



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**PMR 3301**

**- Integração digital da manufatura -**

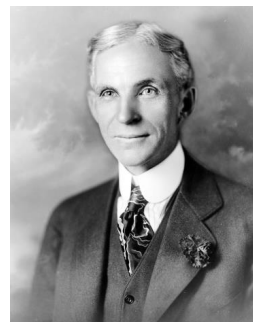
**2020.1**



## Automatização da usinagem



**Frederick W Taylor**



**Henry Ford**

**Sistematização  
e racionalização  
do trabalho**



**Padronização e  
massificação da  
produção**



## **Computer Integrated Manufacturing**

- A CIM (Computer Integrated Manufacturing) abrange toda a gama de produtos atividades de desenvolvimento e fabricação onde todas as funções são executadas com a ajuda de pacotes de software dedicados.
- Os dados necessários para várias funções são passados de um software ou aplicativo para outro de maneira integrada.



## **Computer Integrated Manufacturing**

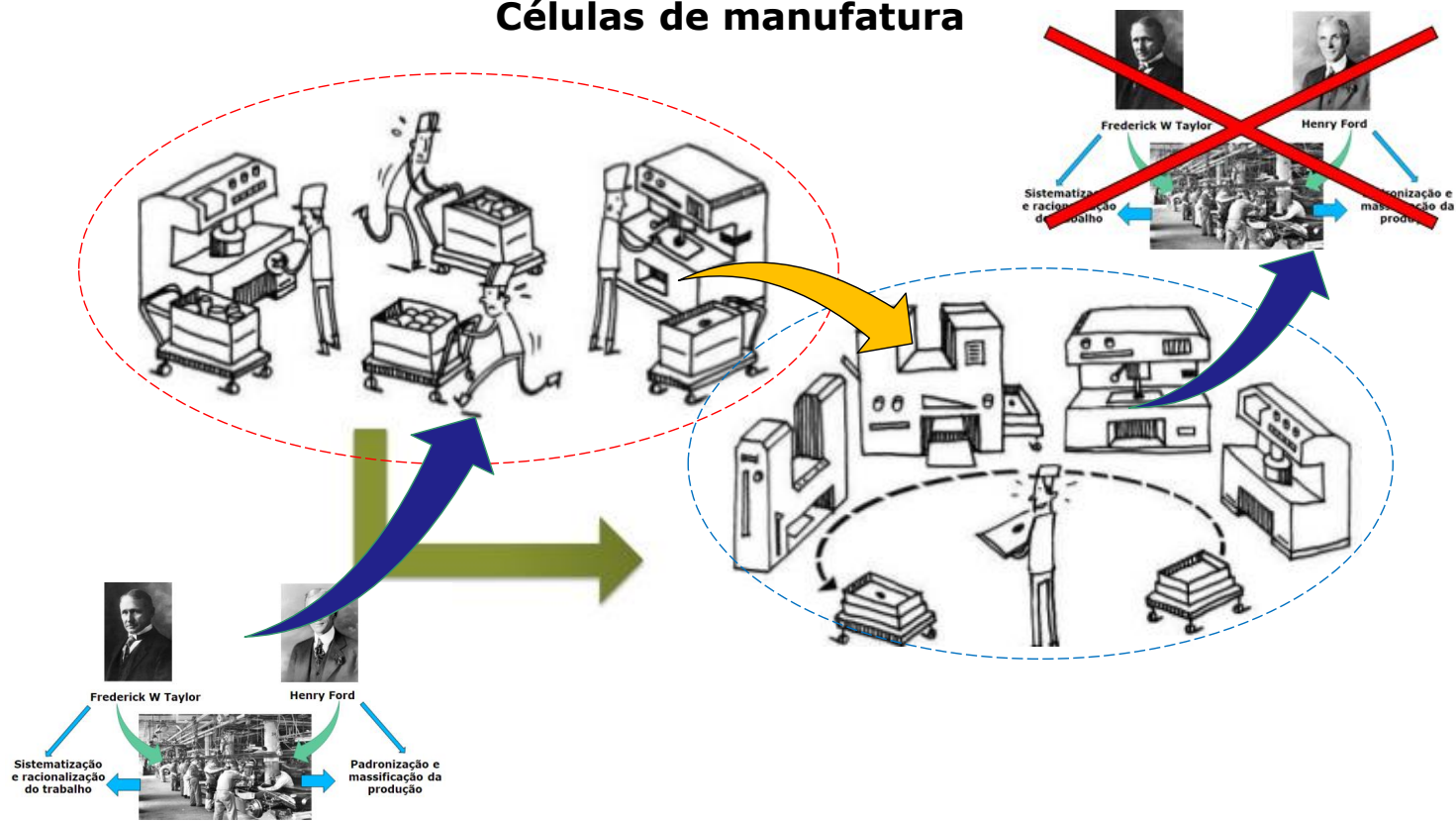
Os engenheiros de fabricação são obrigados a atingir os seguintes objetivos para serem competitivo em um contexto global:

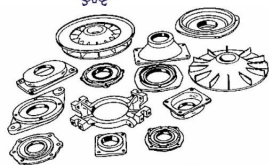
- Redução de estoque
- Reduza o custo do produto
- Reduzir o desperdício
- Melhore a qualidade
- Aumentar a flexibilidade na fabricação para obter resposta imediata e rápida a:
  - Alterações do produto
  - Mudanças de produção
  - Mudança de processo
  - Mudança de equipamento
  - Mudança de pessoal



## Automatização da usinagem

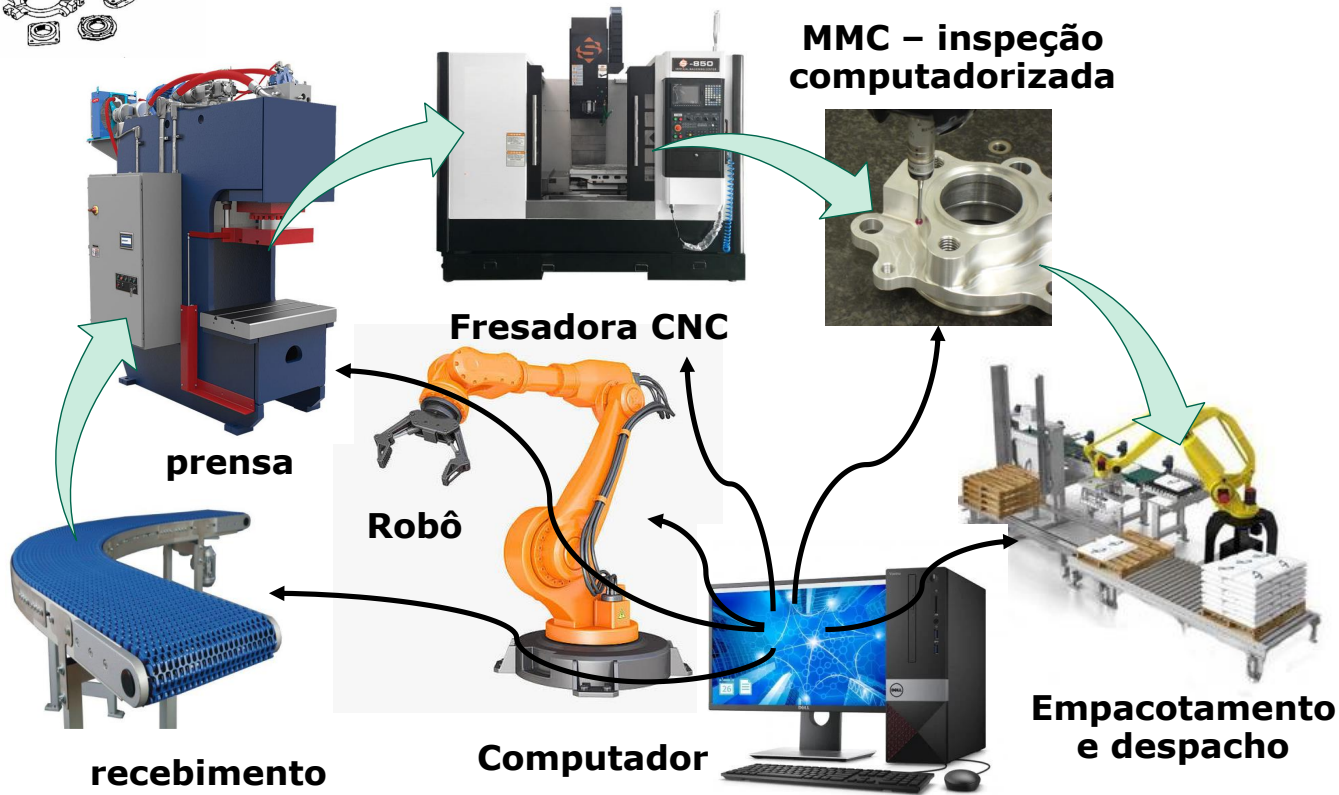
### Células de manufatura





## Automatização da usinagem

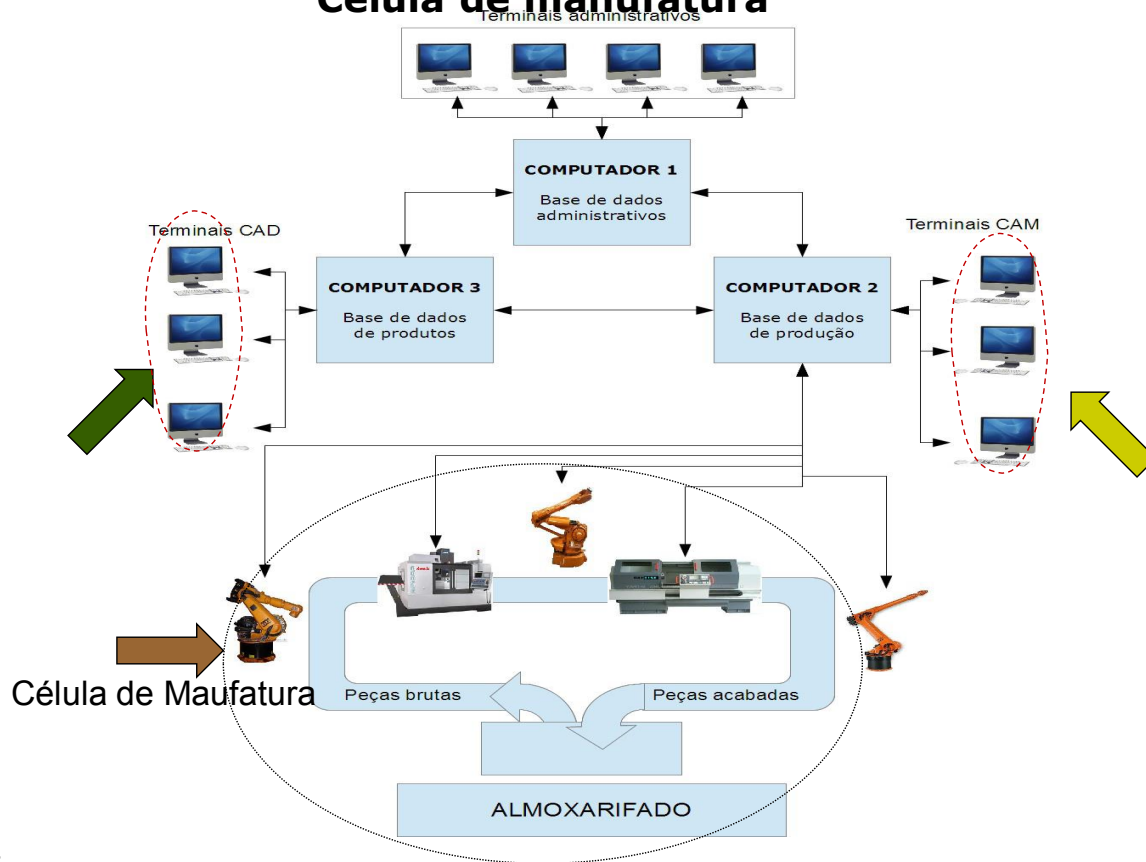
### Célula de manufatura





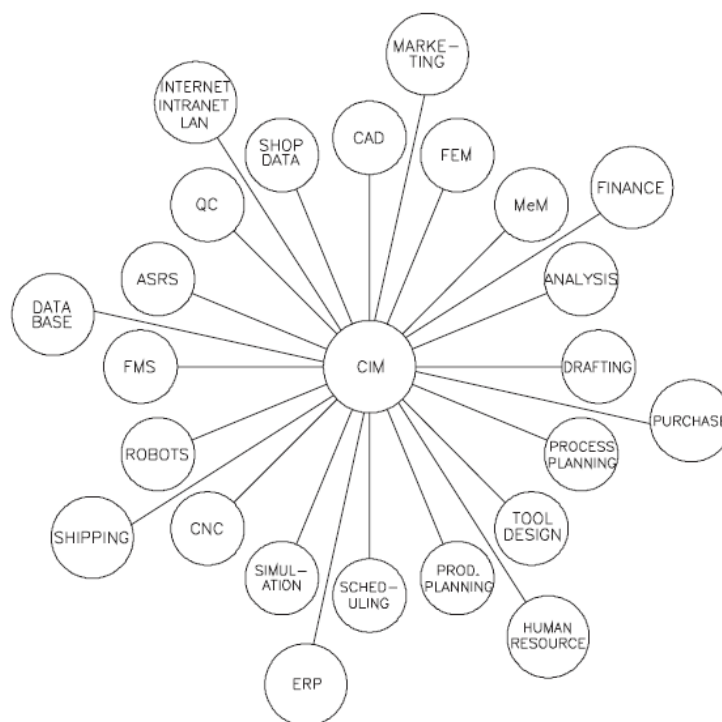
## Automatização da usinagem

### Célula de manufatura





## Computer Integrated Manufacturing



Atividades gerenciadas pelo CIM





## **Computer Integrated Manufacturing**

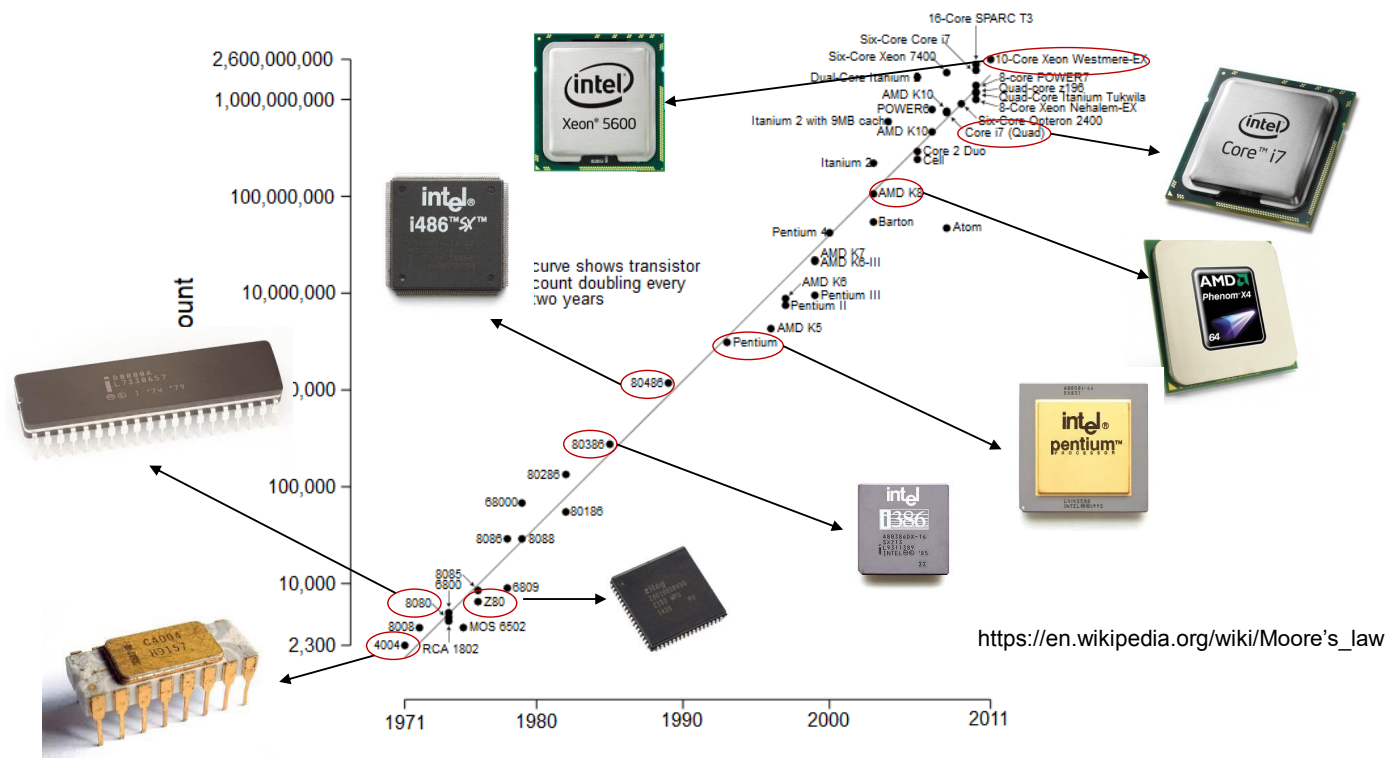
A CIM faz pleno uso dos recursos dos computadores para melhorar fabricação através da:

- Automação variável e programável
  - Otimização em tempo real
- 
- Os computadores atualmente tem capacidade processamento tanto em termos de hardware quanto software de forma a atender as necessidades da fabricação.
  - Computadores hoje tem o potencial necessário para integrar todo o sistema de fabricação e evoluir assim o sistema de fabricação integrado por computador.



## Computação corriqueira / onipresente

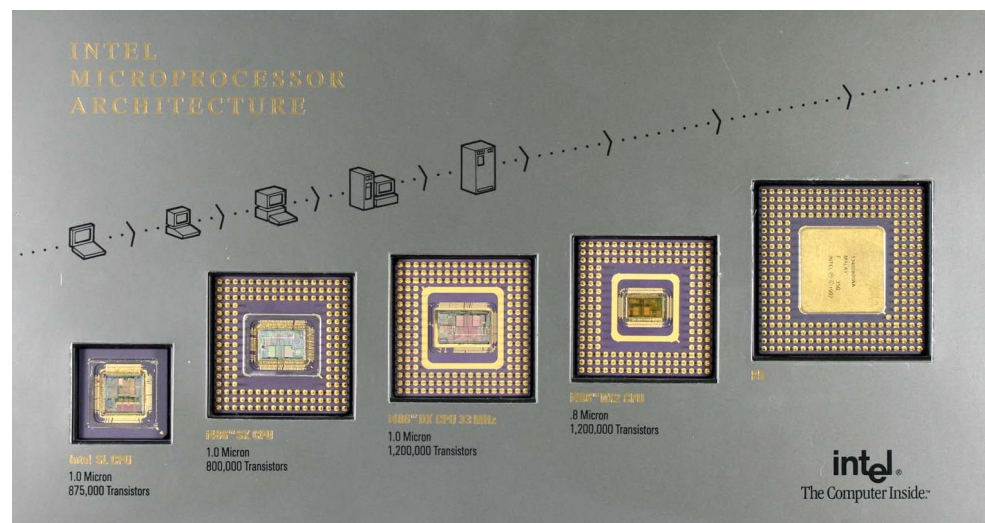
Microprocessor Transistor Counts 1971-2011 & Moore's Law



PMR-3301



## Evolução dos microcomputadores





## Computação corriqueira / onipresente

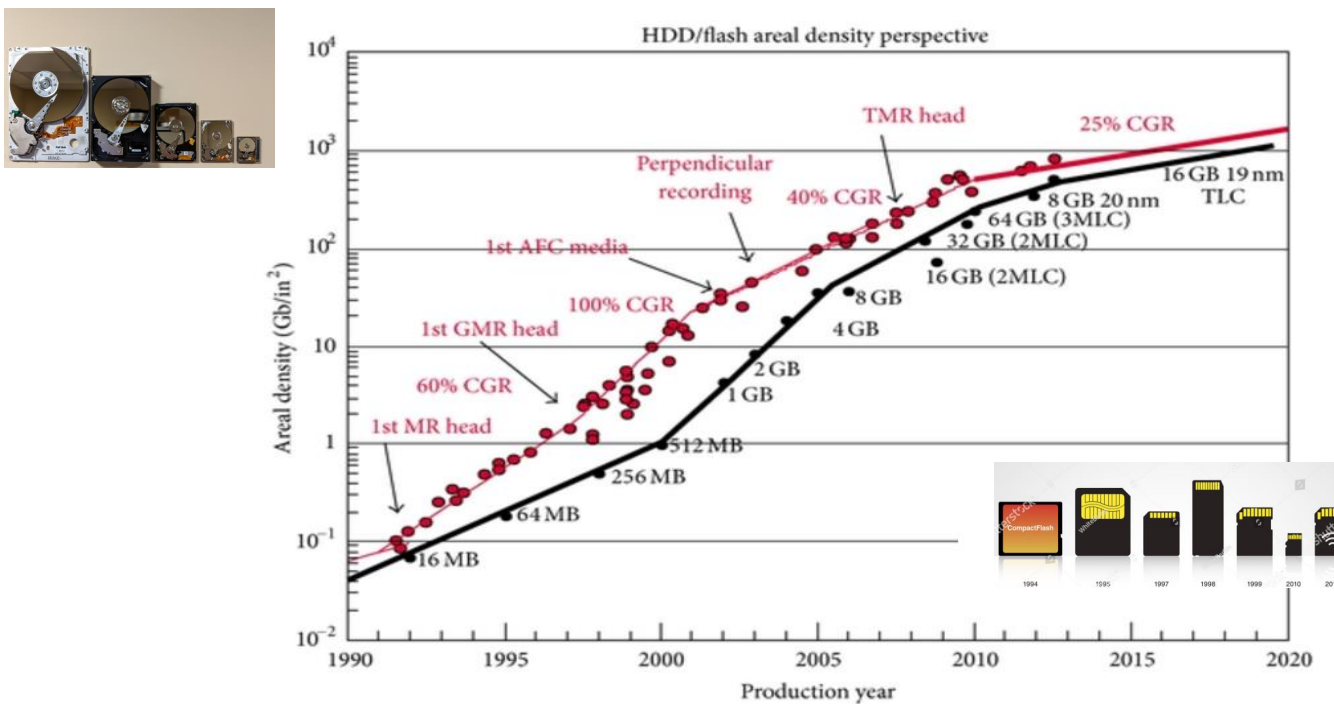
### Moore's law



- (Gordon E. Moore), 1965 o número de transistores em um circuito integrado dobra a cada ano.
- 1975 Moore revisa sua estimativa para cada 2 anos.
- David House, revisou a estimativa de Moore para 18 meses, ou seja o número de transistores por CI dobra a cada 18 meses.
- Não só dobra como fica mais rápido

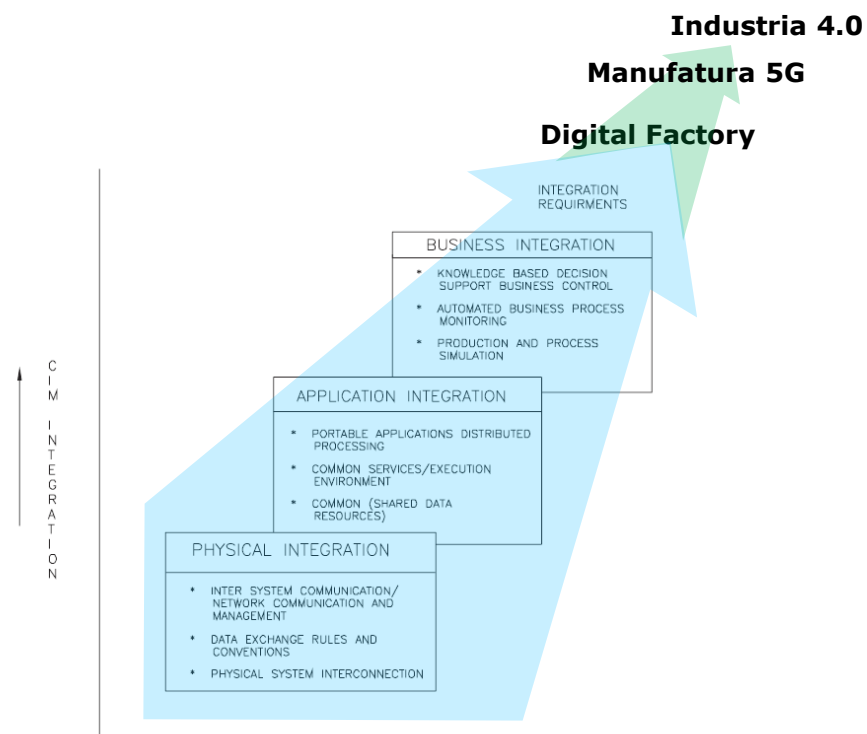


## Evolução dos memórias





## Computer Integrated Manufacturing



Níveis de integração vs evolução dos sistemas



### **Métodos, Métodos e Ferramentas**

- Existe uma grande variedade de métodos, modelos e ferramentas aplicáveis à CIM, Fabrica Digital, Manufatura 5G e Industria 4.0



## Métodos, Modelos e Ferramentas

**Método:** é uma abordagem sistemática e direcionada, bem como método elaborado, que para uma variedade de problemas leva a uma solução significativa.

**Modelos:** Refere-se a uma imitação simplificada de ou representação de um sistema original, ou conceitual, com seus processos. São uma representação digital completa de todos os produtos, processos e recursos do sistema de produção.

**Ferramenta** é um elemento de TI, programa /software utilizado para a Implementação de um método ou combinação de vários métodos para usar esses sistemas assistidos por computador





### **Métodos e Ferramentas**

- O CIM, FD, M5G e I4.0 tem uma relação direta com o processo de criação de produtos.
- Independentemente cada um deles é um ponto de convergência para um grande volume de informações heterogêneas, sobre as quais decisões são tomadas.
- Existem vários métodos e modelos que refletem a capacidade e a experiência no planejamento e gerenciamento de uma empresa.



## **Métodos e Ferramentas**

➤ A manufatura digital, a produção digital e o processo de fábrica lidam com os seguintes pontos:

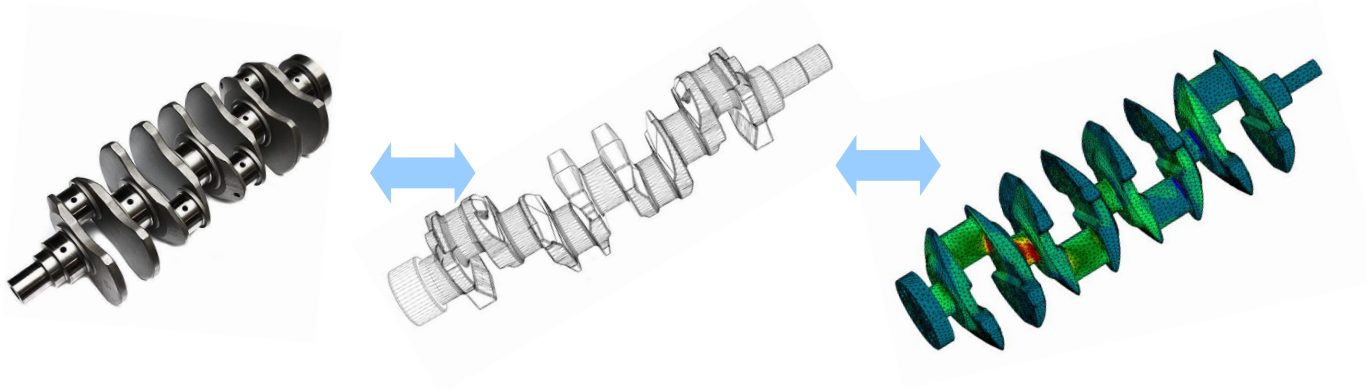
- Gerenciamento de informação
- Melhoria da eficiência de comunicação entre o desenvolvimento de produto e o planejamento da produção
- Gerenciamento do conhecimento e da inovação
- Sustentabilidade
- Gerenciamento dos dados de fábrica



## Modelo

*Refere-se a uma imitação simplificada de ou representação de um sistema original, ou conceitual, com seus processos.*

A construção de um modelo para simulação é caracterizado por ser tão abstrato quanto possível e tão detalhado como necessário

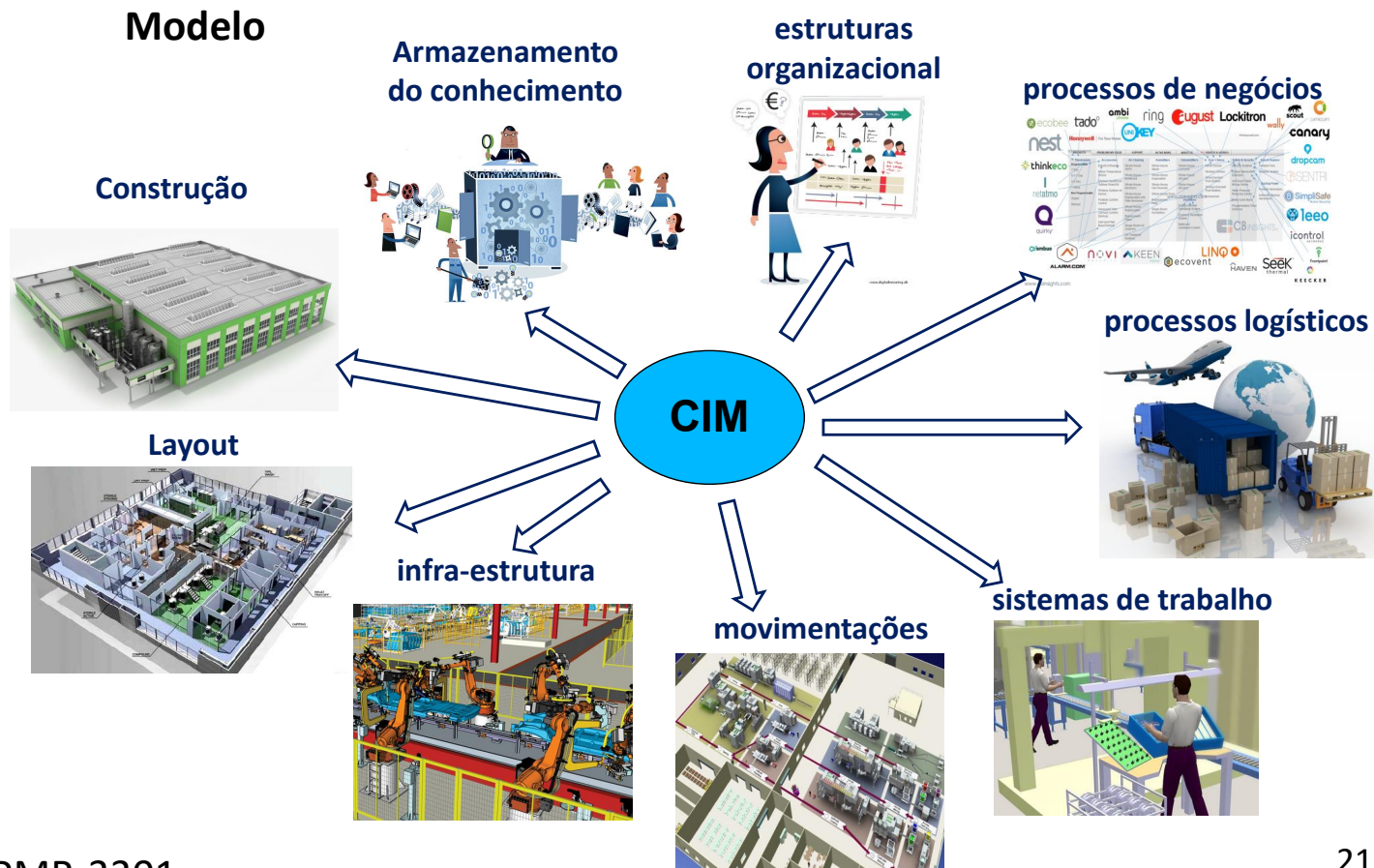




## Modelo

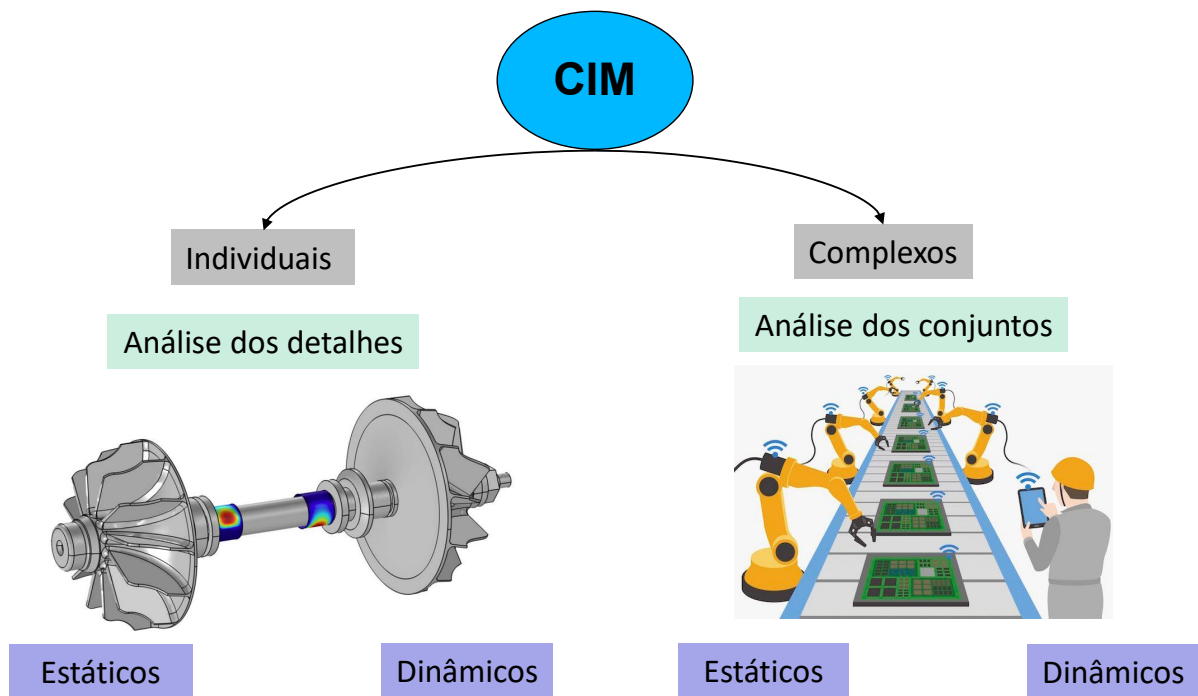


- Objetivo é gerar uma representação digital completa de todos os produtos, processos e recursos do sistema de produção.
- Modelos estão sujeitos a considerações subjetiva do construtor, ao nível de observação e detalhamento, das diferentes tarefas que irá realizar e o objetivo pretendido.
- A complexidade dos modelos dependem da finalidade
- Modelos tem período de validade.



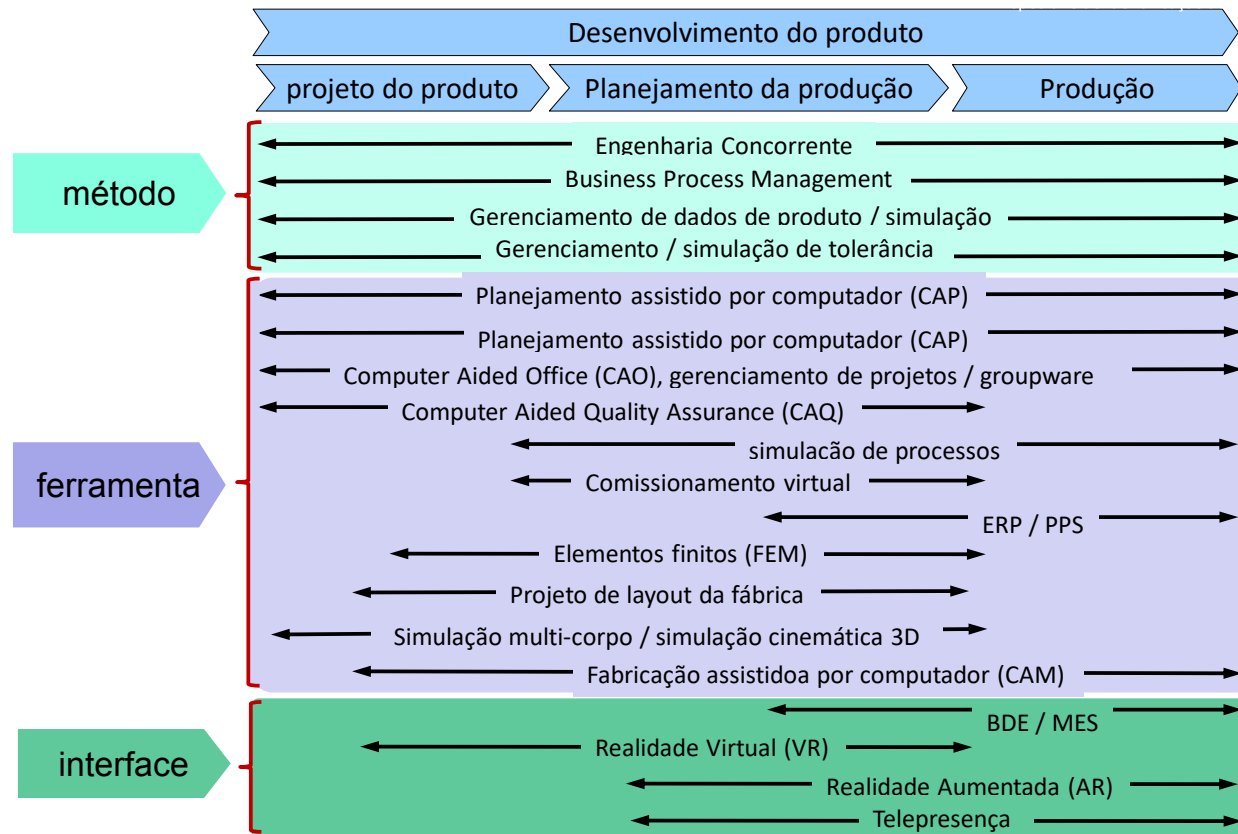


## Modelo





### Métodos e Ferramentas





## **Métodos e Ferramentas**

Métodos de levantamento de dados e informações

- Pesquisa primária: levantamento
- Observação primária: observação manual
- Observação primária: observação automática (digitalização laser 3D, Captura de movimento, Automático identificação de objecto)
- Coleção secundária - análise de documento

Exibição e métodos de projeto

- Modelagem de processos
- Modelagem de informações e dados
- Modelagem estado
- Modelagem estrutural

Métodos de análise e Planejamento matemático

- Otimização matemática
- Métodos gráficos
- Métodos estatísticas e estocásticos
- Métodos comparativos de avaliação quantitativa





## Classes de métodos e métodos atribuídos a eles

### métodos de simulação

- Simulação Contínua (FEM, Multifísica, multi-corpo, simulação ergonômica, Sistemas Contínuos)
- Simulação controlada por tempo (tempo discreto)
- Simulação de evento discreto (sequência)

### Métodos baseados em inteligência artificial

- Sistemas Multi-Agente
- Redes neurais

### métodos de visualização

- Visualização de modelos gráficos estáticos
- Visualização dinâmica (monitoramento, 2D e 3D animação)
- Realidade virtual
- Realidade Aumentada

### Métodos colaborativos

- Equipamento de comunicação técnica
- Espaços de informações comuns e gestão do conhecimento
- Gestão de fluxo de trabalho e computação de grupos de trabalho gerenciamento de projetos



### **A informação e os métodos de coleta de dados**

- Modelos e métodos em CIM, FD, M5G e I4.0 caracterizam-se por permitirem uma integração a redes digitais
- Isso requer a existência de todo um planejamento de tarefas, definição de formato e fluxo de informações de dados em formato digital.

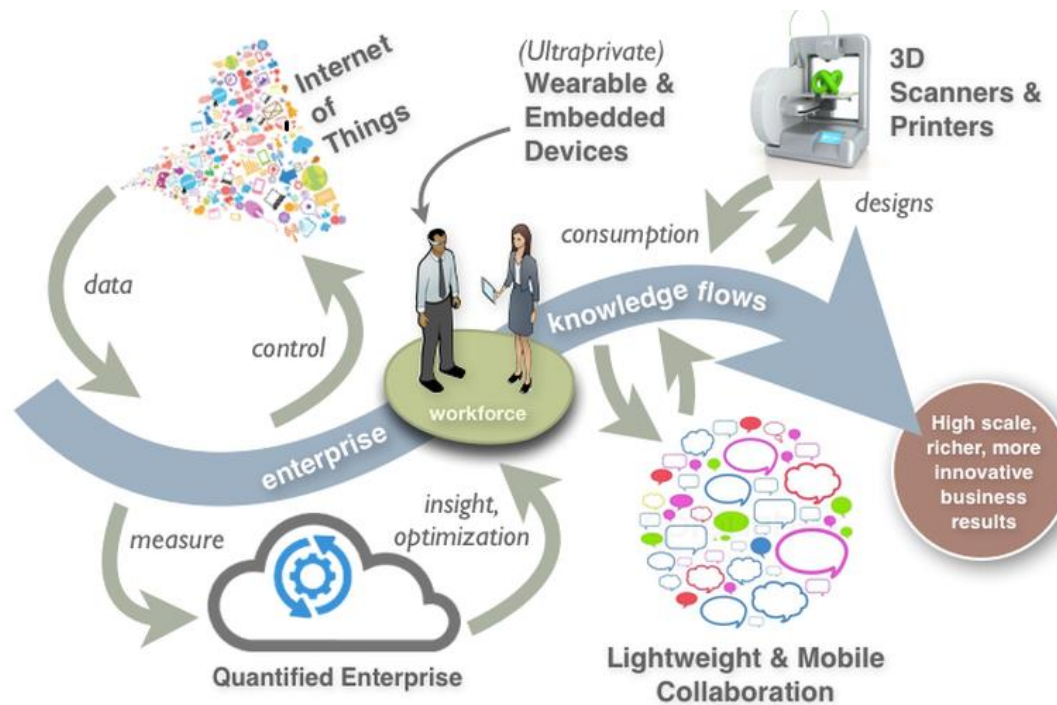


## **Métodos de colaborativos**

- A E-Collaboration abrange amplamente todas as formas de colaboração síncrona ou assíncrona, incluindo um processamento conjunto sistemático, uso e distribuição de documentos eletrônicos de pelo menos dois atores envolvidos.
- Engenharia colaborativa (virtual) refere-se à colaboração no Tarefas e processos de engenharia na criação de produtos, bem como Planejamento e operação da produção e suportado por ambientes de trabalho virtuais e plataformas de engenharia equipes descentralizadas também empresa cruzada.

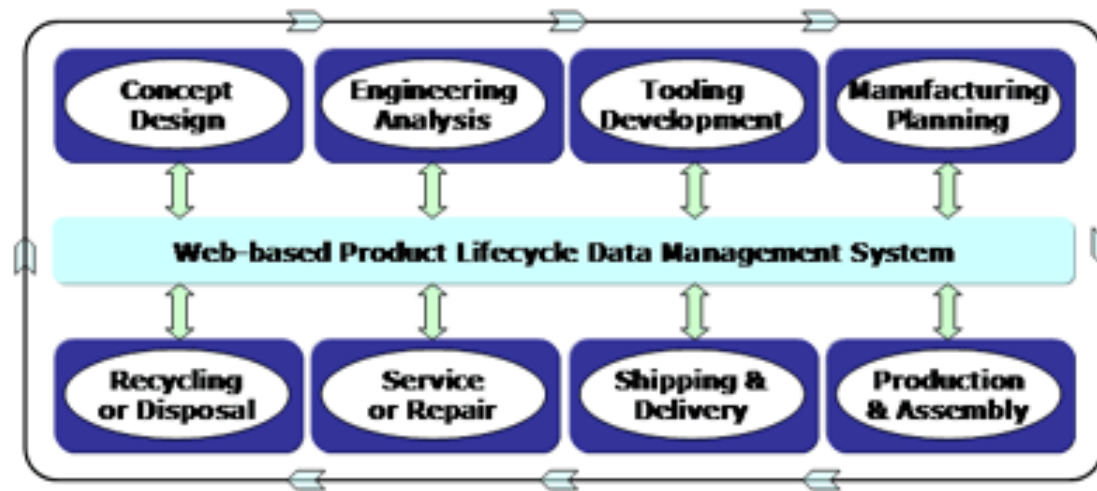


## E-Collaboration





## E-Collaboration

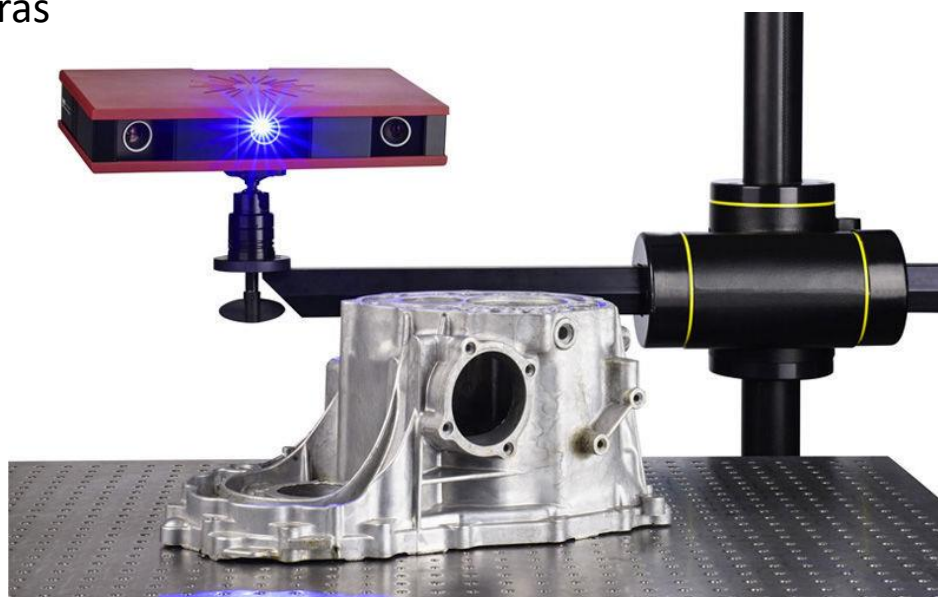


*Collaborative engineering framework*



### Observação automática - Scaneamento Laser 3D

O scaneamento Laser 3D permite a digitalização tri-dimensional de objetos, sendo muito útil inclusive para gerar modelos de grandes estruturas





## **Métodos de apresentação e design**

A Modelagem em FD segue as seguintes visões de interesse:

- modelagem orientada para o processo
- modelagem orientada aos dados e informações
- modelagem orientada aos estados
- modelagem orientada a topologia



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

## Métodos de otimização matemática



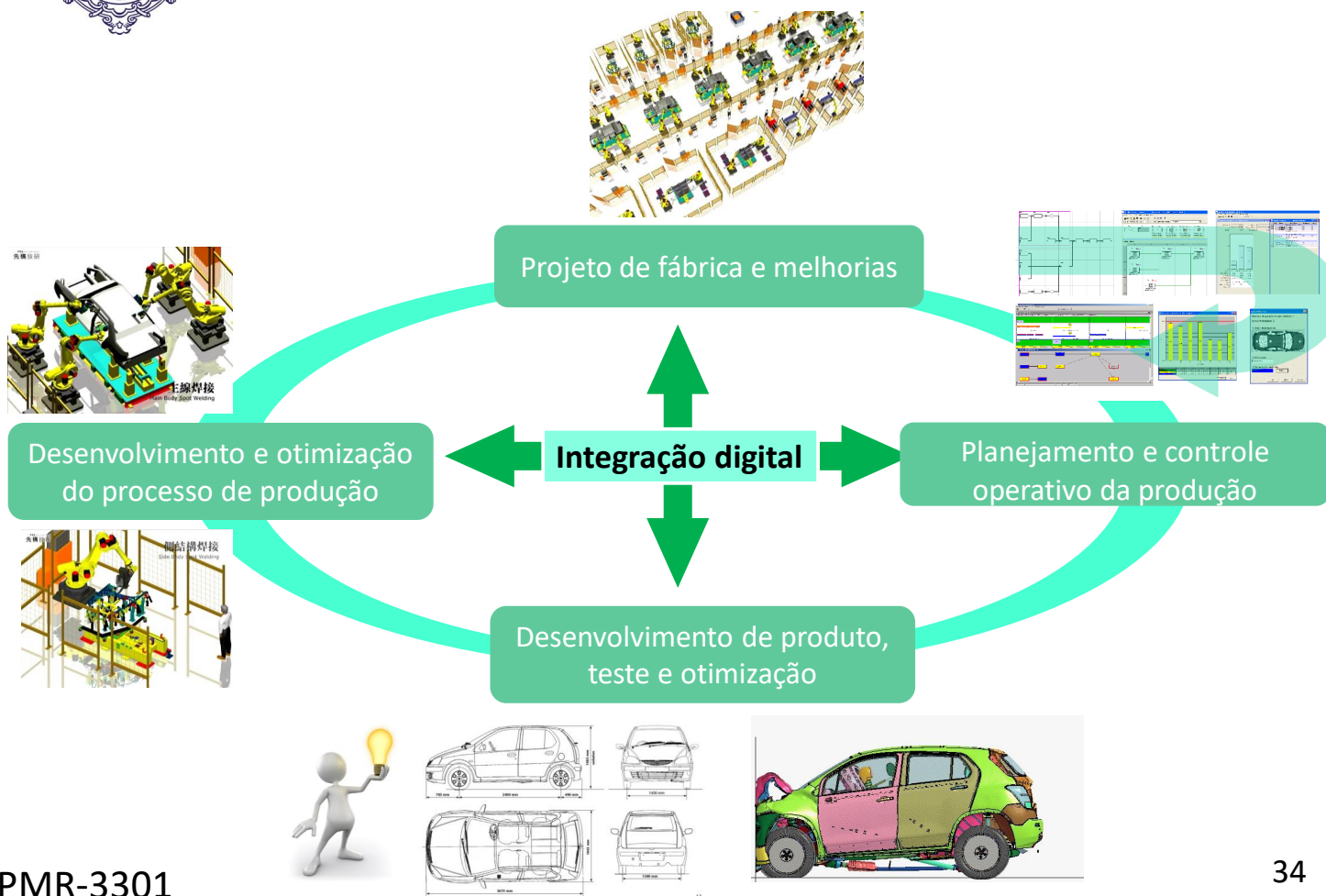


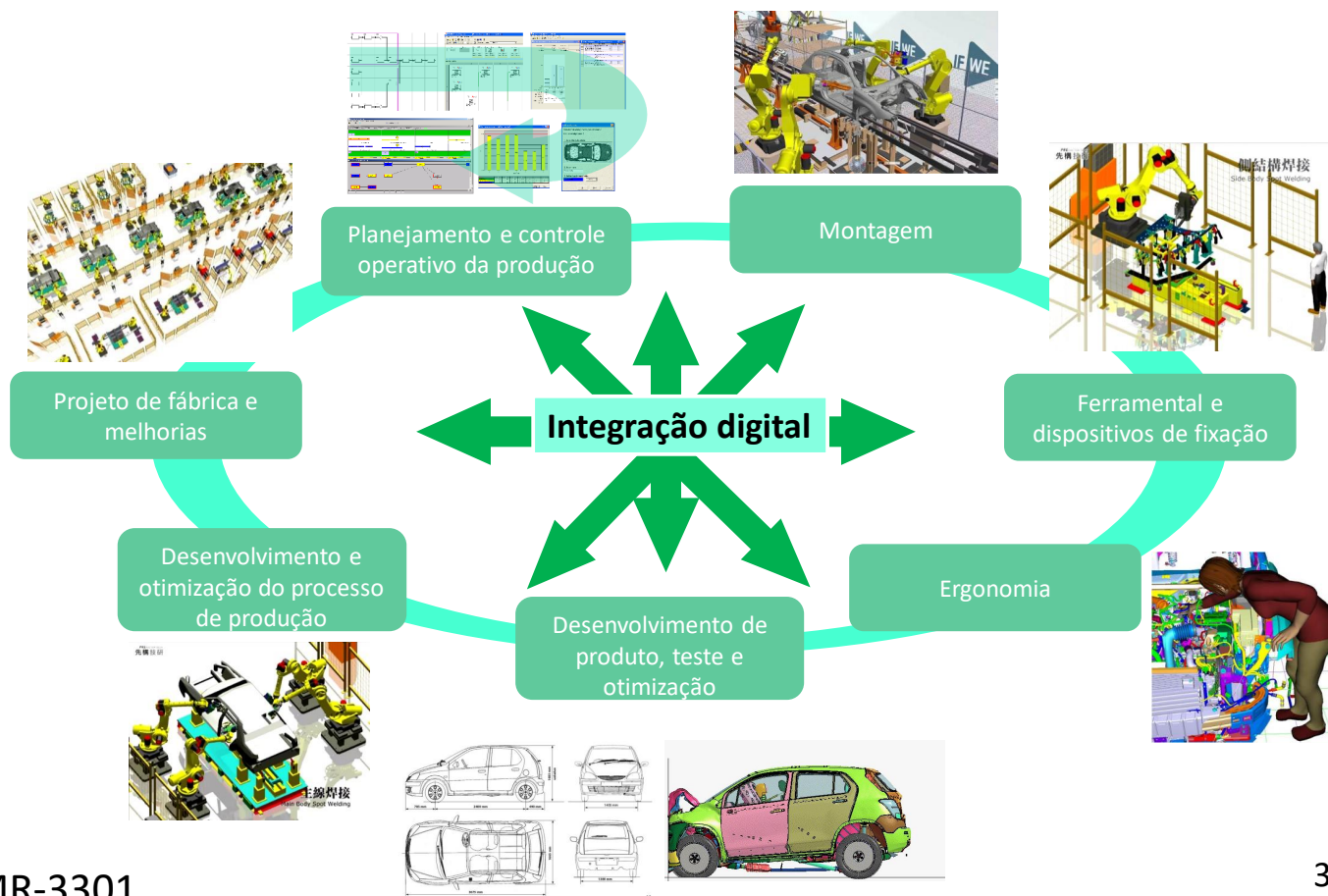


## **Simulação**

Sua aplicação varia de espécies e representações, indo de estruturas organizacionais, processos de trabalho, relações funcionais em plantas ou redes de computadores, até a reconstituição de acidentes de trânsito ou testes de colisão na indústria.

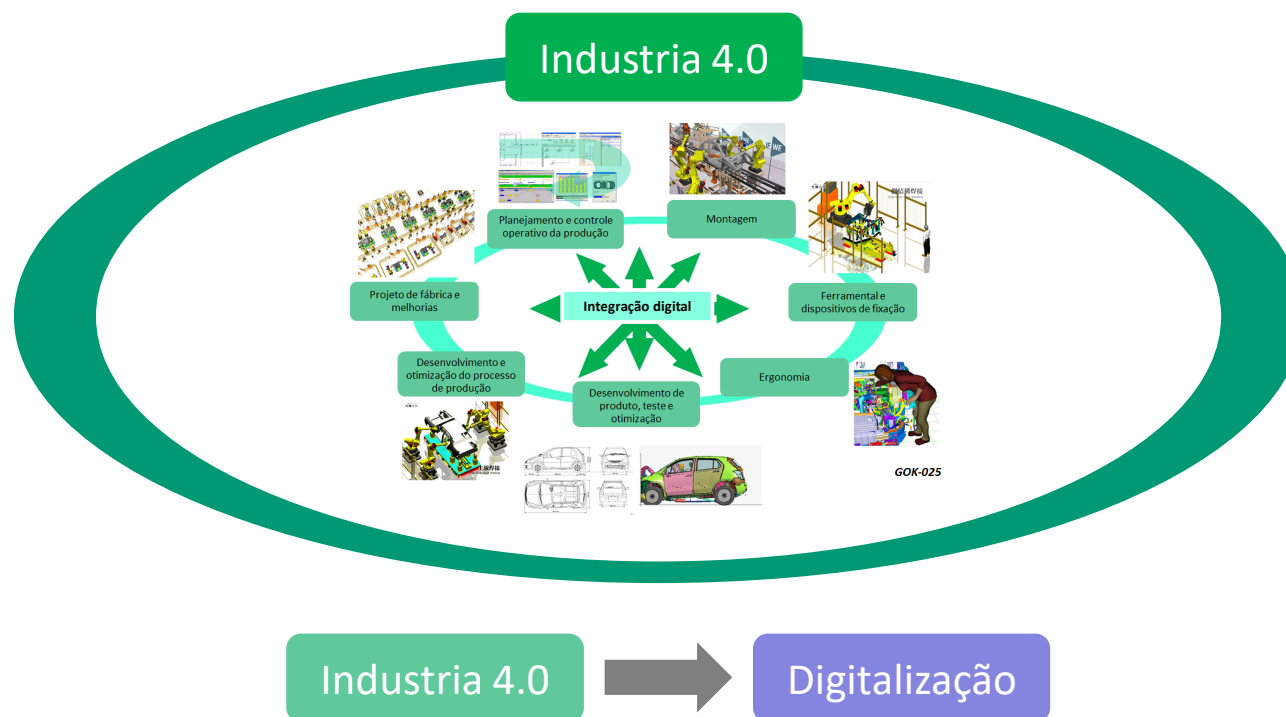








## Fábrica Digital X Indústria 4.0



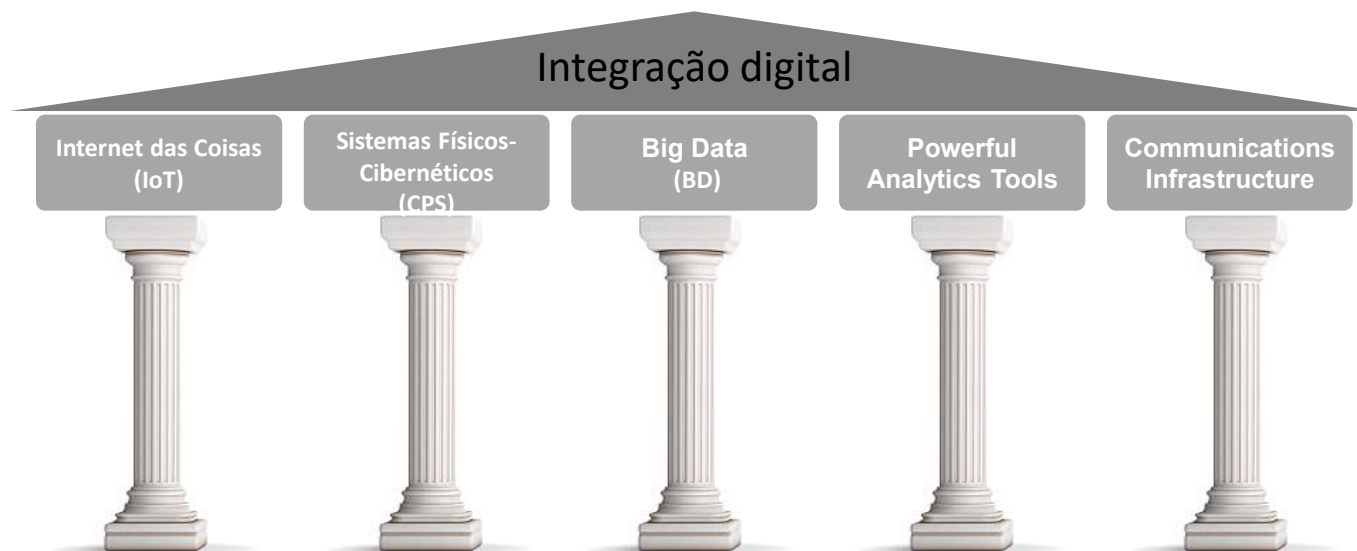


## **CIM, Manufatura 5G, Fábrica Digital e Industria 4.0**

Todos são uma nova forma de pensamento/filosofia baseada na conexão de todos os elementos envolvidos no processo de negócio, da criação a produção, do gerenciamento ao pós vendas. Neste todas as informações dos elementos conectados são coletadas, disponibilizadas, armazenadas, transferidas, analisadas e tornam-se novos elementos de ação, ou realimentação do processo, sempre de forma automatizadas através das redes conectadas e interconectadas.

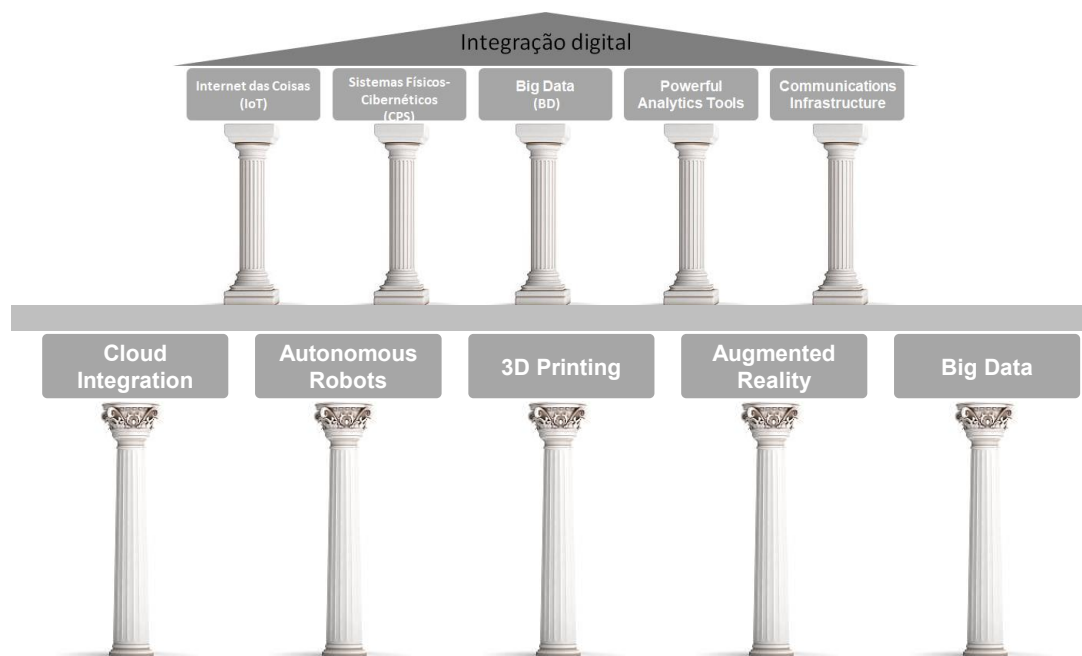


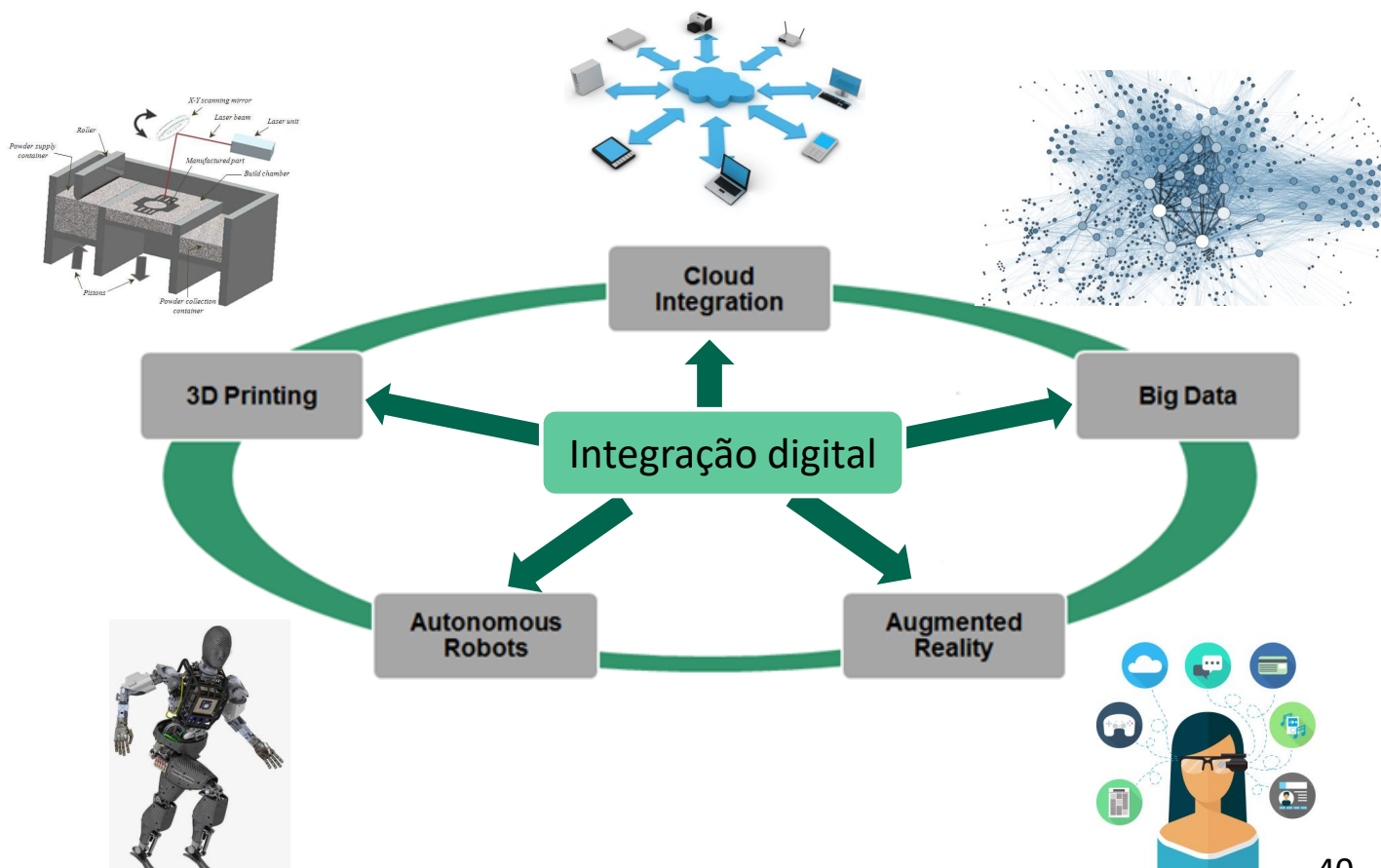
## CIM, Manufatura 5G, Fábrica Digital e Indústria 4.0





## **CIM, Manufatura 5G, Fábrica Digital e Indústria 4.0**









## Integração Digital

Cruzamento entre Processo orientado ao produto e o processo de negócio (VDI 4499 sheet 1 2008, p. 3)





## Integração digital

### Computação corriqueira / onipresente

- Todos as pessoas estão ou estarão conectados





## Integração digital

### Computação corriqueira / onipresente

- Todos as 'coisas' estão ou estarão conectados





## Integração digital

### Computação corriqueira / onipresente

- Todos a logística estará conectada





## Integração digital

### Computação corriqueira / onipresente

- Todos estarão conectados

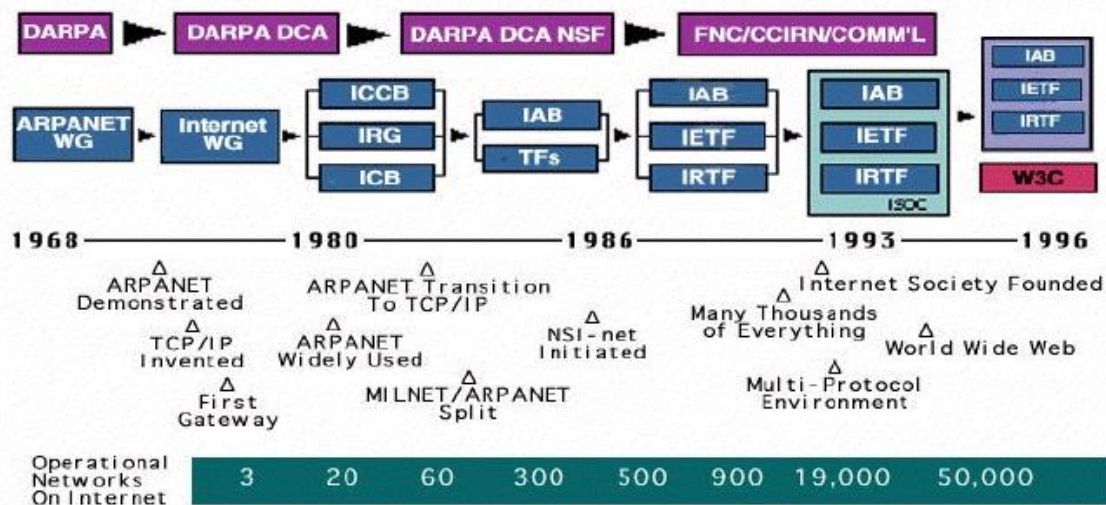




## Integração Digital

### Computação corriqueira / onipresente

- Todos as pessoas estão ou estarão conectados
- Evolução da internet

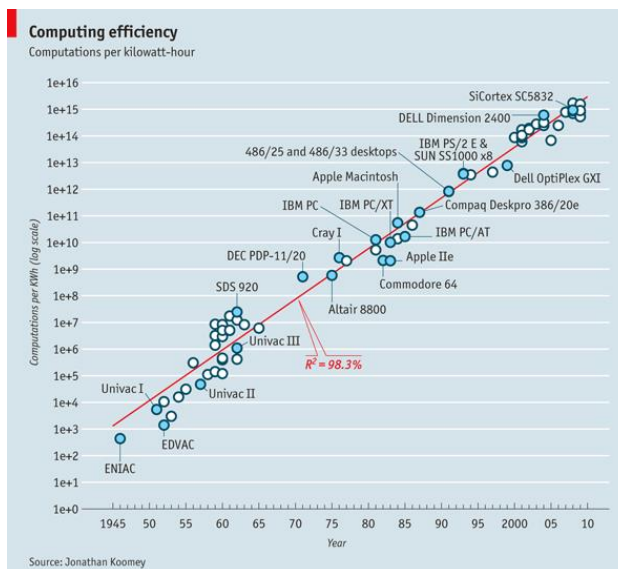




## Integração Digital

### Computação corriqueira / onipresente

- Todos as pessoas estão ou estarão conectados
- Evolução da internet





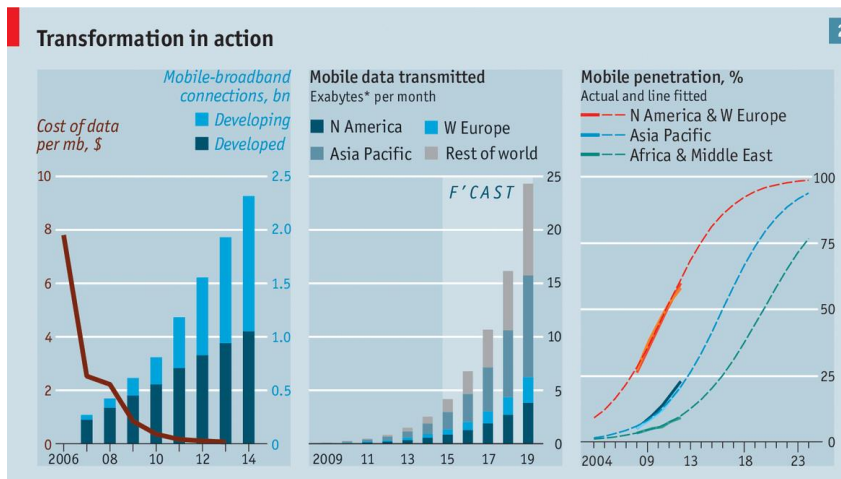
## Integração Digital

### Computação corriqueira / onipresente

- Todos as pessoas estão ou estarão conectados
- Evolução da internet



Economist.com

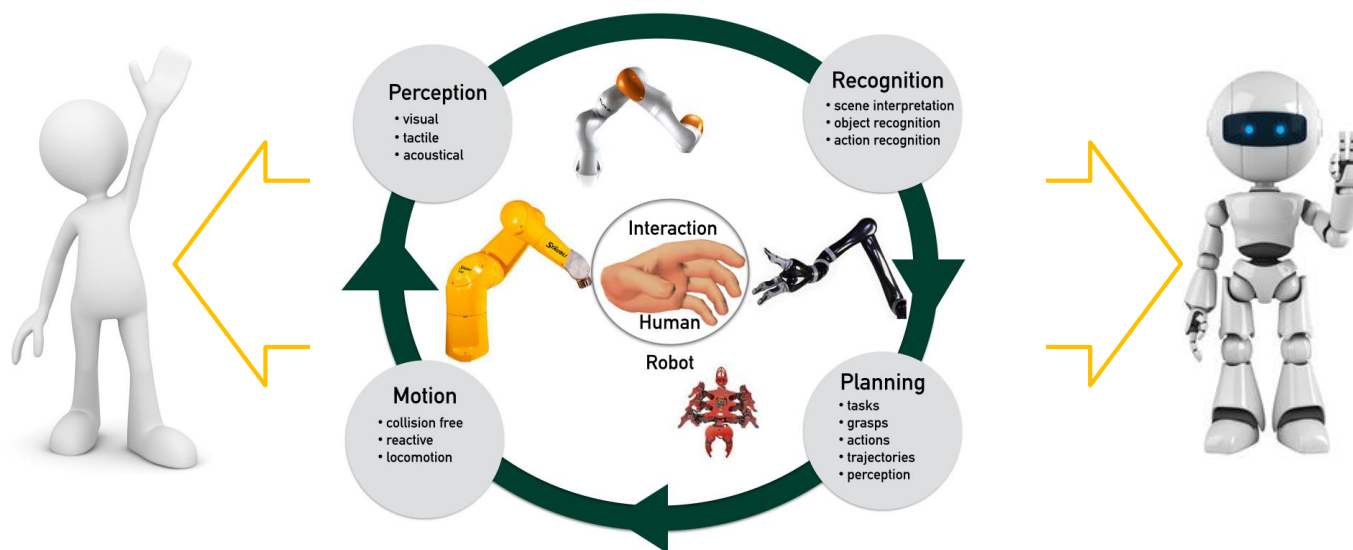






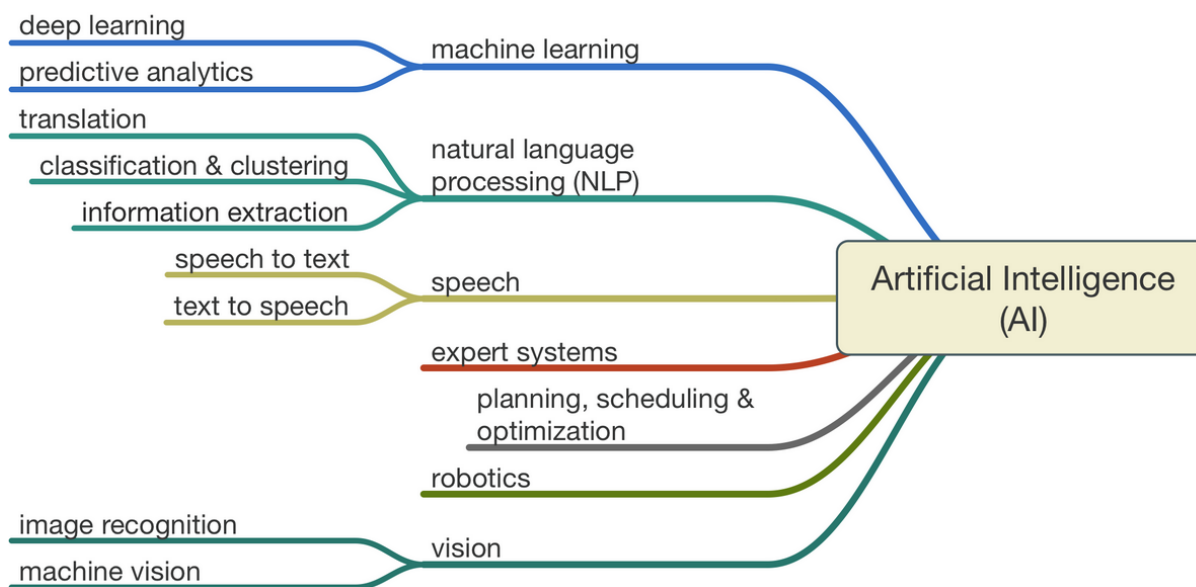
## Interação homem-máquina

- Muito além da ergonomia



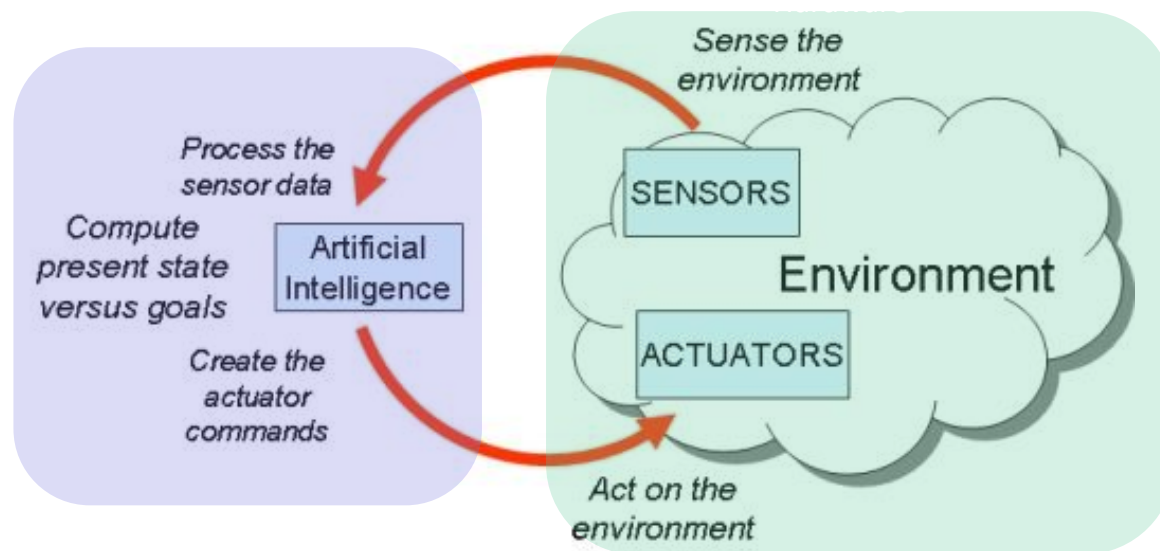


## Inteligência Artificial (AI)





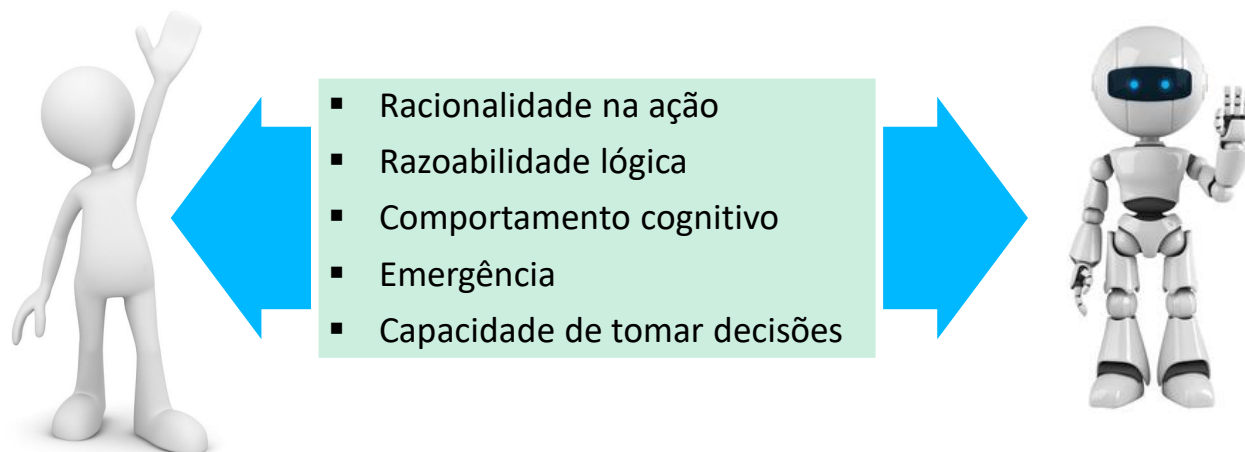
## Inteligência Artificial (AI)





## Inteligência Artificial (AI)

### ➤ Capacidades básicas





### **Autonomia de ação**

- Softwares devem ter uma autonomia razoável de forma a poder reagir as mudanças
- Softwares devem ter uma autonomia razoável para serem capazes de cooperarem com outros agentes (softwares, sensores, atuadores, sistemas, etc.)





## **Autonomia de ação**

- Características que descrevem um software
  - Situado: existe dentro de um ambiente
  - Reativo: adaptativo as informações do ambiente
  - Autônomo: Ter certo grau de autonomia para ação e cooperação
  - Sociabilidade: capacidade de cooperar com outros agentes
  - Racional: capacidade de executar as ações de forma a cumprir o objetivo determinado
  - Antropomórfico: capacidade emular os conceitos mentais humanos



## **Autonomia de ação**

### ➤ Agentes de um software

- Agente de reflexão simples: a escolha (decisão) é feita com base na percepção (dados) atual, não considera percepções(dados) prévios
- Modelos baseados em agentes reflexivos: e escolha (decisão) é feita com base em um modelo do ambiente e percepções(dados) prévias. O modelo á capaz de reagir a situações não previstas, baseado na experiência acumulada
- Agente baseado em objetivo (Gol): A escolha (decisão) é feita com base na percepção (dados) atual e percepções(dados) prévios, e em um estado desejado
- Agente baseado no valor: e escolha (decisão) é baseada em uma solução ótima para atender a um estado desejado



### **Autonomia de ação**

- Agente de software podem ser implementados nos objetos físicos (IoT), que podem ser integrados globalmente de forma simples
- Os agentes de software podem ser implementados como entidades únicas, ou como partes integrantes em uma máquina ou sistema
- Os agentes de software permitem dar autonomia aos Objetos Inteligentes (IOs), baseados nas funções de auto controles
- O auto controle dos IOs descrevem um processo descentralizados de tomada de decisões em uma hierarquia de funções
- IOs devem ser capazes de tomar decisões de forma autônoma em um sistema não determinístico, com base em objetivos predeterminados
- Objetivos predeterminados são essenciais ao sucesso, eles determinam o ponto de chegada para um evento ou processo que deve ser alcançado







## **Autonomia de ação**

### ➤ Características essenciais para o auto controle de OIs

- Autônomos
- Comportamento auto orientável a um objetivo
- Capacidade de decisões autônomas
- Capacidade de 'medir', relacionar e avaliar eventos
- Capacidade e interagir
- Múltiplas hierarquias
- Não determinístico



## **Autonomia de ação**

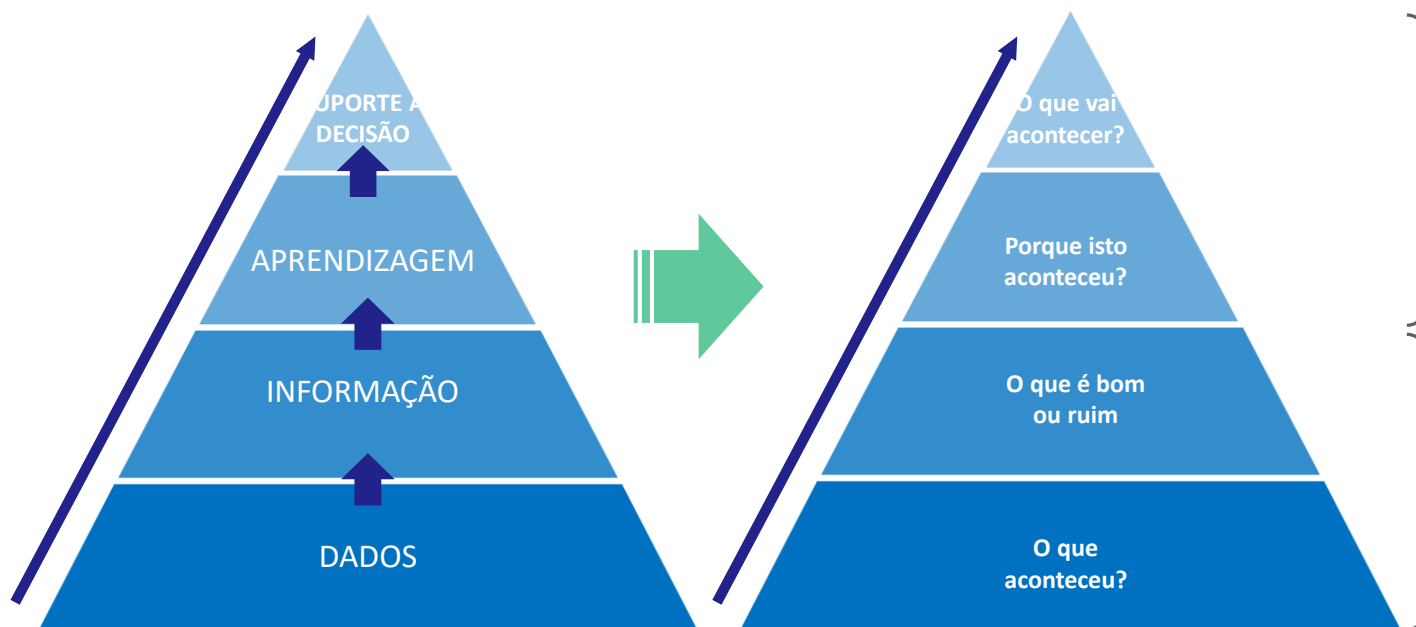
### ➤ Grau de autonomia

- Autonomia comportamental: capacidade de executar programas com comportamentos predefinidos
- Autonomia de tomada de decisão: capacidade de escolher entre diferentes comportamentos programados
- Autonomia de informação: capacidade de gerar novos comportamentos baseados em novas informações



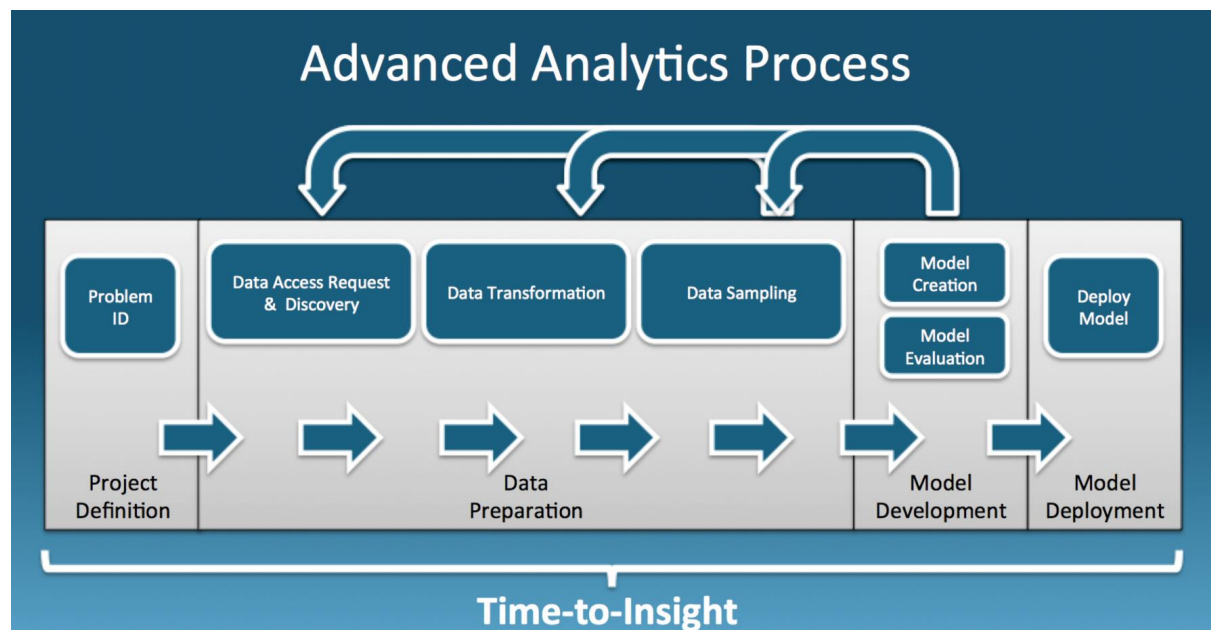
## Modelos de análise de dados avançados

### ➤ Valoração dos dados - *Data Value Creation*



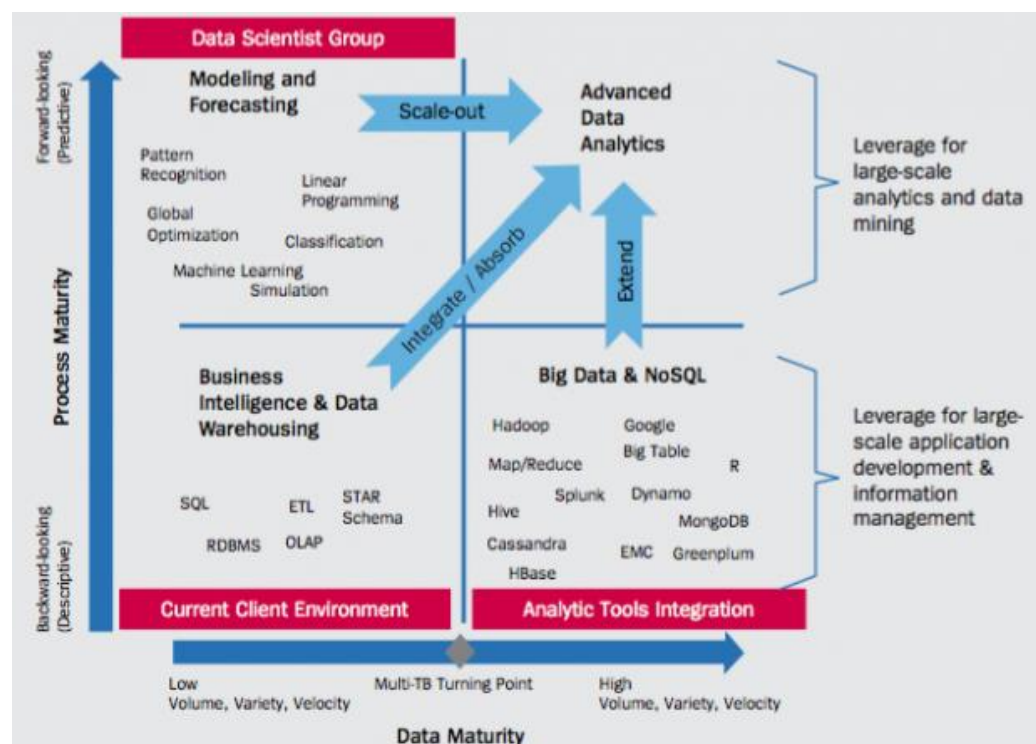


## Modelos de análise de dados avançados





## Modelos de análise de dados avançados





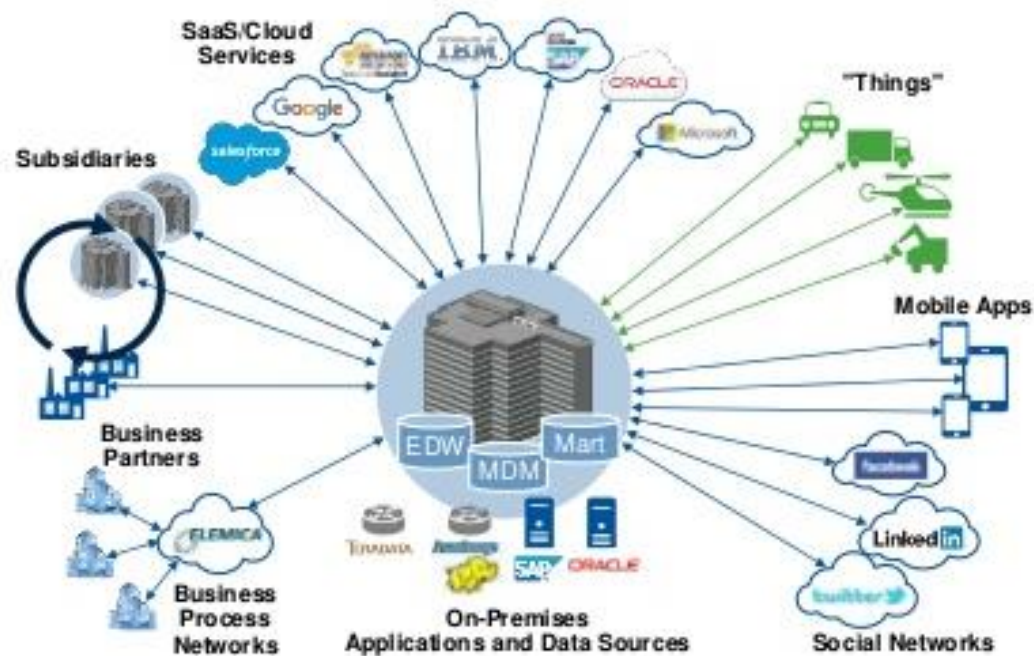
## **Plataformas de integração digital**

### **➤ Porque integrar?**

- Diferentes PPSS (Processos, Produtos, Serviços e sistemas)
- Tecnologias diferentes
- Plataformas diferentes
- Protocolos de diferentes
- Heranças tecnológicas
- Inexistência de solução única
- Requisitos diferentes em todos os níveis



## Plataformas de integração digital





## Equipamento técnico para a integração digital







## Potenciais paradigmas tecnológicos





## Potenciais paradigmas tecnológicos

### ➤ Sistema de transporte inteligente

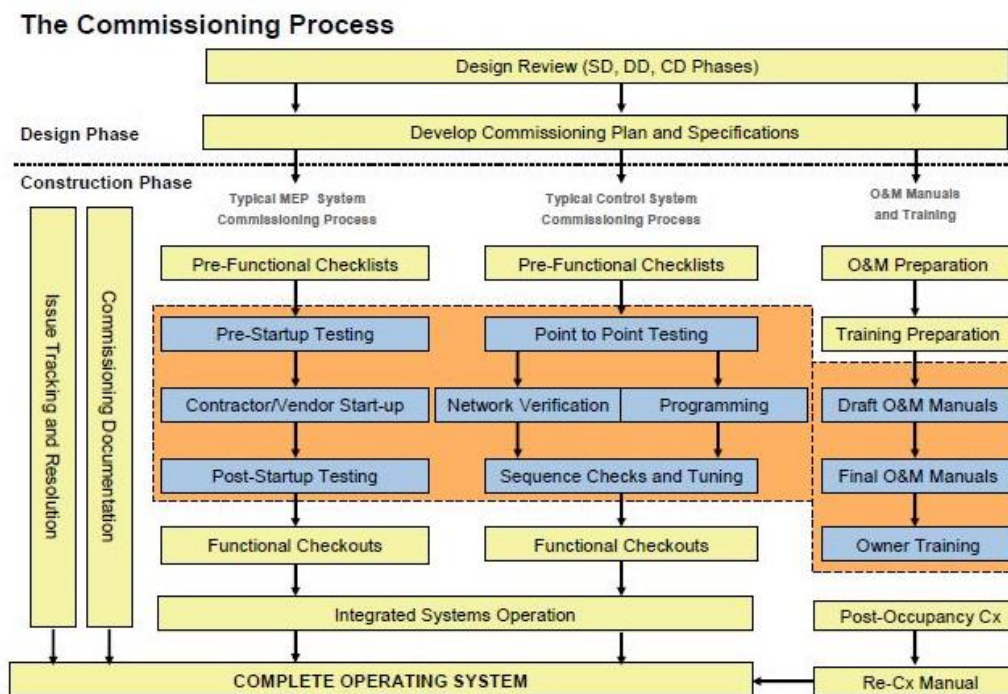
- ⇒ Reconhecimento de portadores de carga
- ⇒ Carregamento / descarregamento automático
- ⇒ O atendimento autônomo do transporte
- ⇒ Negociação de ordens de transporte
- ⇒ Auto-organização do sistema





## Potenciais paradigmas tecnológicos

### ➤ Sistema de comissionamento (aceitação) inteligente





## **Potenciais paradigmas tecnológicos**

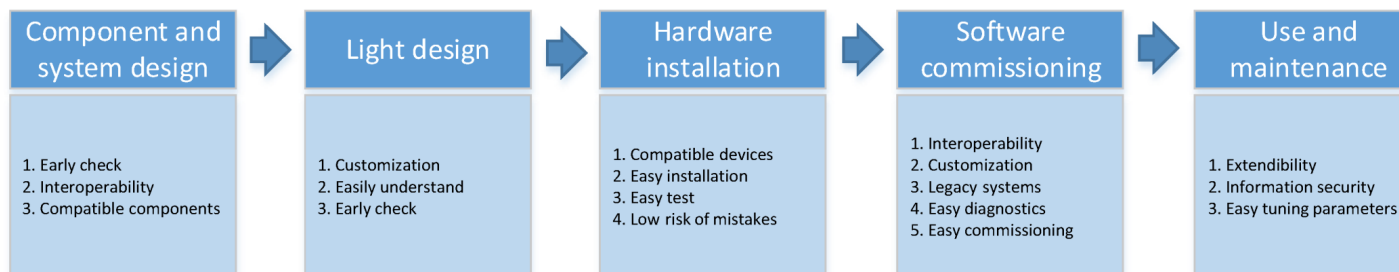
### **➤ Sistema de comissionamento inteligente**

- ⇒ Visualização de informações
- ⇒ Navegação de funcionários
- ⇒ Apoio na tomada de decisões
- ⇒ Controle de qualidade de picking
- ⇒ Reconhecimento de gestos



## Potenciais paradigmas tecnológicos

### ➤ Sistema de comissionamento (aceitação) inteligente





## Potenciais paradigmas tecnológicos

### ➤ Portador de carga inteligente

- ⇒ Rastreabilidade constante
- ⇒ Reconhecimento de bens transportados
- ⇒ Reordenação autônoma de bens
- ⇒ Negociação com sistemas de transporte
- ⇒ Transporte autárquico de energia





## **Potenciais paradigmas tecnológicos**

- **Máquina de produção inteligente**
  - ⇒ Auto reconfiguração
  - ⇒ Simulação de processos
  - ⇒ Planejamento de manutenção
  - ⇒ Negociação de pedidos
  - ⇒ Cumprimento autônomo das ordens

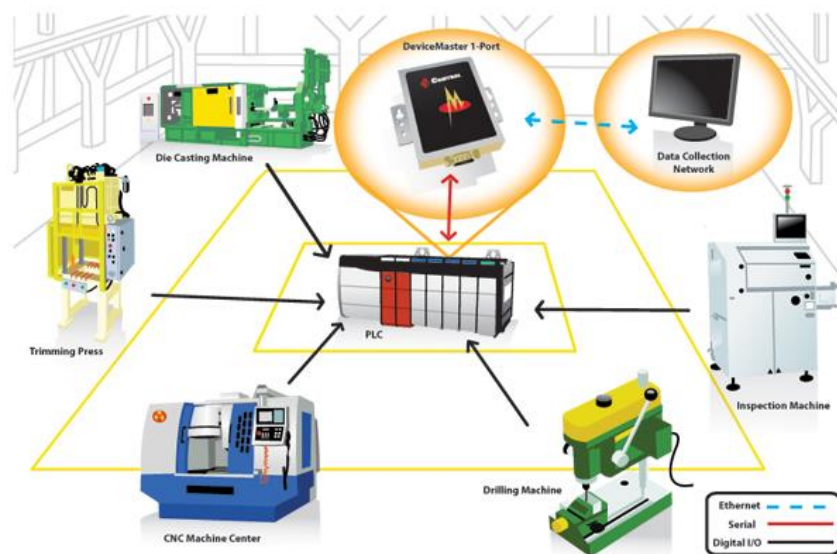


## Potenciais paradigmas tecnológicos

- Máquina de produção inteligente

Automatização  $\neq$  Inteligente

**Atenção!**







## Recomendações para ação

Demanda específica da aplicação em objetos inteligentes (funções orientadas para o usuário)



Realização tecnológica de objetos inteligentes (funções orientadas para o produto)



Fornecedor de tecnologia



Usuário de tecnologia



[www.emersonindustrial.com/automation](http://www.emersonindustrial.com/automation)

[www.emersonindustrial.com/automation](http://www.emersonindustrial.com/automation)



## Conclusão





**ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

---

**- Fim da Aula -**