



SIMPÓSIO SAE BRASIL DE

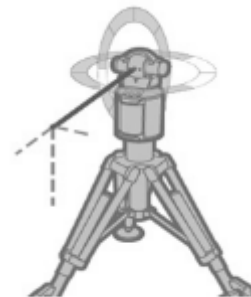
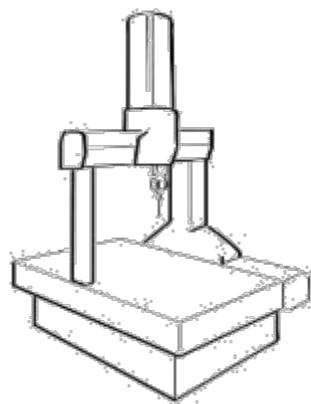
Metrológia

2018

29 DE NOVEMBRO

RESENDE | RJ

Os desafios da metrologia por coordenadas nos processos de controle das especificações dimensionais e geométricas de componentes técnicos, no novo paradigma da indústria 4.0.



André Roberto de Sousa
IFSC – Campus Florianópolis

CONTEÚDO DESTA APRESENTAÇÃO

1. A ERA DOS SISTEMAS INTELIGENTES
2. UM POUCO SOBRE AS REVOLUÇÕES NA HISTÓRIA DA INDÚSTRIA
3. O PROCESSO DE MEDIÇÃO POR COORDENADAS NA INDÚSTRIA 4.0
4. O MENSURANDO
5. O MEIO AMBIENTE
6. A MÁQUINA DE MEDIR
7. O METROLOGISTA
8. CONCLUSÕES

1. A ERA DOS SISTEMAS INTELIGENTES

Cada vez mais os sistemas ditos inteligentes nos rodeiam!

- Smart TV
- Smart Phone
- Carros Inteligentes
- Casas Inteligentes
- Estradas Inteligentes
- Sinais de trânsito inteligentes
- Geladeiras inteligentes
- Etc.



A internet e os sistemas inteligentes (Cyber Physical Systems – CPS) estão causando uma revolução nas nossas vidas, e irão causar muito mais.



É a era da “Internet das Coisas”,
Internet of Things (IoT).

As “coisas” que nos cercam serão dispositivos conectados ao mundo através da internet, recebendo e enviando informações, observando o cenário, aprendendo e tomando decisões.

Muitas dessas “coisas” terão sensores medindo e percebendo o que se passa ao seu redor.

**Isso tem gerado muitas inovações,
em todos os campos do conhecimento.**

IoT em apoio a operações de logística

Monitoramento da qualidade de acondicionamento e transporte de materiais frágeis e/ou perecíveis em containers.



www.dynamox.com.br

Metrologia Embarcada

Medição de temperatura, vibrações, geolocalização, etc.

IoT em apoio no tratamento de diabéticos

Monitoramento da glicose no sangue e controle da aplicação de insulina em níveis ótimos para cada paciente.

Metrologia Embarcada

Medição e comunicação em tempo real da quantidade de açúcar no sangue



Smart Watch

Relógio de pulso com diversos sensores, capacidade de análise de dados e aprendizado, e conectividade com o mundo via internet.

Metrologia Embarcada

Olhos (câmera) e ouvidos (microfone) atentos

Temperatura ambiente e corporal

Batimento cardíaco

Posição geográfica

Orientação espacial

Vibrações

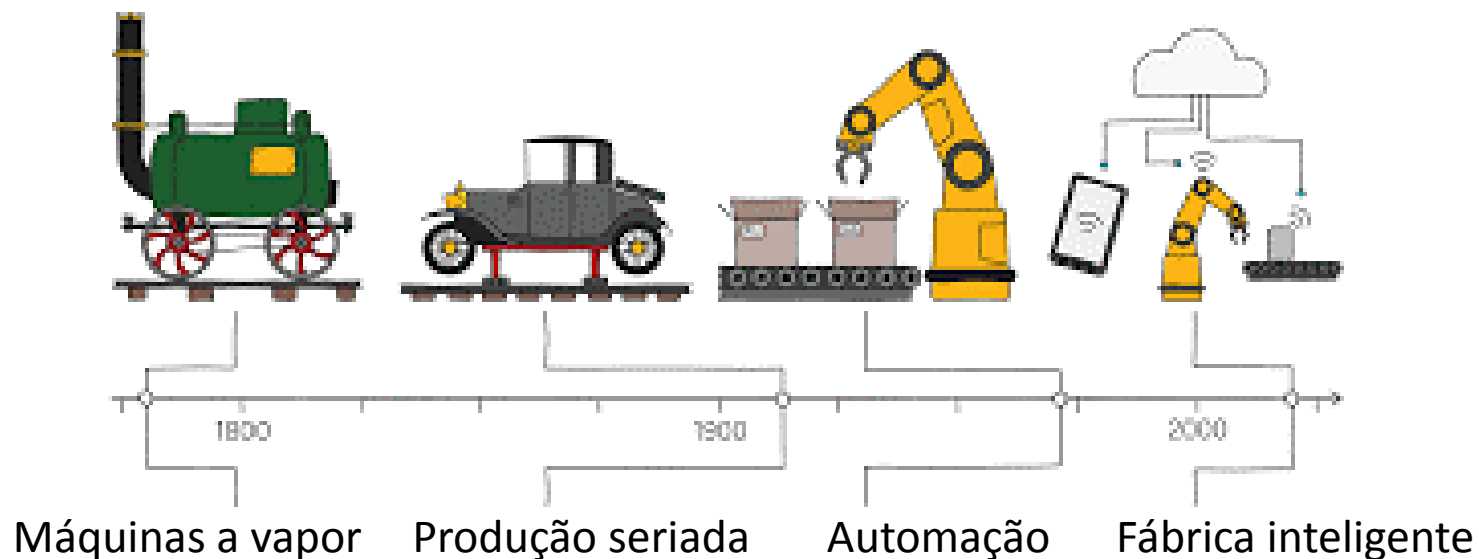
Etc.



2. UM POUCO SOBRE AS REVOLUÇÕES NA HISTÓRIA DA INDÚSTRIA

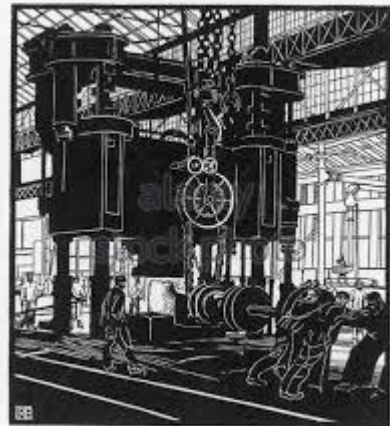
Estes conceitos e tecnologias podem e devem ser utilizados para produzir mais, melhor com menor custo e menor impacto ambiental.

A inserção da IoT e outras tecnologias inovadoras no contexto industrial estão causando uma nova revolução industrial, a 4ª revolução.





Produção Artesanal



1ª Revolução Industrial

Transição de métodos de produção artesanais para a produção por máquinas, a fabricação de novos produtos químicos, novos processos de produção de ferro, o uso crescente da energia a vapor e o desenvolvimento das máquinas-ferramenta.



2ª Revolução Industrial

- Produção seriada
- Divisão do trabalho
- Especialização do trabalhador

Montagem intercambiável: capacidade dos componentes serem produzidos com tamanhos padronizados de modo que possam ser montados com qualquer contra peça, sem que haja nenhum tipo de ajuste manual para que isso ocorra.

Nessa época surgiu a especialidade de ajustador mecânico, também conhecido como “Engenheiro Lima”, o profissional que faz as peças montarem quando não estão montando.





3ª Revolução Industrial

- Inserção dos computadores e da eletrônica na produção industrial.
- Informatização e Automação dos meios de produção.

Depois da Segunda Guerra Mundial, iniciou-se uma fase de profundas evoluções no campo tecnológico desencadeada pela junção entre conhecimento científico e produção industrial.

O “Engenheiro Lima” continua ativo em muitas empresas que não utilizam as potencialidades que as modernas técnicas de projeto e produção oferecem.





4ª Revolução Industrial

- Sistemas ciberfísicos, que combinam máquinas com processos digitais, são capazes de tomar decisões descentralizadas e de cooperar - entre eles e com humanos - mediante a internet das coisas.

"Estamos a bordo de uma revolução tecnológica que transformará fundamentalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos. Em sua escala, alcance e complexidade, a transformação será diferente de qualquer coisa que o ser humano tenha experimentado antes", diz Klaus Schwab, autor do livro *A Quarta Revolução Industrial*

O Engenheiro Lima na Indústria 4.0



INOVAÇÕES QUE CARACTERIZAM UMA FÁBRICA INTELIGENTE

- Fábricas mais limpas e amigáveis com o meio ambiente
- Sistemas de produção com inteligência embarcada em cada dispositivo
- Processos extremamente flexíveis e com alta eficiência
- Capacidade de produção em massa de modo customizado
- Integração com o big data da internet e tecnologias de armazenamento e processamento em nuvens
- Conexão entre os sistemas: integração física e integração lógica
- Máquinas capazes de “enxergar” o que se passa ao seu redor, aprender e tomar decisões autônomas
- Possibilidades de customização em massa

FÁBRICA INTELIGENTE DE BISCOITOS

Imagine uma fábrica que decide de modo autônomo o que produzir e quando produzir, a partir de análise de demanda feito a partir de **análise de dados** da **imensa massa de informações da internet** processada **computacionalmente em nuvens**, de modo a **aprender o melhor cenário** e **decidir o que se deve produzir**, com dispositivos de produção conectados ao mundo **via internet**.

DATA MINING

BIG DATA

CLOUD COMPUTING

MACHINE LEARNING

AUTONOMOUS DECISION

IoT

Clientes



Decisão



FÁBRICA INTELIGENTE DE VEÍCULOS

Imagine uma fábrica que decide de modo autônomo o que produzir e quando produzir, a partir de análise de demanda feito a partir de análise de dados da imensa massa de informações da internet processada computacionalmente em nuvens, de modo a aprender o melhor cenário e decidir o que se deve produzir, com dispositivos de produção conectados ao mundo via internet.

DATA MINING

BIG DATA

CLOUD COMPUTING

MACHINE LEARNING

AUTONOMOUS DECISION

IoT

Clientes



Decisão



INDÚSTRIA 4.0: EXEMPLO NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA



Customização
em Massa



3 cilindros



4 cilindros



V6



V8



População conectada



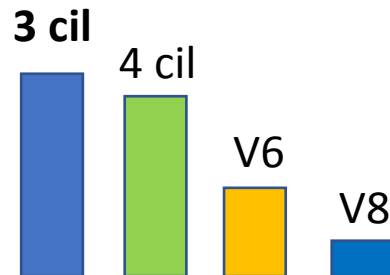
Busca



DATA Mining



**Movimento de busca
Identificado**



**Demanda identificada e
volume estimado**



**INFORMAÇÃO DE
POSSE DA FÁBRICA...**

INFORMAÇÃO DE POSSE DA FÁBRICA...

Planejamento da Produção

Adequação de lay out

Alocação de meios de produção

Setup, Startup e Follow up



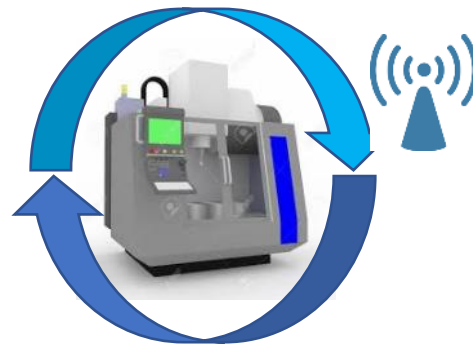
Peças
Instrumentadas

Manufatura Flexível
Sistemas Cognitivos

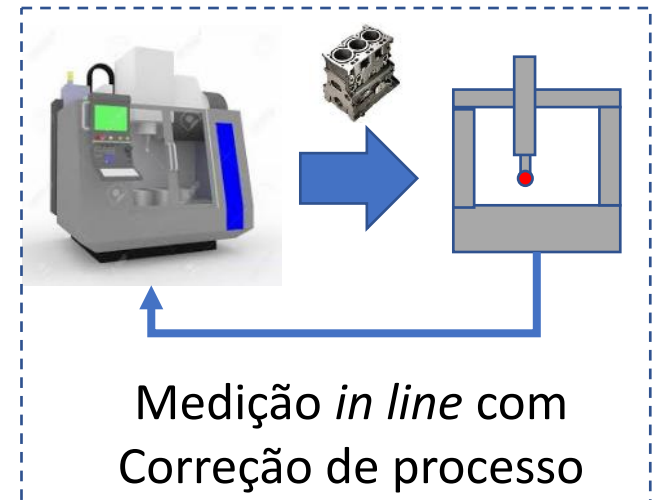
Fabricação
Assistida



Sensores Conectividade



Controle e Adaptabilidade

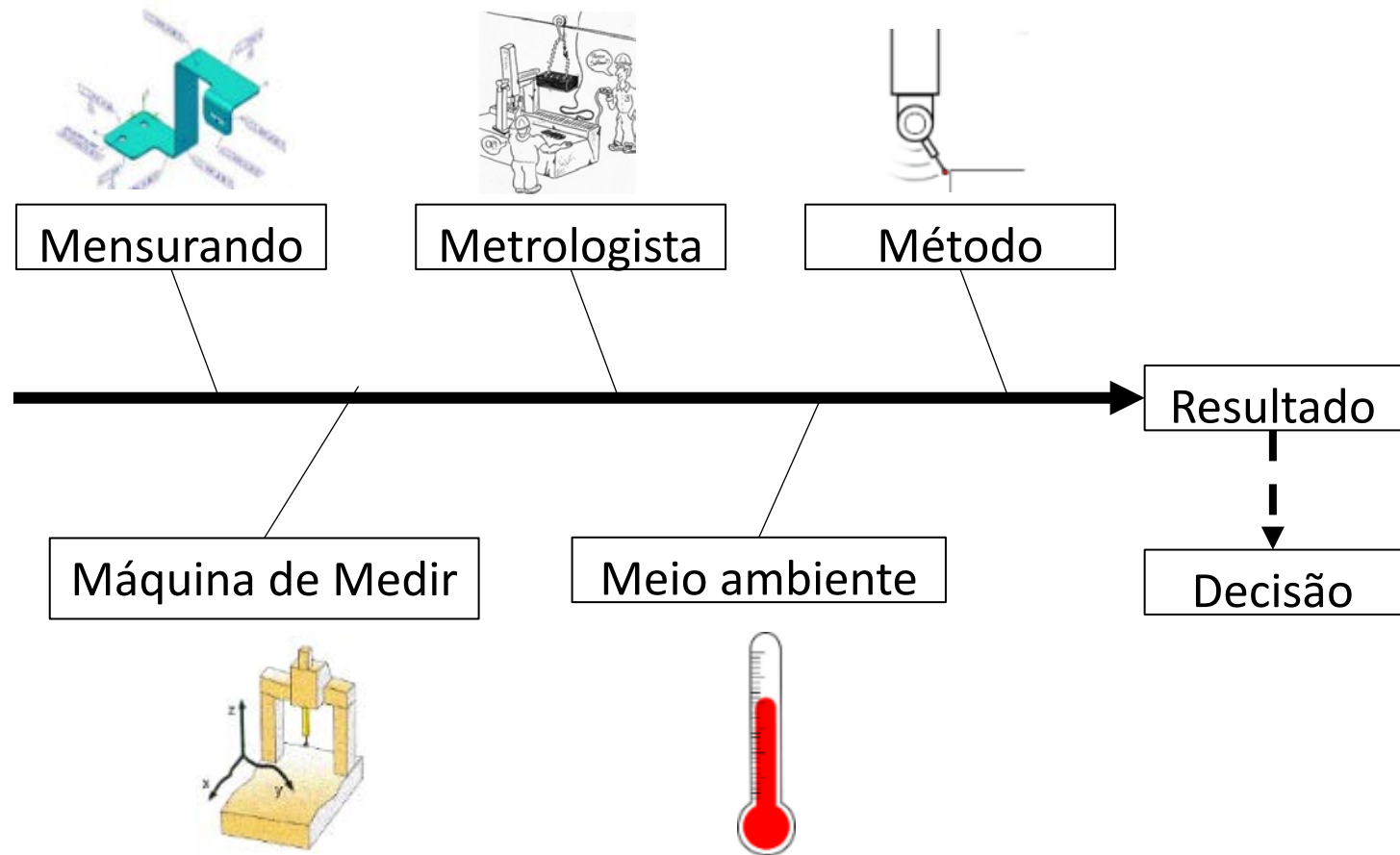


Máquinas com capacidade de “sentir” o que se passa ao seu redor, tomar decisões e aprender com elas.

**Quando as fábricas forem assim, como
será uma fábrica que não seja assim?**



3. O PROCESSO DE MEDIÇÃO POR COORDENADAS NA INDÚSTRIA 4.0



4. O MENSURANDO

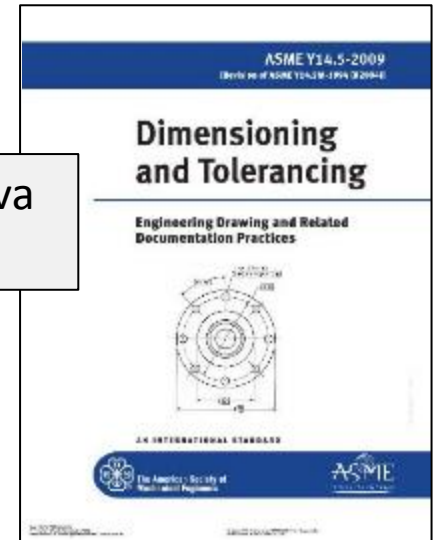
- Produtos vão mudar
- Peças vão mudar: muita manufatura aditiva (impressão 3D)
- Muita variedade de formas
- Normas de GD&T vão mudar





Norma ISO1101 - 2017

Em breve nova atualização.



Norma ASME Y 14.5 - 2009



Mercedes-Benz

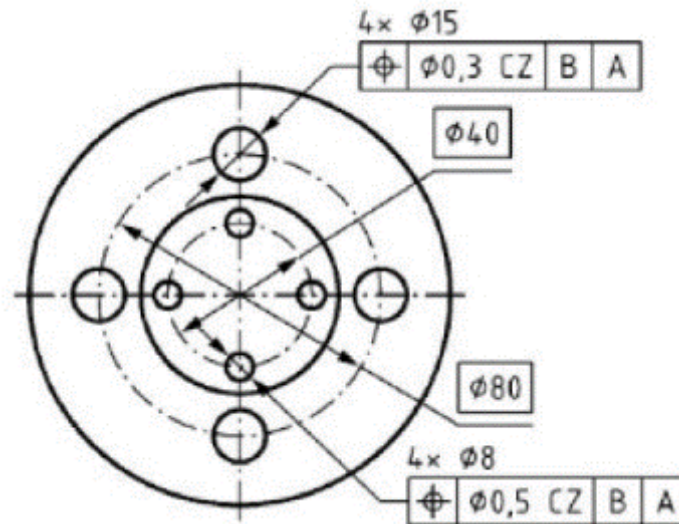
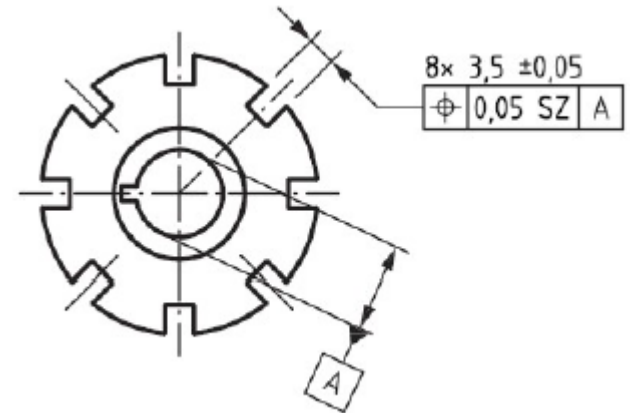


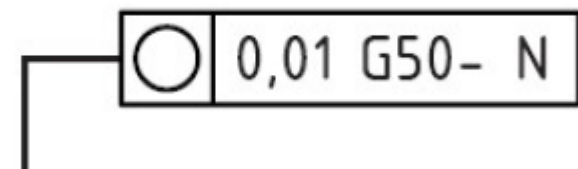
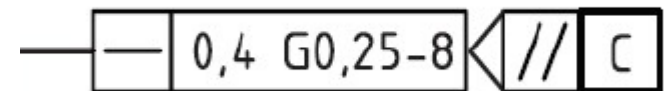
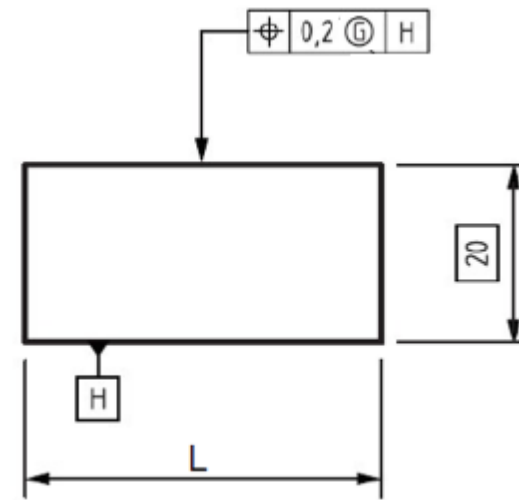
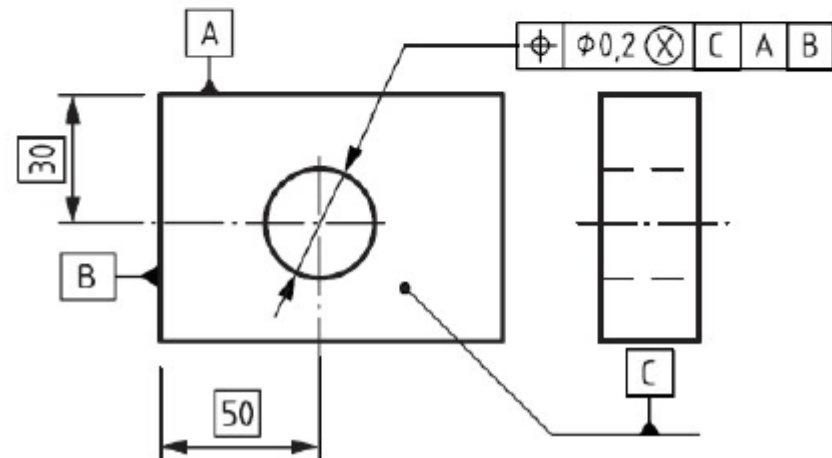
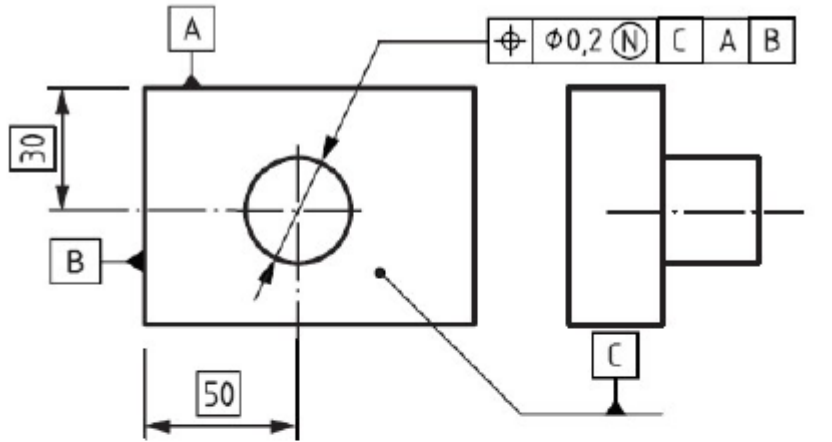
RENAULT

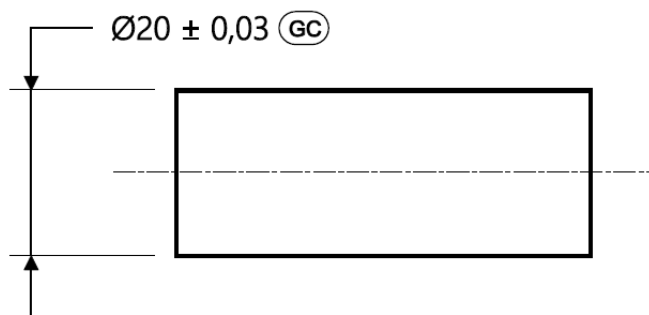


Algumas novidades da Norma ISO1101-2017

8x $\phi 12$



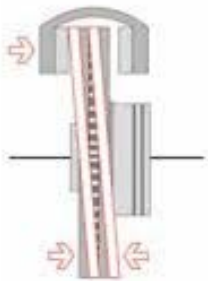




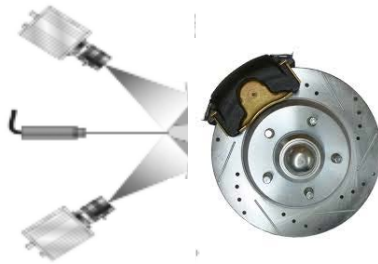
Modifier	Description
(LP)	Two-point size
(LS)	Local size defined by a sphere
(GG)	Least-squares association criterion
(GX)	Maximum inscribed association criterion
(GN)	Minimum circumscribed association criterion
(GC)	Minimax (Chebyshev) association criterion
(CC)	Circumference diameter (calculated size)
(CA)	Area diameter (calculated size)
(CV)	Volume diameter (calculated size)
(SX)	Maximum size
(SN)	Minimum size
(SA)	Average size
(SM)	Median size
(SD)	Mid-range size
(SR)	Range of sizes
(SQ)	Standard deviation of sizes

Dados de medição utilizados para otimizar a especificação geométrica do produto

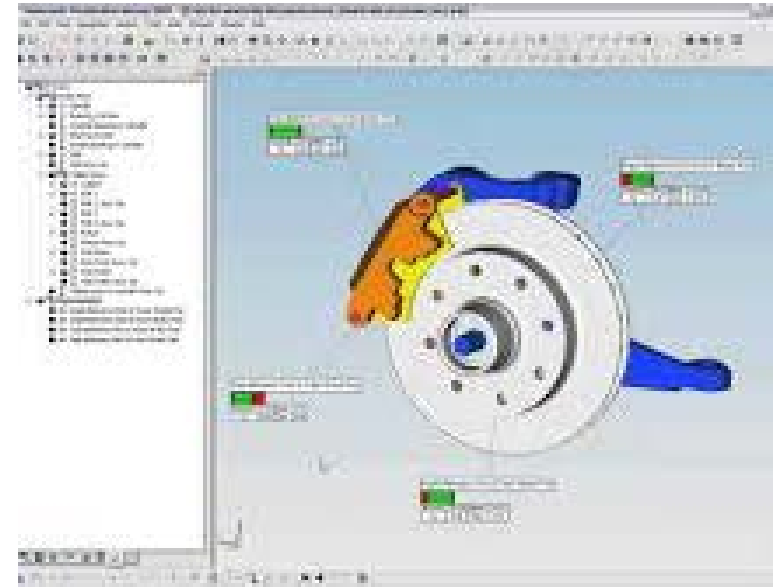
Problema



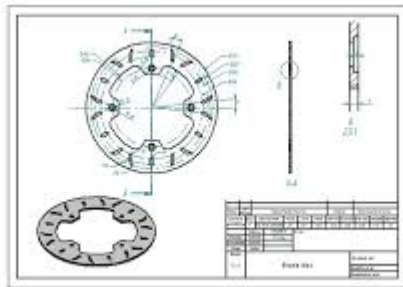
Medição



Simulações de montagem e tolerância



Otimização da especificação



Vis Vsa

Norma ASME de GD&T para manufatura aditiva

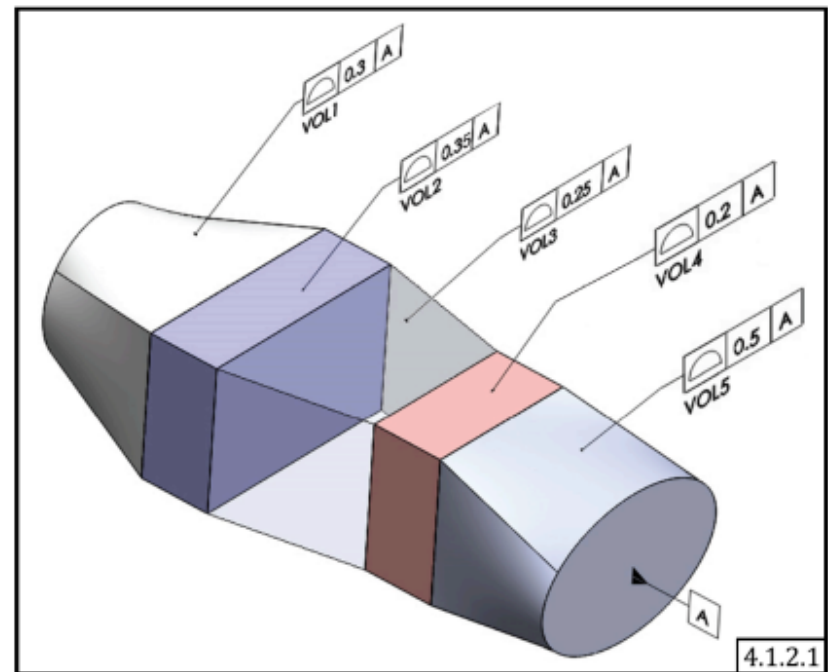
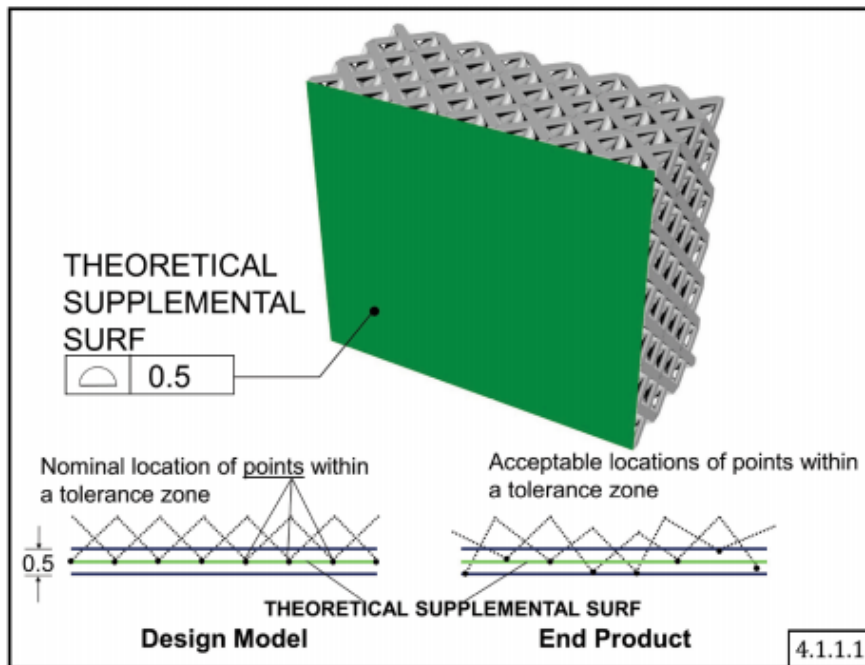
ASME Y14.46-2017

Draft Standard for Trial Use

Product Definition for Additive Manufacturing

**Engineering Product Definition and
Related Documentation Practices**





5. O MEIO AMBIENTE

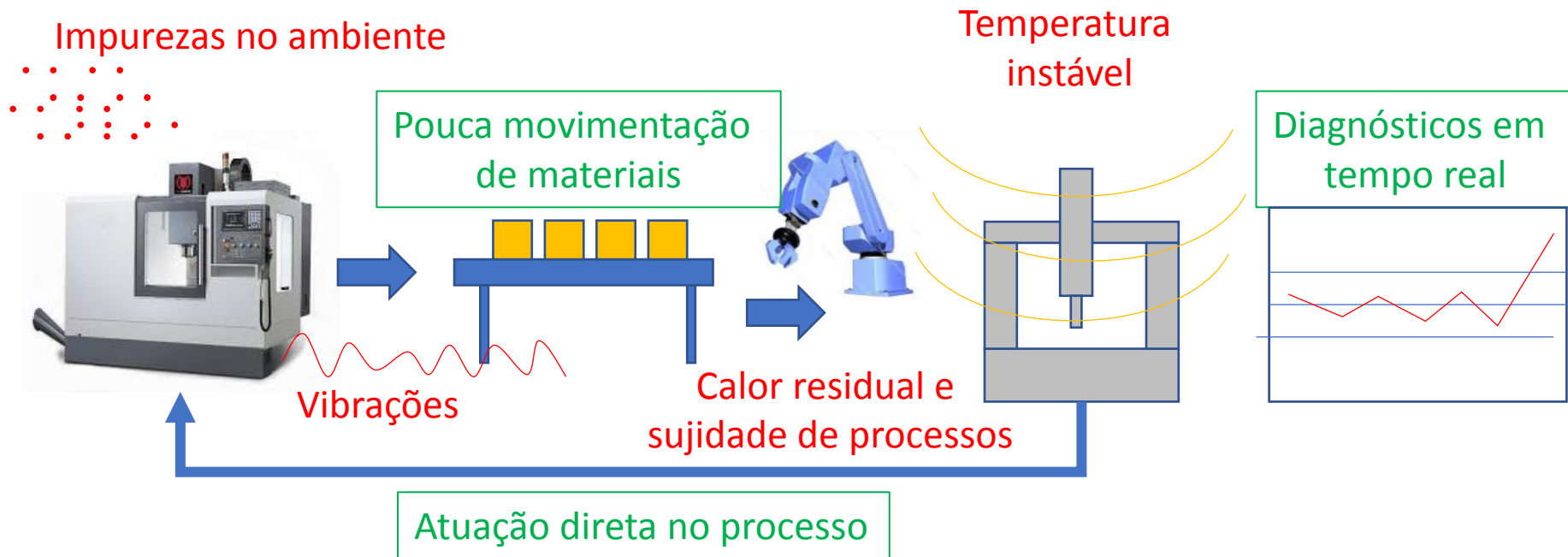
Na indústria 4.0 a medição por coordenadas sairá do seu ambiente protegido de salas de medidas limpas e próximas a 20° C, e irá para o ambiente da produção.

MITUTOYO



ZEISS





Situações desafiadoras para a confiabilidade operacional e metrológica

- Robustez operacional dos equipamentos
- Recursos para preparar a peça a medir
- Recursos para corrigir erros de medição

6. MÁQUINA DE MEDIR

Quality
MAGAZINE

www.qualitymag.com

17/03/2017

Analysis

Where is the Next Big Opportunity for CMMs?

The answer lies on the shop floor.

Requisitos operacionais

- Alta flexibilidade para se adaptar a peças variadas
- Capacidade de integração física com outras máquinas
- Capacidade de comunicação com outras máquinas (M2M) e com a internet (IoT)
- Sensoreamento para ter capacidade de sentir o que se passa ao seu redor
- Capacidade de interação com o Metrologista (robótica colaborativa)
- Alta robustez ao ambiente
- Alta taxa de disponibilidade
- Suporte e manutenção rápidos e eficazes

Requisitos Metrológicos

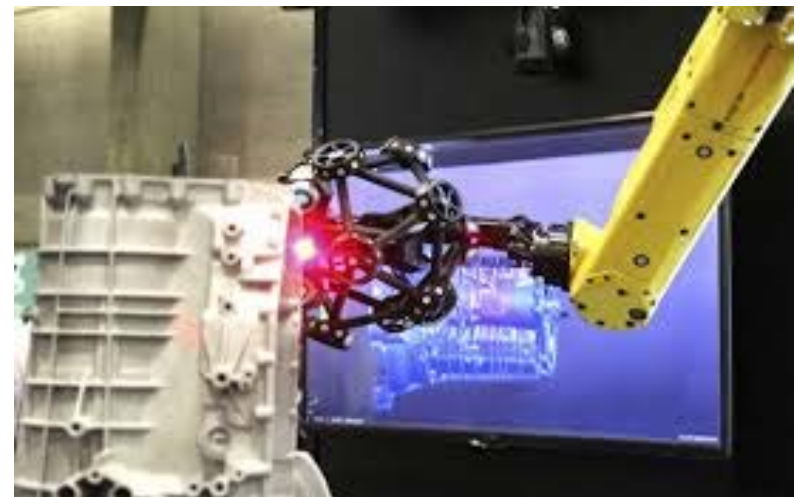
- Software com recursos de medição avançados para os novos desafios da GD&T
- Software com recursos de programação avançados
- Capacidade de corrigir erros causados pelo ambiente de medição
- Capacidade de avaliar se a medição está sendo feita de modo confiável

Tecnologias emergentes na Indústria 4.0

- Medição sem contato *in line*



GOM



CREAFORM

SIMPÓSIO SAE BRASIL DE

Metrologia 2018

29 DE NOVEMBRO
RESENDE | RJ



ZEISS



API

SIMPÓSIO SAE BRASIL DE

Metrologia 2018

29 DE NOVEMBRO
RESENDE | RJ



NMS



MITUTOYO

Tecnologias emergentes na Indústria 4.0

- Medição por contato *in line*: máquinas de medir tridimensional com capacidade de operação integrada em chão de fábrica.



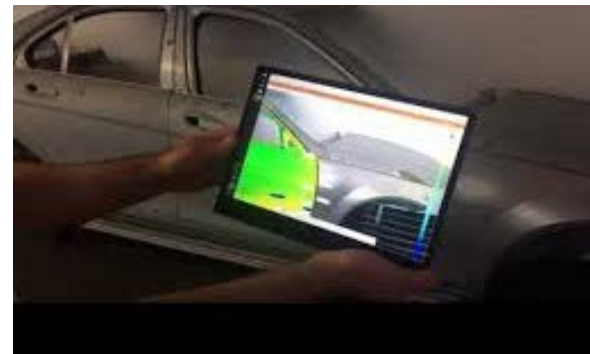
MITUTOYO



ZEISS

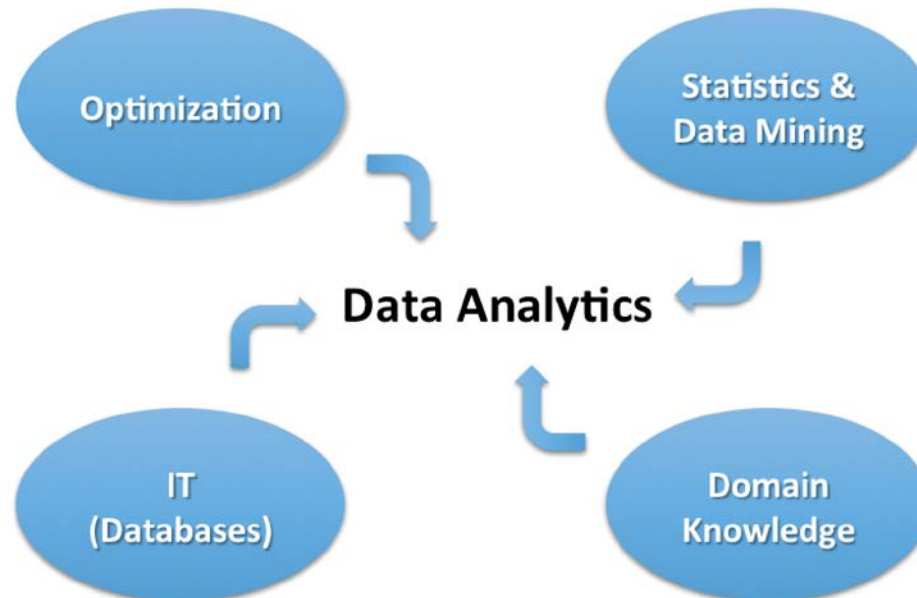
Tecnologias emergentes na Indústria 4.0

- **Conectividade e interatividade com o Metrologista:**
- **Realidade aumentada para interpretação de resultados**
- **Comandos por voz e gestos.**

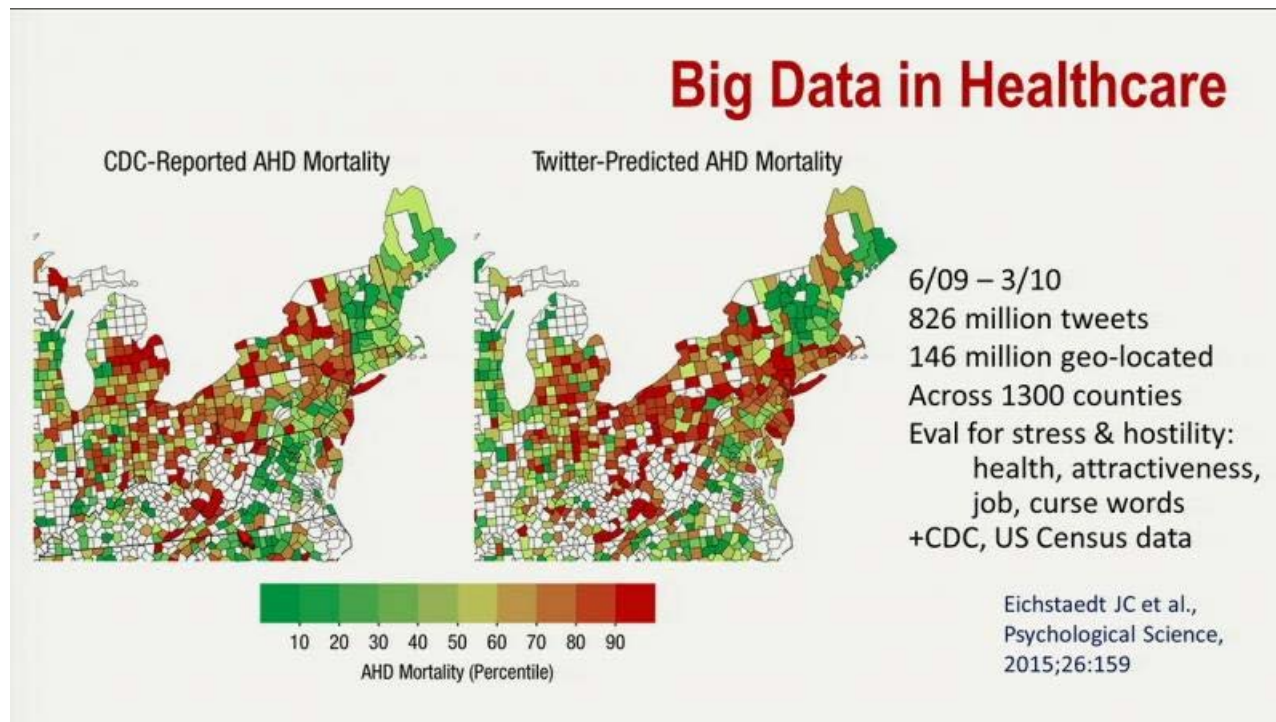


Tecnologias emergentes na Indústria 4.0

- Softwares com inteligência analítica
- Algoritmos avançados para mineração de dados e determinação de causas de variação geométrica em produtos
- Metrologia cognitiva: sistemas com capacidade de aprendizado
- Sistemas de garantia de segurança de dados



Correlação entre um estudo sobre doença cardiovascular e um estudo realizado com base na hostilidade nos tweets do Twitter. Dados das mídias sociais podem ser usados em novas maneiras de avaliar a saúde da população.



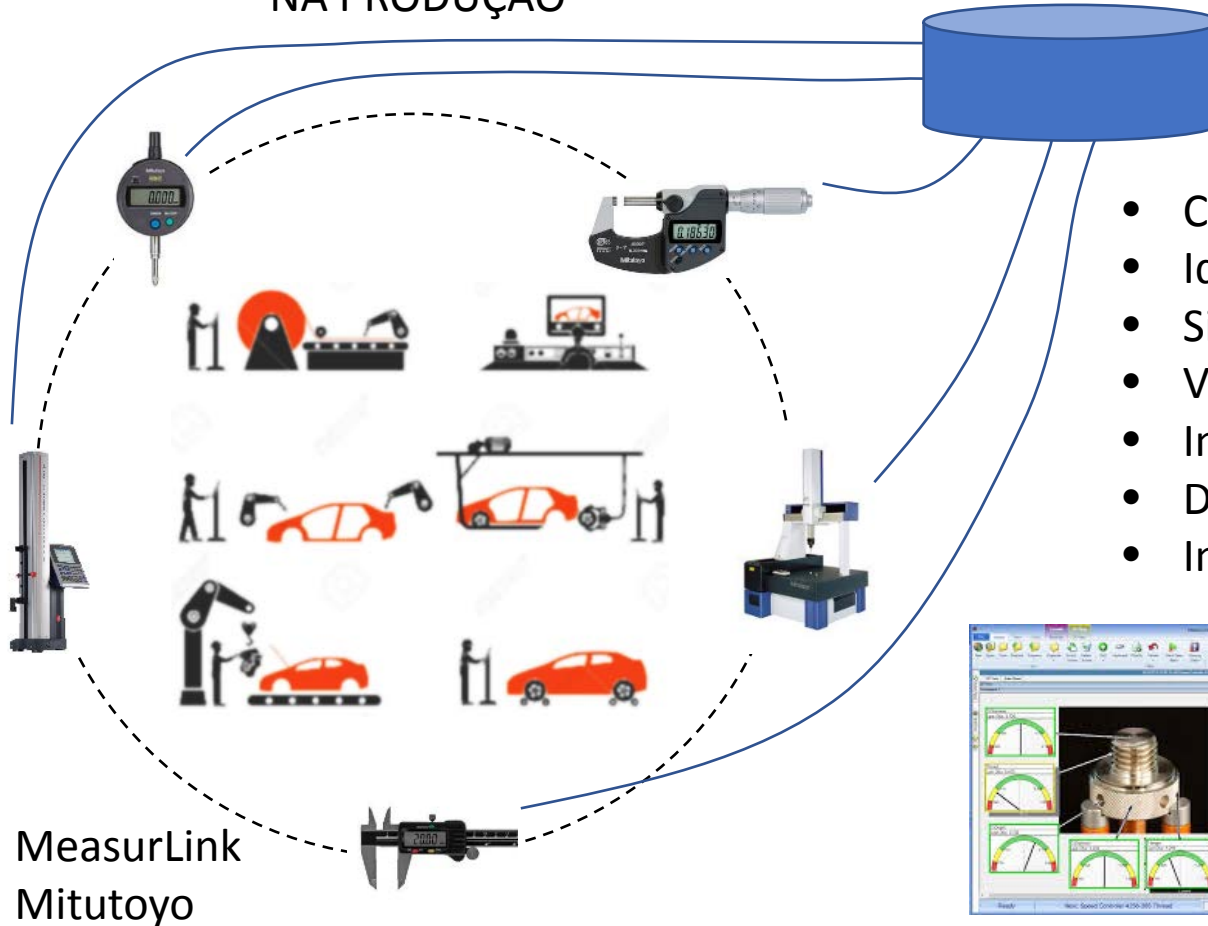
Understanding How Big Data Will Change Healthcare

www.itnonline.com/article/understanding-how-big-data-will-change-healthcare

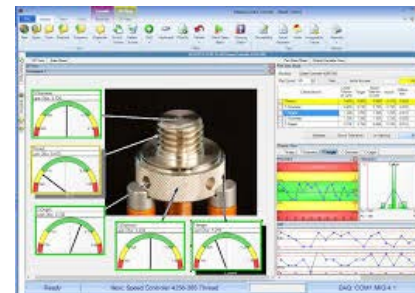
MEDIÇÃO INTEGRADA NA PRODUÇÃO

SERVIDOR DE BASE DE DADOS

PROCESSAMENTOS ESTATÍSTICOS (CEP)



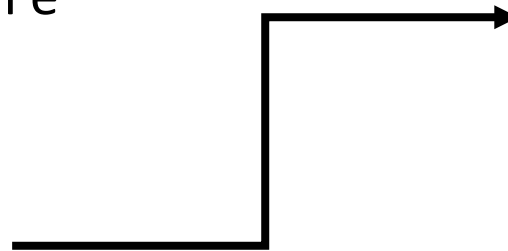
- Caracterização dos processos
- Identificação de variações
- Sinalização de problemas
- Visualização remota
- Indicação de causas
- Determinação de correções
- Indicadores de capacidade



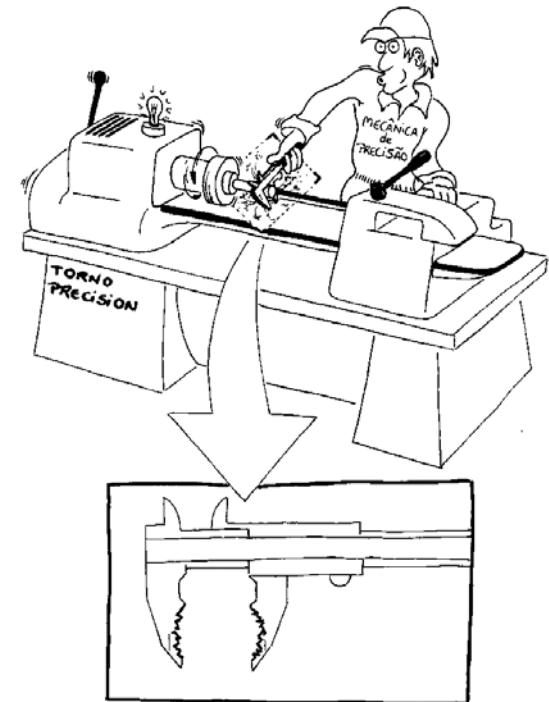
MeasurLink
Mitutoyo

Requisitos básicos da Metrologia na Indústria 4.0

- Proximidade com a produção e conectividade
- Robustez operacional e alta disponibilidade
- Capacidade de gerar informações certas.

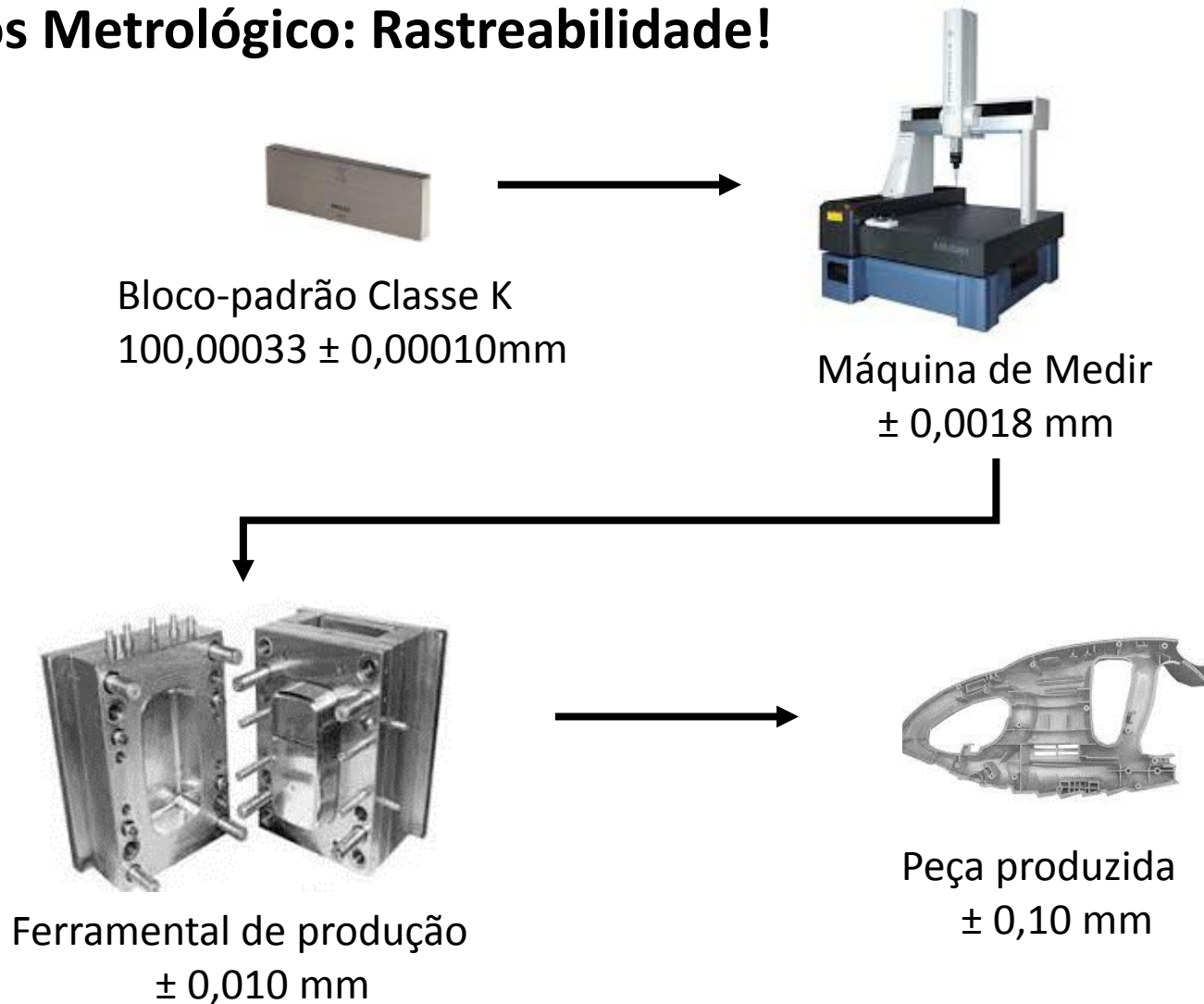


“Indústria 0.0”



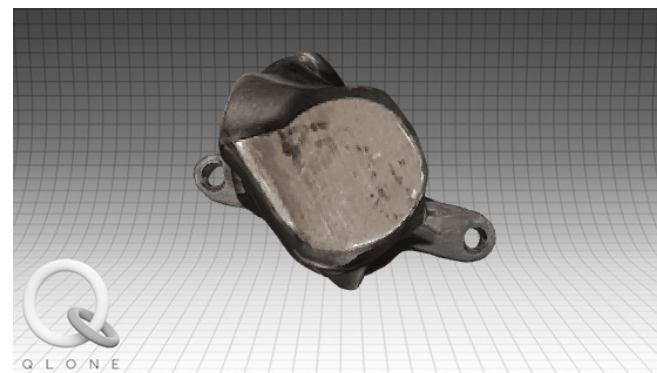
Confiabilidade Metrológica aumenta de importância na Indústria 4.0 !

Requisitos Metrológico: Rastreabilidade!



NO FUTURO TEREMOS RECURSOS DE MEDIÇÃO EMBARCADOS EM DISPOSITIVOS PORTÁTEIS

Exemplo: QLONE (Android e IOS)



7. O MÉTODO DE MEDIÇÃO

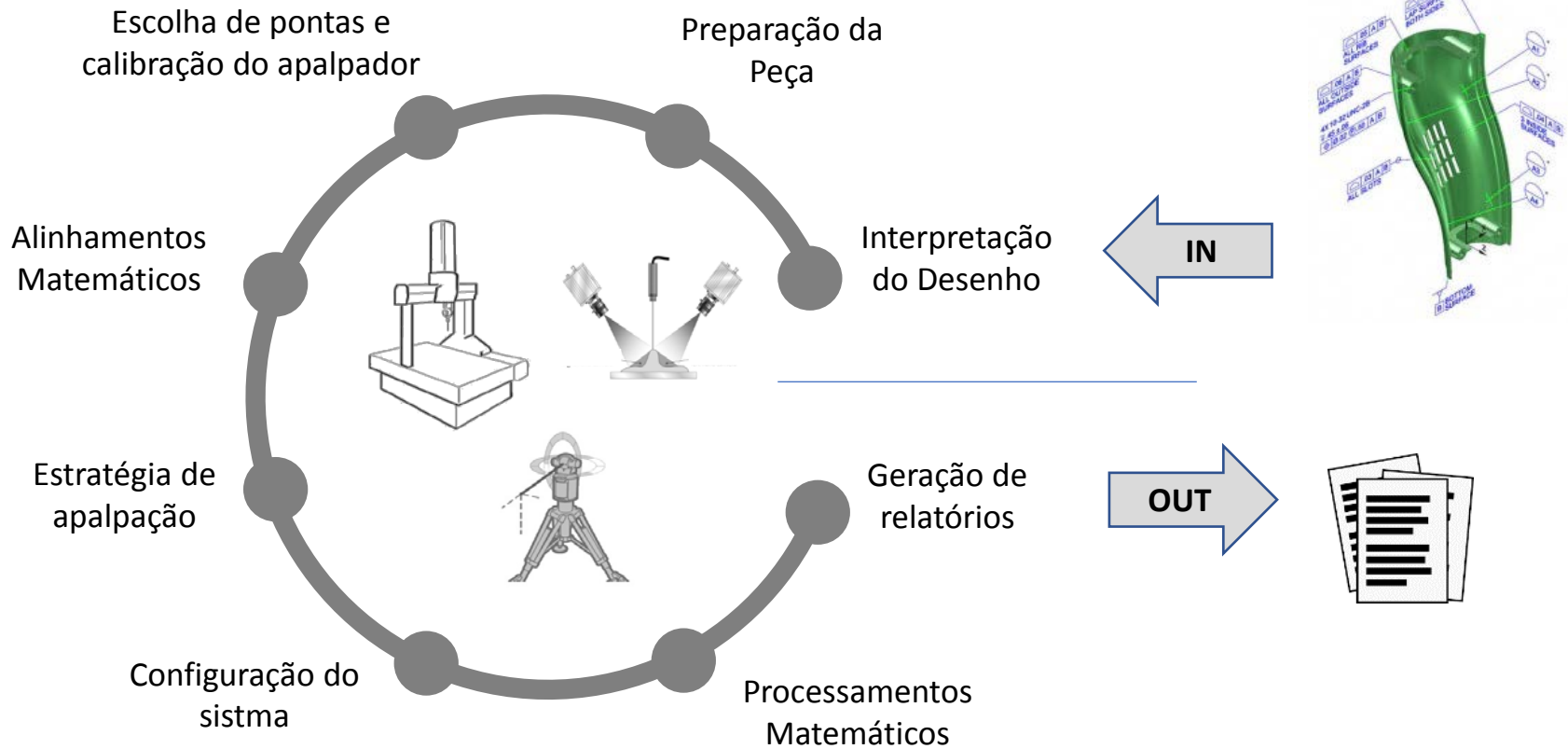
Fábrica inteligente: sistemas de medição inteligentes

Capacidade de definir um método de medição

Capacidade de otimizar o método com base na experiência

Exemplo:

- Metrologista define um método de medição inicial
- Máquina muda a estratégia de medição com base em um problema identificado ou em uma possibilidade de melhoria identificada
- Máquina avalia a exatidão da nova estratégia e o Metrologista valida essa alteração.



8. O METROLOGISTA

Indústria convencional: Metrologista mede

Indústria 4.0: Metrologista gerencia a medição

- Especificar os sistemas de medição
- Instalar os sistemas de medição
- Calibrar os sistemas de medição
- Integrar os sistemas de medição com demais máquinas
- Estabelecer a comunicação de dados
- Definir o método de processamento dos dados de medição
- Realimentar o sistema produtivo com os resultados
- Definir interfaces de sistemas supervisórios
- Gerenciar as falhas do sistema

1. **Conhecimentos** sobre todo o processo de medição
2. **Habilidades** na operação dos equipamentos
3. **Atitudes** compatíveis com a atividade de medição

COMPETÊNCIA METROLÓGICA



SABER



SABER FAZER



SABER AGIR

COMPETÊNCIAS TÉCNICAS NECESSÁRIAS

- Metrologia industrial
- GD&T
- Instrumentação e tecnologia dos sensores
- Fundamentos de eletrônica analógica e digital
- Estatística aplicada à metrologia e qualidade (CEP, MSA, ...)
- Métodos matemáticos de análise de dados
- Redes de comunicação
- Computação gráfica
- Processos de fabricação
- Sistemas de visão computacional
- Automação industrial (CLP, atuadores, etc.) e robótica
- Programação de sistemas de automação industrial
- Programação de computadores
- Programação de microcontroladores
- Fluência em Inglês

DATA MINING

MACHINE LEARNING

BIG DATA

AUTONOMOUS DECISION

CLOUD COMPUTING

IoT

COMPETÊNCIAS COMPORTAMENTAIS

- Resolução de problemas complexos
- Pensamento crítico
- Criatividade
- Gestão de pessoas
- Coordenação
- Inteligência Emocional
- Capacidade de julgamento e de tomada de decisões
- Orientação para servir
- Negociação
- Flexibilidade cognitiva

9. CONCLUSÕES

Os desafios da metrologia por coordenadas nos processos de controle das especificações dimensionais e geométricas de componentes técnicos, no novo paradigma da indústria 4.0.

- Precisamos de pessoas competentes para extrair o máximo de vantagens que o cenário da Indústria 4.0 permitirá.
- Importante saber o que fazer com tanta inovação e tirar o proveito dela.
- Informação e Qualificação para gerar capacidade de análise das tecnologias disponíveis e das possibilidades que elas geram.

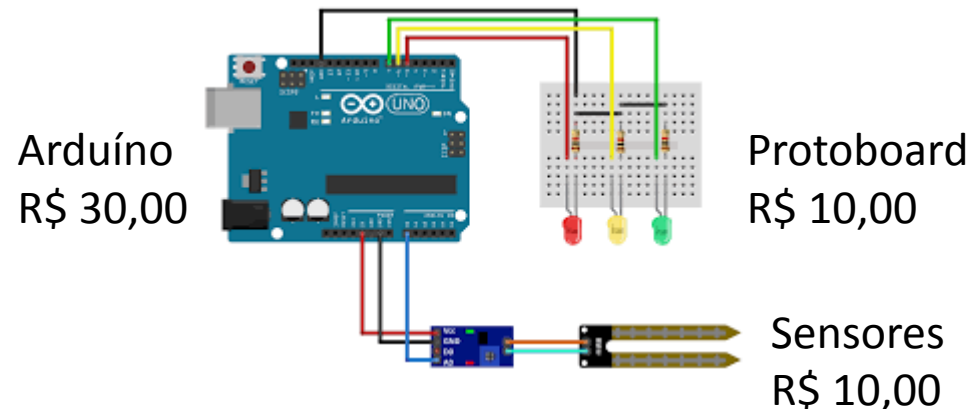
NECESSIDADE DE FORMAÇÃO

- Formação acadêmica
- Formação continuada



O sistema educacional, as empresas e também a sociedade precisam se informar sobre os desdobramentos de tantos avanços que virão, para aproveitar oportunidades e não serem atropelados pelo processo.

Sugestão de presentes de Natal para vós e vossos filhos...



APRENDER A APRENDER

Probabilidade e Estatística

Análise e interpretação de dados

Faça o curso!



Neste curso online você verá como o cálculo de probabilidade é uma importante ferramenta estatística e como trata de situações que não são totalmente previsíveis. Esse conhecimento é fundamental para interpretar resultados obtidos pelos métodos estatísticos e pode ser aplicado de diversas formas no dia a dia.

**Preparem-se para a 4ª revolução industrial.
Ela trará grandes oportunidades e desafios.
A área de Metrologia será grandemente impulsionada.**

Why Everyone Must Get Ready For The 4th Industrial Revolution?

Bernard Marr – Colaborador Eventual

Revista Forbes

<https://www.forbes.com/>

“As mudanças serão tão profundas que, da perspectiva da história humana, nunca houve um momento de maior possibilidade de avanço ou perigo potencial. O futuro está acontecendo ao nosso redor.

(...)

Devemos enfrentar o desafio de enfrentá-lo e prosperar na nova revolução industrial.”

CREAFORM

AMETEK[®]
ULTRA PRECISION TECHNOLOGIES

Mitutoyo

n|m|s
new manufacturing solutions

Vtech_{Br}

PATROCÍNIO OURO

API AUTOMATED
PRECISION

ZEISS

APOIO



SIMPÓSIO SAE BRASIL DE

Metrologia
2018

29 DE NOVEMBRO
RESENDE | RJ

Obrigado.

andre.rb.sousa@gmail.com

48 999191502