

# Indústria 4.0 implicações de um conceito para o trabalho <sup>1</sup>

**António Brandão Moniz\* \*\***, com a colaboração de **Bettina Krings\*\*** e de **Philipp Frey\*\***

\* Universidade Nova de Lisboa, CICS.NOVA e Faculdade de Ciências e Tecnologia(Portugal)

\*\* Karlsruhe Institute of Technology, Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (Germany)

## Índice

<b>Introdução .....</b>	<b>2</b>
<b>Temas a desenvolver .....</b>	<b>2</b>
<b>A curva da cadeia de valor e o processo de mudança de jogo das tecnologias.....</b>	<b>2</b>
<b>A emergência do conceito .....</b>	<b>3</b>
<b>Na Alemanha .....</b>	<b>3</b>
<b>Em Portugal (Programa i4.0).....</b>	<b>4</b>
<b>Impacto sobre o emprego.....</b>	<b>4</b>
<b>Indústria 4.0 – estado da discussão .....</b>	<b>6</b>
<b>Indústria 4.0 na perspetiva dos trabalhadores .....</b>	<b>6</b>
Efeitos de emprego .....	6
Qualificação .....	7
Organização do trabalho.....	7
Condições de trabalho (horas de trabalho, compatibilidade e saúde) .....	7
Efeitos no emprego - digressão.....	8
Consenso:.....	8
Mudanças esperadas .....	9
<b>Propostas e relação direta com “indústria 4.0” e “trabalho 4.0”.....</b>	<b>11</b>
<b>Comentários finais às propostas do BE.....</b>	<b>12</b>

---

<sup>1</sup> Comunicação ao X Encontro Nacional do Trabalho “As mudanças no chão da fábrica”, Lisboa, 5 Maio 2018

## Introdução

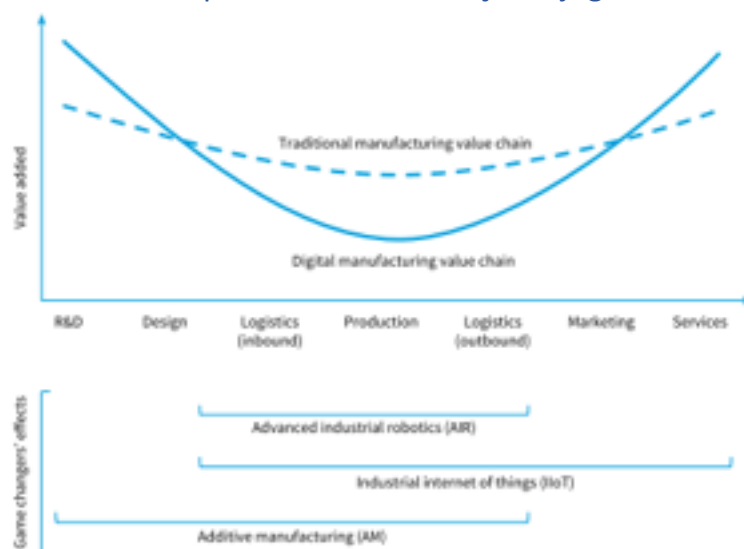
Marx:

“A maquinaria, considerada sozinha, **encurta as horas de trabalho**, mas, quando ao serviço do capital, prolonga-as; torna o **trabalho mais leve**, mas quando utilizada pelo capital aumenta a **intensidade do trabalho**; em si mesma é uma vitória do homem sobre as forças da natureza, mas nas mãos do capital, torna o homem escravo dessas forças; em si mesma aumenta a **riqueza dos produtores**, mas nas mãos do capital, torna-os indigentes - por todas essas razões e outras mais[...] [é] suficiente estúpido querer enfrentar, não o emprego capitalista de maquinaria, mas máquinas em si mesmas”

## Temas a desenvolver

1. Indústria 4.0 – emergência do conceito
2. Indústria 4.0 como um novo paradigma tecnológico na Alemanha
3. Indústria 4.0 em Portugal
4. O impacto no emprego
5. Estado da discussão
6. Indústria 4.0 na perspectiva dos trabalhadores
7. Desenvolvimento da Indústria 4.0
8. Indústria 4.0 e Trabalho 4.0

## A curva da cadeia de valor e o processo de mudança de jogo das tecnologias

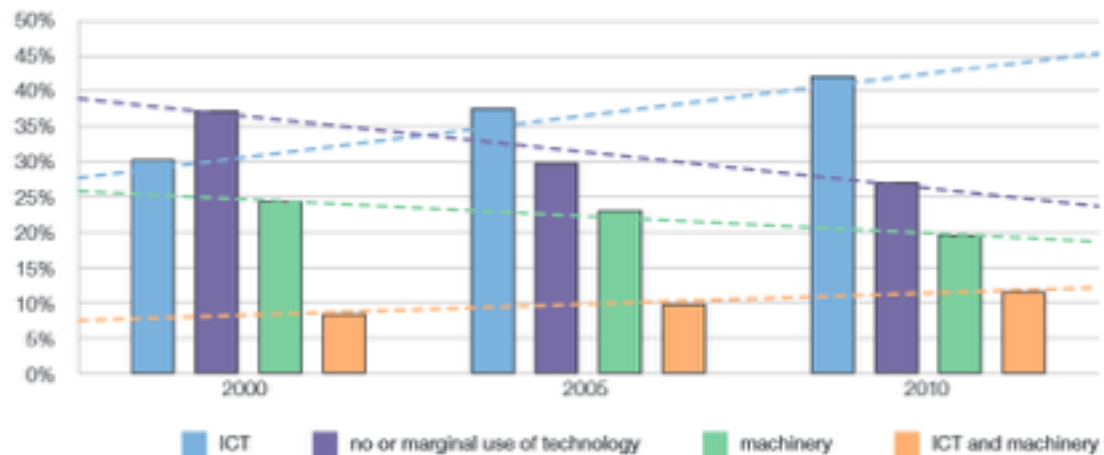


Eurofound: *Game changing technologies: Exploring the impact on production processes and work*, 2018

## A emergência do conceito

### Evolution of technology in the working environment

**Figure 40:** Evolution of technology use, EU27 (%)



Eurofound (2012): Fifth European Working Conditions Survey, Luxembourg

## Na Alemanha

“Indústria 4.0” é um termo que foi lançado pelos três estruturas da sociedade alemã: a indústria, os agentes políticos e o sistema nacional de ciência em 2011

- e tornou-se uma **visão proeminente técnica** sobre o desenvolvimento futuro da indústria na Alemanha
- O termo é baseado nas narrativas técnicas da evolução humana em relação à industrialização e descreve a continuação das três “revoluções técnicas” (motor a vapor, linha de produção, eletrônica) (ver Edgerton, 2006). Com base nos processos de inovação em curso das tecnologias da informação, introdução da **quarta revolução industrial**
- Plataforma „Industria 4.0“ **“fábricas inteligentes”** → **ampla iniciativa da política, economia e ciência**
  - entrou numa estratégia do governo alemão para a tecnologia avançada(2015).
  - Através desta estratégia, a Academia de Ciência e Tecnologia (Acatech) definiu recomendações científicas em 2013 (PME, IT-Design, Segurança & Qualificação)
- A estreita integração da tecnologia da informação, engenharia mecânica e engenharia eletrônica na **Industria 4.0** requer processos de alinhamento rápidos e intersetoriais: integração de tags RFID em todos os processos, como design, produção, logística, gerenciamento, etc. (Roubine 2015, Degryse 2016, Hirsch-Kreinsen 2015)
- Ligar unidades de produção anteriormente “passivas” - como ferramentas, máquinas ou veículos de transporte. Estes são equipados com “olhos e ouvidos” digitais (sensores) e “mãos e pés” (atuadores) e são controlados a partir de um local central através de

sistemas de TI > “fábrica inteligente” > aumento de automação (*Plattform Industrie 4.0, BME*).

- Criação de mão-de-obra “flexível” (Ford 2015, Boston Consulting Group 2015, Vendramin, Valenduc 2016)
- Criação de sistemas padronizados globais de produção e gestão (flexíveis e autónomos) é uma questão da concorrência global (Pfeiffer 2015, 2016)
- forte “abordagem de impulso tecnológico” (Evangelista et al. 2014)
- mas “a teoria sociotécnica tem como núcleo que o projeto e o desempenho de novos sistemas podem ser melhorados e, na verdade, só podem funcionar satisfatoriamente, se o 'social' e o 'técnico' são reunidos e tratados como aspetos independentes de um sistema de trabalho” (Clegg 2000, Moniz & Krings 2016)

## Em Portugal (Programa i4.0)

Lançado em janeiro de 2017, o objetivo é colocar Portugal na vanguarda da 4ª Revolução Industrial, concentrando-se em três áreas: digitalização, inovação e formação.

### Eixos estratégicos

- Formação e capacitação de recursos humanos
- Ecosistema de cooperação
- Startup i4.0
- Financiamento / apoio ao investimento
- Internacionalização
- Adaptação legal e normalização

Portugal tem as infra-estruturas e a capacidade de inovação necessárias para liderar a quarta revolução industrial. No entanto, as competências digitais foram identificadas como uma das suas fraquezas

O desenho da estratégia focou quase exclusivamente no envolvimento dos setores privados como veículo para assegurar o sucesso de sua implementação.

A abordagem *bottom-up* da iniciativa aplicada durante o projeto e a implementação - pode ser transferida para outros setores ou países. O envolvimento das partes interessadas provou ser de importância crucial para o desenvolvimento e o resultado final da iniciativa.

No geral, um investimento de € 4,5 mil milhões foi orçamentado para os próximos 4 anos.

A exposição de empresas a sistemas de produção alemães e mercados competitivos globalizados é significativa porque estão sob influência ou controlo de multinacionais (muitas de origem alemã) e / ou estão consideravelmente orientadas para exportação.

## Impacto sobre o emprego

Perspectiva para a Alemanha (segundo Frey & Osborne 2013)

### a) Mercados de trabalho (Walwei 2014, 2016)

O impacto ainda é incerto: Indústrias? Regiões? Velocidade de mudanças potenciais? Impacto na procura? Apoio institucional? Mudanças? Problemas?

Estimativa de que cerca de 59% do emprego alemão poderia estar em risco (Brezki & Burk 2015)

Estimativa de Dengler & Matthes (2015) mais diferenciada: profissões por nível de

exigência de qualificação, segmento de profissões e emprego coberto pela previdência social  
Baixa e média qualificação 45% (mais afetados);  
Requisitos de alta qualificação: 19-30%.  
No setor de produção, o maior potencial de substituição (cerca de 70%)  
Estudo de Wolter et al. (ver também 2015, Graetz & Michaels 2015): “A Indústria 4.0 não é um “ produtor de empregos ”, nem um “ destruidor de empregos ”.  
Cenários estimam uma perda total de 60.000 postos de trabalho através da digitalização mudanças adicionais significativas em diferentes setores (cerca de 430.000)

b) Qualificação e competências (Nübler 2016, Hirsch-Kreinsen 2015)

Nova onda de robôs móveis, autônomos e de aprendizagem

- o crescimento exponencial das capacidades de processamento de dados e o mecanismo de *feedback* em *software* permitem o aprimoramento pessoal, a aprendizagem e a inteligência artificial
- substituir tarefas humanas e novos sistemas de colaboração entre humanos e máquinas (Moniz & Krings 2015)

ou seja, indústria automóvel: “sistemas de robôs mais pequenos e flexíveis” procuram empregos novos e sofisticados em profissões médias (Behrwald & Rauwald 2016)

Aumento de profissões “híbridas” combinando qualificações e competências de diferentes domínios, arquitetos e analistas de *big data*, especialistas em serviços “em nuvem”, profissionais do mercado digital, engenheiros de conhecimento, etc.

Aumento da resolução de problemas, competências interativas e interpessoais de empregos conhecimento tácito intelectual

Perspectiva para a Alemanha (dois modelos)

(1) Continuação da fragmentação e automação (Huws et al. 2009, Huws 2013)

Uma tendência de longo prazo de fragmentar os processos de produção: divisão de tarefas entre trabalhadores, empresas e economias - foi apoiada por grandes inovações em transporte, informação e comunicação

Divisão global de trabalho de sistemas > pode provocar elevada especialização

(2) Novos modelos de “trazer empregos para casa” (Nübler 2016: 8)

Com as novas tecnologias de produção, como IoT e Industry 4.0, são espera-se que retornem empregos e interrompam cadeias de valor. "Enquanto o potencial para a terceirização ainda é limitado devido aos altos custos de investimento e desafios técnicos, espera-se que essas tecnologias se difundam com o declínio dos preços dos robôs [...] e a pressão política para trazer empregos "de volta para casa" ...

## Indústria 4.0 – estado da discussão

- Poucas conclusões empíricas

Avaliações de especialistas e declarações de tendências

Indústrias individuais

Necessidade de investigação: o papel e consequências da tecnologia num ambiente de trabalho digital

- Perguntas abertas

Implementação técnica

Sistemas de Dados / Proteção de Dados

Normalização

Contradições do inventário

Dúvidas sobre a 4ª revolução em si

- Potenciais

Visão ainda técnica do futuro (rede integrada e auto-otimização)

Desenvolvimento / negociação de caminhos de desenvolvimento orientados para o trabalho através de negócios e de política & ciência

## Indústria 4.0 na perspetiva dos trabalhadores

### Efeitos de emprego

Status quo

- O emprego normal é "ainda em grande parte normal"
- Alta proporção de trabalho temporário
- Poucos medos sobre o seu próprio trabalho

Indústria 4.0

Inconsistência de previsões para produção

- Elevados potenciais de racionalização (VW)  
Boston Consulting: Aumento de 6% (empregados altamente qualificados), cerca de 350.000 postos de trabalho até 2025; Eliminação de 610.000 em produção, aumento de 960.000 em TI
- Eliminação por consenso do trabalho simples?  
Atividades manuais, controle de qualidade, mas também planeamento de produção (= trabalho de rotina na cabeça)  
Vs. Estabilidade das atividades manuais em condições de produção não padronizadas;  
Continuidade na indústria alimentar / produção de metal  
Novas formas de "trabalho simples" apoiadas digitalmente?
- Nenhum desemprego tecnológico  
novas necessidades de design para relacionamentos entre humanos e robôs  
mudanças de qualificação

## Qualificação

Status quo:

- Alta prioridade de formação profissional
- Boa ancoragem da educação continuada no sistema
  - Pouco interesse em formação relacionada a TIC
  - Formação "no trabalho" é considerado suficiente

Indústria 4.0

Consenso: mudança

Dois caminhos de desenvolvimento possíveis

- "Atualizando" de qualificações (também atualizando do trabalho industrial)
  - Mais qualificação exigida: "Aproximadamente 65% dos funcionários na Alemanha são capazes de atualizar suas qualificações para os novos requisitos da indústria 4.0" (Constanze Kurz, IG Metall)
  - Competência central: tratamento de perturbações ou situações imprevisíveis;
  - Manipulação / avaliação de dados de medição
  - Significado ganho de experiência subjetiva

## Organização do trabalho

Status quo:

- Alta taxa de mudança técnica e organizacional (não necessariamente acionada digitalmente)
- Parcialmente alto grau de automação

Indústria 4.0:

- Interface indivíduo-máquina
- Interação humanos-robôs
- aumento do emaranhamento de realidades naturais e virtuais
- ambientes complexos de trabalho
- Trabalhar em sistemas automáticos (organização do trabalho e divisão de funções entre sistemas técnicos e de pessoal)
  - Controlo de sistemas autónomos
  - Responsabilidade pela operação do sistema
- Várias tendências
  - **Cenário de automação:** função de controlo técnico (controlo por especialistas, atividades executivas de trabalhadores qualificados)
  - **Cenário de ferramenta:** o trabalhador qualificado tem controlo sobre os processos de produção (suportados por sistemas inteligentes) nova gama de tarefas / novos requisitos
  - **Cenário híbrido**

Condições de trabalho (horas de trabalho, compatibilidade e saúde)

Status quo:

- Trabalhar dentro dos limites normais, alta proporção de trabalho por turnos (cerca de 25%)
- Trabalho de fim de semana bastante raro (só na área de turnos)
- Desejo de "flexibilidade de curto prazo na organização do tempo de trabalho", nenhum desejo de "home office"
- Alta satisfação no trabalho, alta colegialidade

#### Industrie 4.0:

- Dissociação do tempo de trabalho e do local de trabalho Dissolução do trabalho - também na produção industrial
- Intensificação do trabalho
- Flexibilização do trabalho
  - Sistemas de assistência móvel e máquinas mais inteligentes abrem o caminho para uma flexibilidade muito necessária nos horários de trabalho. Turnos de produção podem ter diferentes horários de início para cada trabalhador. No futuro, os operadores de máquinas podem até mesmo trabalhar para diferentes empresas em diferentes dias da semana, o que lhes permite manter um emprego em tempo integral (Stefan Gerlach, Fraunhofer IAO)
- Ainda aberto
  - Melhores contratos vs. Precarização do emprego
  - Alívio ergonómico (trabalho fisicamente pesado) vs. aumento do *stress* mental

#### Efeitos no emprego - digressão

#### Tendência geral: **Novo potencial de racionalização através da digitalização**

- "Free from work" (Kurz & Rieger 2013) & "Second Machine Age" (Brynjolfsson & McAfee 2014)
- **Informatização de aspetos cognitivos**
  - Seções de pensamento e/ou análise em processos de trabalho são cobertas por software (não apenas atividades rotineiras!)
    - Setores: Serviços, por exemplo Setor bancário; Gestão, por exemplo Lei; Transporte e logística; Produção,...
    - Tecnologias: Automóveis autónomos, Reconhecimento automático de voz, Geração automatizada de texto, Traduções, Robótica, Impressão 3D, ...
    - Organização do trabalho: controle de processos de negócios via software
  - Perda maciça de empregos?
    - 47% dos empregos (Frey & Osborne 2013):
    - 42% Alemanha; (Bonin et al. 2015)

„A automação completa não é realista. A tecnologia aumentará principalmente a produtividade através de sistemas de assistência física e digital, não a substituição do trabalho humano” (Ingo Ruhmann, BMBF)

#### Consenso:

- Nenhum determinismo tecnológico, mas o desenho do "sistema sociotécnico"



### "Fabricação social":

- Integração da tecnologia no que diz respeito ao pessoal e às consequências organizacionais
  - Maior complexidade do sistema técnico requer reações rápidas a perturbações
    - Antecipação e avaliação de risco no nível do local de trabalho
  - Integração de diferentes conhecimentos e qualificações em grupos de trabalho
    - Operadores de máquinas, técnicos, engenheiros, designers, programadores
  - Necessidade de desenvolvimento conjunto e controlo do processo técnico
    - Programação, planeamento de produção, manutenção
- Segurança ocupacional e ergonomia
  - Perigos potenciais devido a movimentos do robô
  - Interação com robôs
  - Sistemas de assistência digital: instrumentos de controle digital (tablets, óculos)

### Mudanças esperadas

- Novas relações de trabalho e controlo entre pessoa e máquina
- Lidar com relações laborais mais complexas
- Requisitos de qualificação alterados
- Novos perfis de trabalho
- Outras formações em concreto ainda estão abertas!
- Algumas questões críticas (Pfeiffer 2018: 24; ver também Krings 2018, Frey & Osborne 2013, Collins 2013):
  - Discurso político e científico sobre procedimentos de tecnologia e inovação
    - quais interesses estratégicos e económicos estão em jogo?
    - Qual é o papel da Indústria 4.0 na estrutura competitiva global?
  - O discurso sobre a Indústria 4.0 fortalece muito o crescimento por uma crescente flexibilidade de produção.
    - Em primeiro lugar, ainda não há evidência empírica disso (Pfeiffer 2013).
    - Em segundo lugar, esta questão apresenta outra forma de inovação em eficiência, que não parece sustentável em termos de criação de novos mercados, em termos de produção sustentável (Dörre 2009).
  - A indústria 4.0 levantou - novamente - a questão da racionalização de mão-de-obra por sistemas automatizados.
    - A visão de “produção e estrutura de serviços globalmente padronizada e em rede” permite o trabalhador altamente “flexível” (Sennett).
    - Como é que essa estrutura é incorporada num ambiente institucional que forneça condições qualitativas de trabalho elevadas.
  - Como é que o trabalho será transformado em modelos futuros de trabalho e de vida?
  - Como é que a produtividade será distribuída?

“A digitalização na economia não é nova. No entanto, o desenvolvimento real chegou a um ponto culminante. Reunir *Big Data* com robôs oferece novas formas de ação económica e também um novo mundo de trabalho” (Christophe Degryse 2016)

## Propostas e relação direta com “indústria 4.0” e “trabalho 4.0”

Propostas	Indústria 4.0	Trabalho 4.0
1. Priorizar um <b>novo paradigma de ensino</b> , virado para a investigação e os avanços técnico-científicos e para o reconhecimento das competências formais e informais adquiridas ao longo da vida;		
2. Priorizar a formação profissional contínua e a requalificação profissional preparando as mudanças técnico-profissionais e para as <b>novas valências e profissões</b> ;		
3. Promover o respeito pelo cumprimento das <b>regras de segurança e saúde</b> no trabalho;		
4. Definir e <b>regular as novas profissões</b> , na tabela nacional de profissões, e por negociação e contratação coletiva;		
5. Reforçar a <b>negociação e contratação coletiva</b> e alargar da sua cobertura; Reconhecimento do tratamento mais favorável e a eliminação da aducidade dos acordos coletivos de trabalho;		
6. <b>Reduzir o horário de trabalho</b> para as 30 horas semanais, sem redução de salário, para que todos tenham emprego com direitos;		
7. Presunção da <b>existência de um contrato de trabalho</b> (quando a prestação do trabalho é feita com recurso a tecnologias digitais, de informação e em indústrias criativas ou quando o trabalho é efetivamente prestado em qualquer local e a qualquer hora, em particular na área das tecnologias de informação e indústrias criativas, atuando no mercado nacional ou internacional), com todas as implicações daí decorrentes;		
8. Pôr <b>fim ao banco de horas</b> individual e de grupo;		
9. Combate a todas as formas de <b>precariedade</b> ; Aplicar a TSU/patronal sobre o valor faturado pela contratação ou subcontratação da força de trabalho via empresas de trabalho temporário ou de prestações de serviços;		
10. O reforço das <b>funções sociais do estado</b> e o seu financiamento, vêm a par da luta pelo(s) direito(s) do trabalho e um emprego decente. Implica a diversificação e reforço das fontes de financiamento do atual sistema público de segurança social, continuando o Orçamento de Estado a financiar o sistema não contributivo, e o sistema contributivo deve ser reforçado por via fiscal, instituindo uma contribuição de solidariedade, através da criação de um Imposto sobre as Grandes Fortunas, e da taxação sobre os lucros das empresas, nomeadamente onde o capital intensivo predomina sobre o trabalho humano;		

<p>11. Desenvolver <b>políticas (re)distributivas</b> da riqueza produzida, taxando o capital e as transações financeiras em bolsa de valores, dividendos, etc. - criando um produto anual de taxa marginal a incidir sobre o total transações financeiras -, assegurando o financiamento das funções sociais do estado e a promoção do emprego.</p>		
<p>12. Promover a introdução dos sistemas de <b>automatização e robotização</b>, primordialmente, em tarefas de elevado risco ou perigosidade para o ser humano, mitigando os riscos para os trabalhadores, cuja formação e requalificação deverá ser assegurada e suportada pelo patronato.</p>		



### Comentários finais às propostas do BE

- Não é feita referência à proteção da **privacidade**: com a crescente utilização da internet das coisas (IoT) e técnicas de Big Data em Indústria 4.0 a probabilidade de não serem respeitados
- Deveria existir uma recolha sistemática de informação acerca de **boas práticas** na promoção do conceito de “**trabalho 4.0**”
- Estabelecer um **Fundo de Inovação** que promova o financiamento em práticas inovação organizacional ao mesmo tempo que existe a aplicação do conceito de indústria 4.0. O acesso das PME deveria ser privilegiado
- Estabelecer uma taxa sobre o **diferencial de investimento** em capital fixo comparativamente ao financiamento em formação e requalificação sempre que esse diferencial seja superior para o investimento em tecnologia.
- Estabelecimento de **benchmarking de experiências inovadoras** que integrem capacidade de negociação e de participação de estruturas representativas de trabalhadores.