em estatística, a mais importante é a Distribuição Normal ou Gaussiana.
- Ela tem a forma de um sino e está associada com os nomes de Pierre Laplace e Carl Gauss.
- Seu estudo remonta ao século XVIII

Definição de uma Curva Normal

Toda Curva Normal é definida por dois números:

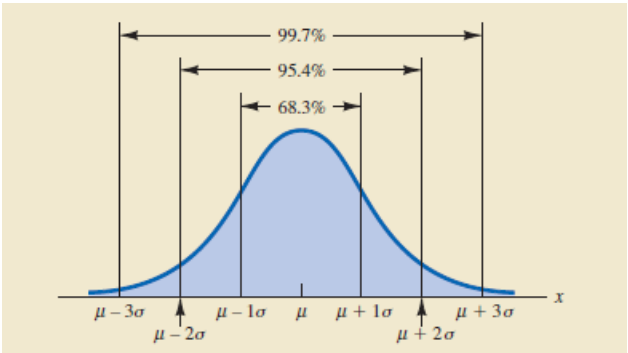
1) Média (μ): medida do centro.
2) Desvio padrão (σ): medida de dispersão.



Utilizamos a notação
$X \sim N(\mu, \sigma^2)$

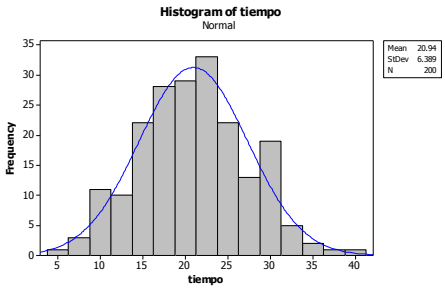
Propriedades da Distribuição Normal

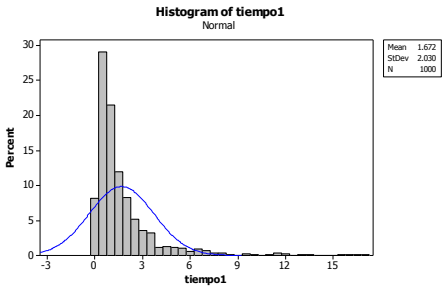
Para qualquer Distribuição Normal temos:



Distribuição Normal

- Geralmente o histograma de uma variável contínua medida em uma amostra pode ser aproximada por uma Curva Norma
- Mas nem toda distribuição pode ser modelada pela Curva Normal

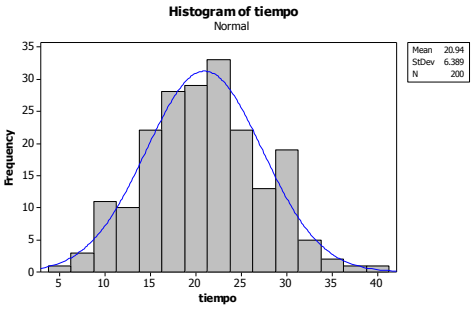




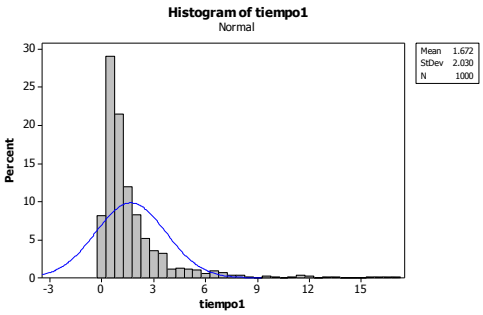
Distribuição Normal

Como saber se a Curva Normal é uma boa aproximação?

Uma forma: Olhe o Histograma



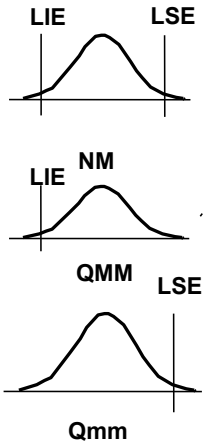
Sim



Não

Tipos de Especificações

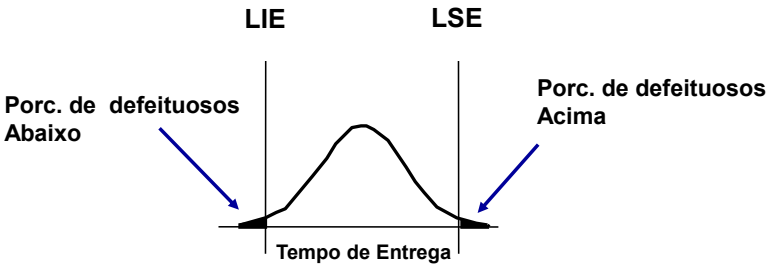
- Nominal é Melhor (NM)
  - Existe um Limite Superior e um Limite Inferior de Especificação
- Quanto Maior Melhor (QMM)
  - Existe um Limite Inferior de Especificação
- Quanto menor melhor (Qmm)
  - Existe um Limite Superior de Especificação



Capabilidade para variáveis contínuas

- Existem duas formas de medir a Capabilidade de uma variável contínua
  - % ou PPM
  - Índice de Capabilidade

Capabilidade para variáveis contínuas



% de Defeituosos = % Abaixo + % Acima

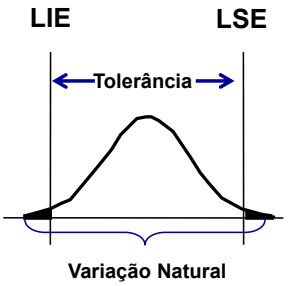
PPM = % de Defeituosos x 10.000

Performance observada: PPM de itens fora da especificação na amostra

Performance esperada: PPM calculado com a Curva Normal aproximada

Capabilidade para variáveis contínuas

- Índice de Capabilidade (Nominal é Melhor)
  - Tolerância (Tol) = LSE-LIE
  - Variação Natural do Processo = 6xD.P.

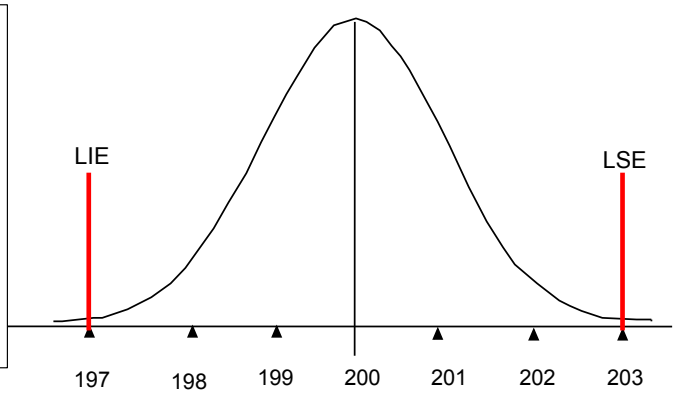


$$C_p = \frac{Tol}{6xD.P.} = \frac{LSE - LIS}{6xD.P.}$$

$$C_{pk} = \min\left(\frac{LSE - Média}{3xD.P.}, \frac{Média - LIE}{3xD.P.}\right)$$

Exemplo – situação 1

- Uma empresa produz pacotes de biscoito cujo peso liquido declarado é 200 g. As especificações são: LIE =197g e LSE = 203g (Voz do Cliente). Situação 1:
- De uma amostra de pacotes produzidos obteve-se
  - Média=200g e
  - desvio padrão=1g (Voz do Processo)



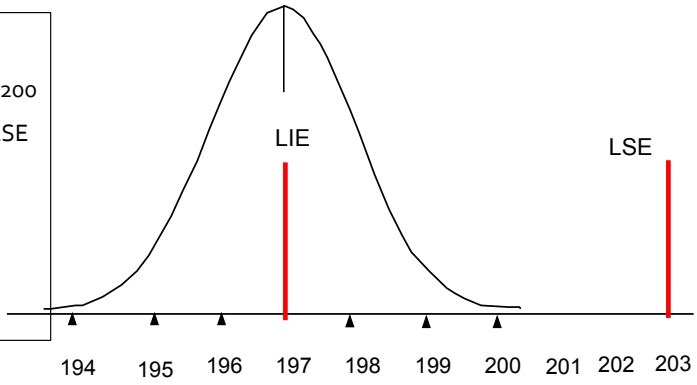
PPM =

Cp =

Cpk =

Exemplo – situação 2

- Uma empresa produz pacotes de biscoito cujo peso liquido declarado é 200 g. As especificações são: LIE =197g e LSE = 203g (Voz do Cliente). Situação 2:
- De uma amostra do pacotes produzidos obteve-se: Média=197g e desvio padrão=1g (Voz do Processo)



PPM =

Cp =

Cpk =

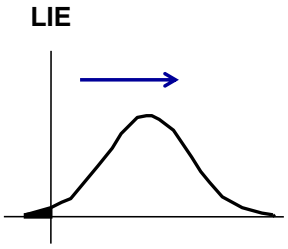
Comparação entre C_p e C_{pk} (NM)

		Cp	
		Baixo	Alto
Cpk	Baixo	Diminuir a variação	Ajustar a média no valor nominal
	Alto	Impossível	O.K.

Capabilidade para variáveis contínuas

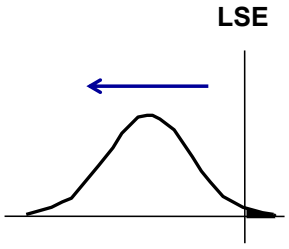
Índice de Capabilidade para especificação unilateral

Quanto Maior Melhor



$$C_{pk} = \frac{\text{Média} - \text{LIE}}{3\text{xD.P.}}$$

Quanto menor melhor



$$C_{pk} = \frac{\text{LSE} - \text{Média}}{3\text{xD.P.}}$$

Observações

- Calcule a Capabilidade do processo somente quando o processo está estável
- Se o processo não está estável, você pode calcular a Capabilidade, mas cuidado especial deve ser tomado na interpretação e utilização do resultado
- Se o processo não está sob controle estatístico é preciso primeiro estabilizá-lo antes de se calcular os índices de Capabilidade

Capabilidade e Estabilidade

		VOP Situação	
		Processo estável	Processo instável
VOC Situação	Capabilidade alta	O.K.	Estabilizar o processo
	Capabilidade baixa	NM - Ajustar a média e diminuir a variação QMM – Aumentar a média/reduzir a variação Qmm – Reduzir a média/reduzir a variação	Necessita muitas melhorias

Tabela de conversão de PPM (ou DPMO) em Sigma

PPM	Yield %	Sigma	PPM	Yield %	Sigma	PPM	Yield %	Sigma
3.4	99.9997	6.00	6210	99.3790	4.00	308000	69.2000	2.00
5	99.9995	5.92	8190	99.1810	3.90	344000	65.6000	1.90
8	99.9992	5.81	10700	98.9300	3.80	382000	61.8000	1.80
10	99.9990	5.76	13900	98.6100	3.70	420000	58.0000	1.70
20	99.9980	5.61	17800	98.2200	3.60	460000	54.0000	1.60
30	99.9970	5.51	22700	97.7300	3.50	500000	50.0000	1.50
40	99.9960	5.44	28700	97.1300	3.40	540000	46.0000	1.40
70	99.9930	5.31	35900	96.4100	3.30	570000	43.0000	1.32
100	99.9900	5.22	44600	95.5400	3.20	610000	39.0000	1.22
150	99.9850	5.12	54800	94.5200	3.10	650000	35.0000	1.11
230	99.9770	5.00	66800	93.3200	3.00	690000	31.0000	1.00
330	99.9670	4.91	80800	91.9200	2.90	720000	28.0000	0.92
480	99.9520	4.80	96800	90.3200	2.80	750000	25.0000	0.83
680	99.9320	4.70	115000	88.5000	2.70	780000	22.0000	0.73
960	99.9040	4.60	135000	86.5000	2.60	810000	19.0000	0.62
1350	99.8650	4.50	158000	84.2000	2.50	840000	16.0000	0.51
1860	99.8140	4.40	184000	81.6000	2.40	860000	14.0000	0.42
2550	99.7450	4.30	212000	78.8000	2.30	880000	12.0000	0.33
3460	99.6540	4.20	242000	75.8000	2.20	900000	10.0000	0.22
4660	99.5340	4.10	274000	72.6000	2.10	920000	8.0000	0.09

Capabilidade

Estar dentro das especificações é o suficiente?

O caso FORD

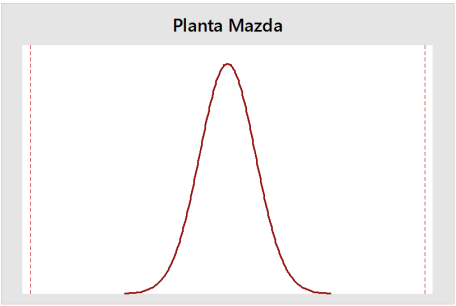
- Em 1983 as transmissões da Ford eram obtidas de duas fontes: da planta de Batavia nos Estados Unidos e da Mazda no Japão, todas produzidas com o mesmo projeto.
- A percepção dos clientes era clara: as transmissões produzidas pela Mazda eram melhores (os clientes estavam mais satisfeitos com seus veículos, e a proporção de reclamações de garantia da transmissão eram menores).

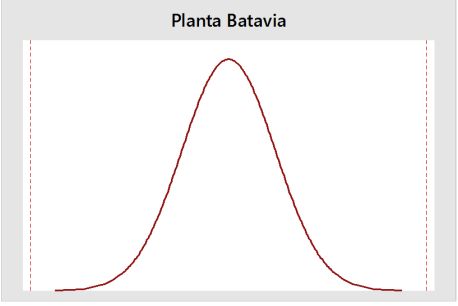


O caso FORD

A Ford realizou um estudo detalhado com dez transmissões produzidas em Batavia e dez produzidas pela Mazda. Cada transmissão foi avaliada em bancada de testes antes de serem desmontadas. Cada característica de performance estava dentro das especificações para as vinte transmissões.

As medidas obtidas das transmissões produzidas pela Ford apresentavam geralmente uma dispersão maior cobrindo quase totalmente a faixa de tolerância (em torno de 70%).
Para as transmissões produzidas pela Mazda a dispersão era menor, cobrindo em torno de 25% da faixa de tolerância, sendo que para algumas dimensões críticas não era possível detectar variação.





O caso FORD

“Enquanto estamos argumentando sobre como peças boas deveriam ser, eles estavam trabalhando duro para fazê-las todas iguais.

Nós estávamos preocupados com especificações, eles com uniformidade.

Enquanto estávamos satisfeitos e orgulhosos se as peças estavam dentro das especificações e preocupados em mantê-las dentro das especificações eles começaram com as especificações e trabalhavam em melhoria contínua para uniformizar as peças”

(John Betti – Vice President of Power Train and Chassis Operation, Ford Batavia).

O caso FORD

- Pode-se concluir que atender as especificações não é um critério suficiente para julgar qualidade.
- É uma contradição com a abordagem de melhoria contínua.
- A abordagem com base no atendimento da especificação
  - Não é errada, apenas não é suficiente.
  - Não encoraja a melhoria contínua

Analyse

Fase ANALYSE

- Objetivo: desenvolver mudanças.
- Atividades
  - Encontrar a causa raiz do problema
  - Desenvolver mudanças

Problemas no desenvolvimento de uma Mudança

- "Fazer mais do mesmo": mais pessoas, mais dinheiro, mais exortações
- Procurar a perfeição ("síndrome da utopia" e "síndrome da paralisia")

Comparação entre os dois tipos de mudanças

	1a Ordem	2a Ordem
Sistema	Não é alterado	É alterado
Percepção do cliente	Solução do problema	Melhoria
Prazo	Imediato, curto	Médio, longo

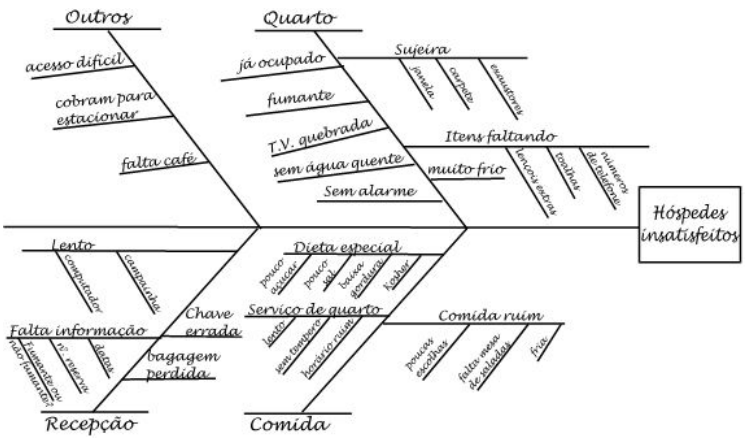
Diagrama de causa e efeito

Analyse

Diagrama de Causa e Efeito

- O que é?
  - Técnica para descobrir, organizar e resumir conhecimento de um grupo a respeito das causas que contribuem para uma determinado efeito
  - Também conhecido como Diagrama Espinha de Peixe ou Diagrama de Ishikawa
- Quando utilizar?
  - No início do desenvolvimento de mudanças para alinhar o conhecimento da equipe à respeito do problema

Diagrama de Causa e Efeito - exemplo



Os "Cinco Por quês"

- Para cada causa, pergunte por que o problema ocorreu? para descobrir as causas que contribuíram para o problema ocorrer.
- Continue perguntando por que o problema ocorreu? para descobrir níveis adicionais de causas.
- Cinco não é um número mágico. Algumas vezes é suficiente usar dois ou três "Por Que".

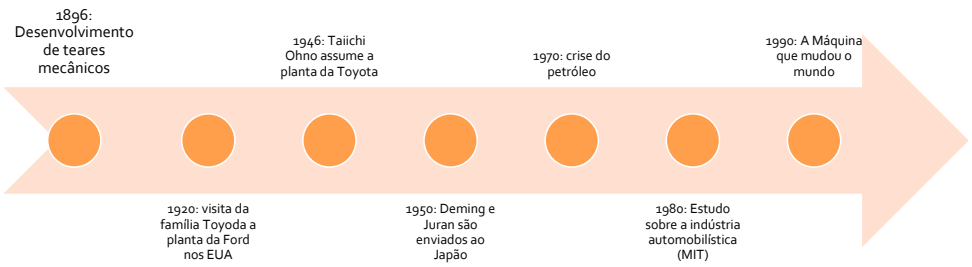
Causa e Efeito: Observações

- 6 causas "comuns": método, mão-de-obra, máquina, meio-ambiente, material e medição
- As causas identificadas no diagrama são, nesse momento, "teorias" que as pessoas têm sobre as possíveis causas
- É necessário testar essas teorias
- Uma forma de testar é reunir evidências, geralmente com dados
- Outra forma mais adequada é realizar experimentos

Introdução ao Lean

Analyse

Lean e o TPS



Os 4 P's e os 14 princípios do TPS

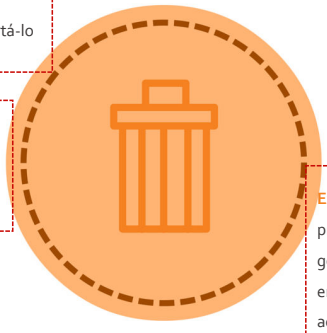
Philosophy (Filosofia)	*Process* (processo)	*People and partners* (pessoas e parceiros)	*Problem solving* (melhoria contínua)
1. Basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo.	2. Criar o fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona. 3. Usar sistemas puxados para evitar a superprodução. 4. Nivelar a carga de trabalho (heijunka). Trabalhar como tartaruga, não como lebre. 5. Construir uma cultura de parar e resolver os problemas, obtendo a qualidade logo na primeira tentativa. 6. Tarefas padronizadas são a base para a melhoria contínua e a capacitação dos funcionários. 7. Usar controle visual para que nenhum problema fique oculto. 8. Usar somente tecnologia confiável e completamente testada que atenda aos funcionários e processos.	9. Desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho, que vivam a filosofia e a ensinem aos outros 10. Desenvolver pessoas e equipes excepcionais e que sigam a filosofia da empresa. 11. Respeitar sua rede de parceiros e de fornecedores desafiando-os e ajudando-os a melhorar.	12. Ver por si mesmo para compreender completamente a situação (Gemba). 13. Tomar decisões lentamente por consenso, considerando completamente todas as ações; implementá-las com rapidez. 14. Tornar-se de uma organização de aprendizagem através da reflexão incansável (hansei) e da melhoria contínua (kaizen).

Os 7 desperdícios

Superprodução: é fazer mais produto do que você consegue vender ou fazer antes da hora. É o mais importante dos desperdícios, pois ele agrava todos os outros 6. Por exemplo, você terá que transportá-lo e armazená-lo.

Transporte: transportar peças pela fábrica e ocorre entre etapas do processo, entre linhas, ou para transportar para o estoque

Movimentação: movimentação desnecessária de pessoas, seja procurando ferramentas, ou qualquer outra movimentação que não agregue valor



Espera: trabalhos não trabalhando por qualquer razão como, por exemplo, não ter matéria-prima para operar.

Excesso de processamento: quando processamos mais do que o cliente gostaria. Por exemplo, quando um engenheiro define especificações acima das expectativas do cliente

Defeito: é o desperdício de produzir refugo, pelo custo da matéria-prima e do tempo gasto para produz

Estoque: o mais clássico dos desperdícios. Pode ser na forma de matéria prima, WIP (não acabado) ou produto acabado.

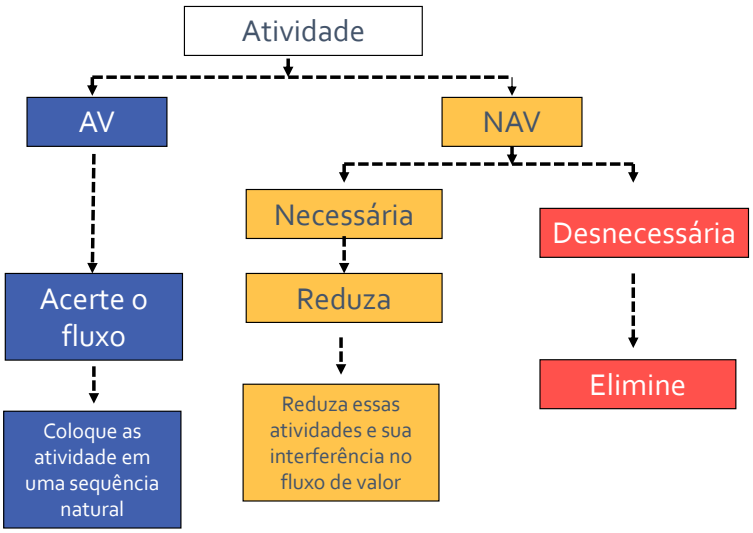
Análise de Valor



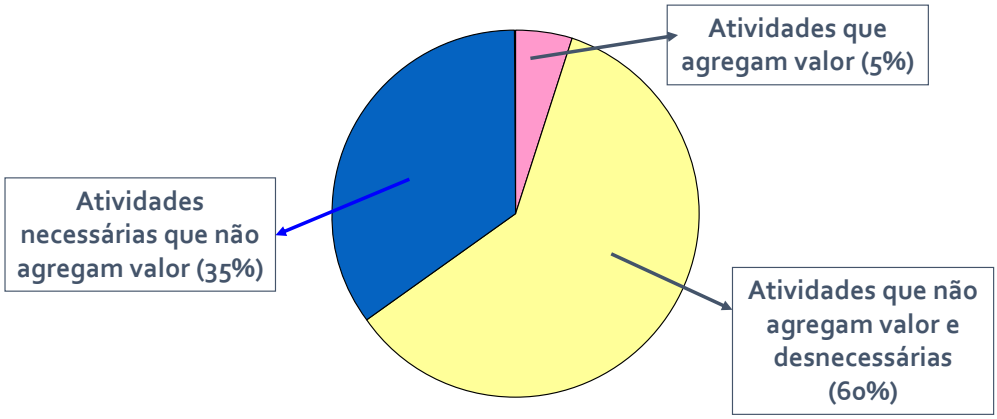
Valor

- Atividade que agrega valor (AV)
  - Atividade necessária para produzir um produto ou um serviço e que adiciona valor sob o ponto de vista do cliente
- Atividade que não agrega valor (NAV)
  - Atividade realizada para produzir um produto ou um serviço mas que não adiciona valor sob o ponto de vista do cliente
  - Podem ser separadas em três categorias
    - São realizadas para direcionar ou apoiar as atividades que agregam valor (financeiro, RH, planejamento etc.)
    - Foram incorporados ao sistema para:
      - Detectar erros, omissões e defeitos
      - Corrigir erros, omissões e defeitos
      - Acomodar desperdícios no sistema como: demoras, tempos de espera, etc
    - São puro desperdício (podem ser simplesmente eliminadas)

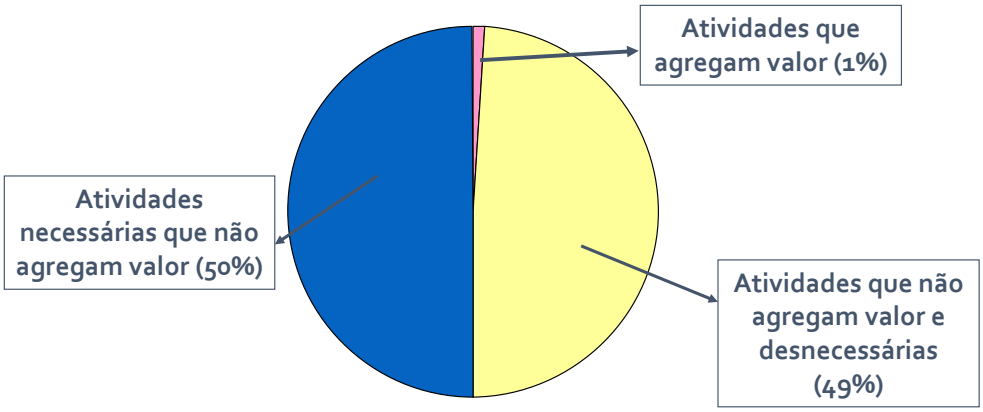
Árvore de Valor



Tipos de atividades em um processo - manufatura (Hines e Taylor, 2000)



Tipos de atividades em um processo – serviços (Hines e Taylor, 2000)



Redução do leadtime

- O Lead Time é o TEMPO total de PRODUÇÃO de um item, incluindo todas as etapas produtivas e tempos de espera.
- É a métrica central do TPS

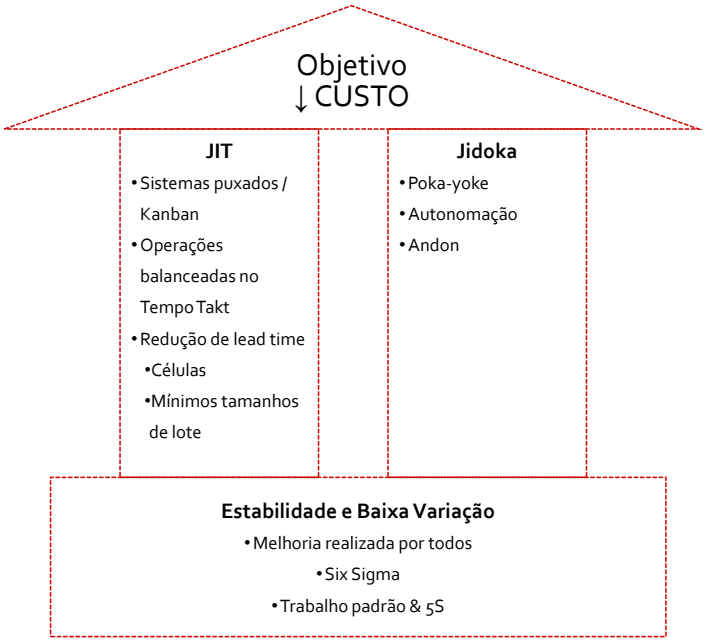
> "Tudo o que estamos fazendo é olhar desde o tempo que o cliente nos dá uma ordem até o momento que coletamos o dinheiro ... E estamos tentando reduzir esse tempo removendo os desperdício que não agregam valor"

Taiichi Ohno

Redução do leadtime

- É atingido por meio da redução do desperdícios
- Permite a empresa ser *responsiva* e *flexível*
- Traz uma grande vantagem no fluxo de caixa

A casa do Lean



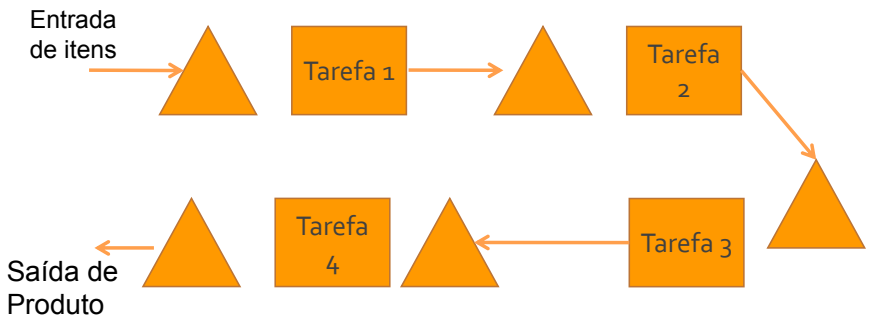
Sistemas puxados

Analyse

Sistema puxado

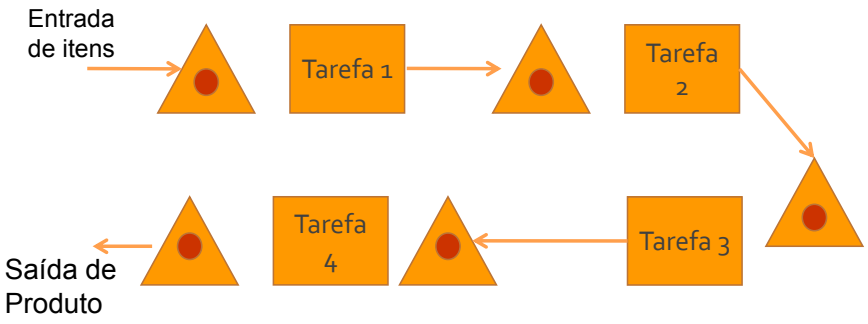
- Sistema Empurrado - cada atividade entrega o resultado quando está pronto
  - Resulta em acúmulo de lotes com muito inventário; mercadorias defeituosas se acumulam
- Sistema Puxado - cada atividade entrega o resultado apenas quando a próxima atividade precisa de sua entrada
  - Disparado pelo cliente (externo e interno)
  - Minimiza o inventário e retrabalho devido a defeitos
- Há pouco desperdícios em um sistema puxado
- Sistemas puxados são ágeis em responder à demanda do cliente

Sistema puxado

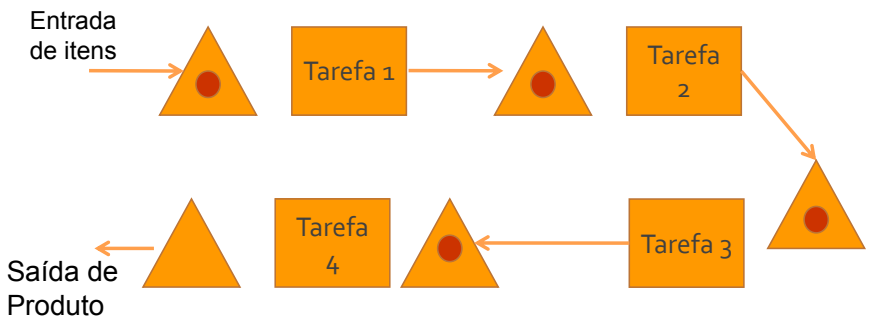


Regra de operação:
- **Só trabalhar se o processo a jusante precisar**
- **Perceba isso vendo que eles não têm inventário**

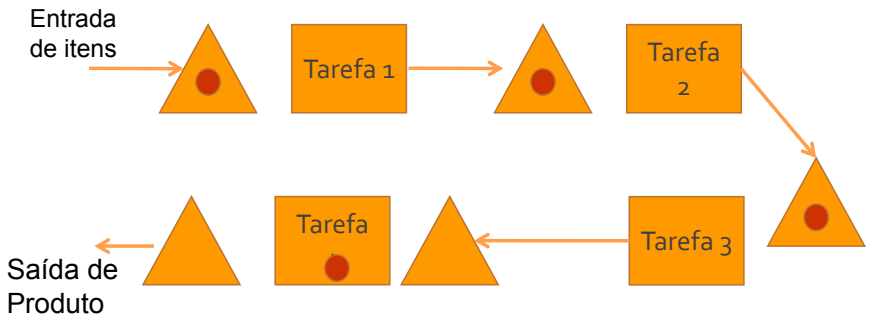
Inventário em todas as tarefas: nenhum trabalho a ser feito



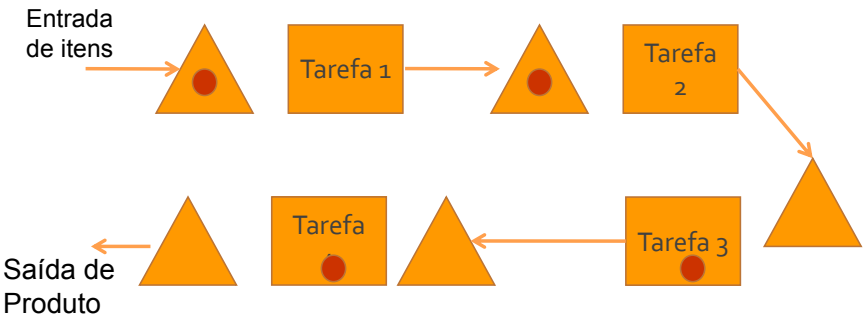
Cliente compra produto



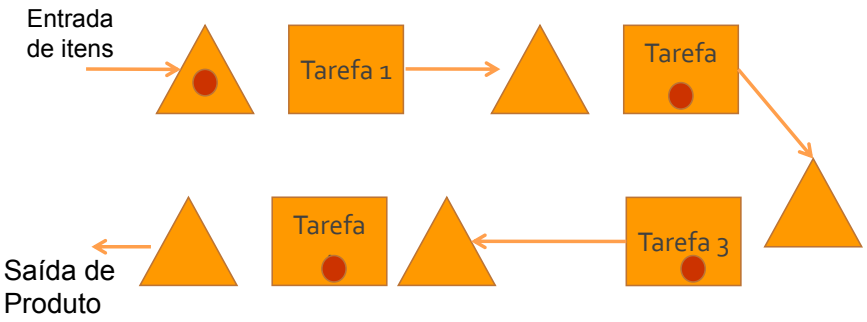
Sinaliza tarefa 4 para processar



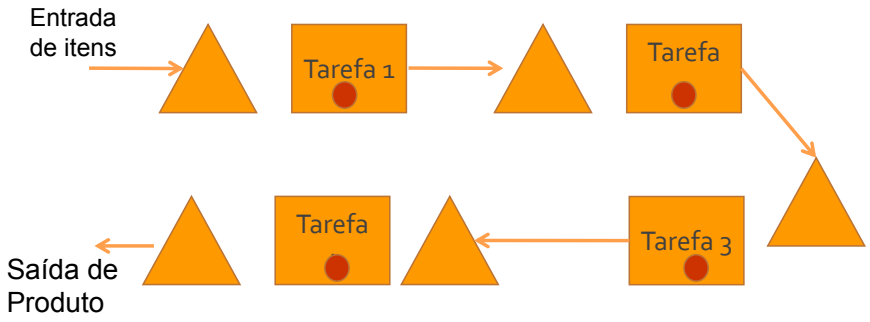
Sinaliza tarefa 3 para processar



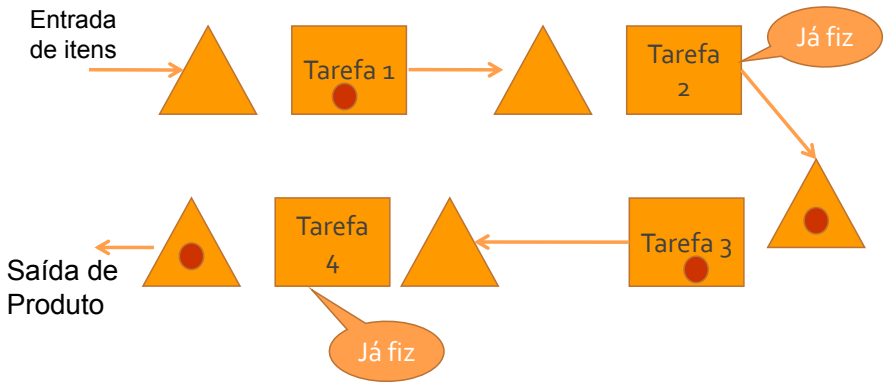
Sinaliza tarefa 2 para processar



Sinaliza tarefa 1 para processar

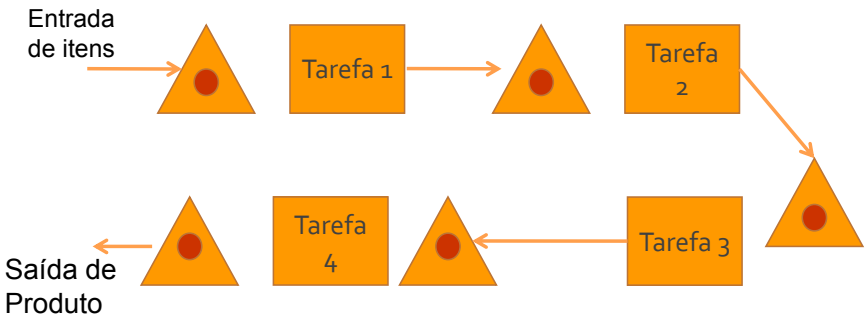


Assim que as tarefas mais rápidas terminam elas sabem parar



- Idealmente, todas as tarefas são equilibrados e param ao mesmo tempo
- Pequenas variações são absorvidos automaticamente pela regra de puxar
- Grandes variações requerem ações de melhoria

Inventário em todas as tarefas: nenhum trabalho a ser feito



Desconexões

Analyse

Desconexão

- O que é?
  - Uma desconexão é um desvio, erro ou não conformidade que impede o alcance de uma situação desejada.
  - São os "fios desligados" do processo: entradas e saídas faltantes, redundantes ou ilógicas que podem afetar o processo
  - Desconexões podem ser identificadas com uma análise detalhada do Fluxograma
- Quando utilizar?
  - Se o projeto tem o objetivo de melhorar o fluxo de um processo, a análise detalhada do fluxograma para identificar desconexões poderá gerar oportunidades de melhoria

Tratando as desconexões

- As desconexões e/ou oportunidades de melhorias identificadas durante o mapeamento do processo e suas respectivas sugestões de implantação, se surgirem, deve ser registradas numa Planilha de Desconexões

DESCONEXÕES	SUGESTÕES

Diagrama ECRS

Analyse

Diagrama ECRS

- O que é?
  - Ferramenta para identificar oportunidades de melhoria em fluxo de processo
  - E (Eliminar)
  - C (Combinar)
  - R (Reduzir)
  - S (Simplificar)
- Quando utilizar?
  - Se o projeto tem o objetivo de melhorar o fluxo de um processo o Diagrama ECRS poderá ajudar

Diagrama ECRS

Etapa #	Etapa	AV	NAV Nec.	NAV Desn.	E	C	R	S	Mudança/ ações

Balanceamento de linha

Analyse

Balanceamento de linha

- O que é?
  - Ferramenta para diminuir os desperdícios de espera, superprodução e estoque.
  - Permite que todas as operações levem o "mesmo" tempo.
- Quando utilizar?
  - Sempre que existir uma linha ou célula de produção o balanceamento de linha é uma possibilidade para aumentar a produtividade.

Tempo Takt: medindo a demanda do cliente

Da palavra alemã “Taktzeit” (takt – batida; zeit - tempo)

Um número de referência que fornece o ritmo para o processo

$$\text{Tempo Takt} = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Demanda do cliente}}$$



Exemplo

O tempo disponível é 240 dias.
O número de pedidos é 40

Tempo takt = 240/40 = 6 dias

Tempo takt: exercício

- Suponha que a demanda seja de 1.000 peças ao dia;
- Suponha que o tempo disponível seja de 15 horas;
- Qual o tempo takt em segundos?

Formulário para o estudo do tempo

Operação	Atividade #	Atividade	Tempo mediano

Exemplo de estudo do tempo

Operador	Atividade #	Atividade	Tempo
operador 1	1	suporte de corte	3
	2	bucha de montagem	12
	3	anel de vedação	7
operador 2	4	colocar cola	9
	5	colocar ímãs	6
operador 3	6	inserção da graxa	13
operador 4	7	instalar suporte	8
	8	instalar o anel com o clip	8
operador 5	9	aplicar resina epoxi	14
operador 6	10	instalar o controle do capacitor	8
	11	aplicar epoxi	6
	12	instalar o retentor do capacitor	8
operador 7	13	instalar a tampa de cobertura	7
	14	descarregar/ carregar carga da máquina	3
operador 8	15	aplicar o selante final	15
operador 9	16	teste final	18
operador 10	17	embalar	12

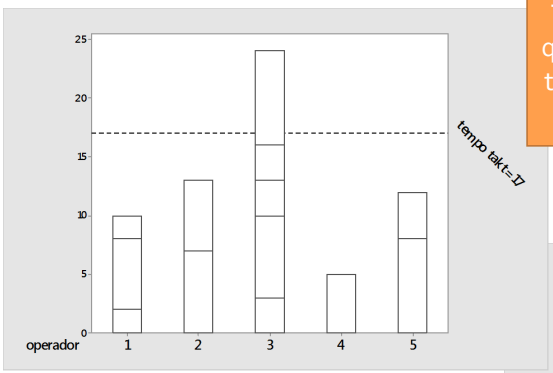
Estudo de balanceamento

- Balanceamento de processo é uma forma de "equilibrar" o tempo das diferentes etapas do processo
- Permite visualizar, principalmente, os desperdícios de espera e superprodução
- Para sua construção é necessário o formulário de tempo.

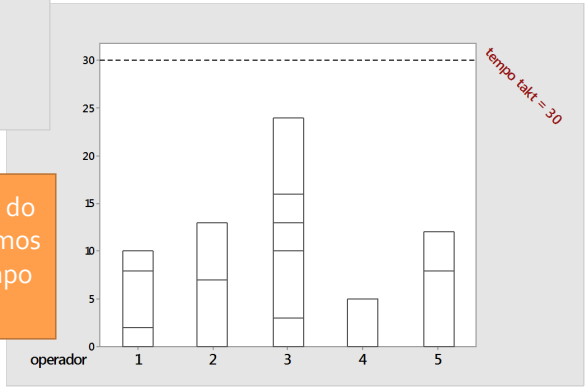
Balanceando operação

- A primeira etapa para a redução dos desperdícios é a eliminação das atividades NAV e desnecessárias (o diagrama ECRS pode ajudar).
- O segundo passo é balancear as operações por meio da redistribuição das atividades

Exemplos de estudos de balanceamento



Tempo de ciclo maior do que tempo Takt. Devemos tentar reduzir o tempo de ciclo.



Tempo de ciclo menor do que tempo Takt. Devemos tentar aumentar i tempo de ciclo.

Diagrama de espaguete

Analyse

Diagrama espaguete

- O que é
  - Método poderoso para visualizar os desperdícios de movimentação e transporte
  - Um método que utiliza uma linha contínua para rastrear o caminho percorrido por um item ou por pessoas durante a realização de um processo
  - A imagem produzida comumente se parece com um prato de espaguete
  - Pode ser usado para mostrar fluxo de informações, material ou pessoas
- Quando utilizar?
  - Para reorganização de layouts ou organização de transportes e movimentações internas.

Outros tipos de fluxos: Diagrama espaguete

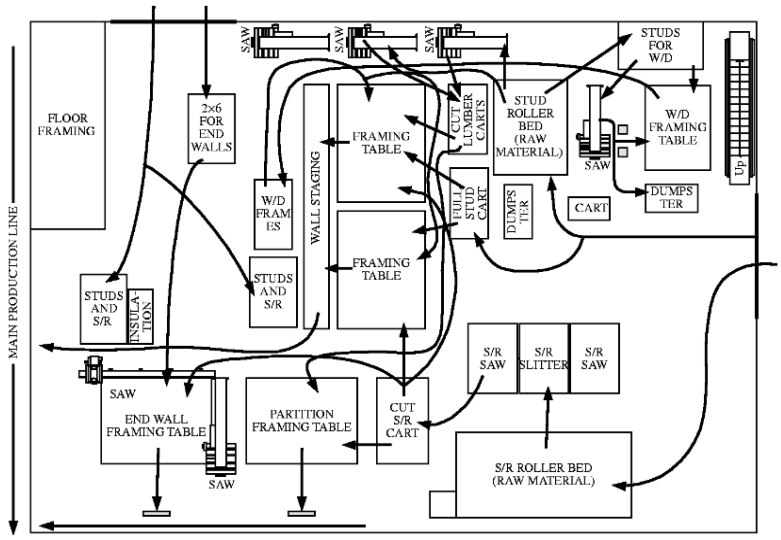


Diagrama espaguete

- Como criar
  - Obtenha um mapa do espaço de trabalho (layout)
  - Liste os passos do processo
  - Marque no mapa onde acontece o primeiro passo do processo e ligue através de uma linha onde ocorre o segundo passo do processos
  - Continue ligando os passos do processo com linhas na sequência em que eles ocorrem

Diagrama espaguete

- Análise
  - Se há muitos cruzamentos de linha, considere alterações no layout
  - Se há muito retorno a um ponto, considere a possibilidade de fazer todas parte das operações em uma única passada
  - Passagem de mão em mão adicionam tempo de espera, provocam atrasos e possivelmente gargalos. Verifique a possibilidade de reduzir passagem de mão em mão com alterações de funções e de layout

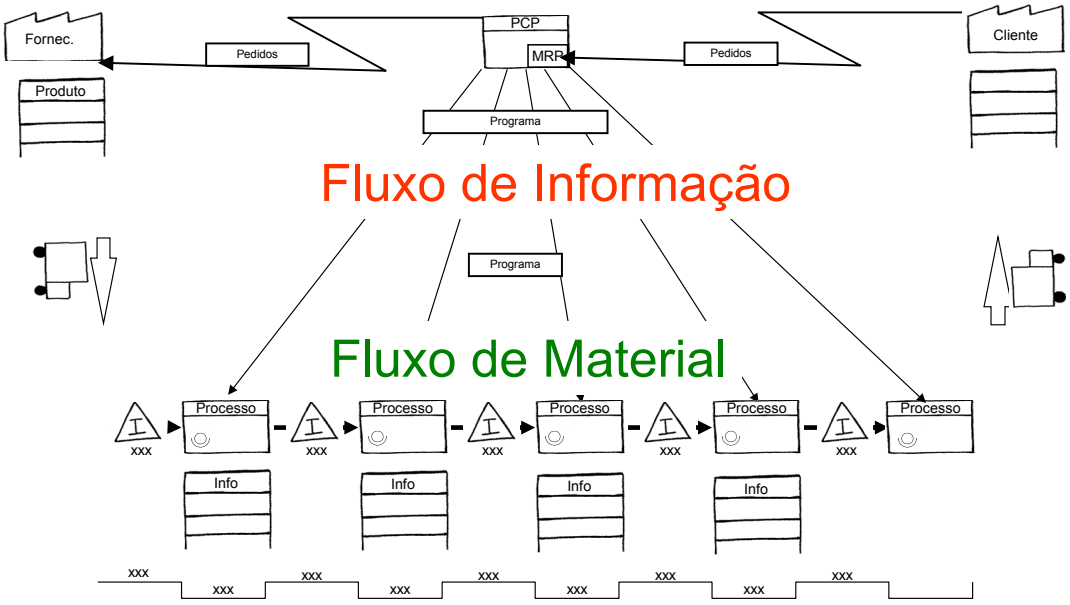
VSM – Value Stream Mapping

Analyse

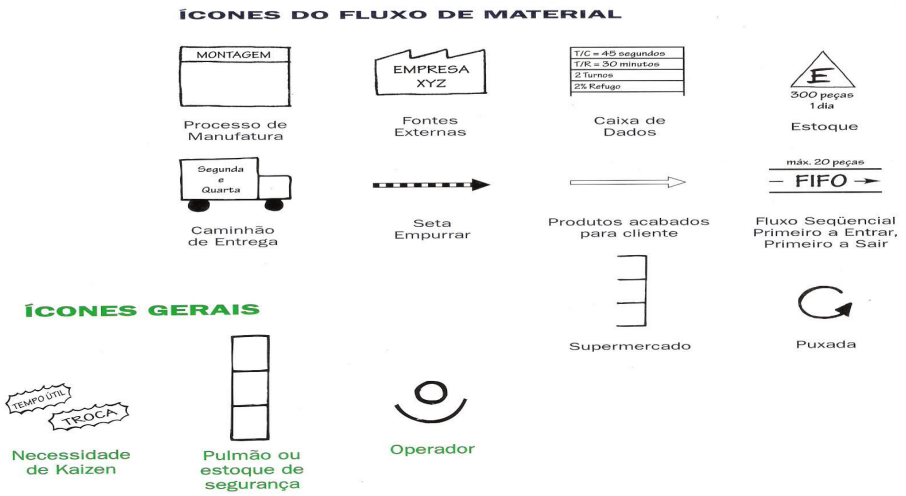
Outros tipos de fluxos: Mapa do Fluxo de Valor (VSM)

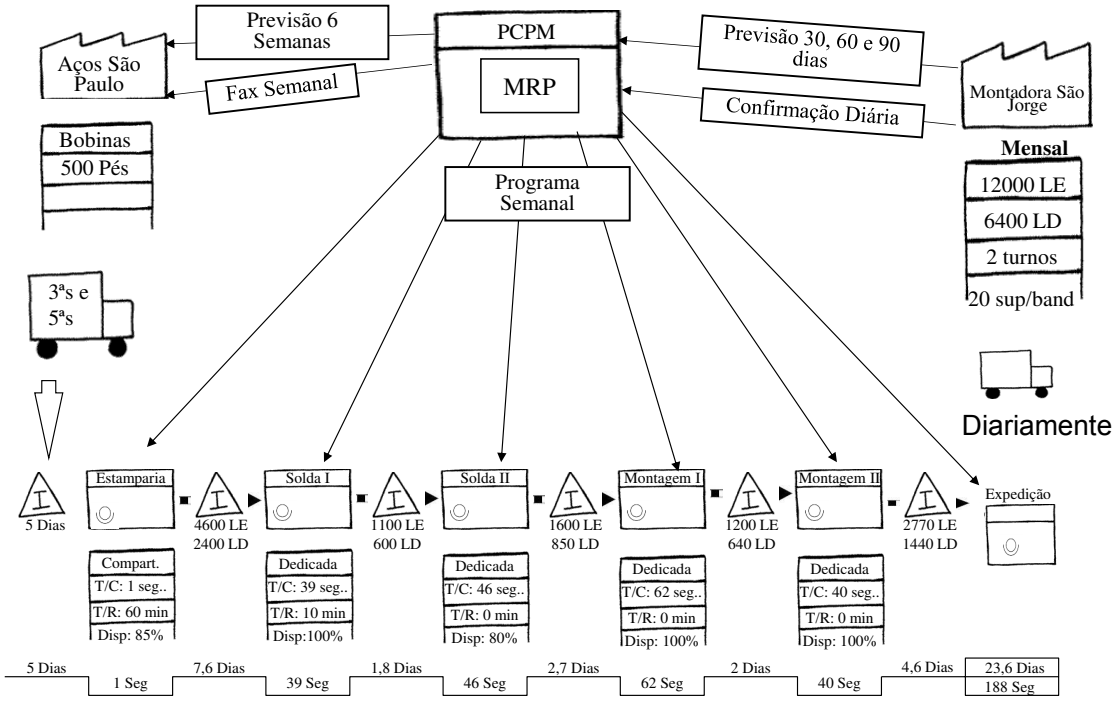
- O que é
  - Um mapa que mostra o fluxo de trabalho, materiais e informações através do processo e métricas importantes como tempo de set-up, tempo de processamento, tempo de espera, unidades em estoque, tempo takt, porcentagem de defeituosos, número de pessoas na atividade ou estação de trabalho, etc.
  - Facilita a identificação de desperdícios, atividades que não agregam valor, gargalos, custos, etc
- Quando utilizar
  - Quando o mapeamento for ser realizado em uma linha de produção pode ser útil identificar as oportunidades em um VSM

Mapeamento do Fluxo de Valor



Símbolos utilizados no VSM

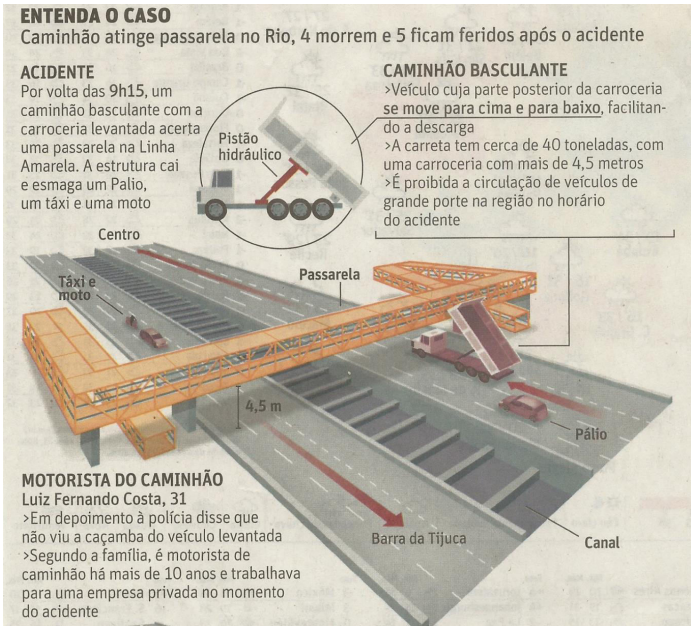



Previsão 6 Semanas
PCPM
Previsão 30, 60 e 90 dias
Aços São Paulo
Fax Semanal
MRP
Confirmação Diária
Montadora São Jorge
Bobinas
500 Pés
Programa Semanal
Mensal
12000 LE
6400 LD
2 turnos
20 sup/band
3ªs e 5ªs
Diariamente
Estamparia
Solda I
Solda II
Montagem I
Montagem II
Expedição
5 Dias
4600 LE
2400 LD
1100 LE
600 LD
1600 LE
850 LD
1200 LE
640 LD
2770 LE
1440 LD
Compart.
T/C: 1 seg..
T/R: 60 min
Disp: 85%
Dedicada
T/C: 39 seg..
T/R: 10 min
Disp:100%
Dedicada
T/C: 46 seg..
T/R: 0 min
Disp: 80%
Dedicada
T/C: 62 seg..
T/R: 0 min
Disp: 100%
Dedicada
T/C: 40 seg..
T/R: 0 min
Disp: 100%
5 Dias
1 Seg
7,6 Dias
39 Seg
1,8 Dias
46 Seg
2,7 Dias
62 Seg
2 Dias
40 Seg
4,6 Dias
23,6 Dias
188 Seg

Poka-Yoke

Analyse

Exemplo



Erros

- Uma fonte comum de problemas são os chamados "erros"
- Os erros ocorrem quando as ações não estão de acordo com as intenções, mesmo que a pessoa seja capaz de realizar a tarefa com sucesso
- Embora os erros sejam resultado de ações humanas, eles ocorrem através da interação das pessoas com o sistema
- Alguns sistemas são mais propensos a erros que outros

Exercício: Inspeção

- Conte o número de vezes que a sexta letra do alfabeto aparece no seguinte texto. Você tem um minuto.

The necessity of training farm hands for first class farms in the fatherly handling of farm live stock is foremost in the eyes of farm owners. Since the forefathers of the farm owners trained the farm hands for first class farms in the fatherly handling of farm live stock, the farm owners feel they should carry on with the family tradition of training farm hands of first class farmers in the fatherly handling of farm live stock because they believe it is the basis of good fundamental farm management

A prova de erros

- Usa dispositivos de baixo custo ou técnicas que permitem inspecionar 100% como meio de eliminar defeitos
- Assume que mesmo o funcionário mais consciente e bem treinado irá ocasionalmente cometer erros
- Previne que erros se transformem em produtos defeituosos
- É uma parte de um sistema de inspeção

"Tornar fácil fazer certo e impossível fazer errado"

R&S

Poka Yoke: Tipos

"A Prova de Erro" (Preventivo)

- Elimina a possibilidade de ocorrência da falha ou defeito específico, através do projeto.

"A Prova de Falha" (Detectivo)

- Detecta a falha ou defeito, caso ocorra, e previne que a não-conformidade continue no processo.

À prova de erros (Preventivo):

- Exemplos do dia-a-dia:
  - Micro-ondas não funciona com porta aberta;
  - Moto não liga se estiver engrenada e com o pezinho abaixado;
  - Boia da caixa d'água evita que água vaze da caixa;
  - Farol dos carros se apaga quando a chave é retirada do contato

À prova de falhas (Detectivo):

- Exemplos do dia-a-dia :
  - Indicador no painel dos automóveis, que indica que o motorista não está usando o cinto de segurança;
  - Carros que emitem som ao abrir a porta quando o farol está aceso e o veículo desligado.

Métodos para Poka Yoke

- Lembretes
- Diferenciações
- Restrições
- Exibições

Uso de tecnologia

Analyse

Meios para Desenvolver Mudanças: Tecnologia

- Aplicação prática da ciência, incluindo equipamentos, materiais, sistemas de informação e métodos
- Alguns aspectos:
  - Se bem empregadas, dão à empresa a oportunida de de grandes melhorias, aplicando o que os outros já desenvolveram;
  - Requerem $ e tempo;
  - É necessário testar em pequena escala p/ minimizar o risco;
  - Como toda mudanças, sofrerá resistência das pessoas;
  - É necessário ter plano de transição do velho para o novo.

Meios para Desenvolver Mudanças: Tecnologia

- Cuidados nas mudanças que envolvem tecnologia:
  - Não automatize um sistema ruim: erros ocorrerão mais rápido e custo serão mais altos
  - Reserve soluções tecnológicas p/ melhorar sistemas estáveis em vez de solucionar causas especiais;
  - Concentre as mudanças nos gargalos
  - Uma tecnologia não confiável é pior que nenhuma tecnologia.

Uso de Tecnologia







Uso de criatividade

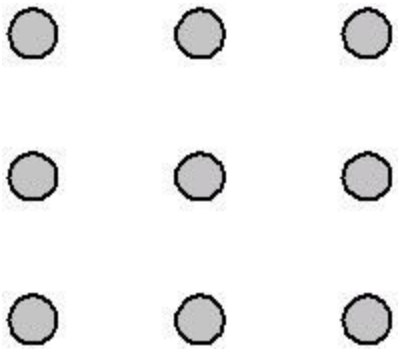
Analyse

Meios para Desenvolver Mudanças: Criatividade

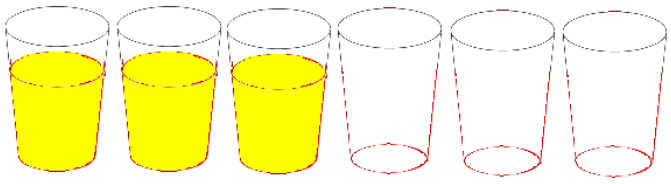
- A mente é um sistema de informação que se auto organiza
- Conforme experiências e percepções ocorrem, a mente tenta encontrar significado e ordem



Ligar todos os pontos com quatro segmentos de reta sem levantar a caneta e sem retraçar segmentos

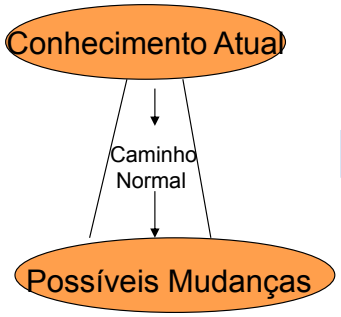


Três dos copos abaixo estão cheios com suco de laranja e os outros três são vazio. Movendo apenas um copo, você pode organizar os copos de tal forma que os copos cheios e vazios se alternem na sequencia?



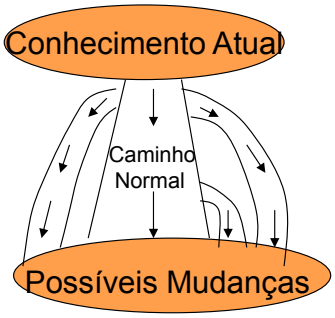
Usar de Criatividade

Padrão normal de pensamento



Resultado = “mais do mesmo”

Uso de criatividade



Resultado = Novas idéias de mudança

Usar de Criatividade

- Modos de pensamento utilizados quando mudanças são desenvolvidas:
  - Criativo
    - Resulta em novas ideias e possibilidades
    - Sem ele, em geral resulta em “mais do mesmo”
  - Lógico Positivo
    - Como fazer novas ideias funcionarem
    - Sem ele mudanças não serão práticas e funcionais
  - Lógico Negativo (Crítico)
    - Busca por falhas na nova ideia.
    - Sem ele problemas podem não vir à tona
- Usar um modo de pensamento de cada vez, dependendo do estágio de desenvolvimento da mudança

Triângulo do conceito

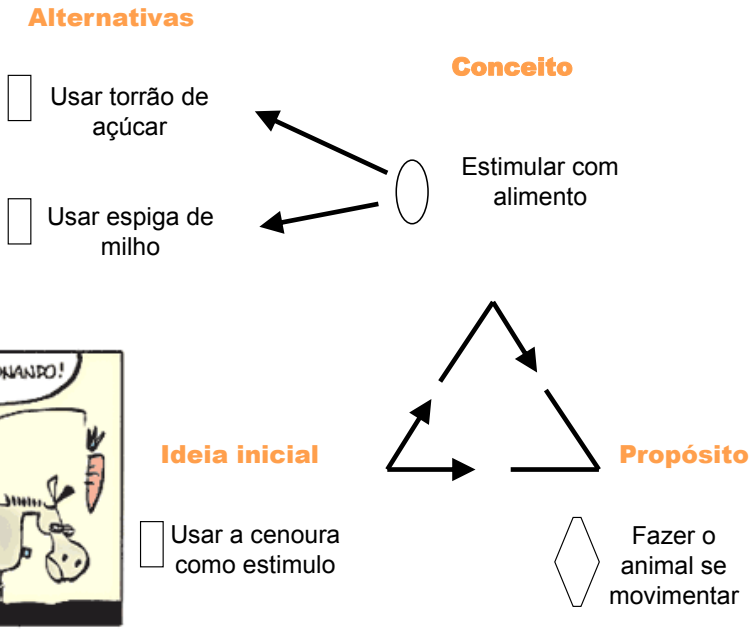


Qual é o problema?

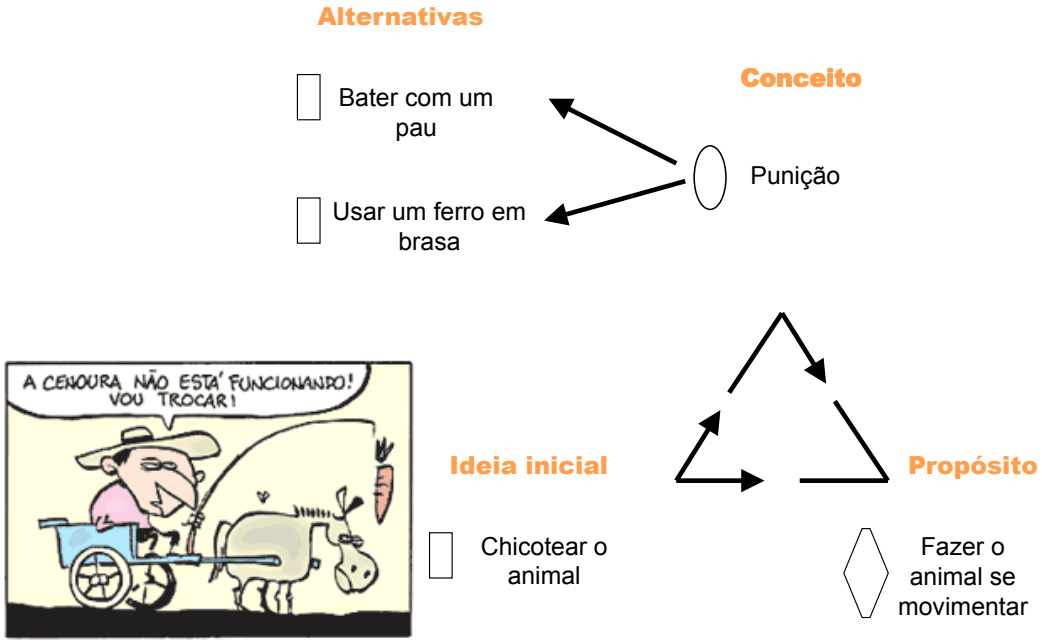


Triângulo do conceito





Triângulo do conceito



Métodos para provocar novos padrões de pensamento

- Dedique um tempo para gerar ideias
- Esteja no lugar certo na hora certa
- Desafie as fronteiras em que a mudança pode ser desenvolvida
- Use objetivos "irrealistas"
- Concentre-se na necessidade

Uso de conceitos de mudança

Analyse

Meios para Desenvolver Mudanças: Conceitos de Mudança

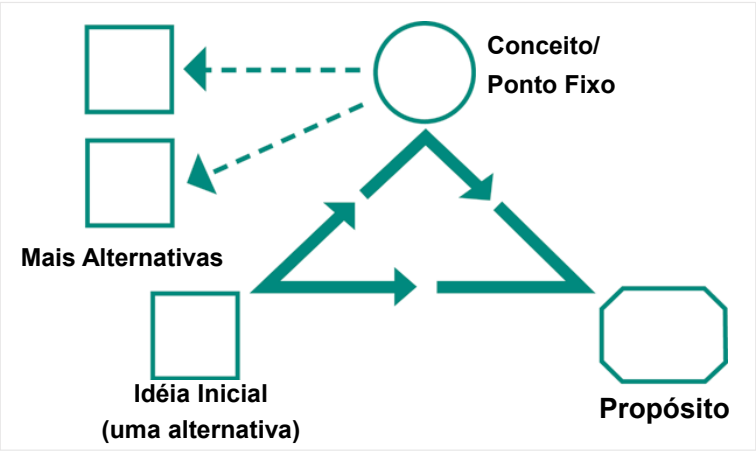
- Conceito
  - Uma noção abstrata que é aplicada através de uma idéia mais específica
- Conceito de mudança
  - Uma noção geral para desenvolver mudança que tem se mostrado útil no desenvolvimento de idéias específicas para mudanças que resultam em melhoria

Meios para Desenvolver Mudanças: Conceitos de Mudança

- Bons conceitos geram muitas idéias ou alternativas de como se realizar uma determinada atividade ou resolver um problema
- Muitos conceitos de mudança são baseados nos elementos do Sistema de saber Profundo de Deming e outros foram desenvolvidos ao longo do tempo com base em projetos de melhoria bem sucedidos

Alternativas

O Triângulo do Conceito



Exemplos de alguns conceitos de mudança

12. Sincronize
16. Encontre e remova gargalos
19. Execute tarefas em paralelo
20. Considere as pessoas como parte do mesmo sistema
24. Utilize sistemas "puxados"
41. Use um coordenador
51. Padronize (crie um processo formal)
53. Desenvolva definições operacionais

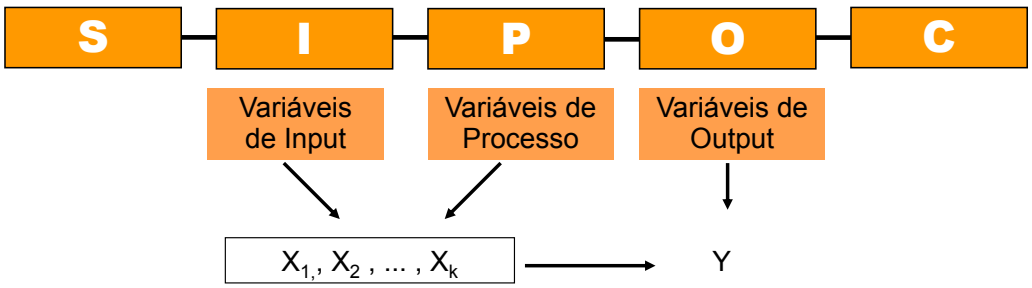
Meios para Desenvolver Mudanças: Conceitos de Mudança

- Como Usar os Conceitos de Mudança
  - Leia conceito a conceito e escolha 5 que você pensa que pode ser aproveitados.
  - Em uma reunião com seu grupo discuta quais mudanças poderiam ser geradas a partir de cada conceito.

Correlação entre variáveis

Analyse

Estudo de relações entre variáveis



$$Y = f(X_1, X_2, \ldots, X_k)$$

Estudo de relações entre variáveis

	Y numérica	Y categórica
X numérica	• Gráfico de dispersão • Gráfico de dispersão estratificado	• Dot-plot estratificado • Gráfico de Tendência estratificado
X categórica	• Dot-plot estratificado • Gráfico de Tendência estratificado	• Tabela de contingência • Gráfico de barras

Correlação entre variáveis

Associação entre variáveis Y: Numérica X: Numérica

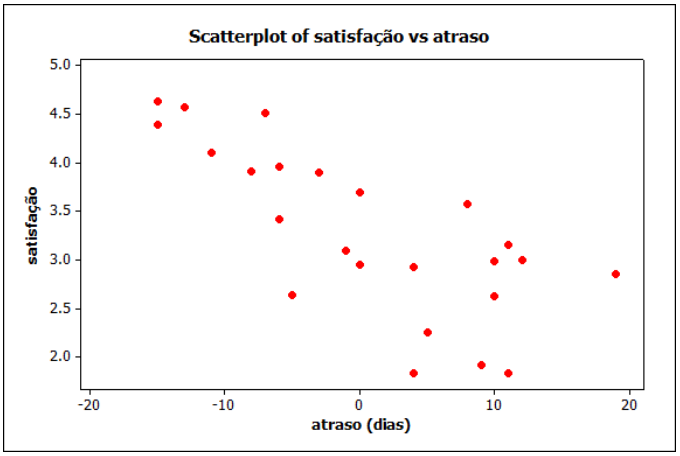
Associação entre variáveis

Projeto	Dias de atraso	Índice Satisfação	Projeto	Dias de atraso	Índice Satisfação
1	-3	3.90	13	-8	3.91
2	-6	3.42	14	8	3.57
3	-1	3.10	15	-15	4.40
4	0	2.95	16	-15	4.63
5	4	1.83	17	10	2.98
6	5	2.25	18	-11	4.11
7	9	1.92	19	11	1.83
8	11	3.15	20	-13	4.57
9	19	2.85	21	4	2.92
10	12	3.00	22	0	3.70
11	-5	2.64	23	10	2.63
12	-6	3.96	24	-7	4.51

Dados sobre satisfação e atraso de 24 projetos.

A satisfação depende do atraso?

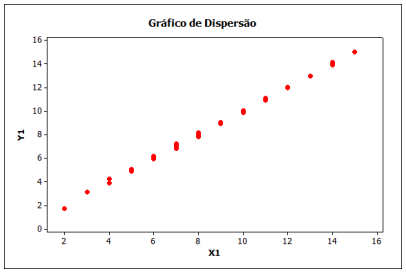
Gráfico de Dispersão

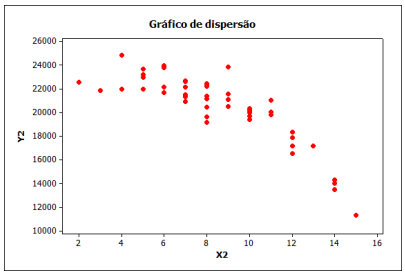


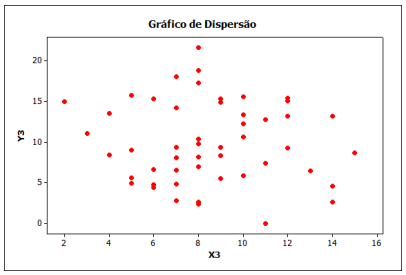
Análise de Gráficos de Dispersão

Aspectos a serem observados em um Gráfico de Dispersão

- Direção
- Forma
- Força







Coeficiente de correlação linear

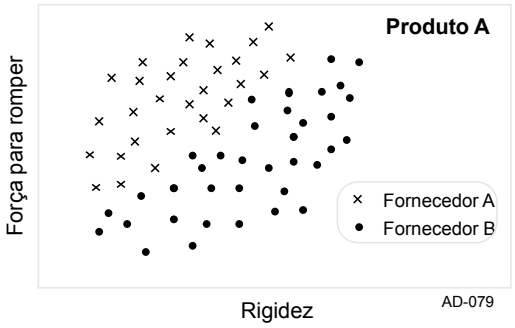
- Fórmula

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{X})^2}\sqrt{\sum(y_i - \bar{Y})^2}}$$

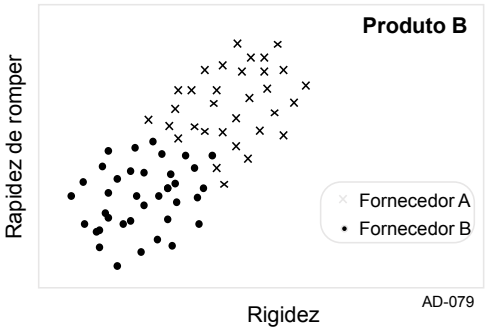
$$-1 \leq r \leq 1$$

- Obs:
  - O coeficiente r mede o grau de associação linear entre duas variáveis. Valor de r baixo (próximo de zero) não indica que as variáveis não estão relacionadas. Não interprete o valor de r sem o gráfico de dispersão
  - A interpretação de r (se é alto ou baixo) depende do contexto

Gráfico de Dispersão Estratificado

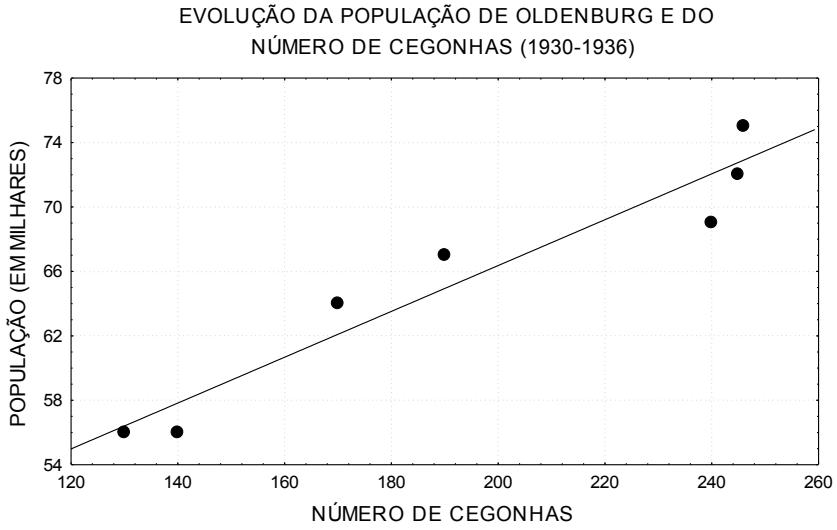


Há relação para cada fornecedor mas não há no total



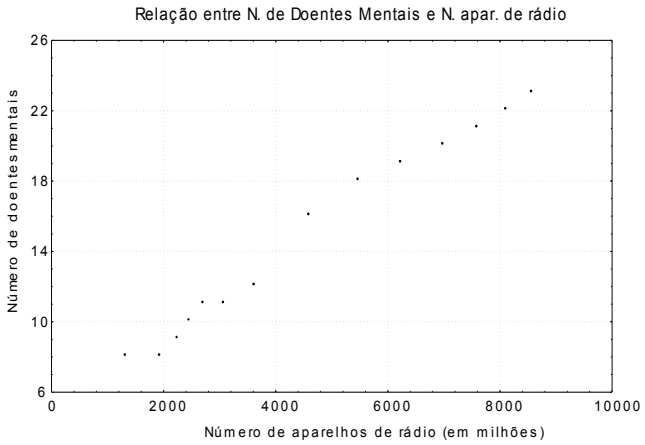
Não há relação para cada fornecedor mas há no conjunto

Correlação e causalidade



Correlação e causalidade

Entre os anos 1920 e 1935 foram coletados os dados relativos ao número de aparelhos de rádio e número de doentes mentais por 100.000 habitantes na Inglaterra.

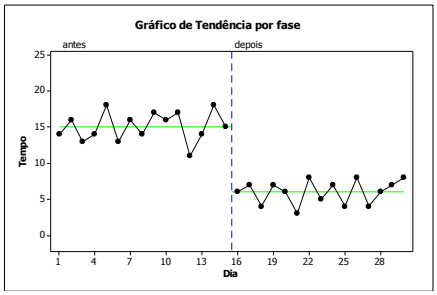


Correlação entre variáveis

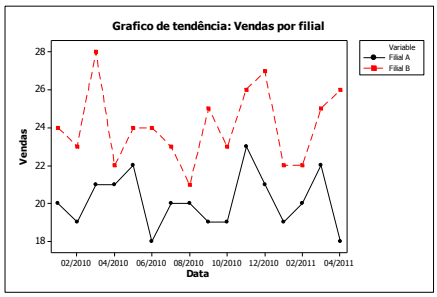
Associação entre variáveis Y: Numérica X: Classificatória

Y: Numérica, X Classificatória (com variável de tempo)

Se a variável numérica é medida ao longo do tempo, há duas possibilidades:



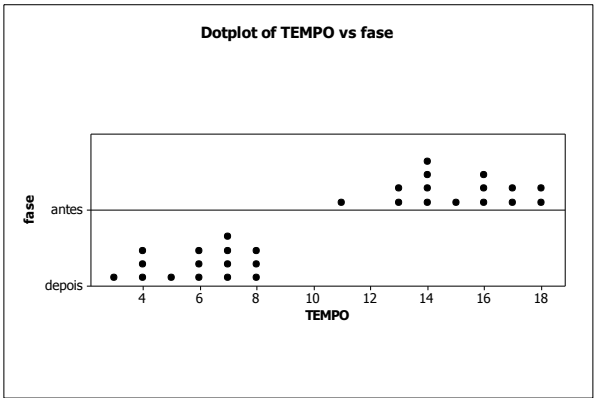
1. A variável categórica define duas ou mais fases, antes e depois de, por exemplo, uma mudança. Nesse caso, é adequado fazer um gráfico de tendência estratificado por fases.



2. A variável numérica é medida em duas condições diferentes nos mesmos tempos. Nesse caso é adequado fazer um gráfico de tendência com a variável resposta superposta. Se os dados estão em regiões significativamente diferentes dizemos que há correlação entre as variáveis

Y: Numérica, X Classificatória (sem variável de tempo)

Se a ordem em que os dados foram coletados não for relevante, ou mesmo sendo relevante, o processo está estável, uma forma de visualizar os dados é por meio da comparação das distribuições de frequência (dot plot ou histograma) da variável numérica estratificadas pela variável classificatória.



Correlação entre variáveis

Associação entre variáveis
Y: Classificatória X: Classificatória

Tabela de contingência

Quando as variáveis X e Y são categóricas, o estudo de correlação é feito através de tabelas de contingência

Tabela de Contingência				
		Variável A		
	Categorias	A_1	A_2	Total
Variável B	B_1	n_{11}	n_{12}	n_{1+}
	B_2	n_{21}	n_{22}	n_{2+}
	Total	n_{+1}	n_{+2}	n_{++}

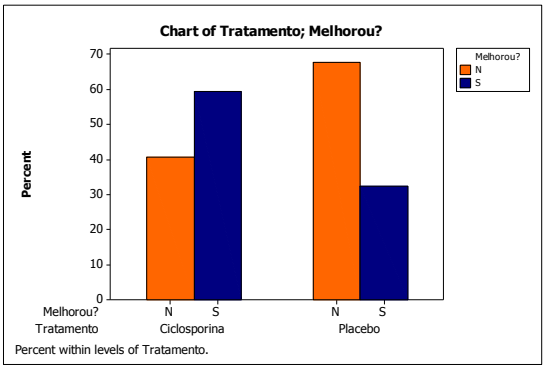
Definições	
n_{11}	Freqüência de indivíduos nas categorias A_1 e B_1
n_{12}	Freqüência de indivíduos nas categorias A_2 e B_1
n_{21}	Freqüência de indivíduos nas categorias A_1 e B_2
n_{22}	Freqüência de indivíduos nas categorias A_2 e B_2
n_{1+}	Freqüência de indivíduos nas categorias B_1
n_{2+}	Freqüência de indivíduos nas categorias B_2
n_{+1}	Freqüência de indivíduos nas categorias A_1
n_{+2}	Freqüência de indivíduos nas categorias A_2
n_{++}	Total de indivíduos na amostra

Tabela de contingência

Tabelas de Contingência

	Resultado		
Tratamento	N	S	Total
Ciclosporina	15 (40.54%)	22 (59.46%)	37 (100%)
Placebo	23 (67.65%)	11 (32.35%)	34 (100%)

Gráfico de Barras



Cuidado com tabelas

O procedimento de um hospital era aplicar antibiótico antes da cirurgia em pacientes para minimizar a chance de infecção hospitalar. Com o objetivo de avaliar a eficácia de três tipos de antibióticos, foram coletados dados de 100 pacientes que desenvolveram infecção após a cirurgia. A tabela abaixo apresenta a frequência por tipo de antibiótico. Qual é o melhor antibiótico?

Antibiótico	Infecção
A	12
B	60
C	28
Total	100

Cuidados com tabelas

A tabela abaixo apresenta dados sobre 100 pacientes que desenvolveram infecção e 100 que não desenvolveram infecção após cirurgia e tipo de antibiótico administrado. Qual antibiótico é melhor?

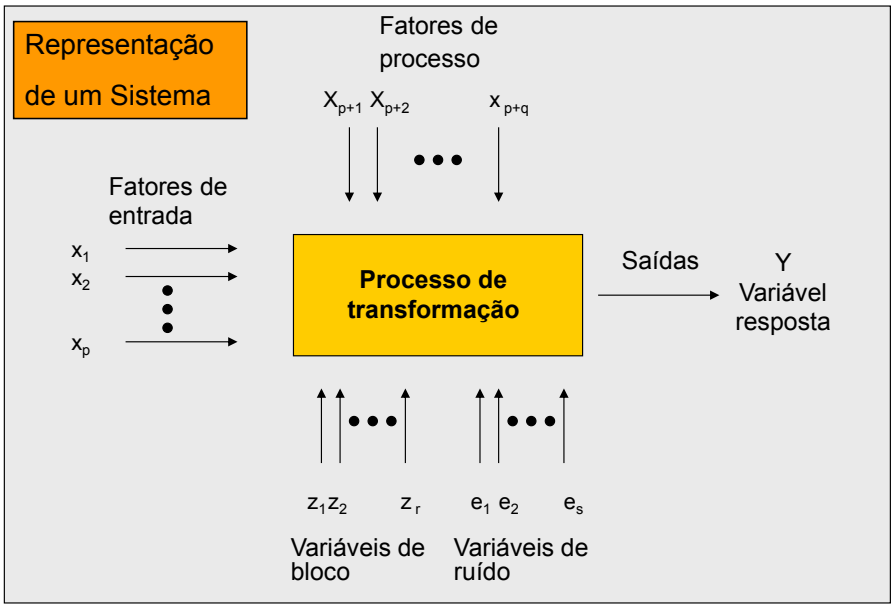
	Infecção	
Antibiótico	**Sim**	**Não**
A	**12**	**10**
B	**60**	**20**
C	**28**	**70**

Ao construirmos tabelas cruzadas, devemos apresentar todas as categorias de cada variável

DOE - Introdução

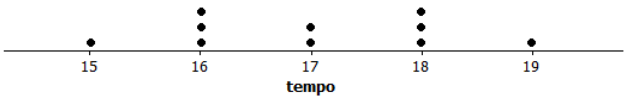
Analyse

Relação entre fatores e respostas



Exemplo

Uma empresa usa um provedor B para acesso à Internet . Ao longo de um dia a empresa faz 10 downloads de um pacote padrão e mede o tempo de cada. Os downloads foram realizados durante um dia normal de operações. Os dados obtidos estão mostrados no gráfico abaixo

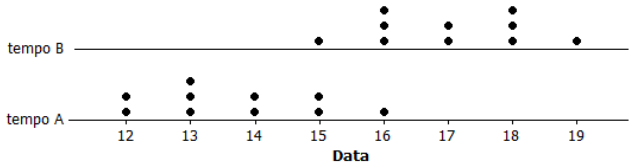


Exemplo

- Fatores que podem afetar o tempo de download
  - Trafego na rede
  - Computadores acessando o site
  - Outras tarefas sendo feita no computador
  - Sistema do provedor
  - O dia da semana
  - Velocidade do processador
  - Quantidade de memória
  - Etc

Exemplo

A empresa resolve testar outro provador, denominado provedor A. Dez downloads do mesmo pacote são realizados com o provedor A num dia normal de operações. Os dados comparativos entre os dois provedores estão na figura abaixo



O que se pode concluir com o experimento?

Definições

Definições	
Variável resposta	Unidade experimental
Fatores	Replicação
Níveis dos fatores	Repetição
Tratamento	Interação

Princípios básicos de experimentação

- Replicação
  - Importante para gerar informação sobre o erro experimental
- Aleatorização
  - Importante para gerar uma distribuição de referência válida para realizar comparação (relação sinal/ruído)
- Blocagem
  - Importante para controlar fontes de variação conhecidas, reduzindo o erro experimental e aumentando a sensibilidade do experimento (aumentar a relação sinal ruído)



DOE – comparação de 2 tratamentos

Analyse

Exemplo: comparação de médias

Uma empresa usava o provedor B para acesso à Internet . Um outro provedor A contatou a empresa e afirmou que seu serviço era mais rápido. A velocidade nominal prometida pelos dois era a mesma. A empresa resolveu realizar um teste comparativo entre os fornecedores.

O teste foi realizado durante um dia normal de operações. Foram feitos 15 downloads, 7 com o provedor A e 8 com o provedor B.

Considere μ_A e μ_B o tempo médio de cada provedor. Então, a hipótese a ser testada é:

H_0: $\mu_A = \mu_B$ versus H_A: $\mu_A \neq \mu_B$

Exemplo: comparação de médias

- Fator: Provedor
- Níveis: A e B
- Tratamento: cada nível do fator
- Unidades experimentais: downloads (15)
- Replicações: 7 para o nível A e 8 para o nível B
- Aleatorização: as unidades experimentais foram alocadas de forma aleatória aos tratamentos
- Experimento: completamente aleatorizado (CRD)

Exemplo: comparação de médias

- O primeiro passo é alocar as unidades experimentais (sequência de downloads) aos tratamentos (provedores). A sequência de downloads foi numerada de 1 a 15 e dentro de uma urna são colocadas 15 bolas numeradas de 1 a 15. Sete bolas são retiradas ao acaso, e os números sorteados correspondem aos downloads que serão processados com o provedor A. Os outros download são processados com o provedor B.

Esse plano experimental é denominado de *plano completamente aleatorizado*

Comparação da média de dois tratamentos

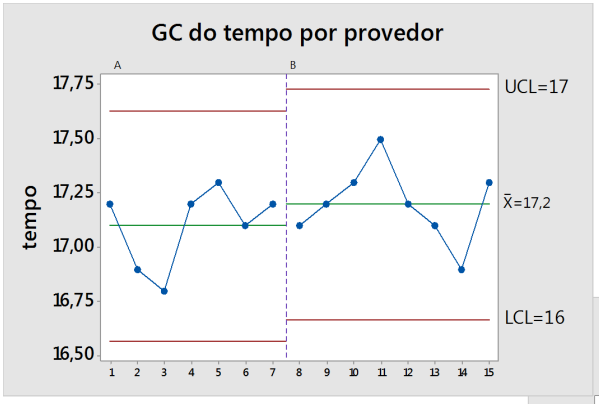
Num. do downl.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Provedor	A	B	B	A	B	A	A	B	B	A	B	B	A	A	B
Tempo (min)	17.2	17.1	17.2	16.9	17.3	16.8	17.2	17.5	17.2	17.3	17.1	16.9	17.1	17.2	17.3

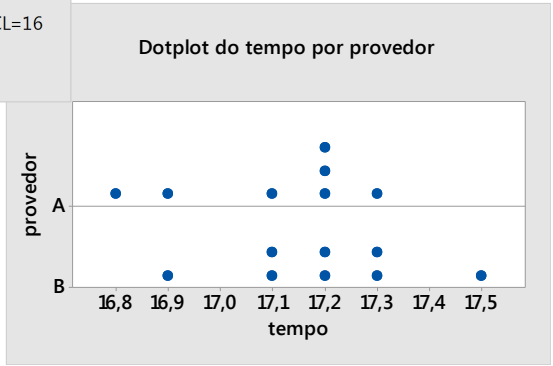
Prov. A	**Prov. B**
17.2	17.1
16.9	17.2
16.8	17.3
17.2	17.5
17.3	17.2
17.1	17.1
17.2	16.9
	17.3
$n_A = 7$	$n_B = 8$
$\sum y_A = 119.7$	$\sum y_B = 137.6$
$\bar{y}_A = 17.1$	$\bar{y}_B = 17.2$

Análise

- As técnicas mais comuns para se analisar esse tipo de experimento são:
  - Cálculo da média e desvio padrão para cada tratamento
  - Dot plot comparativo por tratamento
  - Gráfico de tendência ou de controle comparativo por tratamento
- Na maior parte das vezes o Gráfico de Controle é suficiente para fornecer o grau de convicção sobre se as médias são diferentes

Análise gráfica

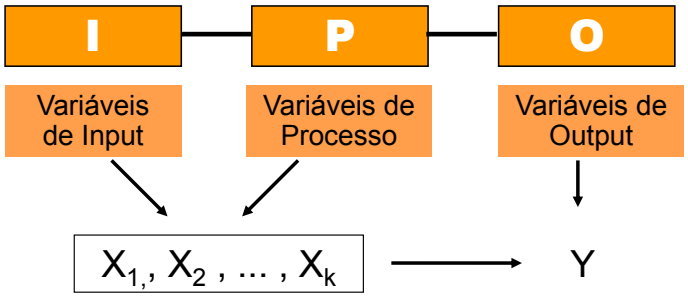




DOE – Experimento Fatorial Completo

Analyse

Sistema de causas

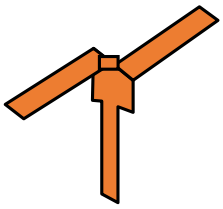


$$Y = f(X_1, X_2, \ldots, X_k)$$

Sistema de causas

- Uma forma de estudar o sistema de causas é utilizar dados históricos do processo. Limitações dessa abordagem:
  - A qualidade dos dados não é adequada
  - Nem todas as variáveis (Xs) foram medidas
  - As variáveis Xs são controladas durante a operação
  - Não permite estabelecer relação de causa e efeito mesmo que exista correlação com a variável resposta

Um exemplo

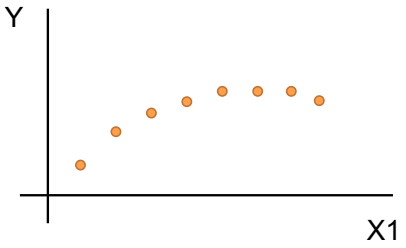


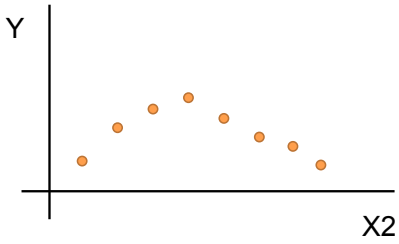
	Níveis	
Fatores (X)	(-)	(+)
Tipo de papel	75 g	120 g
Comprimento da Asa	3 cm	6 cm
Largura do corpo	5 cm	8 cm
Comprimento da perna	4 cm	10 cm
Largura da perna	2 cm	3 cm

Quais fatores efetivamente afetam o tempo de permanência no ar?

Como realizar um experimento para avaliar o efeito dos fatores?

Possível estratégia: variar um fator de cada vez

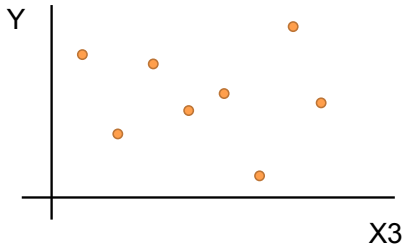




Variar 1 fator de cada vez

Vários níveis

Escolhe os ápices



Exemplo 1: Um fator de cada vez

Trat	Comp Asa	Larg corpo	Tempo
1	3	5	1.7
2	3	8	1.2
3	6	5	2.0
4	6	8	1.5

1. Fixe o Comp da Asa em 3 e varie a Larg do Corpo
2. O melhor valor para a larg do corpo é 5
3. Fixe a Larg do Corpo em 5 e varie o Comp da Asa
4. O melhor valor para o Comp da Asa é 6
5. **A Melhor combinação é (6,5)!**

Exemplo 2: Um fator de cada vez

Trat	Comp Asa	Larg corpo	Tempo
1	3	5	1.7
2	3	8	1.5
3	6	5	2.0
4	6	8	1.2

1. Fixe a Larg do Corpo em 8 e varie o Comp da Asa
2. O melhor valor para a Comp da Asa é 3
3. Fixe a Comp da Asa em 3 e varie a Larg do Corpo
4. O melhor valor para Larg do Corpo 5
5. **A Melhor combinação é (3,5) ? NÃO!**

Experimentos fatoriais: introdução

Como começar?

Identifique a variável resposta, os fatores e seus 2 níveis

Representação

Número de níveis (+, -) ← 2^n → Número de fatores

Número de testes exigidos para um Fatorial de 2 Níveis com k Fatores

Nº de Fatores (k)	Nº de Testes (2^k)
1	2
2	4
3	8
4	16
5	32
6	64
7	128
8	256
9	512
10	1024
.	.
.	.
.	.
15	32,768
.	.
.	.
.	.
20	1,048,576

Vantagens



É fácil de ser analisado



Versátil



Menos experimentos

Fatorial 2^2 : Cálculo de efeitos principais

- Calculo do efeito do fator A

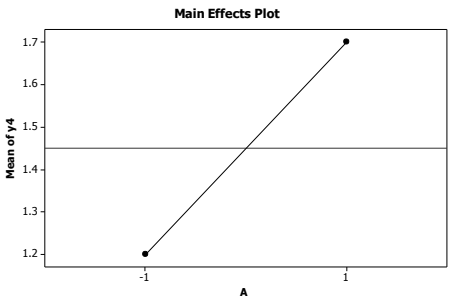
$Y_{A(+)} = (1.6 + 1.8)/2 = 1.7$

$Y_{A(-)} = (1.2 + 1.2)/2 = 1.2$

Efeito de A = [1.7 – 1.2] = 0.5

- Observe que o efeito de um fator é o produto da coluna do fator pela coluna de respostas dividido pela quantidade de linhas com sinal (+)
- O efeito do fator A pode ser mostrado graficamente

Trat	A	B	Y
1	-	-	1.2
2	+	-	1.6
3	-	+	1.2
4	+	+	1.8



Fatorial 2^2 : Cálculo de efeitos principais

- Calculo do efeito do fator B

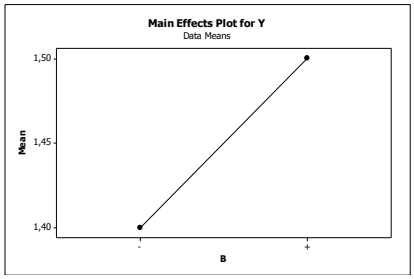
$Y_{B(+)} = (1.2 + 1.8)/2 = 1.5$

$Y_{B(-)} = (1.6 + 1.2)/2 = 1.4$

Efeito de B = [1.5 – 1.4] = 0.1

- Observe que o efeito de um fator é o produto da coluna do fator pela coluna de respostas dividido pela quantidade de linhas com sinal (+)
- O efeito do fator A pode ser mostrado graficamente

Trat	A	B	Y
1	-	-	1.2
2	+	-	1.6
3	-	+	1.2
4	+	+	1.8



Fatorial 2^2 : Cálculo do efeito da interação

- Considere novamente o exemplo

Efeito de A para B=(+)
AB=(+) = 1.8 – 1.2 = 0.6

Efeito de A para B=(-)
AB=(-) = 1.6 – 1.2 = 0.4

Interação de A com B
AB = (AB=(+) - AB=(-))/2
= (0.6 – 0.4)/2 = 0.1

Trat	A	B	Y
1	-	-	1.2
2	+	-	1.6
3	-	+	1.2
4	+	+	1.8

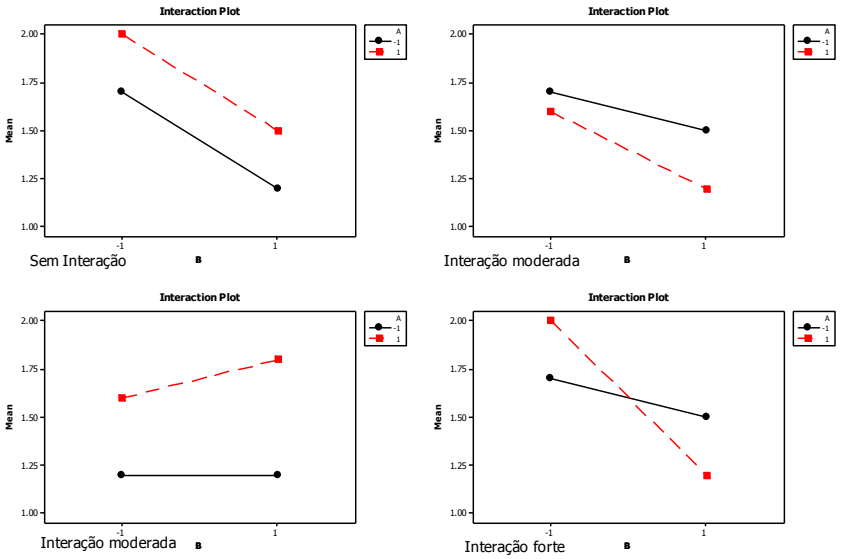
Interação

- Se multiplicarmos os sinais das colunas A e B e denominarmos por AB obtemos
- O efeito da interação de A com B é igual ao produto da coluna AB pela coluna de respostas dividido pela quantidade de linhas com sinal (+)

Trat	A	B	AB	Y
1	-	-	+	1.2
2	+	-	-	1.6
3	-	+	-	1.2
4	+	+	+	1.8

AB=[(1.8-1.2)-(1.6-1.2)]/2=[1.8-1.2-1.6+1.8]/2 =0.1

Exemplos de gráficos de interações



Fatorial 2^2 : Exercício

Veloc	Avanço	V_cod	A_cod	Rugosidade
100	4	-1	-1	216
120	4	1	-1	221
100	6	-1	1	235
120	6	1	1	223

Calcular:

1. Efeito de Veloc
2. Efeito de Avanço
3. Interação Veloc*Avanço

Fazer:

1. Gráfico dos Efeitos principais
2. Gráfico da Interação

Fases de um Experimento Planejado

Plan	1. Estabelecer o objetivo do experimento 2. Formular as questões que se pretende responder 3. Identificar a variável resposta 4. Identificar os fatores 5. Escolher os níveis dos fatores 6. Decidir sobre o plano experimental 7. Aleatorizar as corridas experimentais
Do	8. Realizar o Experimento 9. Observar e anotar outros eventos que ocorram durante a realização do experimento
Study	10. Analisar os dados 11. Determinar a melhor combinação 12. Confirmar os resultados
Act	13. Responder as questões 14. Consolidar o aprendizado 15. Decidir que ações serão realizadas

Improve

Teste de Mudanças

Testar Mudanças

- Teste é utilizado para avaliar uma ou mais mudanças
- Em um teste
  - Falhas são esperadas
  - Lições são aprendidas
- É importante testar em pequena escala para obter conhecimento, minimizando o risco

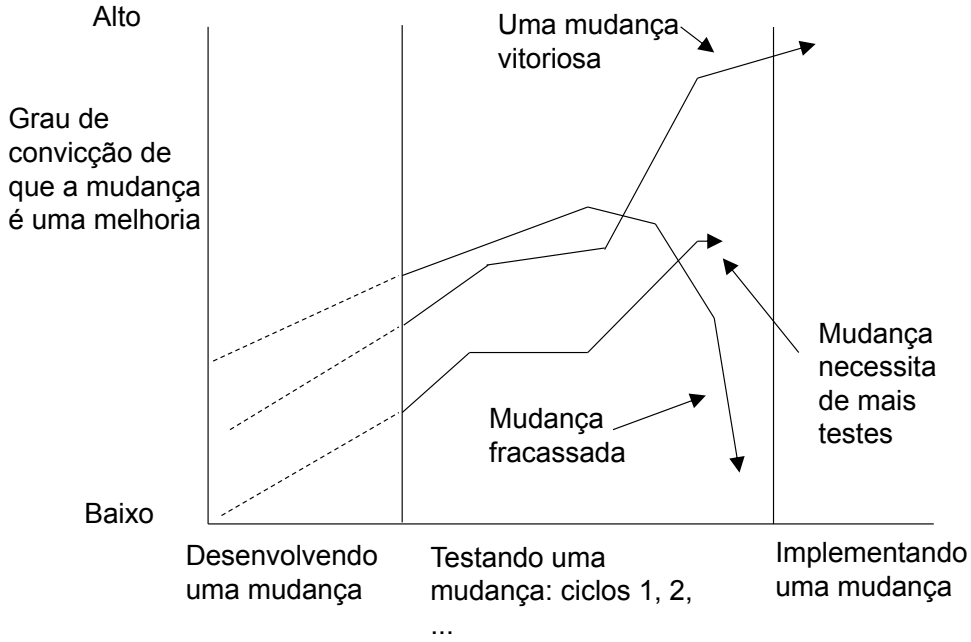
Mudança como uma Predição

- Está implícito em cada mudança uma predição ("dizer antecipadamente", "prognosticar", "conhecimento antecipado baseado em suposições") de que a mudança resultará em melhoria
- Uma predição é:
  - Realizada em resposta a uma questão;
  - Baseada em uma teoria.
  - Usualmente estabelecida em termos de um indicador

Mudança como uma Predição

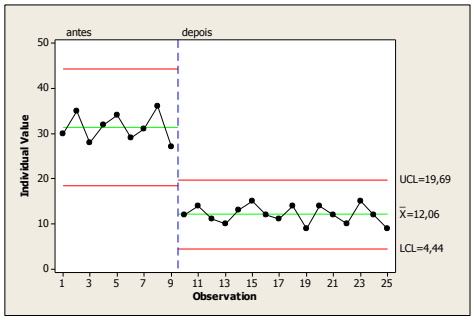
- Grau de Convicção (alto, médio ou baixo):
  - Medida de quão seguro se está com a predição;
  - Avalia se uma mudança resultará em uma melhoria no futuro.
  - Depende de dois fatores:
    - Evidência que fornece suporte à predição;
    - Similaridade entre as condições da evidência e as condições em que predição se aplica.
- Resultados dos testes ≠ Predição podem levar a reformulação da teoria;
- Mudança do modelo tentativa e erro para o modelo tentativa e aprendizado.

Movimento: Desenvolver, Testar e Implementar



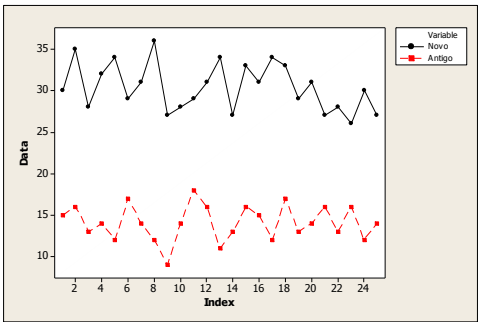
Tipos de testes – estudo antes e depois

- Base de comparação histórica;
- Pontos vulneráveis:
  - Ocorrência de causas especiais ao mesmo tempo em que mudanças são feitas
  - Efeito Hawthorne



Tipos de testes – comparação simultânea

- Comparação Simultânea:
  - Duas ou mais alternativas são comparadas ao mesmo tempo, mesmo espaço ou sob outras condições similares
  - Usar aleatorização



Escopo e Escala de Testes

Escala se refere ao período ou número de eventos incluídos em um ciclo, tais como encontros com clientes. Quanto você **aumenta a escala** do teste de mudança você está pensando sobre *mais* (mais clientes, mais tempo, mais eventos).

Escopo, por outro lado, refere-se à variedade de condições em que o teste ocorre. Quando você muda o **escopo** de seu teste, está pensando sobre *diferenças* (diferentes clientes, diferentes períodos de tempo, diferentes funcionários).

Uma regra prática útil ao projetar ciclos de teste inicial é construir um teste "1:1:1", o que significa que o teste vai envolver "um fornecedor, um cliente, um item produzido", como a menor unidade de teste

Princípios para Testar uma Mudança

- Construir o conhecimento sequencialmente:
  - Testar em pequena escala:
    - Grau de convicção x Riscos de falha.
  - Usar múltiplos ciclos:
    - Conhecer o sistema quando afetado por mudanças sob diferentes condições.
- Aumentar a habilidade de predizer os resultados do teste:
  - Colete dados ao longo do tempo;
  - Teste sob uma ampla gama de condições
  - Use de grupos planejados.
  - Use amostragem estratificada

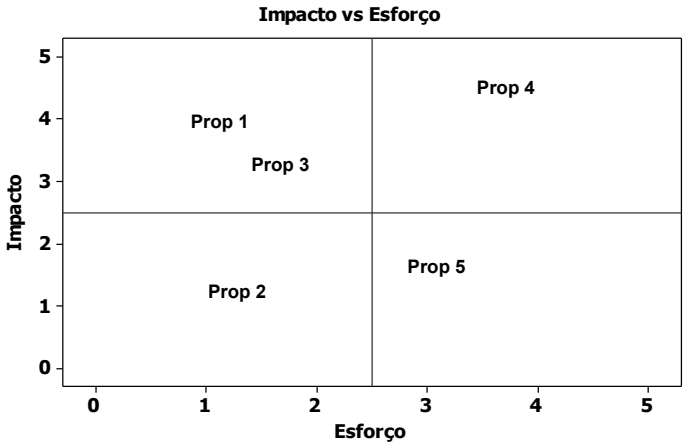
Escopo e Escala de Testes

	Grau de convicção no sucesso	
Consequências de um teste falho	Baixa	Alta
Pequena	Testes de escala média	Um ciclo para implementar a mudança
Grande	Testes de escala muito pequena	Testes de escala pequena a média

Ações a Partir dos Testes

- Baseado no aprendizado nos testes, uma mudança pode ser
  - Implementada;
  - Abandonada;
  - Sofrer aumento de escopo;
  - Modificada;
  - Testada sob outras condições.

Matriz Impacto/Esforço



A proposta 1 poderia ser escolhida pois tem alto impacto e baixo esforço

Control

Implementação de mudanças

Fase Implement/ Control

- Objetivo: perpetuar os conhecimentos e as melhorias conquistadas
- Atividades
  1. Realizar o plano de implementação
  2. Documentar o novo sistema
  3. Treinar os envolvidos
  4. Monitorar o sistema
  5. Estender o conhecimento e as melhorias conquistadas
  6. Celebrar a conquista

1. Realizar o plano de implementação

- 5W2H: um método relativamente simples de gerenciamento de atividades de um projeto

O que (What)	Quem (Who)	Quando (When)	Onde (Where)	Porque (Why)	Como (How)	Quanto (How much)

1. Realizar o plano de implementação

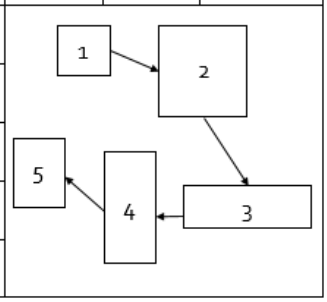
- Opções para a implementação
  - Abordagem "Simplesmente Faça"
  - Abordagem paralela
  - Abordagem sequencial

2. Documentar o novo sistema

- Registro das mudanças que foram implementadas.
- Organizações dependem da documentação para
  - Entendimento do processo
  - Educação e treinamento de pessoas que operam o processo
  - Comunicar as mudanças a quem se encontra dentro e fora do sistema.
  - Fornecer atualizações em tempo real para documentar melhores práticas, medidas e outras informações importantes de processos ou de produtos

2. Documentar o novo sistema (instrução de trabalho)

Folha de instrução de trabalho	Código do item: IXGB2037	Data da última revisão: 20/10/2015	Departamento/ local:	Líder:	Supervisor:
	Nome do item: Base de vedação		Desenvolvido por:		

#	Etapa	Inspeção de qualidade		Observação	Tempo	Tempo Takt: 12	Tempo de ciclo total: 29	WIP máximo: 1.500 caixas
		Amostra	Ferramenta					
1	suporte de corte				6			
2	bucha de montagem				4			
3	anel de vedação	1/1	Instrumento ABC		8			
4	aplicar o selante final			Com as mãos direitas e esquerda juntas	4			
5	embalar	1/1	-	Cuidar para não esquecer o selo	7			

3. Treinar os envolvidos

- Treinamento é quase sempre necessário para implementar mudanças.
- Se a mudança for uma mera extensão do trabalho atual, então uma simples discussão poderá ser suficiente.
- Entretanto, se a mudança for complexa, um treinamento extensivo poderá ser necessário.

4. Monitorar o sistema

- Documentação adequada não garante que o processo opere como proposto. Monitorar o processo através de indicadores é um meio de verificar se as mudanças propostas estão sendo efetivamente implementadas
- Medição fornece uma fonte de aprendizagem durante a implementação e um método de manutenção após a implementação
- Gráficos de tendência (ou de controle) dos indicadores devem ser utilizados para monitorar o processo depois das mudanças implementadas

5. Estender os conhecimentos e melhorias conquistadas

- Compile recomendações para a Direção.
  - Existem oportunidades para replicar em outras áreas?
  - Quais suas recomendações para manter os ganhos já obtidos?
  - Quanto de melhoria ainda é necessária para alcançar as metas estabelecidas inicialmente?
  - Onde você acha que a gerência deveria concentrar recursos da próxima vez?

6. Celebrar a conquista

- O reconhecimento é um aspecto importante da celebração e deve reforçar as fontes intrínsecas de satisfação e motivação. Por exemplo:
  - Convidar os membros da equipe para a apresentação do projeto
  - Reconhecer o esforço de todos na realização do projeto
  - Uma pequena lembrança relacionada ao trabalho no projeto
  - Uma pizza para todos que estiveram envolvidos na iniciativa, inclusive aqueles cujos trabalhos mudaram como resultado da iniciativa

Estrutura, método e cultura

A maioria dos especialistas na introdução de mudanças diria que a mudança cultural leva tempo e requer que as crenças da organização sejam mudadas. Desafiar diretamente as crenças ou atitudes frequentemente criam resistência mais do que suficiente para bloquear os esforços de mudança. Para aceitar a mudança, a maioria de nós precisa compreender a mudança e saber como ela nos ajuda.

Muitas organizações têm introduzido com sucesso a mudança ao alterar a estrutura na qual as pessoas trabalham.



Pessoas e a Mudanças

"Dando-se oportunidade de escolha entre mudar e provar que não é necessário mudar, a maioria das pessoas prefere a segunda alternativa". John Galbraith

Pessoas e a Mudanças

- A mudança no nível físico ocorre no mundo material. É perceptível através dos sentidos e sujeita às "leis da natureza". Diz respeito a possibilidade de execução da mudança.
- A mudança no nível lógico acentua a base racional, o motivo para a mudança. As razões para fazer mudanças e as razões para o tipo de mudança que se quer fazer definem este nível lógico. A educação, a comunicação e a análise são veículos importantes para lidar com a mudança no nível lógico
- Todas as pessoas afetadas pelas mudanças devem receber explicações sobre as razões para fazê-la antes de aceitarem a mudança no nível lógico. Entretanto, convencer as pessoas a aceitarem uma mudança pode exigir algo mais que apenas lógica

Pessoas e a Mudanças

- A mudança no nível emocional lida com o coração: é afetiva e intuitiva. As pessoas têm sentimentos definidos sobre mudança. Para algumas pessoas, o que sentem pela mudança será mais importante do que as razões para a mudança. Os sentimentos das pessoas com respeito à mudança incluem:
  - Porque precisamos mudar? A maneira como temos feito isto sempre funcionou bem!
  - Estas mudanças tornarão meu trabalho mais difícil?
  - Trata-se apenas de um outro programa?
  - Terei que fazer isto além do meu trabalho normal?

Pessoas e a Mudanças

- Para resumir, a mudança deve:
  - Ser fisicamente possível;
  - Fazer sentido (isto é, ser lógica);
  - Fazer com que nos sintamos bem
- Antes de dar início a uma mudança, estes três aspectos devem ser considerados

Referências

Langley, G.; Moen, R.; Nolan, K.; Nolan, T.; Norman, C.; Provost, L. (2005) The improvement Handbook: Models, Methods and Tools for Improvement. API

Langley, Gerald J.; Moen, Ronald D.; Nolan, Kevin M.; Nolan, Thomas W.; Norman, Clifford L.; Provost, Lloyd P. (2011) Modelo de Melhoria. Mercado de Letras.

Hines, P.; Taylor, D. (2000) Going Lean. A guide to implementation. Lean Enterprise Research Center. Cardiff, UK.

Moen, Ronald D.; Nolan, Thomas W.; Provost, Lloyd P. (1999) Quality Improvent through Planned Experimentation. McGraw Hill.

Scholtes, P.; Joiner, B.; Streibel, B. (2003). The Team Handbook. Oriel.

Wheeler, Donald J (2000) Understanding Variation: The Key to Managing Chaos. SPC Press.