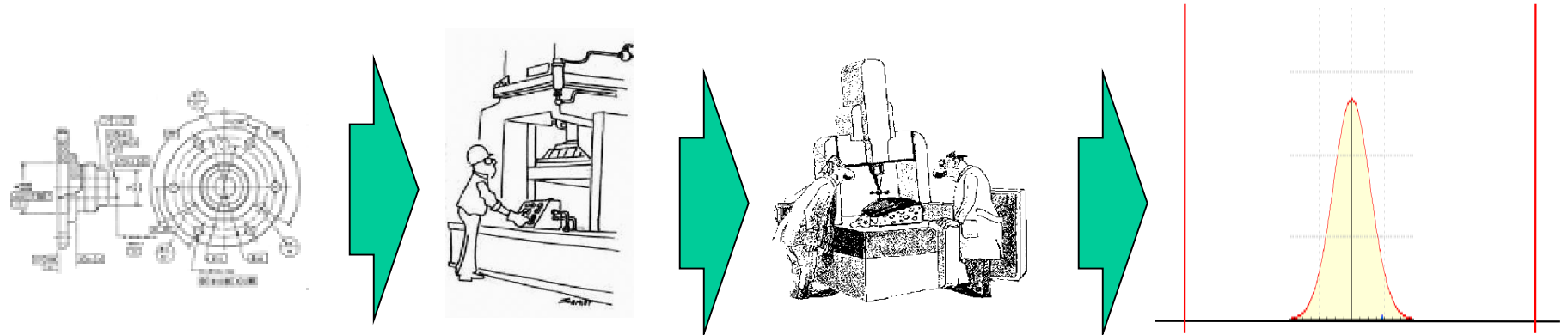


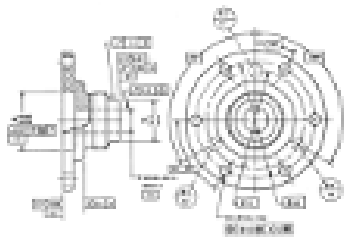
AVALIANDO PROBLEMAS EM PROCESSOS DE MANUFATURA E OS SEUS DESPERDÍCIOS



INDÍCIOS DE UM PROCESSO EFICIENTE



PROJETO MECÂNICO



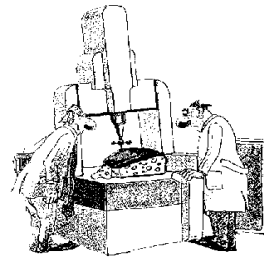
- Referências e Tolerâncias são especificadas de forma racional e simuladas para garantir a montagem sem retrabalhos, e para garantir a satisfação dos clientes (funcionalidade, desempenho e confiabilidade)
- Desenhos são claros e completos (GD&T) e estão identificadas as características significativas

FABRICAÇÃO



- Equipamentos rápidos, precisos e flexíveis;
- Baixos tempos de setup, maximizando tempo efetivo de máquina;
- Processos capazes de atender às especificações geométricas.

CONTROLE DIMENSIONAL



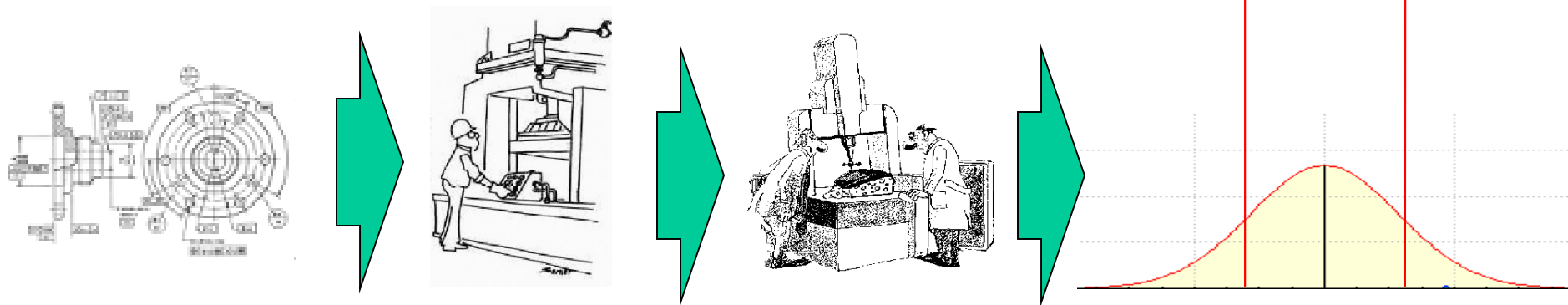
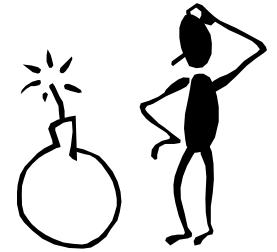
- Plano de Inspeção é focado nas características críticas e significativas.
- Eficiência operacional, maximizando a utilização dos equipamentos;
- Incerteza dos resultados é compatível com as tolerâncias das peças.



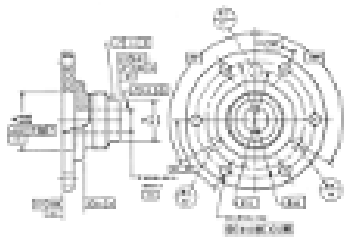
A PRESSA E A PRECISÃO SÃO ALIADAS



INDÍCIOS DE UM PROCESSO DEFICIENTE

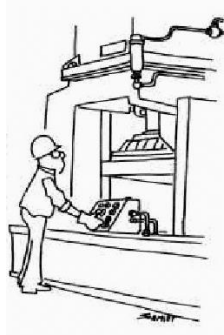


PROJETO MECÂNICO



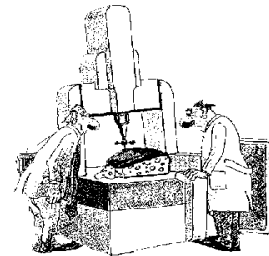
- Referências e Tolerâncias mal especificadas dificultam a fabricação e não garantem uma fácil montagem nem o atendimento aos requisitos da qualidade associados ao produto;
- Desenhos são elaborados com linguagem pobre;

FABRICAÇÃO



- Equipamentos lentos e/ou com problemas de precisão;
- Máquinas com grandes erros geométricos, falta de rigidez mecânica e/ou instabilidades térmicas;
- Longos tempos de setup, com perdas de tempo e produtividade;
- Processos incapazes de atender às especificações geométricas.

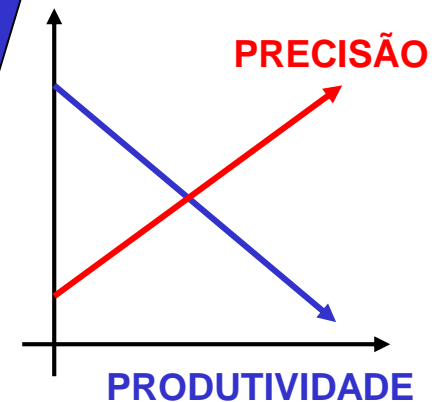
CONTROLE DIMENSIONAL



- Plano de Inspeção inadequado: cotas importantes são esquecidas, e cotas sem importância são controladas.
- Longos tempos de medição, por causa do excesso de cotas a medir e/ou por causa da baixa eficiência operacional;
- Fontes de incerteza (instrumento, homem, ambiente, peça), tornam os resultados pouco confiáveis, levando a erros de avaliação.



**A PRESSA É
INIMIGA DA
PRECISÃO**

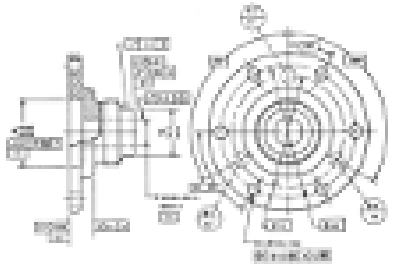


PONTOS CRÍTICOS DO DESPERDÍCIO



FORMA 3D

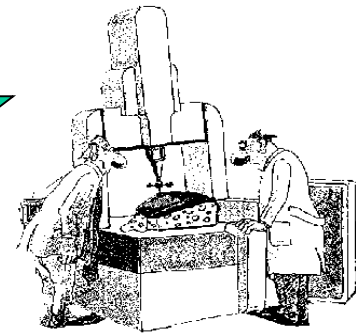
PROJETO PERFECCIONISTA



FABRICAÇÃO INCAPAZ

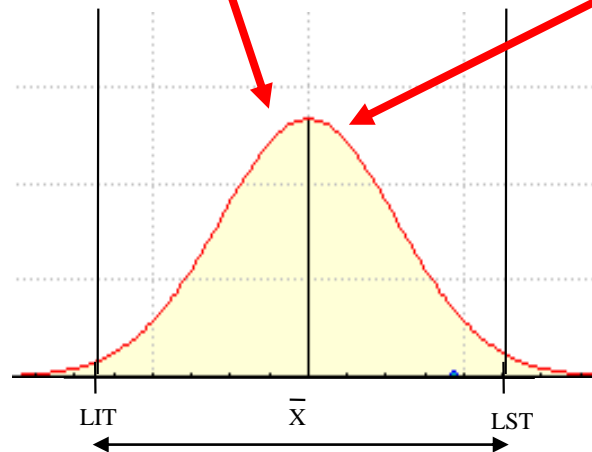
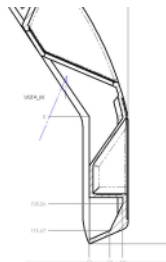


CONTROLE NÃO CONFIÁVEL



Com isso não tem como não montar

$\pm 0,005 \text{ mm}$



PERDAS COM REFUGO E RETRABALHO

PERDAS COM OS ERROS DE CLASSIFICAÇÃO DAS PEÇAS

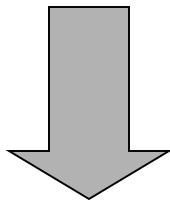
SITUAÇÕES POSSÍVEIS

SITUAÇÃO 1

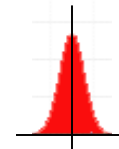
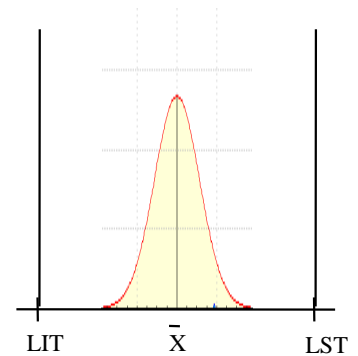
DISPERSÃO NA FABRICAÇÃO

+

INCERTEZA DE MEDIÇÃO

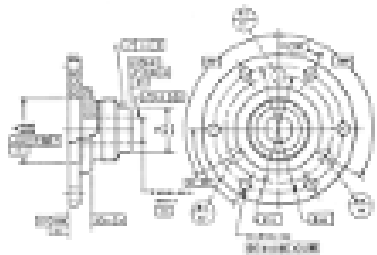


NÃO COMPROMETEM



FORMA 3D

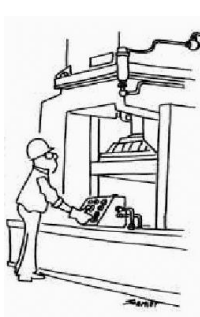
PROJETO



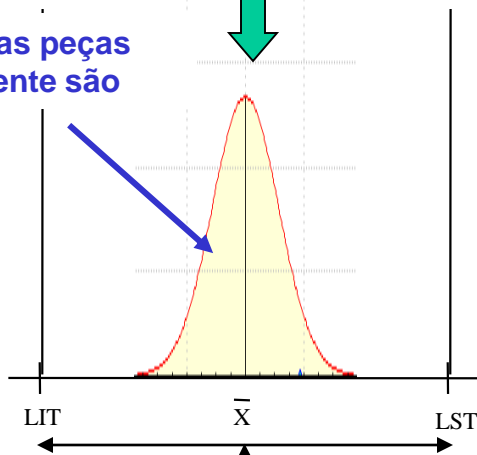
↓
 $\pm 0,05 \text{ mm}$

↓
 $IT = 0,1 \text{ mm}$

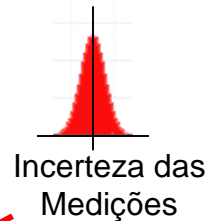
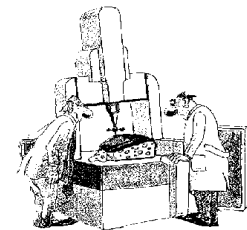
FABRICAÇÃO



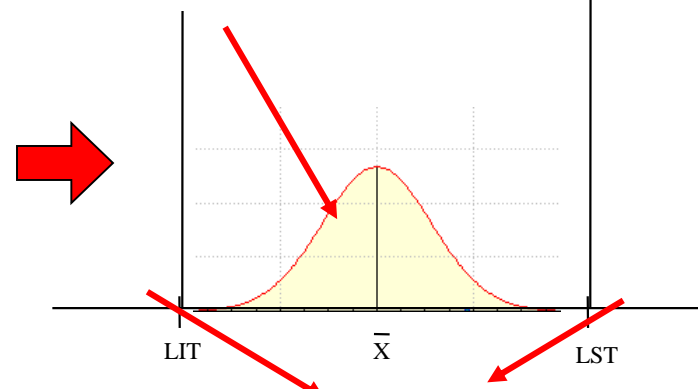
Como as peças realmente são



CONTROLE DIMENSIONAL



Como o Controle Dimensional as vê



Nenhuma peça boa foi reprovada

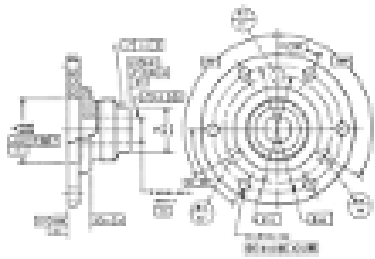
SITUAÇÃO 2

CULPARAM UM “INOCENTE”



FORMA 3D

PROJETO

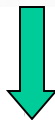


$\pm 0,05 \text{ mm}$



IT = 0,1 mm

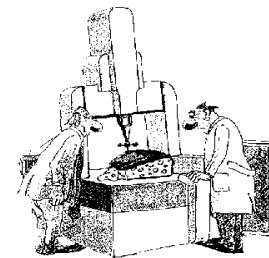
FABRICAÇÃO



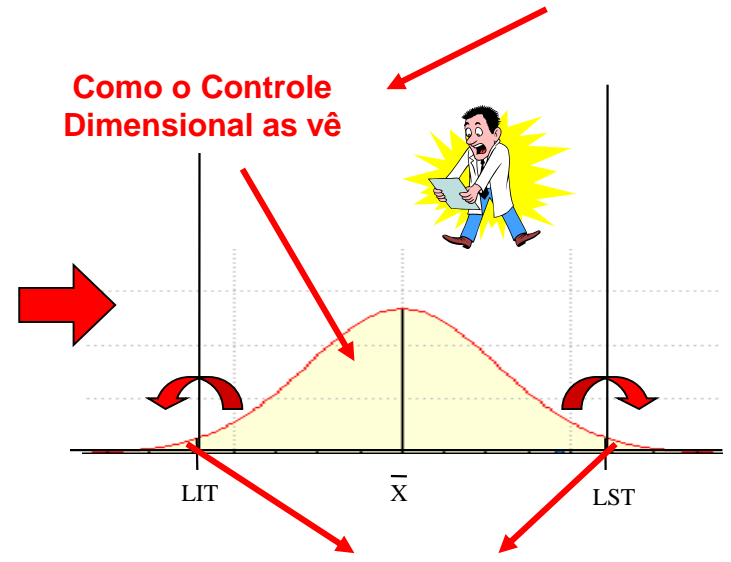
Como as peças realmente são



CONTROLE DIMENSIONAL



Como o Controle Dimensional as vê



Haverão Peças Boas Refugadas !!!

SITUAÇÃO 3

TODOS SÃO CULPADOS



PROCESSO

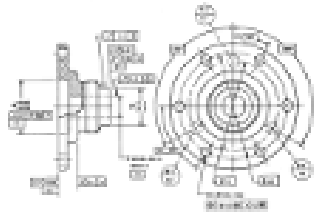
+



CONTROLE

FORMA 3D

PROJETO



$\pm 0,05 \text{ mm}$

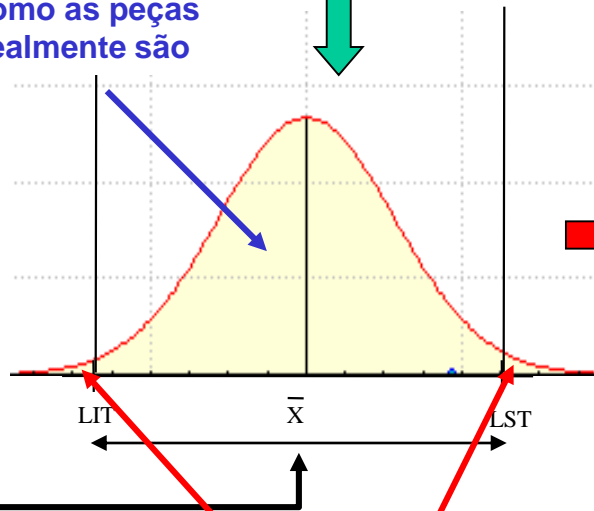


IT = 0,1 mm

FABRICAÇÃO

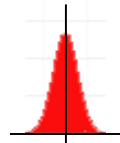
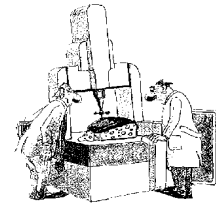


Como as peças realmente são



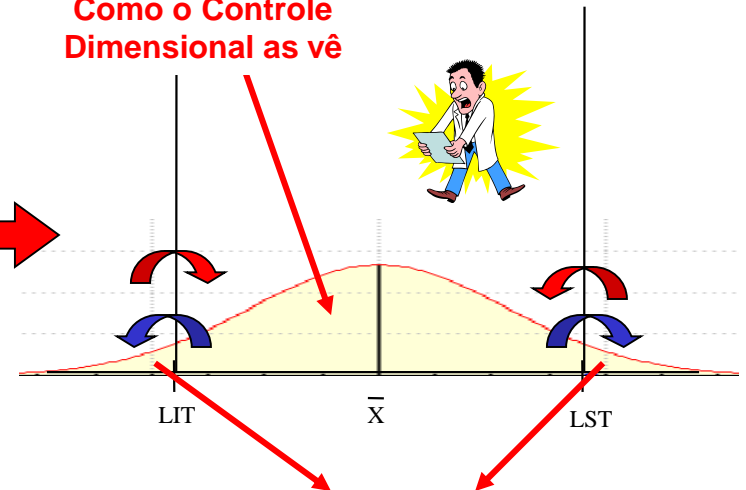
Além das perdas com peças realmente fora das tolerâncias

CONTROLE DIMENSIONAL



Incerteza das Medições

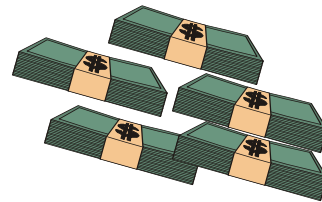
Como o Controle Dimensional as vê



Haverão mais perdas com Peças Boas Refugadas e Peças Ruins Aprovadas !!!

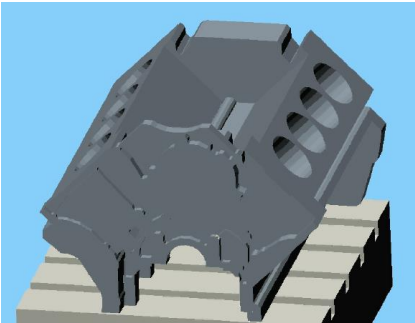


UMA SIMULAÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS\$\$\$\$



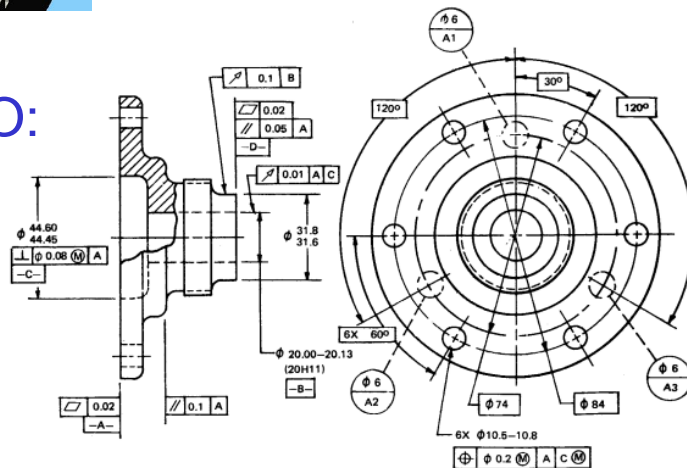
CARACTERÍSTICAS DO CASO SIMULADO

- O PRODUTO:



- PRODUÇÃO: 100.000 unidades / ano
- CUSTO UNITÁRIO: R\$ 400,00

- O PROJETO:



→ TOLERÂNCIAS TÍPICAS



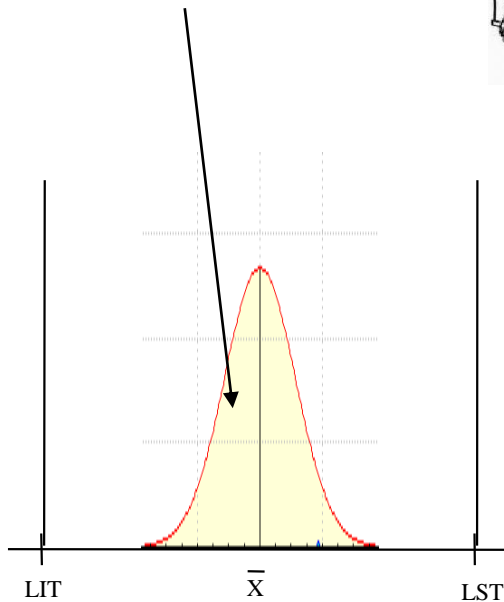
± 0,05 mm → IT = 0,10 mm

± 0,04 mm → IT = 0,08 mm

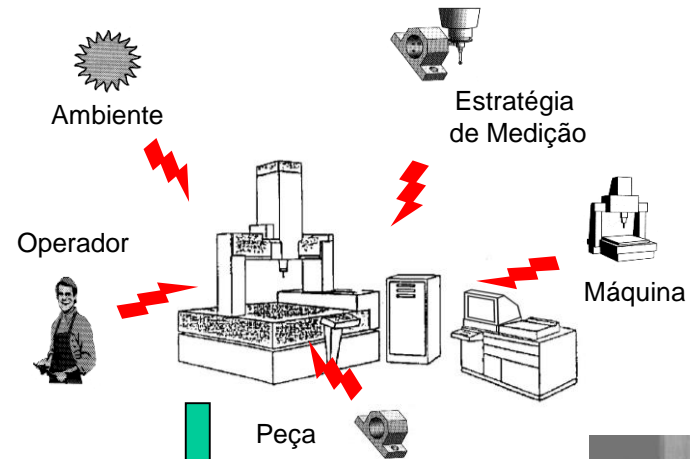
± 0,02 mm → IT = 0,04 mm

• A FABRICAÇÃO:

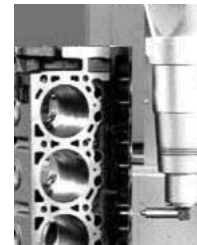
O PROCESSO E SUA DISPERSÃO



• A MEDIÇÃO:



*Provocam Erros de Medição, levando a **Incertezas** nos dados obtidos*



INCERTEZA DE MEDIÇÃO

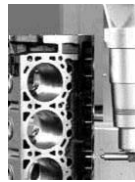
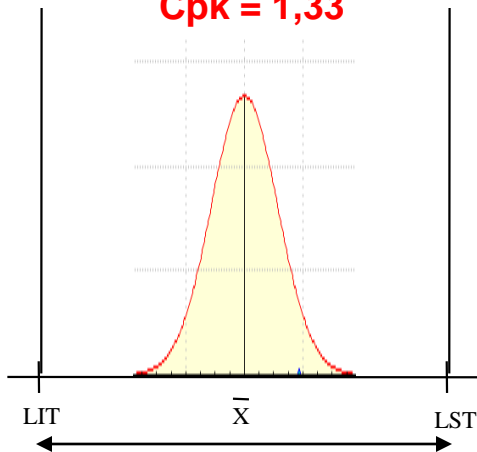
SERÁ AVALIADO A CONSEQUÊNCIA DA INCERTEZA, VARIANDO DE 0 até $\pm 0,05$ mm

A SIMULAÇÃO:



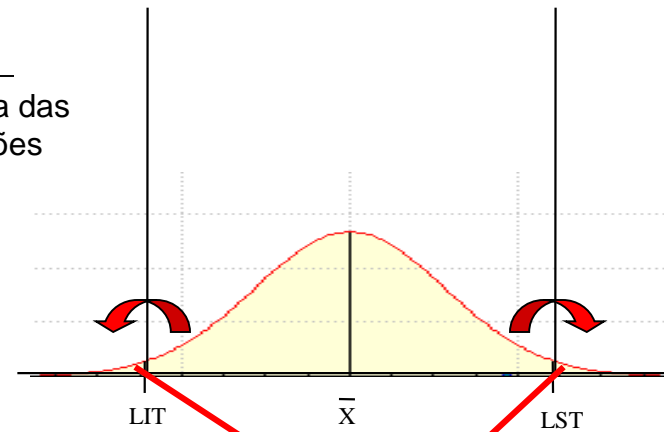
CASO 1

O PROCESSO
REAL É CAPAZ
 $Cpk = 1,33$

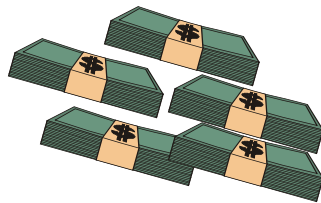


Incerteza das
Medições

O PROCESSO
APARENTE

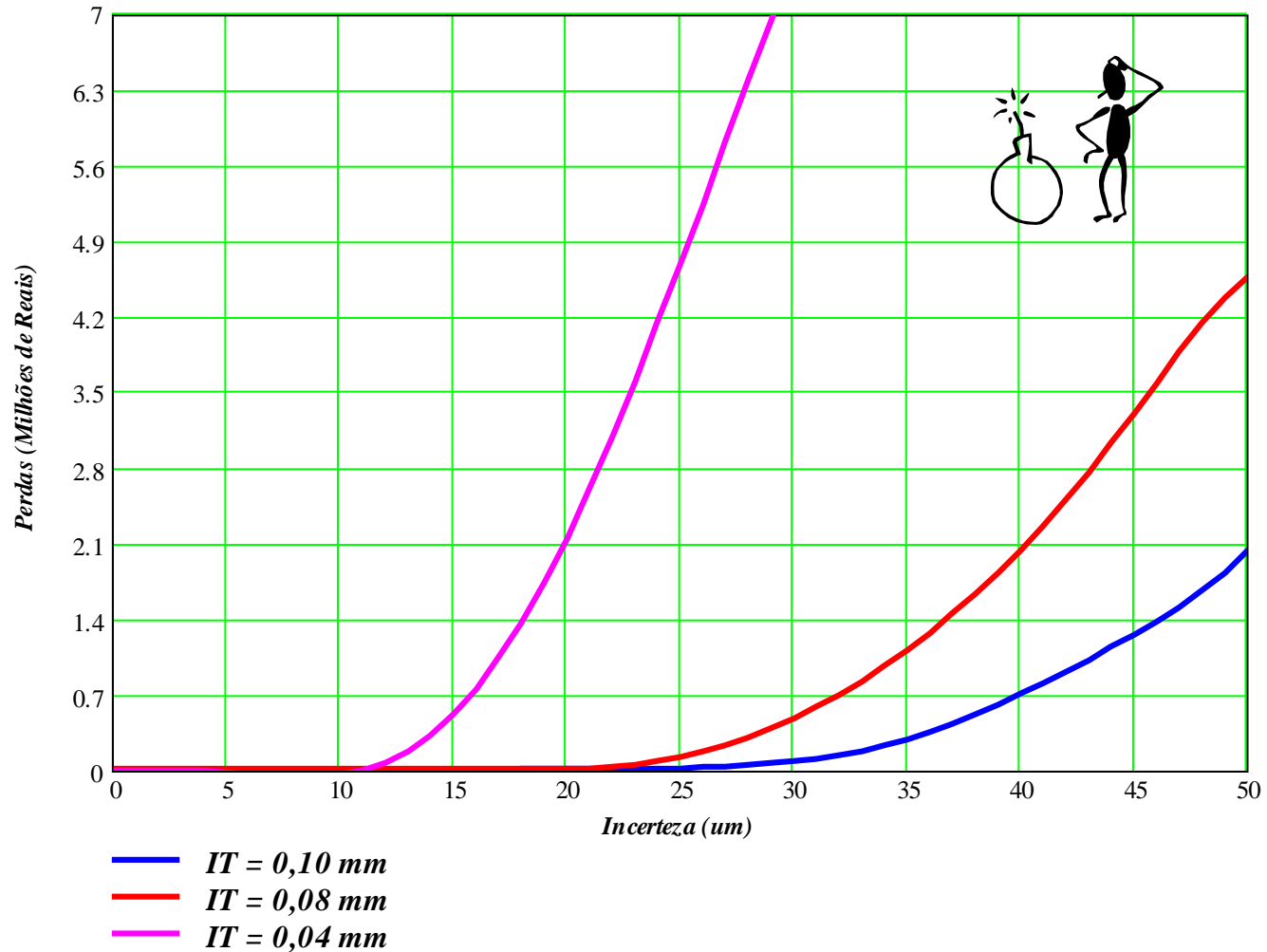


Número de Peças
Boas Refugadas !!!

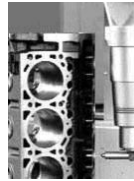


O CUSTO DESSE
DESPERDÍCIO

OS RESULTADOS CONSIDERANDO O PROCESSO CAPAZ:



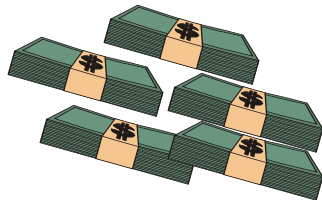
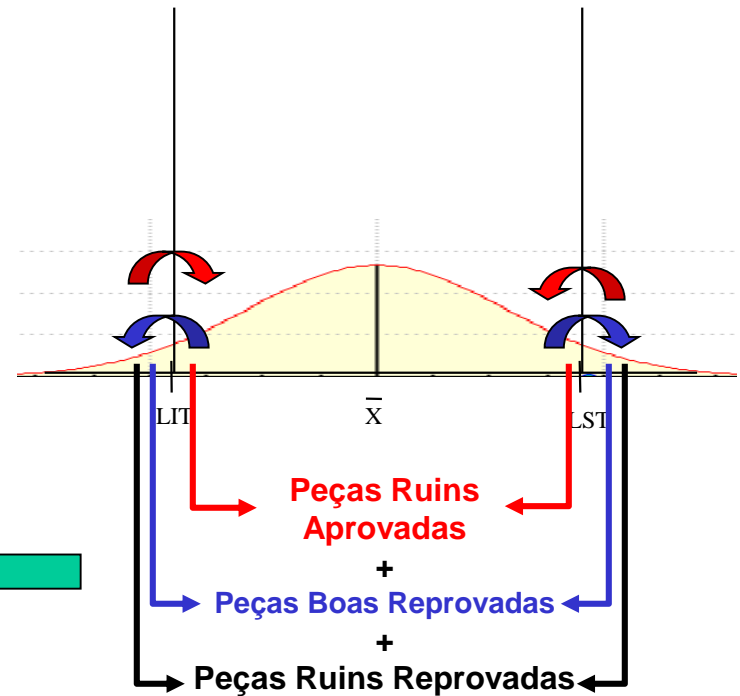
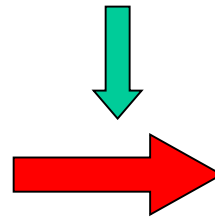
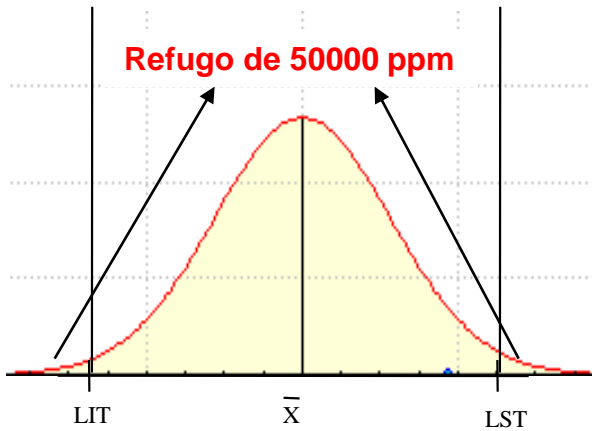
A SIMULAÇÃO:



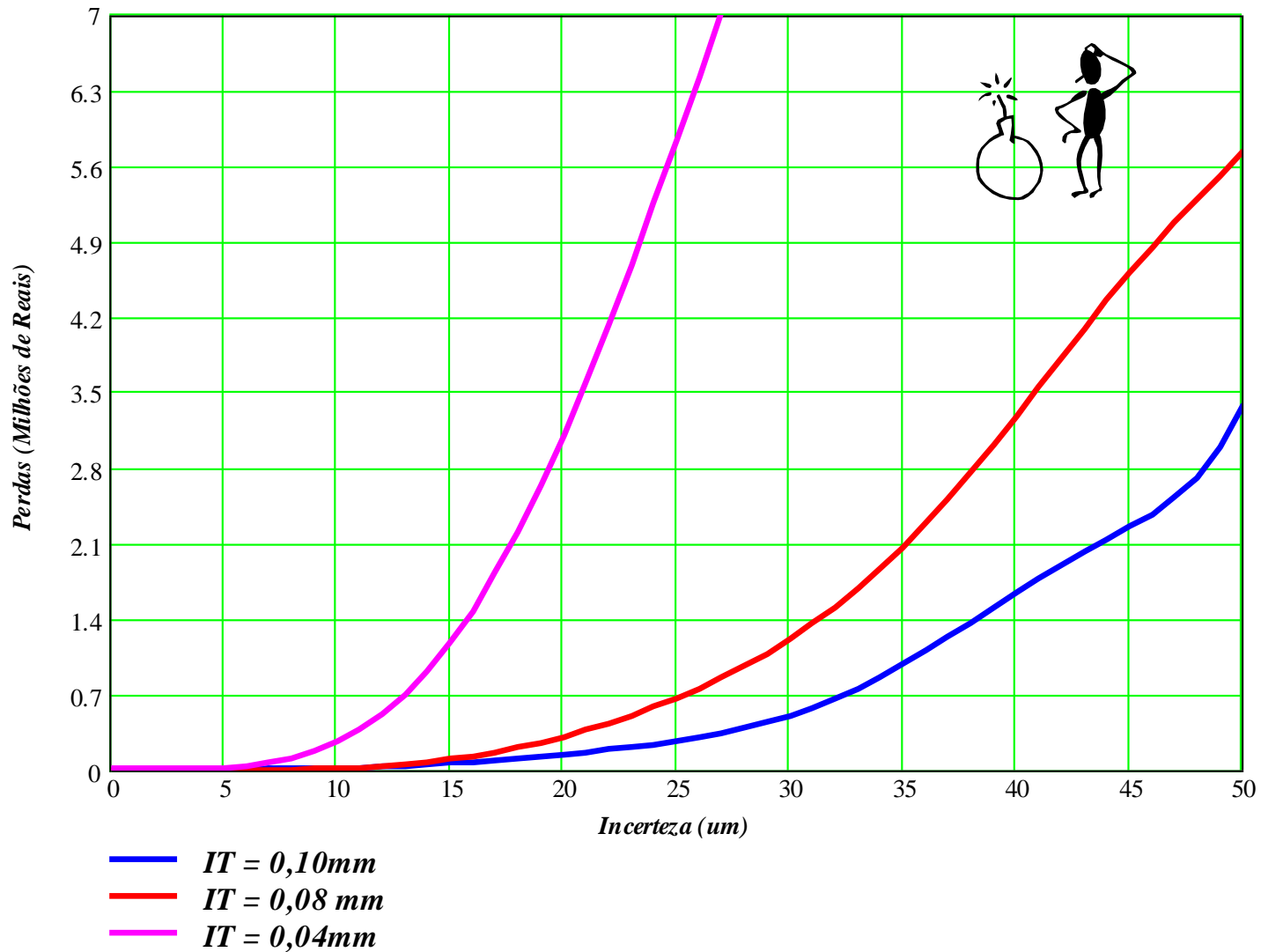
CASO 2

O PROCESSO REAL JÁ APRESENTA PROBLEMAS

O PROCESSO APARENTE É BEM PIOR



O CUSTO DESSE DESPÉRDÍCIO



CONCLUSÕES

- ➔ A especificação de tolerâncias de forma racional é vital para a redução de custos de fabricação, medição e de desperdícios
 - ➔ Todo um investimento em modernas máquinas-ferramenta CNC pode ser inviabilizado pela incerteza nas medições.
 - ➔ A partir de certo nível de incerteza, cada 1 μm de incerteza adicional provoca um prejuízo adicional de R\$ 400.000,00/ano.
 - ➔ A piora na capacidade do processo, mantendo-se a mesma incerteza de medição, chega a causar um prejuízo adicional de R\$ 900.000,00/ano.
-

A simulação aqui apresentada considera um processo capaz e estável e procurou evidenciar a interdependência entre a capacidade dos processos de fabricação e a incerteza dos processos de medição.

A partir do conhecimento desses parâmetros pode-se atacar o verdadeiro causador de não conformidades dimensionais na produção e atuar efetivamente na melhoria da qualidade dos produtos que você envia para o seu cliente.

Não estão incluídos nessa simulação os custos indiretos com paradas de produção, perda de imagem da empresa e outros.

OBRIGADO PELA ATENÇÃO !!



Esse material possui finalidade puramente didática.

**Sinta-se à vontade para copiá-lo e divulgá-lo.
É proibida a sua utilização para fins comerciais.**
