

**PAINEL: METROLOGIA DE GRANDEZAS GEOMÉTRICAS**

# **METROLOGIA DIMENSIONAL NA INDÚSTRIA: ENTRAVES À GERAÇÃO DE VALOR**

**André Roberto de Sousa, Dr.Eng.  
CEFET-SC – GEMM – Medição por Coordenadas  
[asouza@cefetsc.edu.br](mailto:asouza@cefetsc.edu.br)**



**Recife, Setembro de 2003**

## Importância Estratégica da Metrologia Geométrica na Indústria

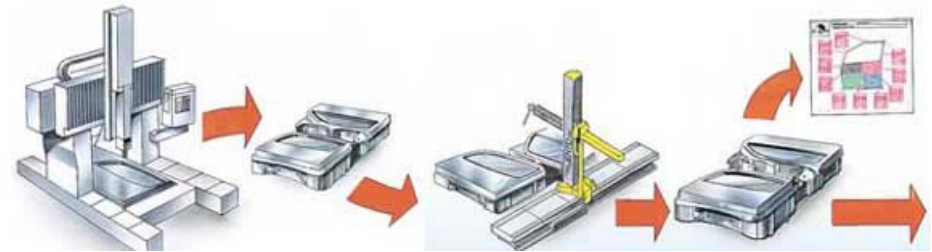
### Desenvolvimento do Produto

- Análise de protótipos
- Investigação de problemas
- Certificação de modelo, ...



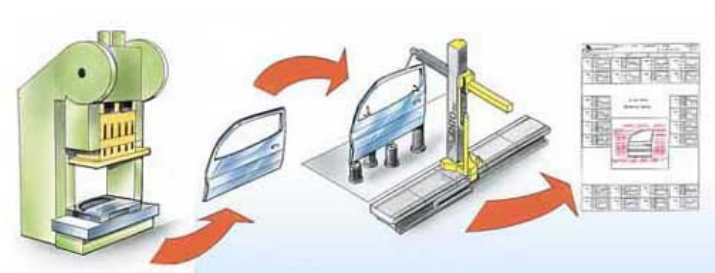
### Desenvolvimento do Processo

- Aprovação de ferramental
- Aprovação de meios auxiliares
- Análise de primeiras amostras
- Ajuste / Liberação do Processo



### Produção em série

- Aprovação de fornecedores
- Monitoramento de processos
- Inspeção de componentes
- Análise de meios auxiliares

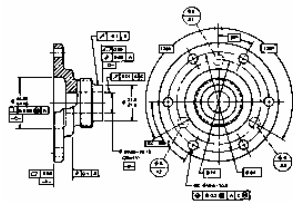


**Metrologia tem um tremendo poder de gerar valor !**

## Comentários comuns:

- *Metrologia não agrega função ao produto*
- *Metrologia só gera aumento de custos*
- *As medições causam muito retrabalho*
- *Metrologia é mais uma exigência de normas*
- *Metrologia atrasa os processos*
- *Não se vêem os benefícios da metrologia*
- *Benefícios da Metrologia não se pagam*
- *Metrologia gera muitos conflitos*

Projeto:  
*Especificação  
geométrica*



Processo:  
*Construção  
geométrica*



Metrologia:  
*Controle  
Geométrico*



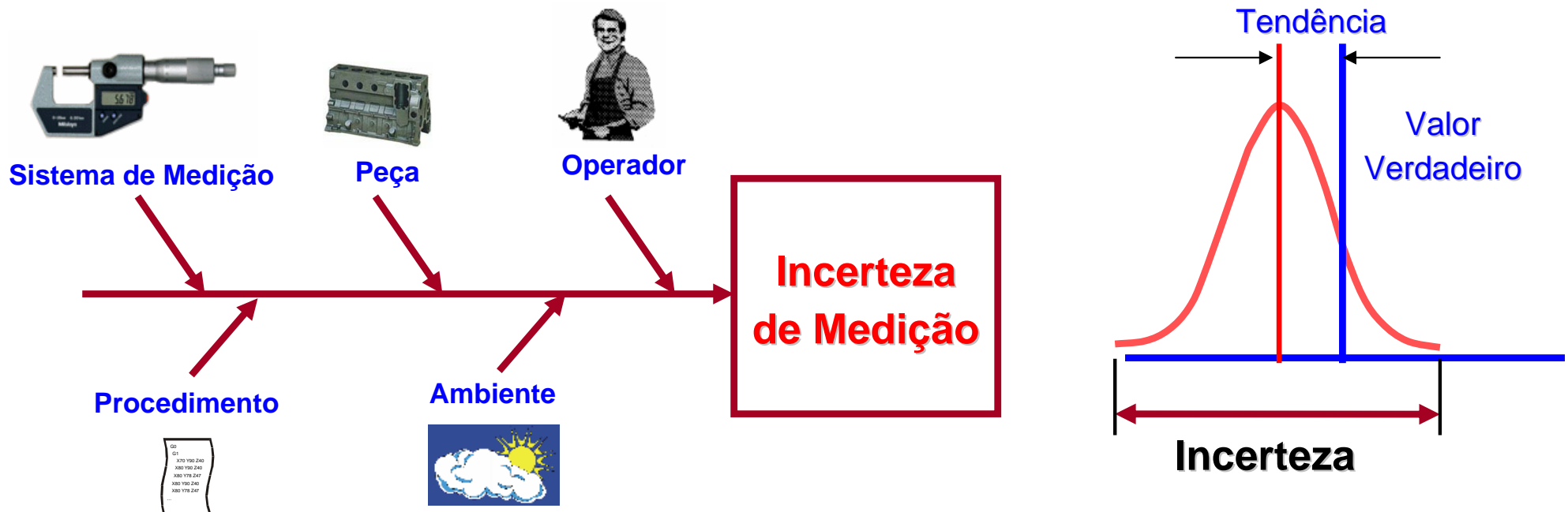
ENFOCANDO A METROLOGIA COMO UM PRODUTOR DE INFORMAÇÕES ...

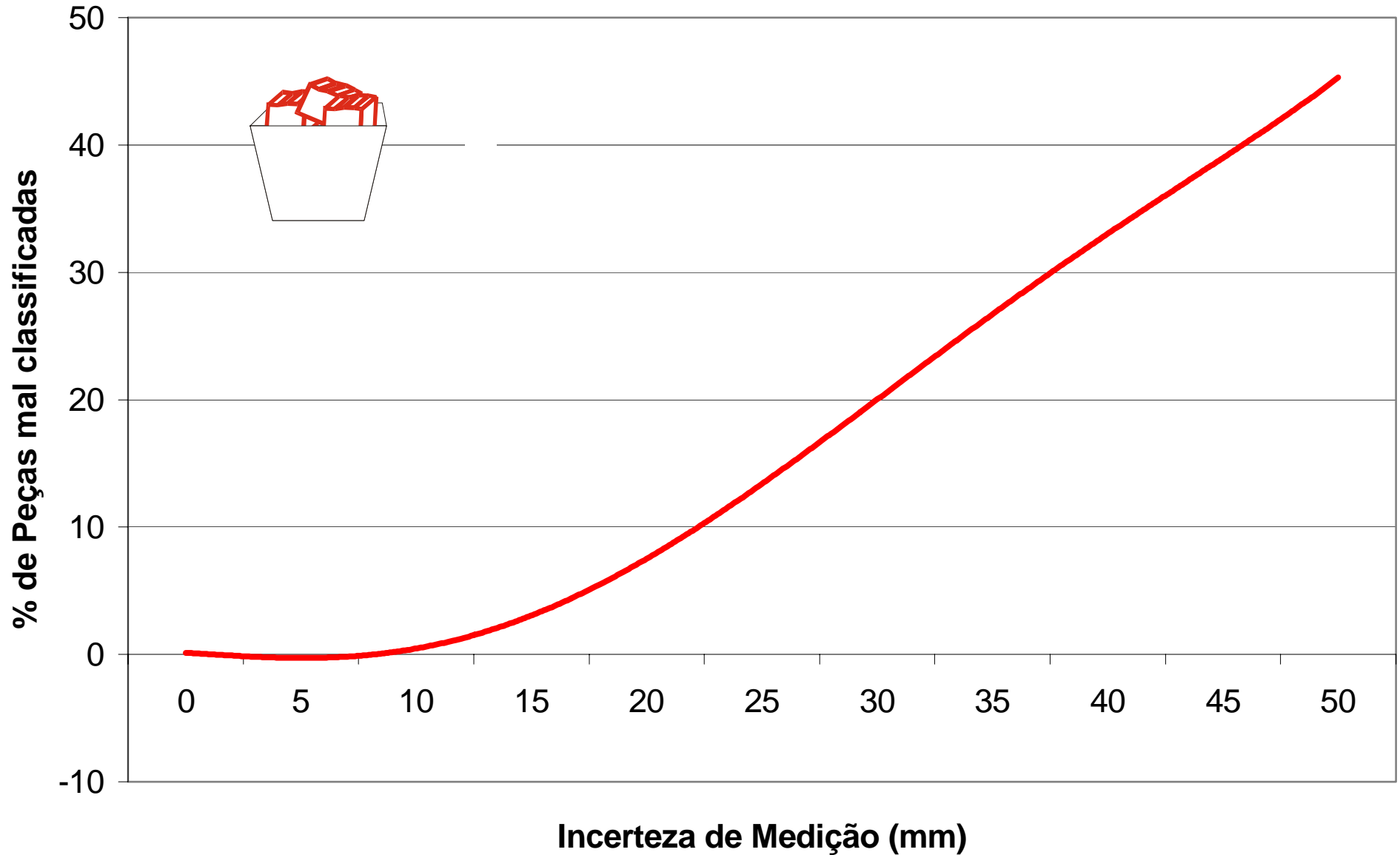
## HÁ ALGO DE ESTRANHO NESSA HISTÓRIA ...

- (a) A informação produzida é errada.
- (b) A informação produzida trata da característica geométrica errada.
- (c) A informação produzida não é utilizada.
- (d) Todas as alternativas são corretas

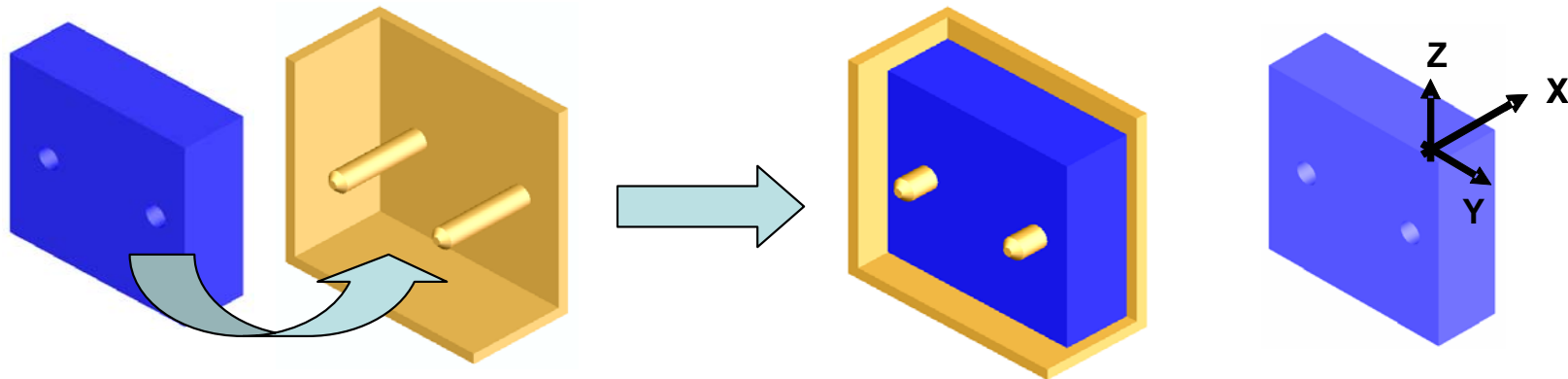
## (a) A informação produzida é errada

- Estratégia de Medição em desacordo com o plano de controle
- A incerteza de medição é incompatível com as tolerâncias



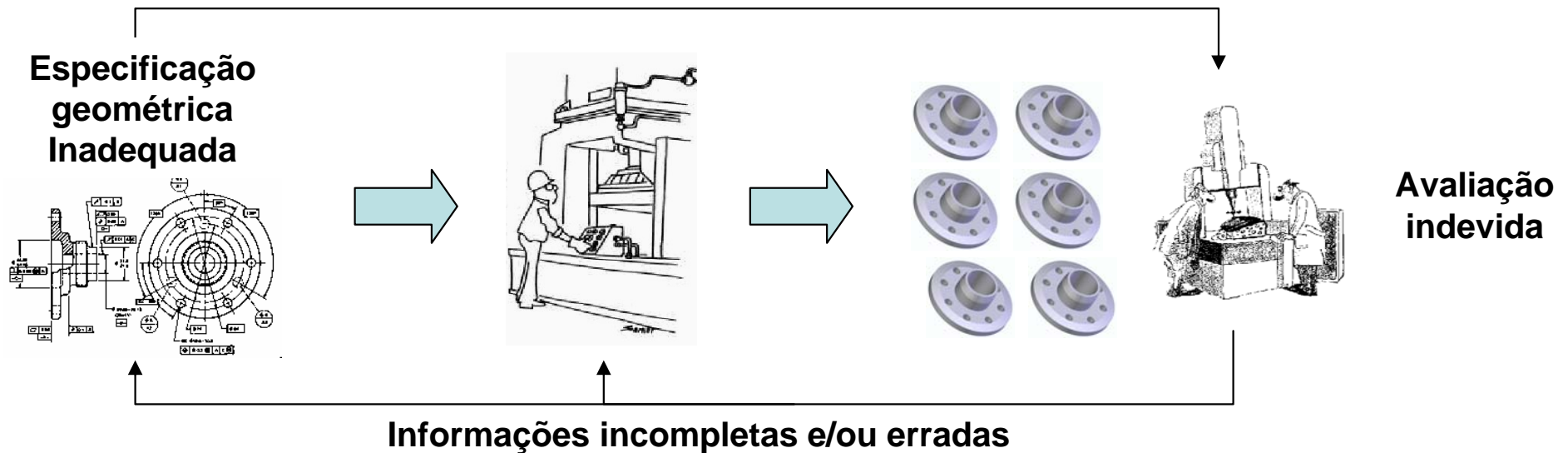


**(b) A informação produzida trata de característica geométrica errada**

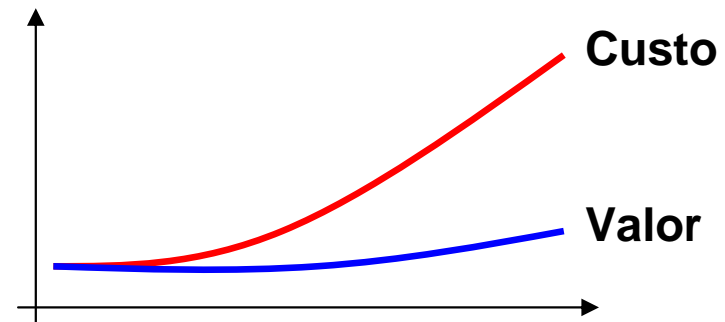
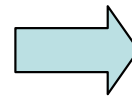


- Que características geométricas irão agregar funcionalidade, segurança e estética ao produto ?
- Quais as tolerâncias ideais, considerando custos de produção e requisitos técnicos ?
- Quais as referências de montagem, fabricação e medição ?

## A Metrologia Geométrica a serviço das causas impossíveis ...



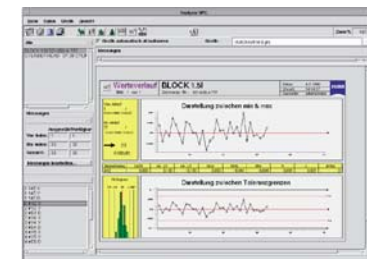
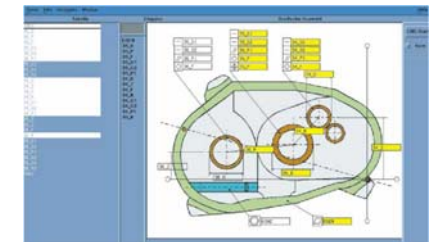
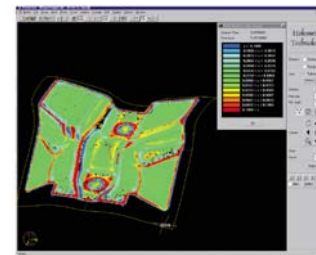
- Mede-se além do necessário
- Mede-se aquém do necessário
- Mede-se o que não precisa
- Deixa-se de medir o que precisa
- Mede-se de forma inadequada



**METROLOGIA NÃO AGREGA VALOR E PERDE CREDIBILIDADE**

## (c) A informação produzida não é utilizada

- Falha no sistema de garantia da qualidade
- Falta de plano de uso dos resultados das medições
- Não há integração entre os setores da empresa
- Fluxo de informações inadequado





## Cena do dia a dia da prática da metrologia geométrica...

**João:** O que é para medir aqui ? ← Metrologia

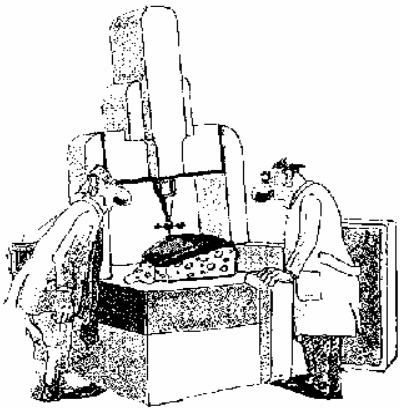
**José:** Sei lá, mede tudo ... ← Produção

**João:** O desenho não traz a referência na peça ? Onde fica ?

**José:** Esse “cantinho” aqui parece bom ..

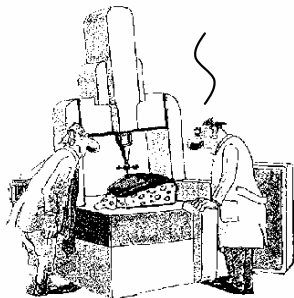
**João:** O que vai ser feito com esses resultados ?

**José:** Sei lá, tá no plano. Vou levar os números pro chefe.  
Acho que nada. É só para anexar no relatório de aprovação.



## **Conseqüências:**

- **Sub-aproveitamento das potencialidades de melhoria**
- **Tomadas de decisão erradas**
- **Perda de tempo com discussões não conclusivas**
- **Aumento de conflitos**
- **Problemas resolvidos na tentativa e erro**
- **Não cumprimento de prazos**
- **Criação de cultura da geração de relatórios**
- **Baixos comprometimento e motivação do pessoal da Metrologia**
- **Desvalorização das atividades metrológicas**
- **Geração de custos sem retorno de valor**
- **Qualidade, Produtividade e Competitividade comprometidas**



*- Tanto dinheiro investido para isso ?*

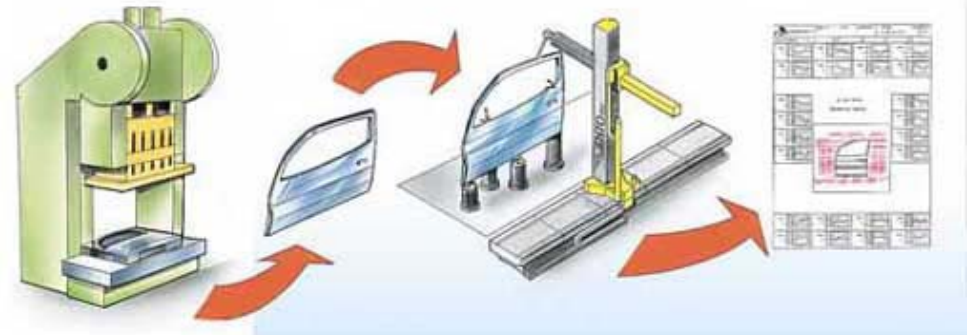
# Para mudar esse panorama é preciso:

Tornar os Processos de  
Medição confiáveis

&

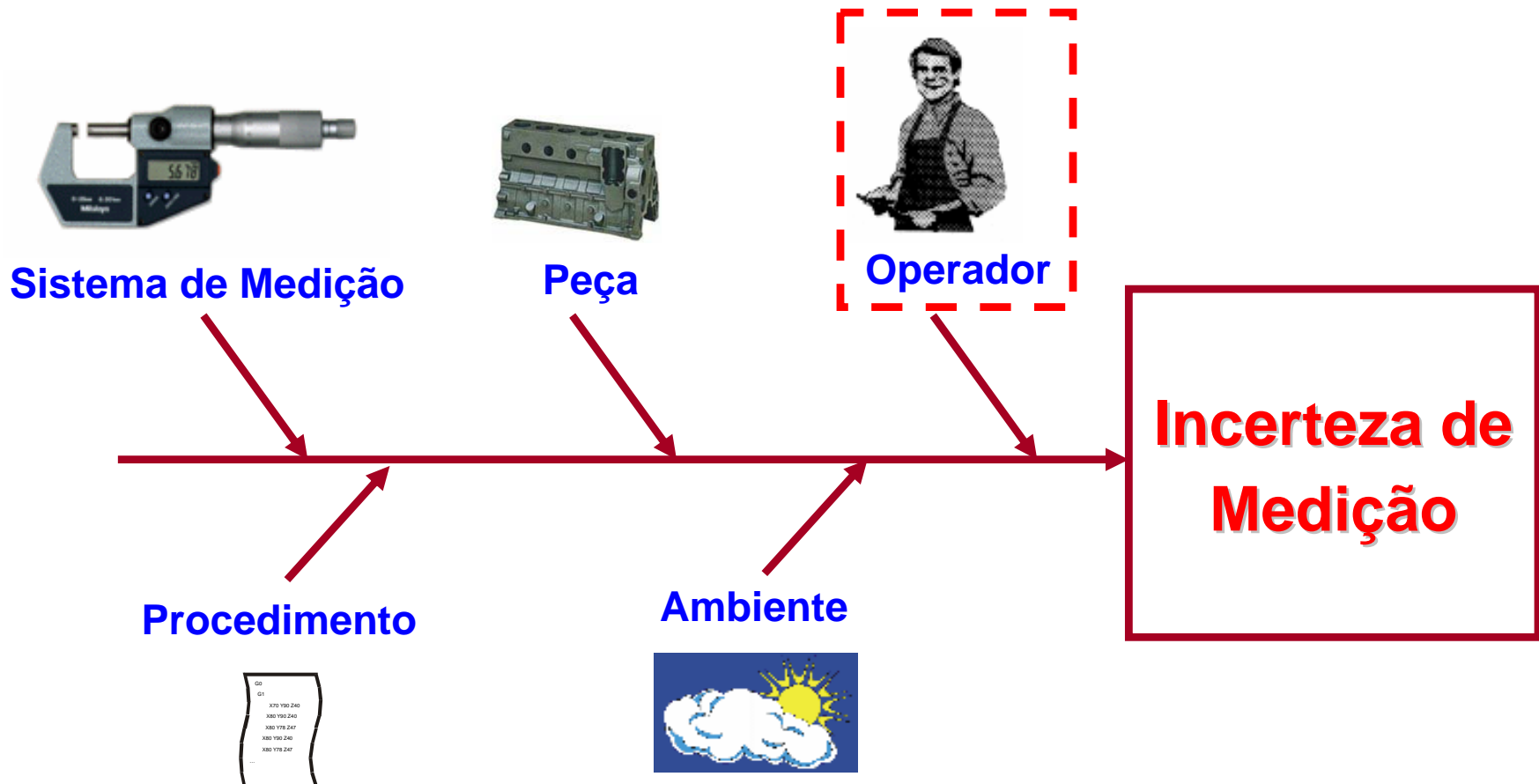
Utilizar a metrologia geométrica  
de modo racional e integrado

- Desenvolvimento do Produto
- Desenvolvimento do Processo
- Produção em série



***Desafios Técnicos e Gerenciais***

## Tornar os Processos de Medição confiáveis



- Esqueceram de “calibrar” e “regular” o metrologista ...



Qualificação Operacional  $\neq$  Qualificação Metrológica

- Depoimento:

*“A falta de qualificação metrológica do pessoal técnico tornou-se um dos mais sérios problemas observados na maioria das salas de medidas.*

*Mesmo os bons funcionários, que possuem uma ótima reputação profissional dentro das salas de medidas, geram informações duvidosas, sem que ao menos tenham consciência disto.”*

## • Avaliação Metrológica de Pessoal Técnico envolvido em Metrologia Geométrica em várias empresas de autopeças:

Competências	Habilidades	Bases Tecnológicas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhecer os fundamentos da Metrologia e contextualizá-la dentro dos processos de manufatura.</li> <li>Conhecer a tecnologia de medição por coordenadas e os princípios matemáticos que a fundamentam.</li> <li>Conhecer os aspectos teóricos e práticos relacionados ao controle dimensional de peças.</li> <li>Conhecer os sub-sistemas que compõem a máquina de medir por coordenadas e suas formas de operação.</li> <li>Conhecer os procedimentos práticos que antecedem a medição por coordenadas.</li> <li>Conhecer estratégias consistentes de medição e métodos de processamento e relato dos resultados.</li> <li>Conhecer os fatores perturbadores sobre a exatidão da medição por coordenadas e as estratégias para minimizar a influência desses fatores sobre os resultados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ler desenho técnico mecânico</li> <li>Entender planos de controle e procedimentos de medição</li> <li>Proteger a medição de influências que levem a erros de medição</li> <li>Conservar a máquina de medir</li> <li>Limpar e fixar a peça na Máquina</li> <li>Calibrar as pontas de medição</li> <li>Executar e executar o alinhamento matemático da peça</li> <li>Operar máquinas de medir e executar programas de medição CNC</li> <li>Processar estatisticamente os resultados das medições</li> <li>Entrar e avaliar retrabos de medição</li> <li>Verificar a conformidade dimensional de peças</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenho Mecânico</li> <li>Informática</li> <li>Metrologia industrial</li> <li>Estatística</li> <li>Controle e Garantia da Qualidade</li> <li>Geometria plana e espacial</li> <li>Tecnologia de Medição por Coordenadas</li> </ul>

1) Analise as tolerâncias sobre a superfície da equidistância e a máquina que pode medi-la. Qual é o exemplo da primeira tolerância.

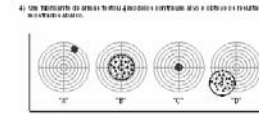
Peça	MÁQUINA A	MÁQUINA B
Tolerância: 0,10 mm	OK	OK
Tolerância: 0,05 mm	OK	OK
Tolerância: 0,01 mm	NÃO	OK
Tolerância: 0,001 mm	NÃO	NÃO

14) Observe como o bloco é montado na câmara. Encontre nessa montagem, defeitos.



15) Indique no observador dois que tipos de bloco podem ser usados para a fabricação de um sistema de coordenadas Kool?

LEVAR EM CONTA OS TÍPOS DE BLOCO ASSIM COMO AS REFERÊNCIAS DA COORDENADA ASSOCIADO DE SEUS REFERENCIAIS PARA A MEDIÇÃO.



16) Um fabricante de peças tem três máquinas diferentes para a medição de cilindros.

BASEADO NELOS MESMOS CONDIÇÕES DE AMPLAÇÃO DE MEDIÇÃO, TEMOS:

-Máquina A: 0,001  
-Máquina B: 0,002  
-Máquina C: 0,003

17) Observe a máquina e compare os dados. Ela possui erros de 2 pontos para cima e 3 pontos para baixo. Qual a interpretação correta com relação aos dados coletados?

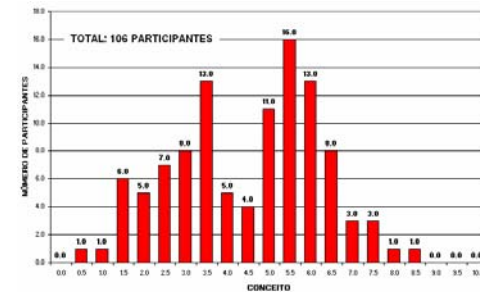
Peça	PROFUNDIDADE	VALOR
1	0,001	0,001
2	0,002	0,002
3	0,003	0,003
4	0,004	0,004
5	0,005	0,005

18) Qual é o perfil de erro em relação à máquina 2?

Resposta: 1, 2, 3, 4, 5 e 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20.

Listagem das Competências e habilidades necessárias às atividades de medição

Planejamento e Estruturação do instrumento de avaliação



Definição e convite ao Pessoal Técnico

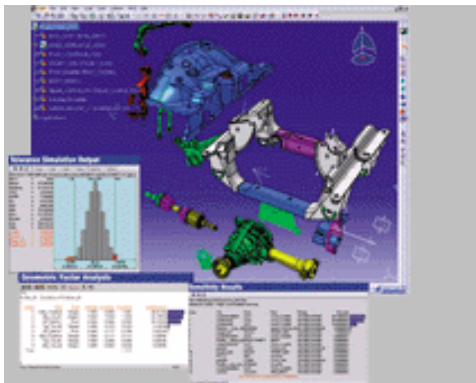


Execução da Avaliação

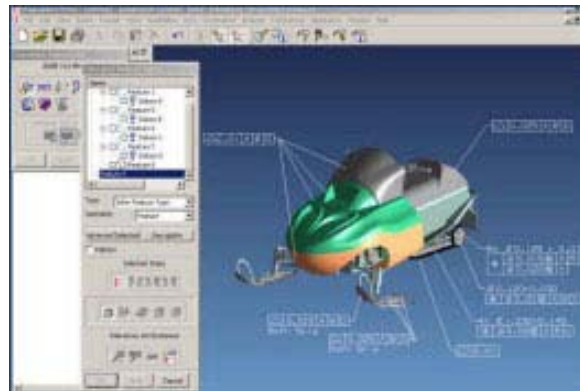
Resultados & Conclusões

## Utilizar a metrologia geométrica de modo racional e integrado

- Especificação Geométrica Consistente



3DCS



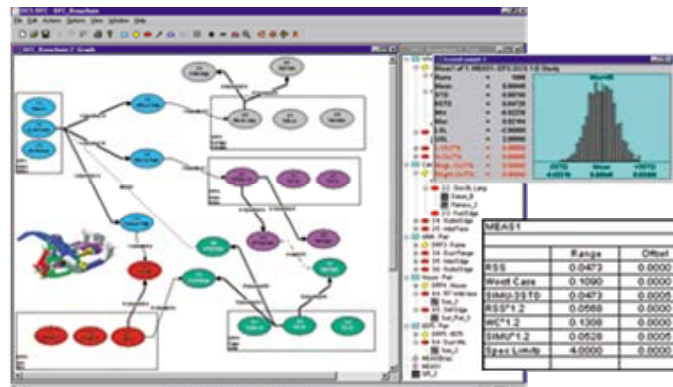
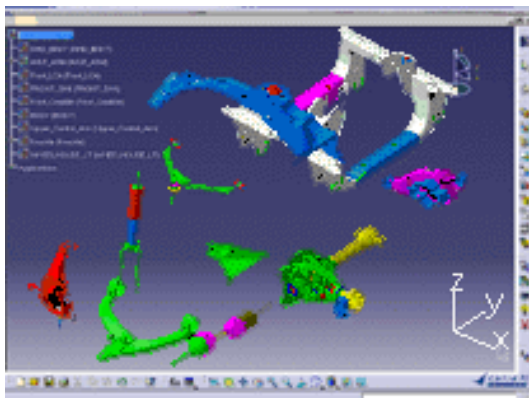
EDS

Simulação computacional:  
amadurecimento digital da  
especificação geométrica do  
produto

FACILITADOR

DIMENSÕES, TOLERÂNCIAS E  
REFERÊNCIAS ADEQUADAS

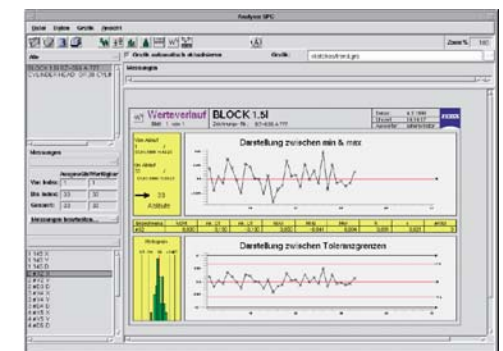
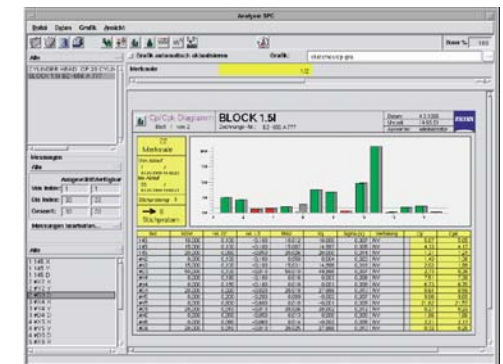
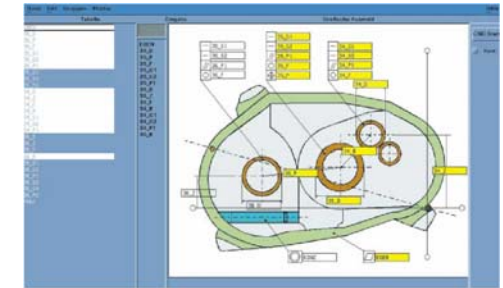
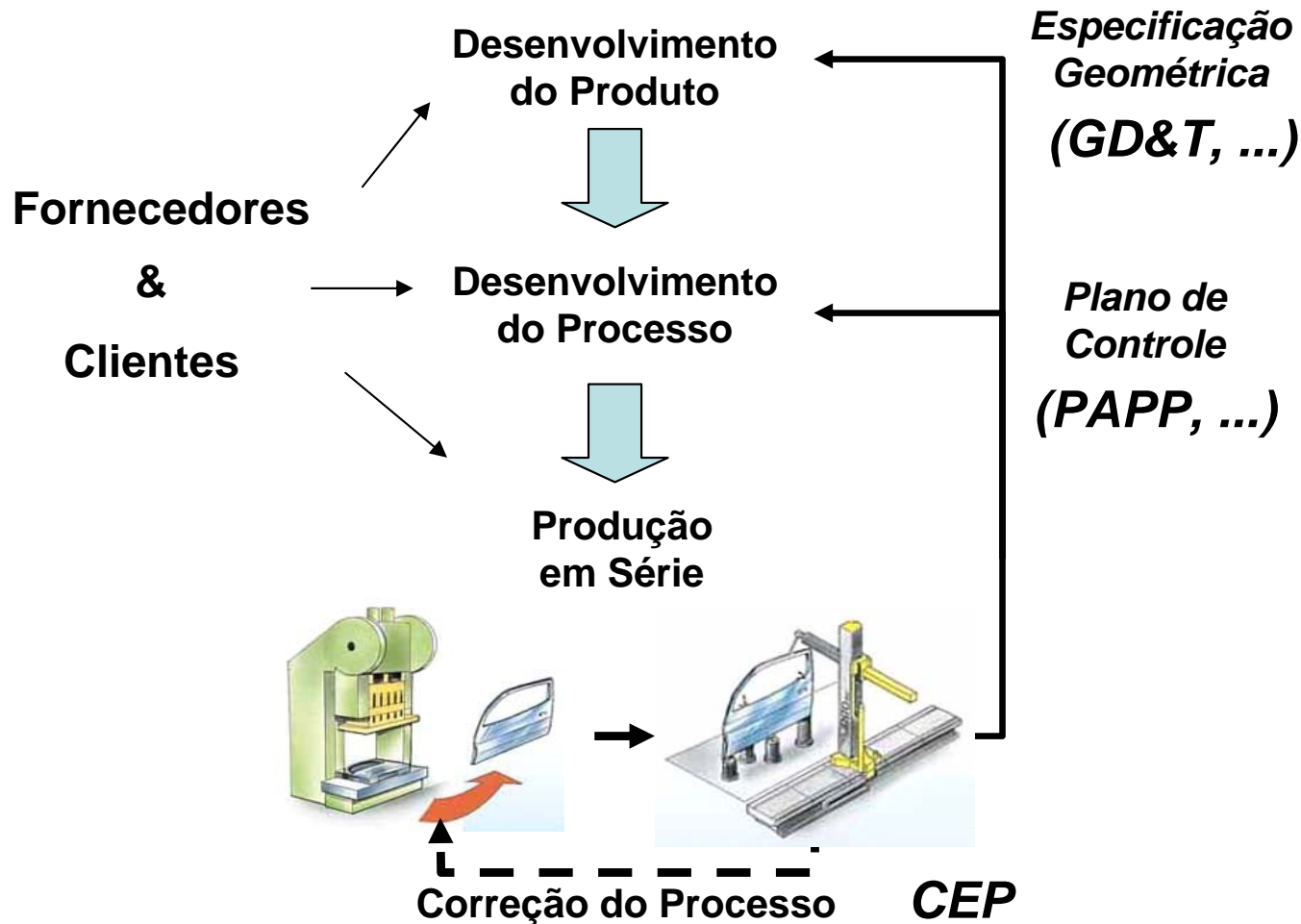
- Identificação de características geométricas críticas e significativas



FACILITADOR

PLANO DE CONTROLE  
CONSISTENTE

- Sistemática eficiente de utilização dos resultados
- Fluxo de informações ágil
- Processo decisório ágil e confiável



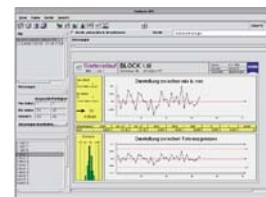
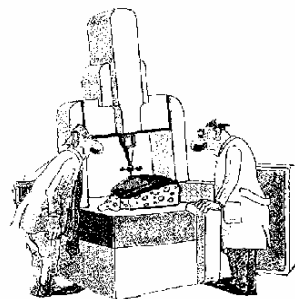


## CONCLUSÕES

**A geração de valor com a Metrologia Geométrica é potencializada por:**

- Engenharia Dimensional Competente
- Planos de Controle consistentes
- Processos de Medição confiáveis
- Ciclo decisório rápido e eficiente

**NESSE  
AMBIENTE:**



- Desenvolvimento do Produto
- Desenvolvimento do Processo
- Controle da produção seriada

**Valeu a pena investir  
em Metrologia !!**

**Agregação de Valor !!!**

**PAINEL: METROLOGIA DE GRANDEZAS GEOMÉTRICAS**

# **METROLOGIA DIMENSIONAL NA INDÚSTRIA: ENTRAVES À GERAÇÃO DE VALOR**

**André Roberto de Sousa, Dr.Eng.  
CEFET/SC – GEMM – Medição por Coordenadas  
asouza@cefetsc.edu.br**

**Recife, Setembro de 2003**