

METROLOGIA INTELIGENTE PARA FÁBRICAS INTELIGENTES: TENDÊNCIAS E DESAFIOS METROLÓGICOS NA INDÚSTRIA 4.0



Prof. André Roberto de Sousa, Dr. Eng.
IFSC – Campus Florianópolis

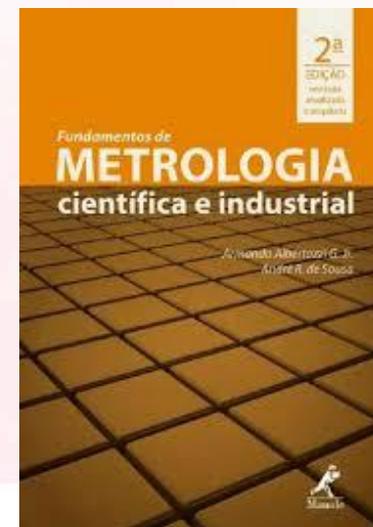
BREVE APRESENTAÇÃO

André Roberto de Sousa

Engenheiro Mecânico com Mestrado e Doutorado em Metrologia e 27 anos de experiência em Metrologia Industrial.

Professor titular do IFSC em Florianópolis nas áreas de metrologia e engenharia de precisão. Coautor do livro Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial.

Coordenador de projetos de Inovação cooperativos com indústrias, e de projetos de educação continuada em Metrologia.



FORMA **3D**

ESTRUTURA DESTA APRESENTAÇÃO

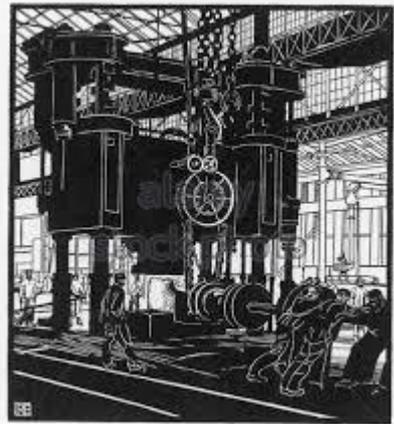
- 1. BREVE PASSEIO PELA HISTÓRIA DAS REVOLUÇÕES NA INDÚSTRIA**
- 2. SISTEMAS INTELIGENTES**
- 3. FÁBRICAS INTELIGENTES**
- 4. METROLOGIA EM FÁBRICAS INTELIGENTES**
- 5. CONCLUSÕES**

1. BREVE PASSEIO PELA HISTÓRIA DAS REVOLUÇÕES NA INDÚSTRIA

Indústria 1.0 – 1780 a 1830



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.

Indústria 2.0 – 1900



2ª Revolução Industrial

- Produção seriada
- Divisão do trabalho
- Especialização do trabalhador
- Fordismo e Taylorismo



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 “Seu Lima”, o profissional que faz as peças montarem quando não estão montando.

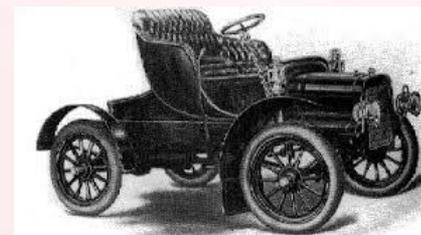


Intercambiabilidade de peças

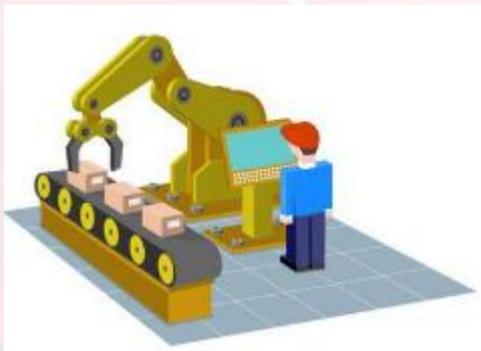
Em 1908 Henry Leland, co-fundador da Cadillac Motor Car Company e gerente geral, afirmou ter alcançado os mais altos padrões da indústria automobilística quanto à precisão e intercambiabilidade de peças.

Durante um concurso na Inglaterra, três Cadillacs Modelo K de 1907 idênticos foram desmontados, suas partes misturadas e os carros remontados sob estritas regulamentações entre 29 de fevereiro e 13 de março de 1908.

Então, cada carro correu sem falha por 500 milhas ao redor da pista impressionando as pessoas assistindo. Junto com o prêmio a empresa recebeu uma citação dos juízes: "Standard of the World", uma frase cunhada pela Cadillac para este dia.



Indústria 3.0 – 1970



3ª Revolução Industrial

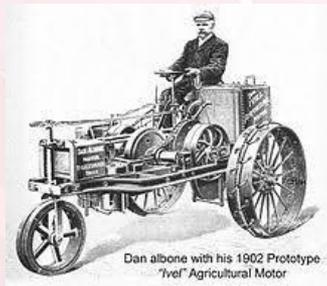
- Inserção dos computadores e da eletrônica na produção industrial.
- Informatização e Automação dos meios de produção.

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



Indústria 1.0

O homem se apaixona
pela máquina



Indústria 2.0

O homem pensa e comanda.
A máquina o ajuda a fazer.



Indústria 3.0

O homem pensa e programa. A
máquina faz.



Indústria 4.0

A máquina pensa, aprende,
programa e faz.





Atenção: cuidado com modismos

Indústria 4.0 não é um clube que se paga e entra, nem é uma certificação de qualidade.

Indústria 3.0



Indústria 4.0



Percebe a diferença?



2. 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.



“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.**

Inovação em 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 a operações de logística

Monitoramento da quantidade de gases em botijões para planejar a melhor estratégia de reposição por empresas de logística.



Metrologia Embarcada

Medição e comunicação em tempo real da quantidade de material (massa, volume, nível, etc.)

Inovação 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.



Metrologia na era da internet das coisas
Metrologia das coisas

3. FÁBRICAS INTELIGENTES

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



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 TINTAS

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 servidores remotos**, 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

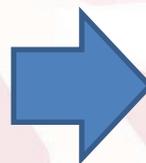
CLOUD COMPUTING

MACHINE LEARNING

AUTONOMOUS DECISION

IoT

Clientes



Decisão



FÁBRICA INTELIGENTE DE BISCOITOS

Identificada essa demanda a fábrica planeja o que será produzido e lista os meios necessários para essa produção, que será comunicado aos fornecedores de matéria prima. Uma vez de posse dos meios, a fábrica produz e controla a qualidade, embala e despacha os produtos para os mercados demandantes identificados na análise inicial.

O que produzir



Planejamento

- Máquina
- Mão de obra
- Matéria-prima
- Meio-ambiente
- Método
- Medições



Produção autônoma



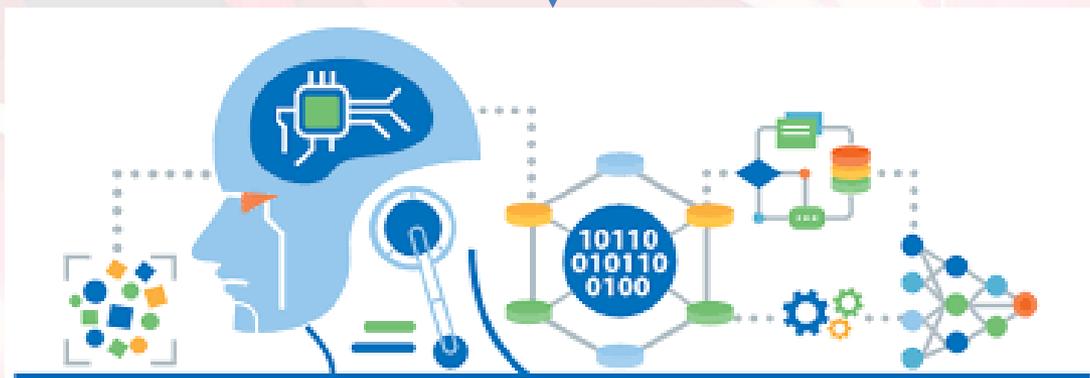
Expedição e Logística



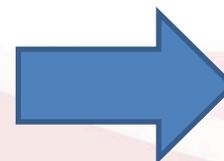
As principais variáveis de processo e produto são monitoradas em tempo real e acompanhadas remotamente.

FÁBRICA INTELIGENTE DE VEÍCULOS

Mercado



Informações
Valiosas



FÁBRICA INTELIGENTE DE VEÍCULOS



Customização
em Massa



3 cilindros



4 cilindros



V6



V8



Elétrico



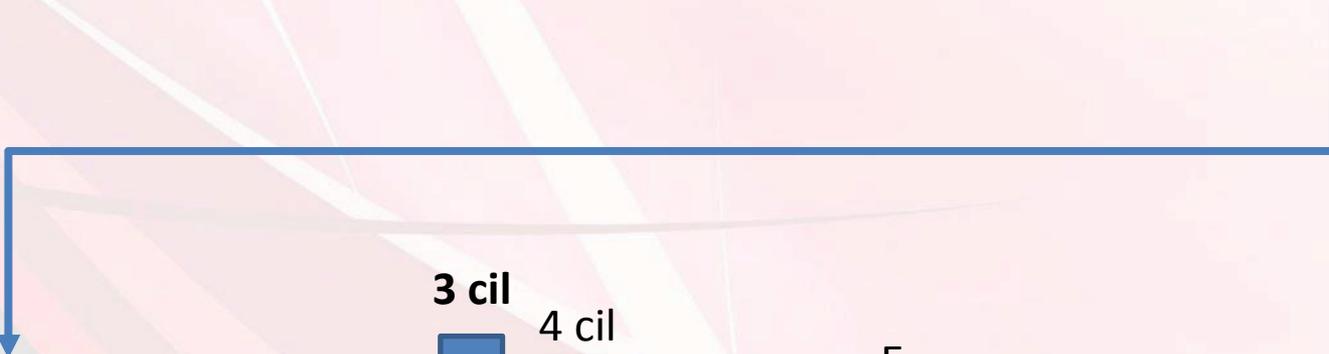
População conectada



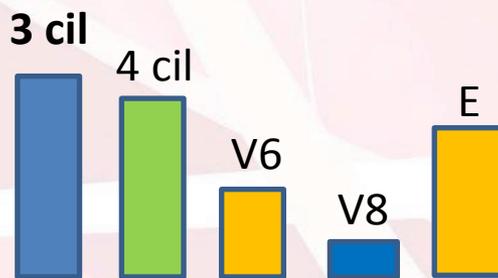
Busca



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

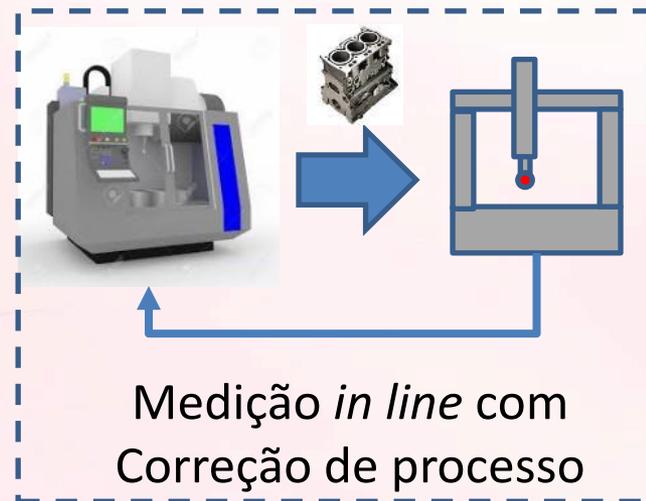
Sensores

Conectividade

Controle e Adaptabilidade



Fabricação
Assistida



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

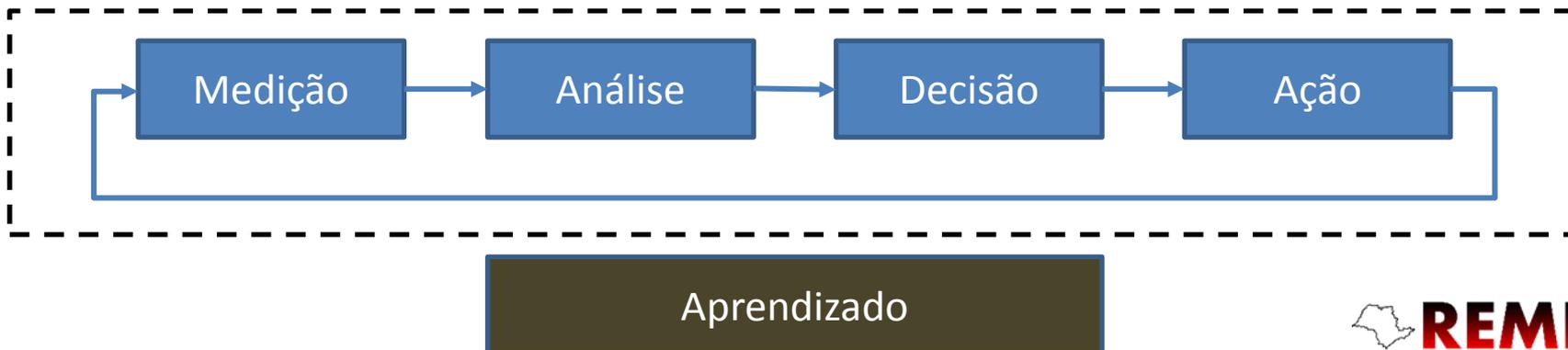
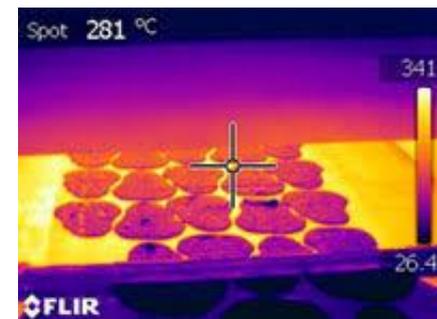
**Quando as fábricas forem assim, como
será uma fábrica que não seja assim?**



4. METROLOGIA EM FÁBRICAS INTELIGENTES

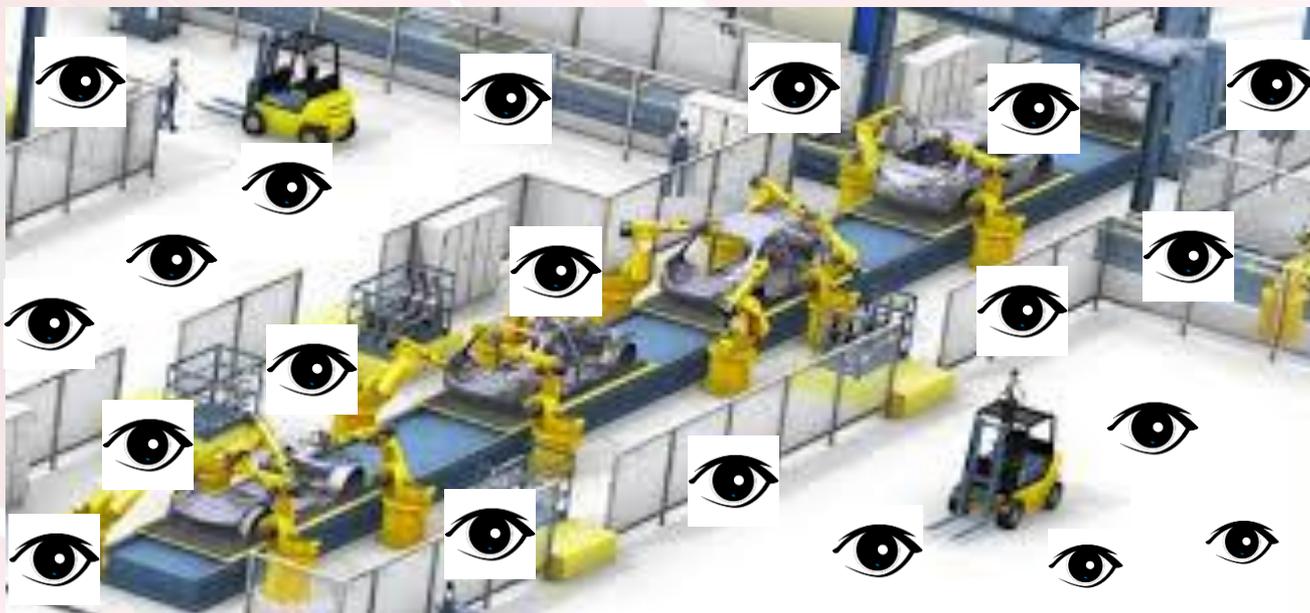
Visibilidade do comportamento dos processos é questão chave na Indústria 4.0
Máquinas com a capacidade de sentir o que se passa ao seu redor
Capacidade de coletar, transmitir e analisar dados

Forno Inteligente para pão de queijo



IMERSÃO NOS PROCESSOS

Metrologia embarcada em muitos dispositivos, gerando muitos dados
Metrologia próxima dos processos de produção



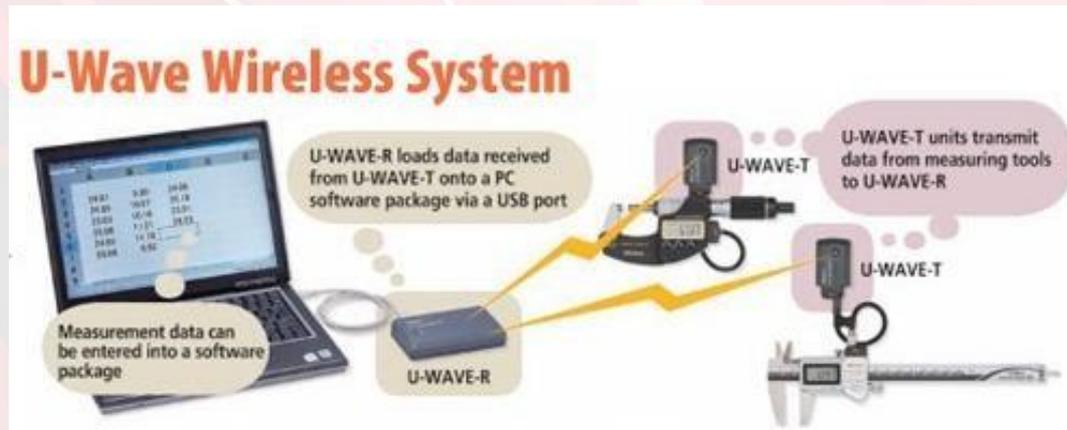
Tudo tem que estar visível!!

Metrologia é uma área de destaque na Indústria 4.0.



CONECTIVIDADE TOTAL

Capacidade de comunicar os dados de medição de forma segura
Interligação digital com outros sistemas da fábrica



Mitutoyo



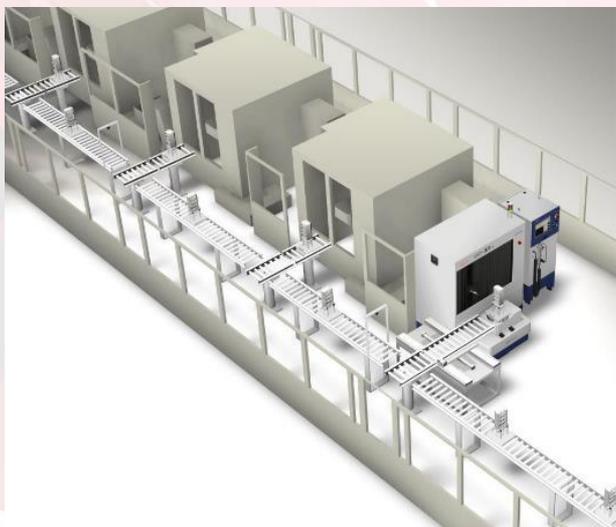
Metler Toledo



A Internet conecta milhões de pessoas
A Internet industrial irá conectar bilhões de máquinas

CONFIABILIDADE OPERACIONAL E CONFIABILIDADE METROLÓGICA

Os resultados das medições precisam ser confiáveis, à prova de “Fake News”.
O sistema de medição precisa ser robusto e ter alta disponibilidade operacional.



Mitutoyo

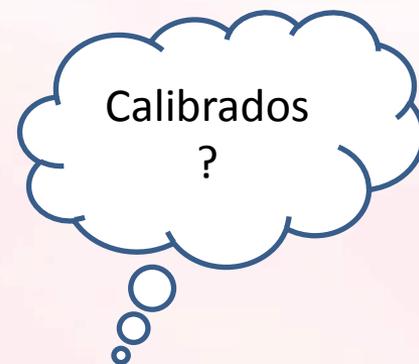
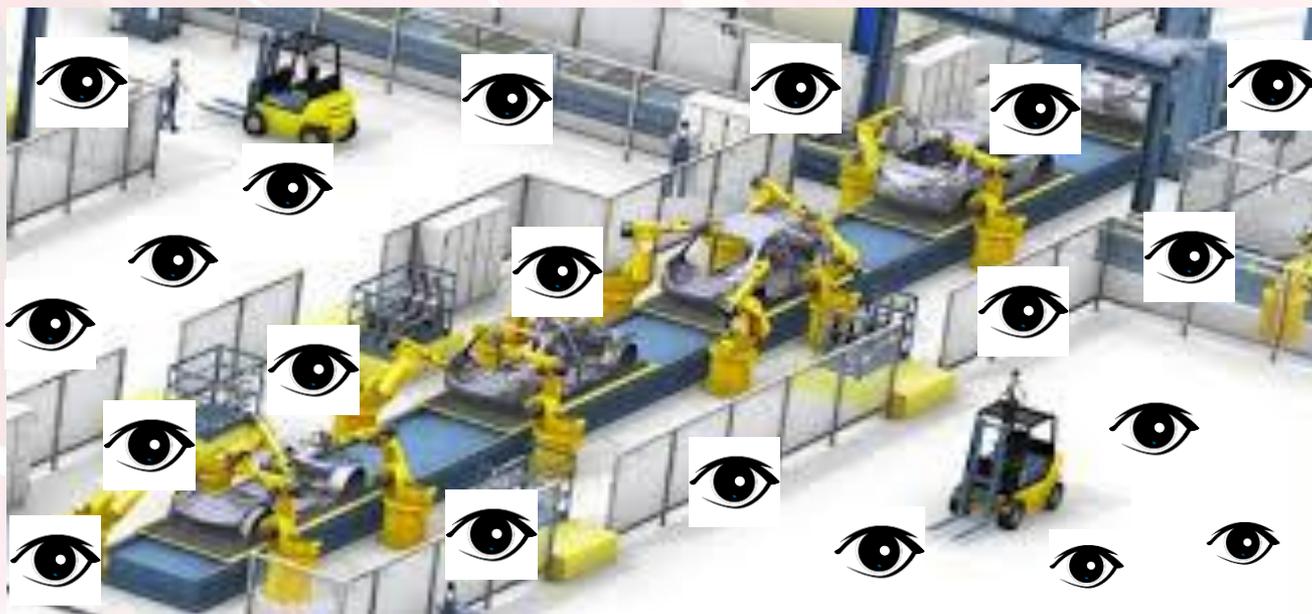
“Smart sensors perform self-diagnosis by monitoring internal signals for evidence of faults.”

“Sensores inteligentes executam testes de auto verificação, monitorando sinais internos para evidenciar falhas.”

Sistema de medição que avisa quando necessita de manutenção e calibração
Sistema de medição que desconfia de resultados e checa a sua confiabilidade

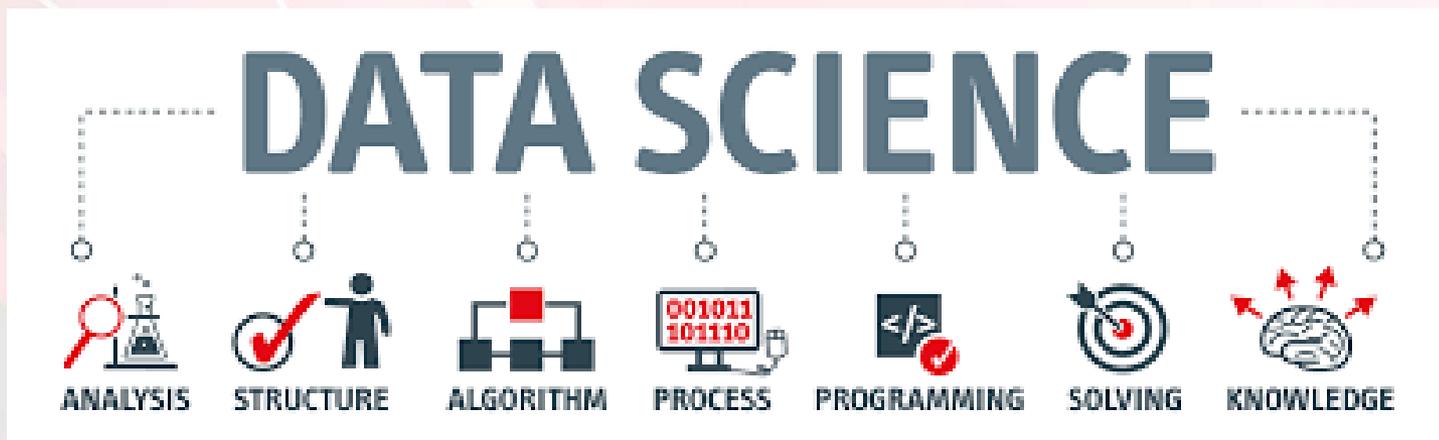
RASTREABILIDADE METROLÓGICA

Multiplicação dos sensores e das demandas de calibração...



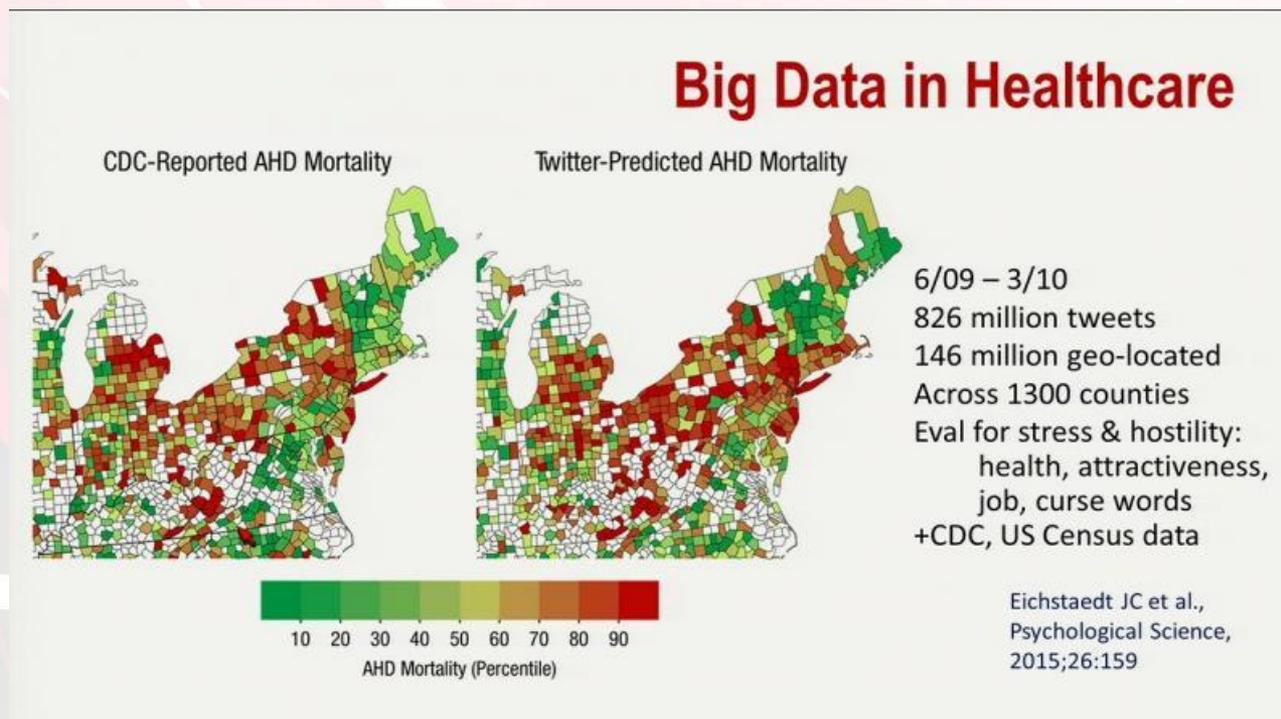
INTELIGÊNCIA ANALÍTICA

Capacidade de processamento e detecção de anormalidades em processos de medição e de produção.



Ciência de dados, que combina estatísticas, matemática, programação e resolução de problemas para extrair informações e encontrar padrões nos dados coletados.

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.



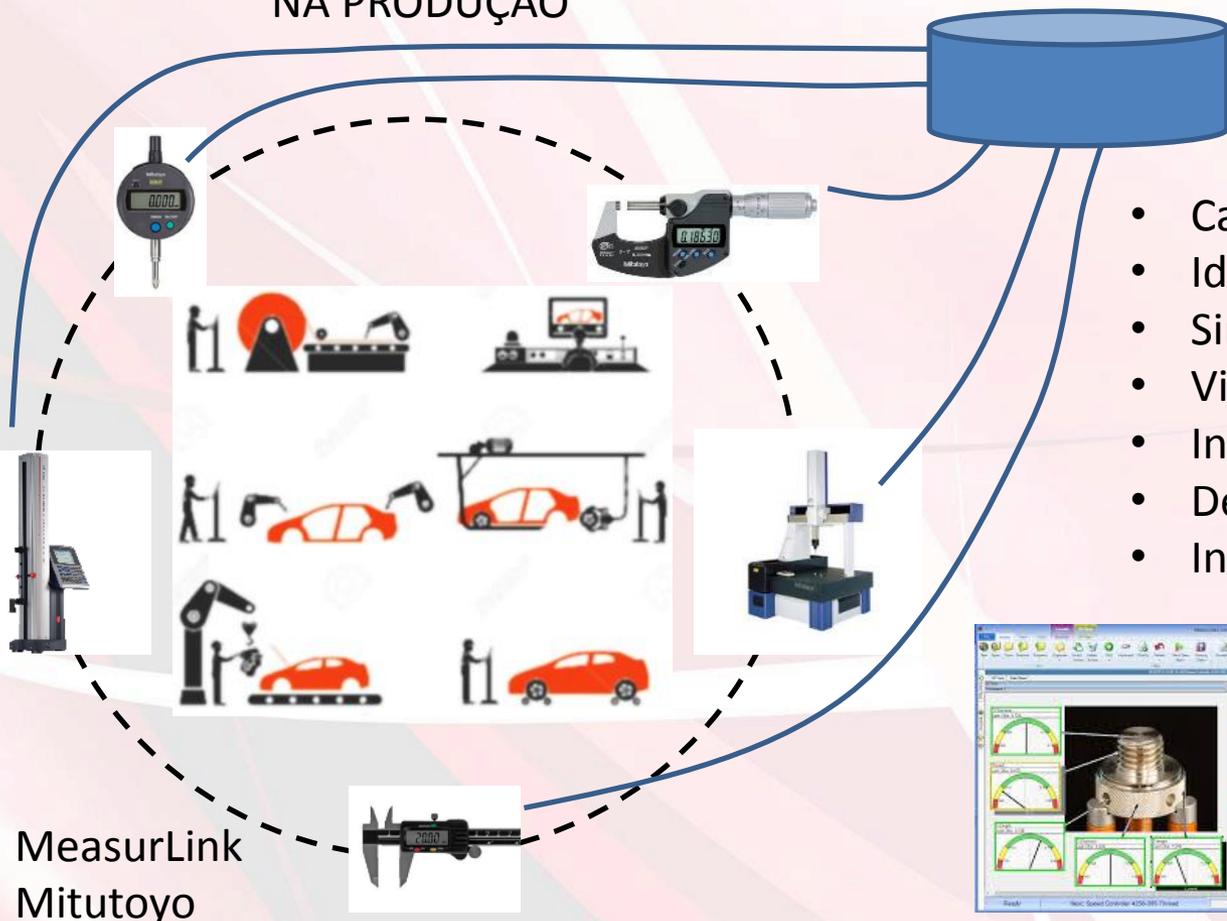
Understanding How Big Data Will Change Healthcare

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

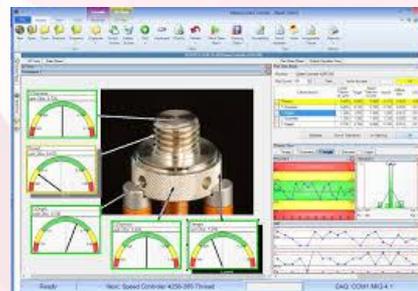
MEDIÇÃO INTEGRADA NA PRODUÇÃO

SERVIDOR DE BASE DE DADOS

PROCESSAMENTOS ESTATÍSTICOS (CEP)

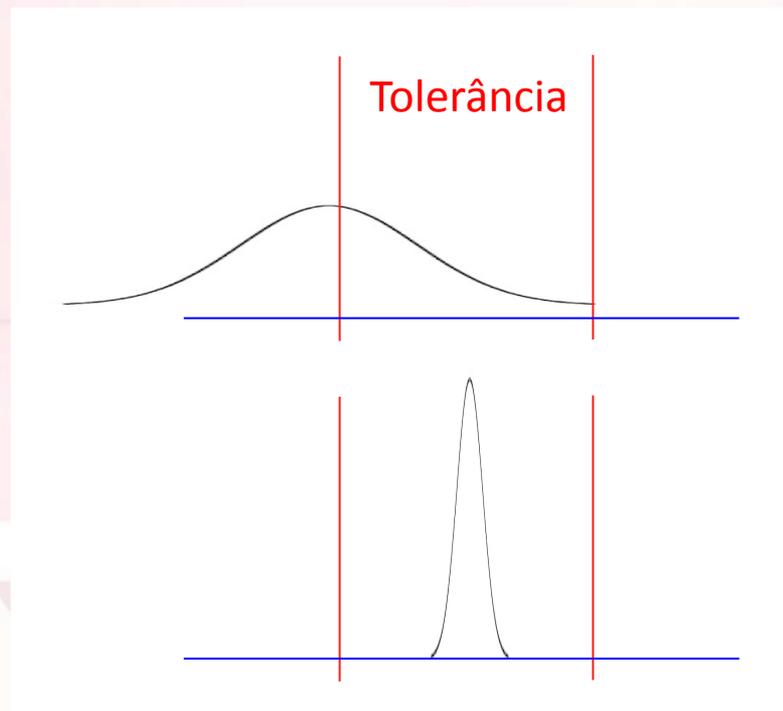
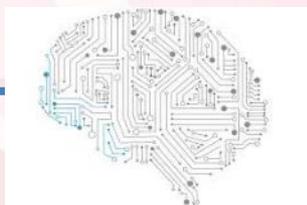
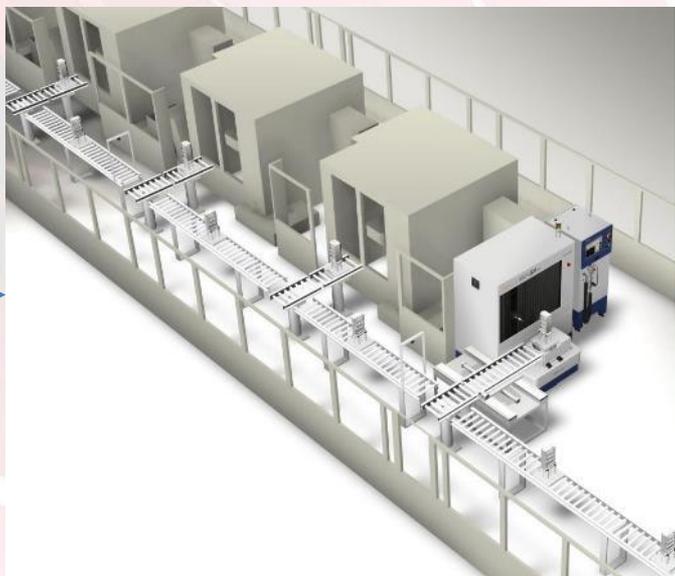


- Caracterização dos processos
- Identificação de variações
- Sinalização de problemas
- Visualização remota
- Indicação de causas
- Determinação de correções
- Indicadores de capacidade



COMUNICAÇÃO COM ATUADORES DO PROCESSO

Informações devem gerar ações de correção com alta eficácia.



CAPACIDADE DE APRENDIZADO PARA MELHORIA DE PROCESSO

Assertividade das ações de correção devem gerar aprendizado nos processos.

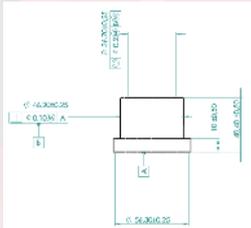


Evolução contínua rumo às melhores práticas de medição e produção.

Evolução *Darwiniana* nos processos de medição e produção.

EXEMPLO DE CENÁRIO FUTURO

Desenho



Processo



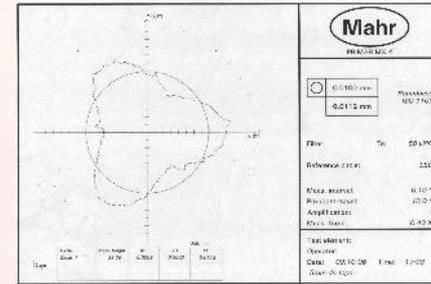
Peça



Medição



Resultado



Excesso de força na sujeição
Reduzir força



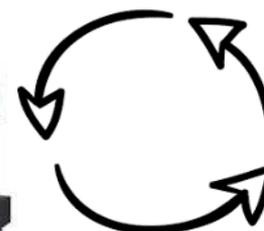
Erro trilobular

EVOLUÇÃO DARWINIANA NOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO

EXEMPLO DE CENÁRIO FUTURO



Medir furo de modo que a repetibilidade no resultado do diâmetro seja melhor do que 0,005 mm.



Repetibilidade atingida com 7 pontos apalpados com a ponta de 4 mm e 0,1 N de força.

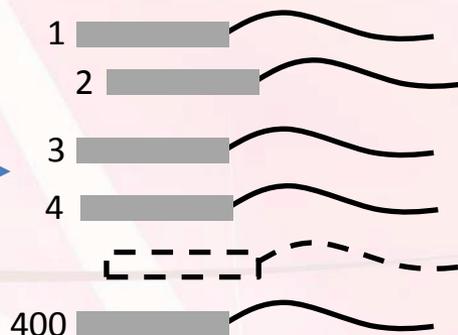
Sistema de medição capaz de aprender com a experiência e definir o modo mais eficiente de medir

EXEMPLO DE CENÁRIO FUTURO

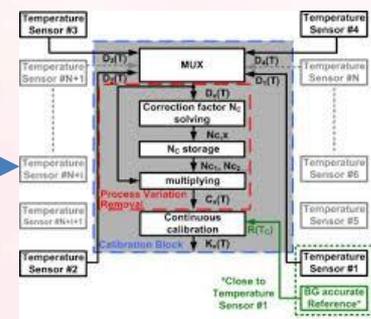
Processo



Sensores de temperatura



Auto verificação



Necessidade de calibração identificada

Sensores 23, 45 e 121 medindo errado

Indicação de anomalia

Auto verificações e intervalos de calibração definidos pela necessidade do sensor

Monitoramento de motores elétricos

Sensor não invasivo instalado no motor

Medição de:

- Vibrações
- Temperatura
- Consumo de energia
- Potência
- Horas de operação

Benefícios:

- Otimização da manutenção
- Aumento de disponibilidade
- Redução de consumo
- Redução de custos
- Aumento de produtividade



“Permite que o motor diga como se sente e fornece avisos sempre que precisar de cuidados”

Comunicação *bluetooth* de baixa energia
Processamento em servidor remoto (nuvens)
Avaliação do estado geral do motor

Excentricidade rotor estator
Condição do rotor
Condição de refrigeração
Condição dos mancais, Etc.

DESAFIOS PARA A CONSOLIDAÇÃO DO CENÁRIO FUTURO

- SISTEMAS DE MEDIÇÃO CAPAZES DE OPERAR IMERSOS NO PROCESSO
- SOFTWARES CAPAZES DE PROCESSAR DADOS E IDENTIFICAR CAUSAS DE ERROS
- SOFTWARES CAPAZES DE COMUNICAR OS ERROS E TOMAR DECISÕES PARA CORRIGÍ-LOS
- SOFTWARES CAPAZES DE APRENDER COM OS ERROS E AJUSTAR OS PROCESSOS PARA QUE NÃO MAIS OCORRAM
- **FORMAÇÃO DE PESSOAS QUALIFICADAS PARA ESTE CENÁRIO**

FORMAÇÃO DE PESSOAS QUALIFICADAS PARA ESTE CENÁRIO

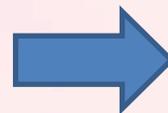
Junto com a modernização de máquinas precisamos modernizar métodos.

Para modernizarmos os métodos, precisamos modernizar as mentes.

MENTES



MÉTODOS



MÁQUINAS

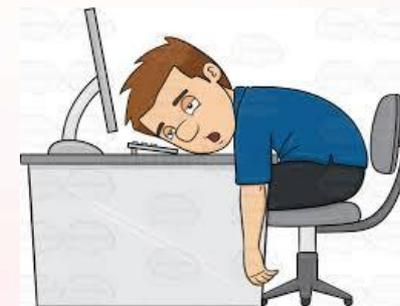


Indústria 4.0

Modernização de Mentes, Métodos e Máquinas

COMPETÊNCIAS METROLÓGICAS NECESSÁRIAS

- Metrologia científica e industrial
- Instrumentação e tecnologia dos sensores
- Eletrônica analógica e digital
- Condicionamento e transmissão de sinais
- Estatística aplicada à metrologia
- Métodos matemáticos de análise de dados
- Redes de comunicação
- Computação gráfica
- Processos de produção onde mede
- Sistemas de visão computacional
- Automação industrial (CLP, atuadores, etc.) e robótica
- Programação de sistemas de automação industrial
- Programação de computadores
- Programação de microcontroladores
- Programação de aplicativos para Mobile (iOS e Android)
- Mais programação!!



DATA MINING

MACHINE LEARNING

BIG DATA

AUTONOMOUS DECISION

CLOUD COMPUTING

IoT

NECESSIDADE DE FORMAÇÃO

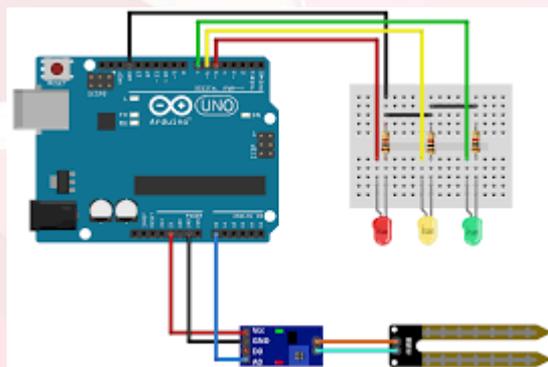
- Formação acadêmica
- Formação continuada



O sistema educacional, as empresas e 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 para vossos filhos...

Arduíno
R\$ 30,00



Protoboard
R\$ 10,00

Sensores
R\$ 10,00

OPORTUNIZAR PARA ATRAIR TALENTOS



Precisamos massificar a exposição destas tecnologias para as nossas crianças. O talento está presente em todos os lugares e em todas as classes sociais.



<https://www.programe.legal/>

INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina

INTERNACIONAL

O IFSC CURSOS CÂMPUS ESTUDANTES COMUNIDADE COMUNICAÇÃO

Pesquise no IFSC

Notícias

Início > Comunicação > Notícias

Crianças do Monte Cristo e Coloninha fazem curso de programação e robótica no Câmpus Florianópolis

ENSINO Data de Publicação: 17 abr 2018 13:34 Data de Atualização: 17 abr 2018 13:55

Notícias por Câmpus

- Categorias
- Avisos
- Ensino
- Estude no IFSC
- Eventos
- Extensão
- Governo Federal
- Inovação
- Institucional
- Pesquisa
- Trabalhe no IFSC

OPORTUNIZAR PARA ATRAIR TALENTOS



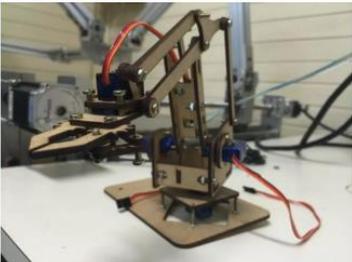
Precisamos massificar a exposição destas tecnologias para as nossas crianças. O talento está presente em todos os lugares e em todas as classes sociais.

MENU G1 SANTA CATARINA BUSCAR

IFSC oferece curso gratuito de programação para meninas no ensino fundamental

Primeira turma começará em 18 de novembro, em Florianópolis.

Por G1 SC
09/11/2017 10h27 - Atualizado há 12 meses



Curso gratuito para meninas no IFSC ensina robótica — Foto: Programa Leg@lInovação

Meninas na robótica

PROGRAMA EM AÇÃO Data de Publicação: 09 fev 2018 12:44 Data de Atualização: 21 fev 2018 09:52



Lugar de mulher é na....tecnologia! Pra incentivar que meninas conheçam e se interessem pela área, o IFSC ofertou o curso "Meninas na Robótica"

5. CONCLUSÕES

- Inovações virão mais dos softwares do que do hardware
- Oportunidades virão mais dos softwares do que do hardware
- Riscos virão mais dos softwares do que do hardware
- O quão longe estamos disso?
- O que precisamos fazer para aproveitar oportunidades e minimizar riscos?



O futuro está acontecendo ao nosso redor. E devemos enfrentar o desafio de enfrentá-lo e prosperar na nova revolução industrial.

Aí vem uma onda se formando.

Alguns vão surfá-la...

Outros vão engolir água...

Obrigado.

asousa@ifsc.edu.br

andre.rb.sousa@gmail.com