

# Indústria 4.0 – Engenharia, Tecnologia e Desenvolvimento Económico

Por: **Luís Todo Bom**

(e-mail: [Angopartners@gmail.com](mailto:Angopartners@gmail.com))

Professor Convidado da Universidade Europeia  
Presidente do Conselho de Administração da Multitel

Comunicação apresentada na Conferência Multitel

Luanda, 05 de Dezembro de 2017



Luís Todo Bom

## 1. Introdução

- O desenvolvimento económico do Futuro terá sempre uma base tecnológica;
- A Indústria 4.0 ou 4ª Revolução Industrial está em movimento acelerado;
- As “Fábricas Inteligentes” e as “Cidades Inteligentes” serão uma realidade a curto-prazo;
- Este novo mundo é o mundo da Tecnologia, da Física e da Química – é o mundo dos Engenheiros e da Engenharia;
- Tratando-se de inovações disruptivas vão desenvolver-se de forma exponencial;
- Angola não pode deixar de acompanhar estes domínios do conhecimento.



Luís Todo Bom

## 2. Conceitos, Definições (1)

- Automação e partilha de dados nas tecnologias industriais. Inclui sistemas ciber-físicos, a internet das coisas e cloud computing;
- Cria a “fábrica inteligente”. Nas suas estruturas modulares, os sistemas ciber-físicos monitorizam processos físicos, criam uma cópia virtual do mundo físico e tomam decisões descentralizadas. Com a internet das coisas os sistemas ciber-físicos comunicam e cooperam entre si e com humanos, em tempo real e através da internet dos serviços, os serviços internos e interorganizacionais são oferecidos e utilizados por todos os humanos da cadeia de valor;
- Permite um processo sistémico e global que incorpora:
  - Digitalização e integração, horizontal e vertical, em toda a cadeia de valor;
  - Digitalização da oferta de produtos e serviços;
  - Modelos digitais de negócio e de acesso aos clientes.



Luís Todo Bom

## 2. Conceitos, Definições (2)

- Análise de dados e confiança no digital são as suas bases fundamentais;
- Uma fábrica ou um sistema será considerado como Indústria 4.0 se incluir:
  - Interoperabilidade – máquinas, dispositivos, sensores e pessoas estão interligados e comunicam entre si;
  - Transparência de Informação – os sistemas criam uma cópia virtual do mundo físico, através de dados provenientes de sensores, de modo a centralizarem a informação;
  - Assistência Técnica/Robotização – capacidade dos sistemas para suportarem as tomadas de decisão e resolução de problemas pelos humanos e para auxiliarem os humanos em tarefas de difícil ou perigosa execução para estes;
  - Decisão Descentralizada – capacidade dos sistemas ciber-físicos para tomarem decisões próprias simples e tornarem-se cada vez mais autónomos.



Luís Todo Bom

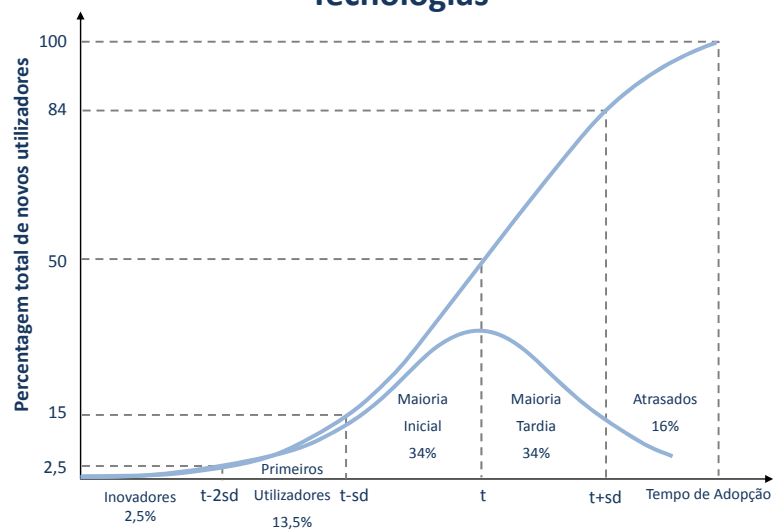
### 3. Indústria 4.0 – Inovação Incremental Vs Radical

	Incremental Fazer Melhor	Radical Fazer Diferente
Produto (serviço)	Melhoria do Produto	Produzir algo completamente diferente
Processo	Eficiência e eficácia, caminho para a excelência	Alteração radical do processo
Posicionamento	Extensão, aprofundamento, segmentação, exploração dos mercados actuais	Encontrar novos campos de intervenção
Paradigma (conceito de negócio)	Modificar o modelo de negócio	Reescrever as regras



Luís Todo Bom

### 4. Indústria 4.0 – Curva de Adopção das Novas Tecnologias



Luís Todo Bom

## 5. As Tecnologias de Suporte (1)

- A designação Indústria 4.0 refere a combinação de várias inovações intensas em Tecnologia Digital, que chegam agora à maturidade, que permitem transformar profundamente o Sector Energético e Industrial:
  - Robótica avançada e Inteligência Artificial;
  - Realidade aumentada/Utilizável pelos humanos;
  - Sensores sofisticados e inteligentes;
  - *Cloud Computing*;
  - Captura e análise de *Big Data* e algoritmos avançados;
  - Detecção de fraude e autenticação;
  - Fabricação digital (impressoras 3D);
  - Interfaces homem-máquina avançados;



Luís Todo Bom

## 5. As Tecnologias de Suporte (2)

- Novos modelos de *software* para marketing. Interação multilevel com clientes;
- *Smartphones* e outros dispositivos móveis;
- A Internet das Coisas;
- Tecnologias de Detecção e de Localização;
- Plataformas que usam algoritmos para direccionar veículos a motor (ferramentas de navegação, aplicações de partilha de condução, serviços de entrega e veículos autónomos);
- Integração de todos estes elementos numa cadeia de valor global interoperável partilhada por várias empresas em vários países.



Luís Todo Bom

## 6. Áreas de Intervenção: Sectores e Cadeia de Valor (1)

- Floresta, celulose, papel e embalagem;
- Aeroespacial, defesa e segurança;
- Manufatura industrial tradicional – têxtil, confecção, calçado, cerâmica, industria ligeira;
- Engenharia e construção;
- Química e farmacêutica;
- Electrónica;
- Metalomecânica;
- Automóvel;
- Transporte e logística.



Luís Todo Bom

## 6. Áreas de Intervenção: Sectores e Cadeia de Valor (2)



Luís Todo Bom

## 7. Áreas e Instituições de Conhecimento, de Investigação e de Inovação (1)

- Áreas do Conhecimento:
  - Matemática;
  - Engenharia e Tecnologia;
  - Física e Química;
  - Ciências Naturais;
  - Tecnologias de Informação e Comunicação – TICs.



Luís Todo Bom

## 7. Áreas e Instituições de Conhecimento, de Investigação e de Inovação (2)

- Áreas de Investigação:
 

<ul style="list-style-type: none"> <li>– Química sintética de coordenação;</li> <li>– Tecnologia de Inteligência Artificial;</li> <li>– Ciência da Complexidade;</li> <li>– Representação gráfica;</li> <li>– Redes de energia;</li> <li>– Armazenamento de energia;</li> <li>– Nanotecnologia de carbono e grafeno;</li> <li>– Hidrogénio e energias alternativas;</li> <li>– Sistemas de Informação;</li> <li>– Óptica e interação luz-matéria;</li> <li>– Engenharia de materiais e ligas;</li> <li>– Microeletrónica;</li> <li>– Tecnologia das partículas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sistemas e estruturas mecânicas;</li> <li>– Dispositivos de radiofrequência e micro-ondas;</li> <li>– Biologia sintética;</li> <li>– Química sintética supramolecular;</li> <li>– Bioenergia;</li> <li>– Captura e armazenamento de carbono;</li> <li>– Engenharia de controlo;</li> <li>– Electromagnetismo e motores eléctricos;</li> <li>– Gráficos e visualização;</li> <li>– Redes de TICs e sistemas distribuídos;</li> <li>– Engenharia de materiais compósitos;</li> <li>– Microsistemas;</li> </ul>
--	---



Luís Todo Bom

## 7. Áreas e Instituições de Conhecimento, de Investigação e de Inovação (3)

### ▪ Áreas de Investigação:

- Subsistemas e dispositivos ópticos;
- Computação dispersa e ubíqua;
- Componentes e sistemas de dispositivos quânticos;
- Robótica;
- Sensores e instrumentação;
- Ciências da superfície;
- Biomateriais e engenharia dos tecidos;
- Dinâmica e mecanismos de reacções químicas;
- Electroquímica;
- Eficiência energética;
- Células de fuel;
- Interação homem-computador;
- Computação de imagens e visão;
- Engenharia de cerâmica e materiais;
- Microelectrónica e tecnologia de dispositivos;
- Fusão e cisão nuclear;
- Circuitos e dispositivos de optoelectrónica;
- Materiais fotónicos;
- Materiais polímeros;
- Engenharia de software;
- Tecnologia solar;
- Engenharia estrutural.



Luís Todo Bom

## 8. Implementação, Consequências (1)

### ▪ Condições Financeiras:

- Grandes empresas de capital intensivo;
- Empresas de TIC;
- Médias Empresas.

### ▪ Disponibilidade de Quadros Qualificados:

- MINT – Matemática, Informática, Ciência Naturais e Tecnologia.

### ▪ Infraestrutura de comunicação de banda larga;



Luís Todo Bom

## 8. Implementação, Consequências (2)

- Apoios do Estado:
  - Desenvolvimento de software;
  - Directamente à produção;
  - Actividades subsidiárias – Logística, Manutenção, Desenvolvimento de produtos;
- Quadro Legal:
  - Protecção de dados das empresas;
  - Responsabilidade por danos dos sistemas autónomos;
  - Protecção de dados pessoais;
  - Restrições ao comércio internacional.



Luís Todo Bom

## 8. Implementação, Consequências (3)

- Consequências:
  - Grandes investimentos com grande impacto nas organizações;
  - Acentua divergências regionais no processo de globalização;
  - Exige empresas robustas na recolha e tratamento de dados;
  - Cultura interna e pessoas para a mudança;
  - Saltos de performance e novas relações com clientes.



Luís Todo Bom



## 9. Cidades Inteligentes – Definição

- Cidade avançada, intensiva em alta tecnologia que permite ligar pessoas, informação e elementos da cidade, utilizando novas tecnologias, de modo a criar uma cidade sustentável, verde, competitiva e inovadora e com elevada qualidade de vida.
- Uma cidade inteligente é baseada em trocas de informação entre os vários subsistemas. Esta troca de informação é canalizada e transferida para os cidadãos e actividade comercial. Com esta informação as cidades criam um ecossistema mais eficiente e sustentável no uso dos recursos.



Luís Todo Bom

## 10. As Seis Características Essenciais de uma Cidade Inteligente (1)

- Economia Inteligente;
- Pessoas Inteligentes;
- Governance Inteligente;
- Mobilidade Inteligente;
- Ambiente Inteligente;
- Vida Inteligente.



Luís Todo Bom

## 10. As Seis Características Essenciais de uma Cidade Inteligente (2)

### Economia Inteligente (Competitividade)

- Espírito inovador;
- Empreendedorismo;
- Imagem económica. Marcas comerciais;
- Produtividade;
- Flexibilidade do Mercado de Trabalho;
- Enquadramento internacional;
- Capacidade de transformação.

### Pessoas Inteligentes (Capital Social e Humano)

- Nível de qualificações;
- Aprendizagem ao longo da vida;
- Pluralidade social e ética;
- Criatividade;
- Flexibilidade;
- Cosmopolitismo. Abertura de espírito;
- Participação na vida pública.



Luís Todo Bom

## 10. As Seis Características Essenciais de uma Cidade Inteligente (3)

### Governance Inteligente (Participação)

- Participação no processo de decisão;
- Serviços públicos e sociais;
- Governance transparente;
- Estratégia e perspectivas políticas.

### Mobilidade Inteligente (Transportes e TICs)

- Acessibilidade local;
- Acessibilidade internacional;
- Disponibilidade de infraestruturas nas TICs;
- Sistemas de transporte seguros, inovadores e sustentáveis.



Luís Todo Bom

## 10. As Seis Características Essenciais de uma Cidade Inteligente (4)

### Ambiente Inteligente (Recursos Naturais)

- Condições naturais de atractividade;
- Poluição;
- Protecção ambiental;
- Gestão sustentável dos recursos.

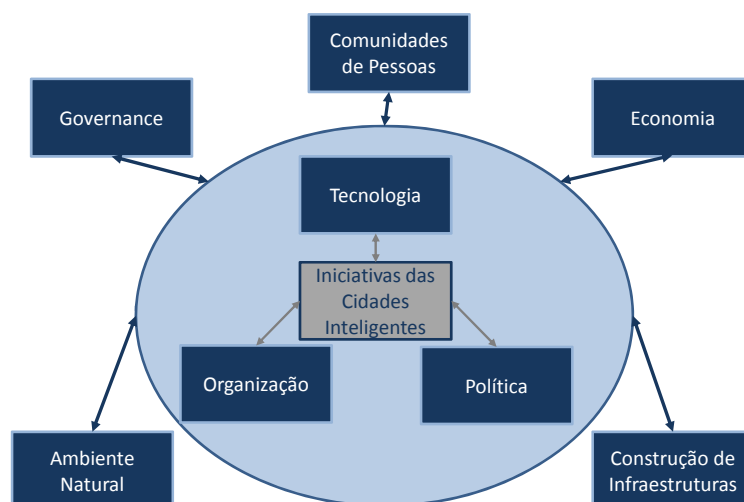
### Vida Inteligente (Qualidade de Vida)

- Actividades culturais;
- Condições de saúde;
- Segurança individual;
- Qualidade da habitação;
- Equipamentos educacionais;
- Atractividade turística;
- Coesão social.



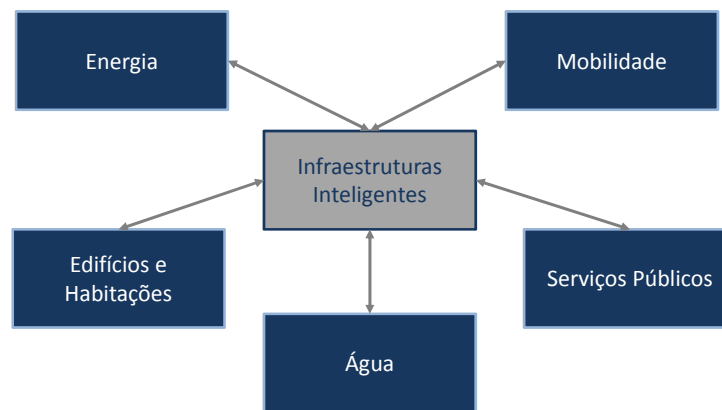
Luís Todo Bom

## 11. Cidades Inteligentes – Um Modelo Integrado de Funcionamento



Luís Todo Bom

## 12. Cidades Inteligentes – Um Sistema Integrado e Infraestruturas



Luís Todo Bom

## 13. Cidades Sustentáveis – os Três Pilares Fundamentais

- Sustentabilidade Económica – Ambiente de negócios, dinamismo e capacidade de geração de riqueza.
- Sustentabilidade Social – Inclusão social, serviços públicos básicos para todos os cidadãos.
- Sustentabilidade Ambiental – Limitação de recursos e de poluição, saúde, qualidade de vida.



Luís Todo Bom

## 14. Fábricas Inteligentes – Definições

- A Fábrica Inteligente representa um salto em frente, da automação tradicional para um sistema totalmente interligado e flexível, sistema que pode usar um fluxo constante de dados a partir de operações interligadas e de sistemas de produção, para aprender e adaptar-se a novos processos.
- Sistema flexível que pode auto-otimizar a sua performance, através de uma rede alargada de dados, auto-adaptar-se e aprender a partir de novas condições em tempo real ou quase real, e de um modo autónomo, fazer funcionar um processo de produção completo.



Luís Todo Bom

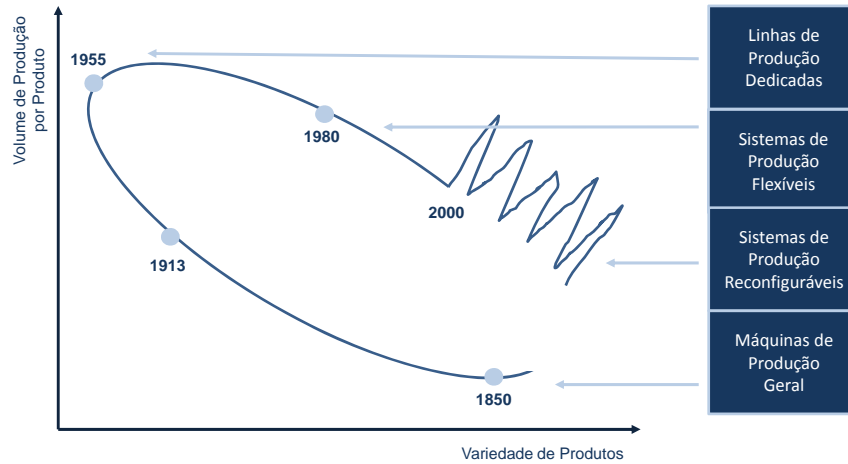
## 15. Fábricas Inteligentes – Benefícios

- Aumento da Eficiência dos Activos – através da geração contínua de dados que permitem uma análise, reavaliação e auto-correcção da performance dos activos.
- Qualidade - detecção e correcção de defeitos de fabrico através do processo de auto-optimização da produção.
- Menor Custo de Produção – através dos processos de optimização que conduzem a processos mais eficientes em custos.
- Segurança e Sustentabilidade – melhorando a pegada ambiental e a segurança dos trabalhadores, conduzindo a uma maior sustentabilidade ambiental.



Luís Todo Bom

## 16. Fábricas Inteligentes – Arquitectura de Produtos e Sistemas de Produção



Luís Todo Bom

## 17. Fábricas Inteligentes – Características de Funcionamento

- Produção de Produtos Inteligentes Personalizados – requer flexibilidade e um alto nível de integração das TICs no sistema de produção.
- Integração do Produto e do Serviço numa simples linha extensiva do produto – produzindo valor para o cliente durante todo o ciclo de vida do produto.
- Alto nível de colaboração através das redes de produção – requer alto nível de integração das TICs para suportar o desenvolvimento colaborativo de produtos, de produção e de criação de valor acrescentado.



Luís Todo Bom

## 18. Fábricas Inteligentes – Um Sistema Integrado



Luís Todo Bom

## 19. Fábricas Inteligentes – Elementos Cruciais

1. Redes de Produção – Cadeias de valor flexíveis, com informação disponível em tempo real, através das fronteiras da empresa.
2. Fusão do mundo virtual com o mundo real – Integração do desenho do produto e da produção de modo a encontrar o “time do market” ideal.
3. Sistemas Ciber-físicos – Unidades de produção modular com imagem virtual completa e consistente.



Luís Todo Bom

## 20. Fábricas Inteligentes – Características Fundamentais

1. Interligada – Processos e materiais interligados de modo a produzirem dados que permitam decisões em tempo real.
2. Optimizada – Permitindo a execução de operações com um mínimo de intervenção manual e elevada flexibilidade.
3. Proactiva – Sistemas e empregados podem antecipar e actuar antes das questões se tornarem críticas.
4. Ágil – Flexibilidade que permite adaptar programas e alteração de produtos com uma intervenção mínima.
5. Transparente – Captação e visualização em tempo real dos dados captados a partir do processo e dos produtos.



Luís Todo Bom

## 21. O Papel dos Engenheiros e da Engenharia na Indústria 4.0

- Não é possível alterar o paradigma dos sistemas produtivos, adoptando as ferramentas da Indústria 4.0, sem os Engenheiros e a Engenharia;
- Para além de Engenheiros Informáticos são necessários Engenheiros Químicos, Mecânicos, Electrotécnicos, Materiais,...;
- As Faculdades de Engenharia não podem degradar a qualidade e a actualidade do seu ensino;
- Os Engenheiros terão de se habituar a regressar periodicamente às suas Escolas para formação complementar e actualização. As Faculdades de Engenharia terão de dar resposta a esta nova realidade;
- As novas empresas, a operar em Angola nacionais e estrangeiras, que seguirão este caminho, com maior dimensão e capacidade tecnológica, serão Escolas Práticas de Engenharia, complementando a formação obtida na Universidade;



Luís Todo Bom



## 22. Princípios de Cooperação na Indústria 4.0

- O desenvolvimento tecnológico no âmbito da Indústria 4.0 recomenda acções de cooperação entre os vários países, nomeadamente através de:
  - Partilha de informação integrada no âmbito das características principais das Cidades Inteligentes e sustentáveis, assim como no âmbito das Fábricas Inteligentes;
  - Desenvolvimento de projectos comuns em todas estas áreas;
  - Criação de programas educativos de investigação e de formação no âmbito das tecnologias associadas às Cidades Inteligentes e às Fábricas Inteligentes.



Luís Todo Bom

## 23. Notas Finais (1)

- A Indústria 4.0 é um Processo Político: Política Industrial, Tecnológica, de Inovação, ...;
- A Alemanha foi o primeiro país a reconhecer esse facto: apoio incondicional de todas as forças políticas;
- Reino Unido, França e Espanha começam a desenvolver políticas nesse sentido;
- Angola, em particular no âmbito do CPLP deve acompanhar estes movimentos tecnológicos;



Luís Todo Bom

## 23. Notas Finais (2)

- Este modelo exige empresas com dimensão e cultura tecnológica, um sistema de inovação empresarial, integração em redes internacionais e faculdades de engenharia de qualidade.
- A implementação de programas no domínio da Indústria 4.0 exige a realização de um conjunto alargado de acções nas universidades, nos institutos públicos e nas empresas;
- É fundamental a existência de um conjunto de infraestruturas tecnológicas nacionais, nomeadamente, centros tecnológicos sectoriais, centros de transferência de tecnologia, parques tecnológicos e centros de incubação de base tecnológica.



Luís Todo Bom