

A Indústria 4.0 e o seu Impacto no Tecido Económico Empresarial Português: O Caso da Região Dão-Lafões

Joaquim Gonçalves Antunes ¹
António Pedro Soares Pinto ²
Pedro Manuel Nogueira Reis ³
Carla Manuela Ribeiro Henriques ⁴

RESUMO

A criação de valor na indústria em países desenvolvidos está a ser direcionada pela quarta etapa de industrialização, denominada Indústria 4.0. As oportunidades são ilimitadas, mas os desafios são inúmeros criando dificuldades para as empresas na adoção dessas tecnologias. Este artigo, para além de uma revisão da literatura sobre a evolução das recentes tecnologias e respetivas aplicabilidades, pretende definir as principais medidas de atratividade regional como fatores de crescimento, suportando os líderes nas suas decisões de atração de empresas que perseguem a indústria 4.0. Para este objetivo apresentamos o resultado de catorze entrevistas aos principais responsáveis de empresas da região Dão-Lafões (Portugal) que já aplicam e/ou têm capacidades ou apetências de utilização das novas tecnologias nas suas indústrias. Os resultados mostram que as empresas têm já efetuado algum investimento em tecnologias da indústria 4.0, essencialmente ao nível do processo produtivo, com tendência para abranger diferentes áreas.

Palavras-Chave: IoT; Indústria 4.0; I&D; Região Dão-Lafões (Portugal).

¹ Doutoramento em Gestão, na especialidade de Marketing, pelo Instituto Universitário de Lisboa, ISCTE, Portugal. Professor Coordenador no Instituto Politécnico de Viseu, Viseu, Portugal. <http://orcid.org/0000-0003-4782-9548>. jantunes@estv.ipv.pt

² Doutoramento em Gestão, na especialidade de Finanças Empresariais, pela Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, UC, Portugal. Professor Adjunto no Instituto Politécnico de Viseu, Viseu, Portugal. <http://orcid.org/0000-0002-9561-3509>. spinto@estv.ipv.pt

³ Doutoramento em Gestão, na especialidade de Finanças Empresariais, pela Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, UC, Portugal. Professor Adjunto no Instituto Politécnico de Viseu, Viseu, Portugal. <http://orcid.org/0000-0003-1301-6645>. pedroreis@estv.ipv.pt

⁴ Doutoramento em Matemática, na especialidade de Matemática Aplicada, pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, UC, Portugal. Professor Adjunto no Instituto Politécnico de Viseu, Viseu, Portugal. <http://orcid.org/0000-0002-2142-2849>. carlahenriq@estv.ipv.pt

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques

Em 19 de abril de 2016, a Comissão Europeia lança a primeira iniciativa de apoio financeiro com o objetivo de coordenar políticas legislativas que incentivem o investimento na indústria e criem as condições para uma revolução industrial digital. A criação de valor na indústria, nos países mais desenvolvidos, está a ser fortemente condicionada pela quarta etapa de industrialização, denominada por Indústria 4.0. O termo "indústria 4.0" compreende um conjunto de novas tecnologias orientadas para a digitalização e automação do ambiente de produção, bem como a criação de cadeias de valor digital (Oesterreich & Teuteberg 2016).

A nova revolução industrial está a ser impulsionada pela informação da próxima geração, como a *Internet of Things* (IoT), computação em nuvem, *Big Data* e análise de dados, robótica, computação móvel, simulação e modelagem, identificação por radiofrequência ou RFID, sistemas ciberfísicos, Impressão 3D, entre outros. Rüßmann et al. (2015) defende 09 pilares basilares para a proliferação da Indústria 4.0: 1) o *Big Data and Analytics*; 2) Robots autónomos; 3) Simulação (simulação de produtos e processos de produção) na fase de engenharia em ambiente 3D; 4) Sistema de Integração Horizontal e Vertical (ligação dos sistemas informáticos entre clientes, fornecedores por exemplo); 5) A Internet das Coisas Industrial (sensores e máquinas são conectados em rede e utilizam da computação incorporada e da autogestão); 6) Cybersegurança; 7) Serviços de *Cloud* (um maior número empresas relacionadas exigirão maior partilha de dados e a utilização dos serviços da *cloud*); 8) Sistemas de produção de elevado desempenho reduzirão as distâncias de transporte e *stock* (produtos que oferecem vantagens de construção, como projetos complexos e leves como, por exemplo, as empresas aeroespaciais já incorporam a produção aditiva para aplicar novos projetos que reduzem o peso da aeronave, reduzindo as suas despesas com matérias-primas, como o titânio) e 9) Realidade aumentada (por exemplo, os trabalhadores podem receber instruções de reparação sobre o modo como substituir uma parte específica, pois estão na presença do sistema que necessita de reparação; esta informação pode estar disponível diretamente no campo de visão dos trabalhadores usando dispositivos como óculos de realidade aumentada).

Aqueles pilares abrem novos horizontes para que a indústria se torne mais eficiente, modernize os processos e desenvolva produtos e serviços inovadores, aumentando a qualidade e reduzindo o tempo de entrega de produtos / serviços. No entanto, prevalecem desafios que estão a criar dificuldades para que as empresas adotem essas tecnologias. Investimentos significativos, alterações organizacionais e de processos, a necessidade de reforçar habilidades/ conhecimento, são apenas alguns dos desafios que as empresas enfrentam. Aliado a estes constrangimentos continuam a

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques
verificar-se disparidades regionais na digitalização industrial (Comissão Europeia 2017), nomeadamente ao nível das pequenas e médias empresas.

Para implementar o mercado único digital, a Comissão Europeia (2017) definiu uma estratégia composta por três áreas de intervenção: melhorar o acesso a bens e serviços digitais; criar condições para o desenvolvimento de redes e serviços digitais e garantir que a economia, indústria e emprego usufruam plenamente das oportunidades de digitalização. O programa Horizonte 2020 oferece incentivos financeiros para a realização de projetos que promovam o desenvolvimento de cidades inteligentes, estimulem a adoção da indústria 4.0 como o Vale Indústria 4.0, bem como ajudam a desenvolver planos estratégicos ao nível de energia e mobilidade, entre outros (European Commission 2015). A Europa pode adquirir vantagens competitivas significativas a nível internacional se gerar uma crescente onda de inovação digital que envolva os diferentes setores industriais.

As condições favoráveis ao desenvolvimento da indústria 4.0 são assim vitais para o desenvolvimento regional, aliadas a outros fatores, como sejam: incentivos fiscais, acesso a mercados globais, proximidade a centros de ensino e investigação, disponibilidade de capital, cultura empresarial, integração em rede, motivações pessoais dos investidores, infraestruturas tecnológicas de informação, dimensão dos negócios, resistência à mudança, idade da empresa, recursos financeiros e recursos humanos (Azzoni 1981; Schmenner 1982; Balasingham 2016).

As regiões, dotadas de condições favoráveis à implementação da indústria ou de setores industriais, ligadas à inovação, têm estimulado a criação e o desenvolvimento de uma rede de empresas inovadoras, nomeadamente de pequena dimensão (PME's), resultado do espírito empreendedor dos seus promotores.

O presente trabalho, além de caracterizar a região Dão-Lafões relativamente ao nível de implementação e aplicabilidade da IoT e outras ferramentas associadas à Indústria 4.0, pretende recolher informação, junto dos especialistas tecnológicos e decisores empresariais, sobre os fatores determinantes da fixação e relocação empresarial. Assim, apresentar-se-á um conjunto de ferramentas capazes de diferenciar a região, contribuindo para combater o isolamento e a desertificação do interior. A estrutura deste artigo incorpora uma revisão de literatura sobre a temática da Indústria 4.0 permitindo deste modo um melhor enquadramento do estudo. O ponto 03 aborda o nível de despesas em I&D das empresas, do estado e de outras instituições, e o ponto seguinte dedicado ao estudo empírico que incorpora 14 entrevistas realizadas a responsáveis empresariais da região Dão-Lafões. Por último, apresentam-se as principais conclusões deste trabalho.

REVISÃO DA LITERATURA

Encontramo-nos no limiar de uma nova era tecnológica, a quarta revolução industrial ou Indústria 4.0 (Magruk 2016). De acordo com essa ideia, a rede da internet aumentará a criação de processos inteligentes em todas as fases de produção, desde a criação, *design* até manutenção e reciclagem. A quarta revolução industrial introduz sistemas ciber-físicos, decorrentes da fusão do mundo real e virtual, no qual equipamentos, produtos e pessoas estão cada vez mais conectados através da Internet (Huxtable & Schaefer 2016). Estes sistemas interagem para analisar dados, prever falhas, reconfigurar e potenciar a adaptação contínua (personalização) às necessidades do cliente.

O conceito da Indústria 4.0 surge pela primeira vez na Alemanha em 2011, num evento realizado em Hannover, como uma proposta para desenvolver uma nova política industrial que tenha na sua génese estratégias capazes de implementar tecnologia de ponta (Mosconi 2015). Este conceito inclui sistemas ciberfísicos, Internet de Coisas (IoT) e Internet de Serviços (IoS) (Ning & Liu 2015), que proporcionam uma comunicação contínua através da internet e a interação e troca de informações, não apenas entre humanos (C2C-consumidor para consumidor) e entre humanos e máquinas (C2M-Consumer to machine), mas também entre máquinas (M2M-Machine to Machine) (Roblek et al. 2016). Esta interação de comunicação condiciona e potencializa a criação de Conhecimento 4.0 (KM 4.0) (Dominici et al. 2016).

A transformação associada à indústria 4.0 incorpora três pilares fundamentais, nomeadamente (Almada-Lobo 2016): i) digitalização de produção (sistemas de informação para gerir a produção); ii) automação (sistemas de gestão de dados, linhas de produção, equipamento); e iii) troca instantânea de dados (que permitem a gestão geral da cadeia de produção). Contudo, prevalecem inúmeros desafios que constituem obstáculos a que muitas empresas ou setores se encontrem numa fase mais avançada de integração destas tecnologias. Entre os principais desafios há a referir: custos de implementação, alterações organizacionais e de processos, segurança e proteção de dados, a qualificação dos recursos humanos nos diferentes níveis hierárquicos aliados à crescente complexidade do futuro sistema produtivo (Erol et al. 2016). Por outro lado, os benefícios que decorrem da adoção de novas tecnologias estão claramente identificados: melhoria da qualidade do produto, das comunicações, economia de tempo e de custos, intensificação das relações entre clientes/consumidores e maior eficiência para desenvolver produtos/serviços personalizados (Oesterreich & Teuteberg 2016).

Um número crescente de iniciativas tem sido desenvolvido para a criar parques tecnológicos e incubadoras de empresas, capazes de estabelecer elos de contacto com instituições de ensino orientadas para a investigação, incentivar a utilização de capital de risco, qualificar os recursos humanos, reforçar

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques as relações sociais entre os diferentes agentes, facilitar os transportes e comunicações, etc. (Barquette 2002). A estas iniciativas são acrescidos os fatores tradicionais de localização da indústria moderna, dos quais se destacam: os incentivos fiscais, o acesso aos mercados globais, a proximidade de centros de educação e investigação, disponibilidade de capital, cultura empresarial, integração de rede, motivações pessoais de investidores, etc. (Schmenner 1982; Azzoni 1981).

A capacidade inovadora de um país está condicionada pelo sistema educacional, pela maior/menor integração da população no meio ambiente global, pela transparência, desenvolvimento e seleção de projetos inovadores bem como pelo grau de proteção dos direitos de propriedade intelectual (Freeman 1995). A análise do ambiente inovador por países revela uma liderança clara dos EUA, dos países da Europa Ocidental e do Norte e, Israel e Japão (Ushakov 2012).

O ambiente inovador das empresas industriais está condicionado por fatores macro/ micro ambientais (Rolik 2013). No ambiente macro, assumem particular relevância quatro áreas estratégicas: social (conflitos sociais, transportes e comunicação), tecnológica (mercados de tecnologias e informações científicas e técnicas), económica (impostos, incentivos, clima de investimento nacional/regional) e a política ambiental da empresa (planos e programas regionais, quadro legislativo), que condicionam os objetivos e as estratégias inovadoras. O ambiente macroeconómico inclui inúmeros fatores, assumindo particular relevância o investimento em infraestruturas e as taxas de juros praticadas pelos bancos. No micro (interno) identifica-se um conjunto de restrições, nomeadamente: i) capacidade de gestão, e segmentação de mercado: nível de concorrência, características de consumo e o estabelecimento de parcerias; ii) a capacidade de investir; iii) área de novas tecnologias e recursos de informação científica/técnica; iv) disponibilidade de combustíveis, energia e recursos técnicos, v) mercado de trabalho especializado, gestores e trabalhadores; vi) prevalência de grupos de impacto estratégico (setor, região da cidade, distrito) e vii) a formação dos recursos humanos (Rolik 2013). Indubitavelmente, a transformação tecnológica requer perfis e habilidades específicas aos colaboradores da empresa, que podem ser adquiridas por um processo interno de reconversão e/ou contratação ou no exterior.

A Indústria 4.0 envolve intercâmbios profundos entre diferentes atores que trabalham em diferentes áreas da engenharia (eletrotécnica, informática, mecânica e tecnologia da informação). As redes estabelecidas devem ser desenvolvidas e apoiadas num sistema educacional bem estabelecido, tendo por base parcerias estabelecidas entre fornecedores e utilizadores, com liderança nas áreas da engenharia e instalações mecânicas e com um forte envolvimento das PMEs.

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques

No âmbito do desenvolvimento regional, a combinação e a interação criativa dos diferentes atores constitui um aspeto crítico. A região deve ser dotada de um sistema produtivo e de uma cultura industrial capaz de gerar processos dinâmicos de aprendizagem coletiva, contribuindo para reduzir a incerteza inerente aos processos inovadores (Ratti et al. 1997). Este resultado complexo e ambicioso ocorre quando se desenvolve um esforço concertado e coletivo. A criação de valor resulta do esforço conjunto, da coordenação de investimentos públicos e privados (subsidiados), da disponibilidade de incentivos legais e financeiros adequados ao investimento, da experiência profissional de todos os trabalhadores sujeitos a mudanças organizacionais e no mercado de trabalho.

Em conclusão, a abordagem regional requer que as infraestruturas sejam adaptadas e que sejam formuladas e implementadas políticas locais. Além disso, a qualidade das instituições governamentais constitui um fator chave no desempenho inovador à escala regional. Como tal, a prevalência de boas instituições constitui uma condição prévia para desenvolver o potencial inovador de uma região e garantir que os programas de incentivos funcionem de forma adequada.

A IOT E A INDÚSTRIA 4.0

A IoT quebra a barreira entre o mundo humano e o mundo físico, tornando possível sentir o mundo físico através de meios digitais. De acordo com Xiaopu et al. (2016) a IoT não é um formato de rede específico, mas uma ideia, um projeto que permite que todos os dispositivos e sistemas funcionem em conjunto, obtendo informações de contexto em tempo real, bem como obter *feedback* de outros sistemas de trabalho e, finalmente, analisar os dados recolhidos. Xiaopu et al. (2016) antecipam uma verdadeira revolução e oportunidade de negócio à escala global no seio da IoT. Os dados coletados pelos sensores devem ser armazenados e tratados inteligentemente com o objetivo de tirar conclusões. Um telefone móvel ou um forno de micro-ondas podem incorporar um sensor que fornece dados relativamente ao seu estado de conservação. Um "atuador" é um equipamento que permite, por exemplo, alterar a temperatura de um aparelho de ar condicionado. De acordo com Palattella et al. (2016), o paradigma IoT revoluciona a forma como vivemos e trabalhamos com o desenvolvimento de imensos serviços suportados na interação criada entre dispositivos heterogéneos (máquinas, animais, pessoas, objetos, etc.).

Naito (2017) considera a IoT como um conjunto de sensores que emitem informação captada por qualquer rede de comunicações que a tratam de forma massiva e armazenada. Tipicamente os sensores na rede IoT têm pouca memória, utilizam pouca energia e reduzida capacidade computacional. Existe alguma semelhança entre o M2M (Machine to Machine) e a IoT, contudo, este último conceito

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques envolve a prestação de um serviço, mais do que uma colaboração automática entre equipamentos, conceito, mais associado ao M2M, segundo Naito (2017).

Palattella et al. (2016) divide as implicações da IoT em Consumer IoT, que procura melhorar a qualidade de vida das pessoas, economizando tempo e dinheiro. Envolve a interconexão de dispositivos eletrónicos de consumo, bem como de qualquer objeto integrado em ambientes domésticos, escritórios e cidades. Por outro lado, a IoT Industrial concentra-se na integração entre tecnologia operacional e tecnologia da informação, bem como máquinas inteligentes, sensores de rede e análise de dados que podem melhorar os serviços de negócios para empresas (B2B) em diferentes setores de atividade. Por exemplo, processos de monitorização da produção de produtos químicos, rastreio do movimento de veículos, entre outros, ou como parte de um sistema auto-organizado, com controlo distribuído sem intervenção humana (fábricas autónomas).

A intervenção da IoT na Indústria 4.0 é extrema, com uma interconexão contínua do domínio digital e físico. A informação em tempo real, o *Big Data*, a conexão entre pessoas, objetos e sistemas, levará à individualização de produtos e serviços em larga escala e, portanto, a uma mudança de controlo da cadeia de valor. A imaginação não tem limites, tudo o que pode ser sensorizado é capaz de incorporar equipamentos que transmitem, através de um sistema de comunicação, os dados coletados, depositando-os numa nuvem (loja virtual de informações), a partir do qual podem ser desenvolvidos sistemas analíticos de informação processando e gerindo, atuando ou permitindo uma tomada de decisão mais precisa. É possível fornecer um serviço ou vender um produto com maior valor acrescentado, reduzindo defeitos, aumentando assim a qualidade final.

Segundo Qin et al. (2016) o roteiro tecnológico da realização da Indústria 4.0 ainda não é claro até à data, nem na indústria nem na academia. Os autores centram-se na conceção fundamental da Indústria 4.0 e no estado dos sistemas de produção atuais. Indicam que a tecnologia associada à Indústria 4.0 tem associada uma inteligência diferente, podendo ser classificadas por: nível de controlo, nível de integração e nível de inteligência. Qin et al. (2016) indicam ainda que no nível de automação (controlo), as tecnologias, como os computadores efetuam um controlo numérico, controlo lógico programável e análise de estatística e de probabilidade, etc., sendo usadas para substituir a força de trabalho e otimização da eficiência produtiva. Já ao nível de integração, a tecnologia IoT e CPS (Cyber-Physical System) será aplicada na produção com base no nível de controlo das tecnologias, gerando a interação digital, ambiente e redes. Não estabelece ligações apenas entre o hardware, mas também constrói a comunicação entre os sistemas de controlo. Os dados são recolhidos através de sensores, máquinas, linhas de produção ou controlo de produção e sistemas de gestão, e também é recebido fora

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques da fábrica, como o feedback dos clientes e o fornecimento da cadeia produtiva. Nesse nível, descobre-se informação mais valiosa, o que ajuda as pessoas a melhorar a produção. No nível de inteligência, a produção usa dados ou informações obtidas a partir do nível de integração para criar o planeamento e tomar decisões de tecnologias inteligentes, como mineração avançada de dados e Big data análise de dados. Além disso o sistema de produção pode ser auto-consciente, auto-otimizado, auto-configurável, etc., que são os conceitos de Indústria 4.0.

De acordo com Magesh Kumar et al. (2016), os produtos IoT podem ser classificados em cinco categorias diferentes: smart wearable, smart home, Smart City, ambiente inteligente e negócios inteligentes. Os produtos e soluções da IoT em cada um desses mercados possuem características diferentes. Na indústria, os sistemas IoT inteligentes permitem a rápida produção de novos produtos, a resposta dinâmica à procura e a otimização em tempo real das redes de produção e da cadeia de suprimentos, através da gestão de máquinas em rede, utilizando sensores e sistemas de controlo.

A IoT junta o mundo digital ao mundo físico sendo considerado a rede de próxima geração ou a futura Internet (Yan et al. 2008; Castillejo et al. 2013). A IoT permite, por meio de um sensor ou uma etiqueta RFID (Radio Transmitter-responder) colocado numa pessoa, animal, equipamento, embalagem ou produto, entre outros, dar vida e capacidade de comunicação a seres vivos ou a objetos inanimados.

Embora a comunicação não seja o objetivo final da IoT, a rede de comunicações constitui uma componente essencial desse sistema. A rede fornece aos utilizadores uma ferramenta rápida e barata para partilhar informações, possibilita a conexão de utilizadores / objetos que estão dispersos geograficamente e oferece oportunidades de serviços associados. Esta evolução da comunicação é analisada no sub-ponto seguinte.

AS NOVAS TECNOLOGIAS DE COMUNICAÇÃO

Recentemente emergiram diversas tecnologias de comunicação que irão potenciar a total realização da IoT. Estas tecnologias heterogéneas, fragmentadas e complementares, que caracterizam a paisagem da conectividade atual, tornam possíveis ligações e comunicação de elementos inimagináveis até hoje.

Algumas dessas tecnologias são prevalentes em domínios específico de aplicações, tais como o *Bluetooth Low Energy*, em redes de área pessoal e a *Zigbee* em sistemas de automação residencial. Outros, como *WiFi*, redes de área larga e de baixa potência (*LPWA - Low power wide area*), e comunicações móveis (tais como 3GPP - 4G e a próxima 5G), têm um âmbito muito mais amplo (5G atinge mais

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques objetos e maior alcance). Além disso, esses sistemas estão em constante e rápida evolução com o advento das novas tecnologias sendo frequentemente propostos, conjuntamente com as tecnologias existentes, novos domínios de aplicação.

O advento das comunicações 5G representa um elemento potencialmente disruptivo no contexto da IoT. A taxa de transferência de dados aumenta, a latência *end-to-end* reduzida (tempo de emissão e chegada dos dados ao destino) e uma melhor cobertura em relação à 4G, que permite manter a satisfação dos requisitos associados às aplicações mais exigentes da IoT, em termos de requisitos de comunicação. O seu apoio a grandes quantidades de dispositivos permite a visão de uma verdadeiramente Internet das Coisas global.

A tecnologia *Low Power Wide Area (LPWA)* surgiu recentemente e focada em aplicações *low-end* IoT que exigem dispositivos de baixo custo, tempo de vida útil da bateria elevado, pequenas quantidades de dados trocados, uma área para a qual os sistemas celulares M2M (*Machine to machine*, ou máquina para máquina) tradicionais não foram otimizados. O termo *LPWA*, introduzido pela *Machina Research*⁵ no mercado, representa alto alcance, baixo custo, baixa potência e baixo consumo de bateria. Projetado principalmente para redes M2M, este sistema opera em espectro sem licença, por exemplo da ANACOM em Portugal, e está atualmente disponível em várias soluções (*Amber Wireless, Coronis, CIoT da Huawei, LoRa, M2M Spectrum Networks, NWave, On-Ramp Wireless, Senaptic, Sigfox*, entre muitos outros). Embora a maioria dessas tecnologias esteja presente no mercado há algum tempo, é a *Sigfox*, com sua estratégia de Operador de Rede, que recentemente lançou o mercado *LPWA*.

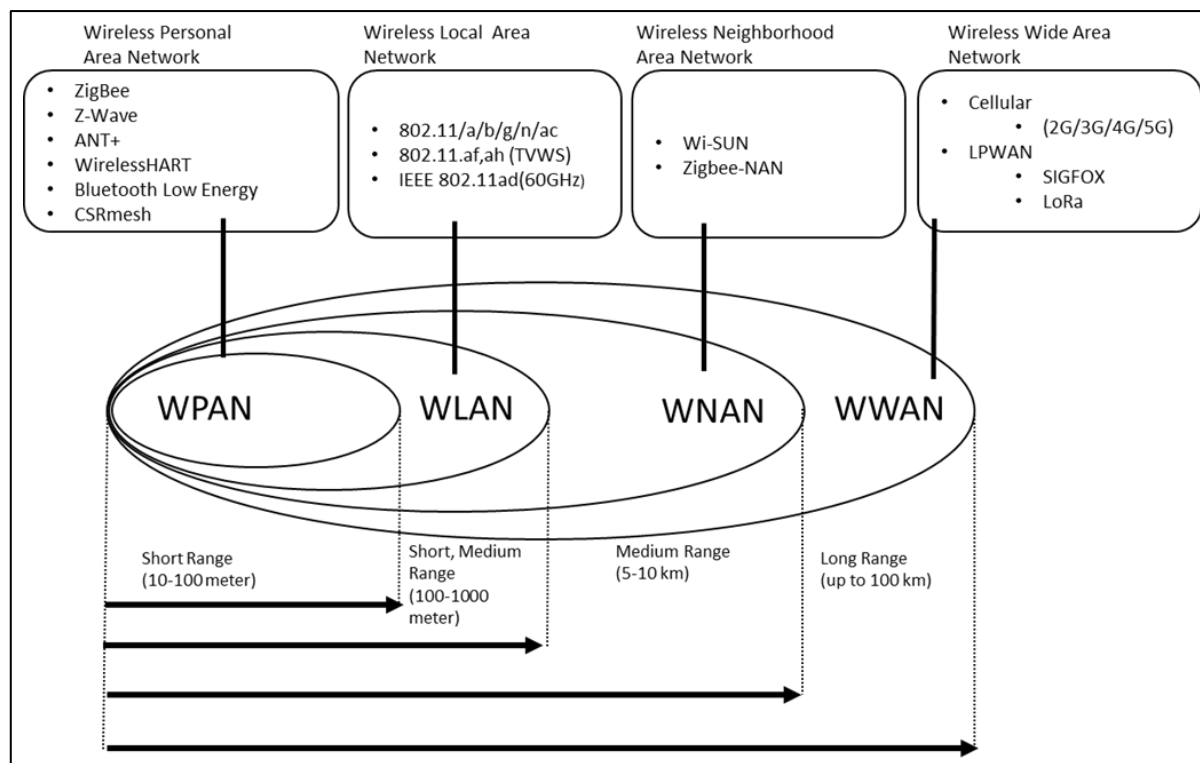
A IoT requer várias tecnologias de comunicação necessárias para providenciar os serviços. Na Figura 01 podem verificar-se as tecnologias existentes em função da distância e do consumo energético.

Segundo Naito (2017) as tecnologias de comunicação dividem-se em 04 grandes grupos:

- Wireless Personal Area Network (WPAN) de alcance reduzido,
- Wireless Local Area Network (WLAN) de alcance mais abrangente,
- Wireless Neighborhood Area Network (WNAN) de alcance moderado,
- Wireless Wide Area Network (WWAN) de grande alcance e, dentro desta, o Low Power Wide Area Network (LPWAN), uma nova categoria de comunicação sem fios que suporta comunicações a longa distância, baixo consumo e pouco volume de dados.

⁵ *Machina Research* é o principal fornecedor mundial de inteligência de mercado e visão estratégica sobre a emergente Internet das Coisas.

Figura 01. As tecnologias chave sem fios no desenvolvimento da IoT.



Fonte: Naito (2017, p. 24).

Chiariotti et al. (2017) referem que as tecnologias LPWA foram recentemente propostas como solução definitiva para garantir o acesso aos dados no âmbito da IoT. Especificamente projetados para conectividade M2M, as tecnologias LPWA fornecem bitrates (velocidade de transferência de dados) muito baixos, baixo consumo de energia e ampla cobertura geográfica. Os autores também referem como tecnologias LPWA relevantes a *LoRaWAN*, *Sigfox* e *Ingenu*. A evolução destas tecnologias tem, até agora, seguido um caminho paralelo ao dos sistemas celulares (rede móvel) embora a próxima geração (5G) das tecnologias de comunicação sem fio em termos globais preveja uma convergência de todos os serviços numa plataforma comum, aliás como também defendem Palattella et al. (2016). Muito recentemente, o contexto foi enriquecido pela nova proposta do Projeto de Parceria de 3ª Geração (3GPP-3rd Generation Partnership Project), que finalmente lançou as especificações da tecnologia de Internet das Coisas de Banda Estreita (*NB-IoT-Narrow band IoT*). Embora tenha sido a última a chegar, a NB-IoT pode aproveitar a presença generalizada da infraestrutura celular existente, constituindo um importante ganho competitivo. Em qualquer caso, essas tecnologias são bastante limitadas em termos de capacidade de transmissão e a perspectiva de implantação maciça exige o estudo de protocolos de gestão mais avançados.

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques

APLICAÇÕES DA IOT ÀS CIDADES, À INDÚSTRIA E A OUTROS SETORES

Uma das aplicações da IoT mais perceptíveis é nas cidades inteligentes (*Smart City*). O conceito de *Smart City* para Chiariotti et al. (2017) consiste em prestar serviços que melhorem a vida das pessoas e está orientada para as máquinas e equipamentos instalados nas cidades. Segundo o mesmo autor será fundamental no âmbito da *Smart City* a análise de aglomerados/congestionamento de pessoas em partes específicas através da deteção por câmaras, por sensores de tráfego nas ruas ou por *hotspots* que permitem aos serviços urbanos, planear o seu desenvolvimento e organização futura, monitorizar hábitos sociais, aumentar a segurança nessas áreas ou executar eventos promocionais.

De acordo com IEEE Smart Cities (2017) - *Smart City*, uma cidade inteligente reúne as seguintes características: uma economia inteligente, mobilidade inteligente, um ambiente e pessoas inteligentes, vida inteligente e governo inteligente. O objetivo principal da *Smart City* é garantir a sustentabilidade das cidades, melhoria da qualidade de vida e segurança de seus cidadãos, proporcionando a máxima eficiência energética, em seis áreas principais: economia, meio ambiente, mobilidade, pessoas, estilo de vida e gestão, com o contributo das novas tecnologias (Lom et al. 2016).

A União Europeia (UE) tem privilegiado uma estratégia que permita alcançar um crescimento urbano inteligente para as suas cidades-regiões metropolitanas (Paskaleva 2009). Com o crescimento da população nos últimos 35 anos e o movimento de pessoas para as cidades, que deverá crescer ainda de forma mais acentuada (especialmente nos países em desenvolvimento) esta questão torna-se cada vez mais importante (United Nations 2015).

Contudo, muitas alterações são necessárias para que as cidades se tornem mais eficientes, atrativas, inclusivas e competitivas. Estas alterações exigem um novo paradigma relativamente ao modo como as cidades se organizam, mas também exigirá avanços no modo como cidades, empresas, cidadãos e as instituições de ensino pensam e trabalha em conjunto o sentimento coletivo (IEEE Smart Cities 2017).

A transição para cidades mais inteligentes obriga a que se reinventem, de modo a que os cidadãos não sejam considerados apenas como utilizadores, mas também se assumam como principais atores. A tecnologia não deve mais ser considerada como um ativo estático, mas como um instrumento facilitador e dinâmico. A noção de evolução urbana é substituída por transformação.

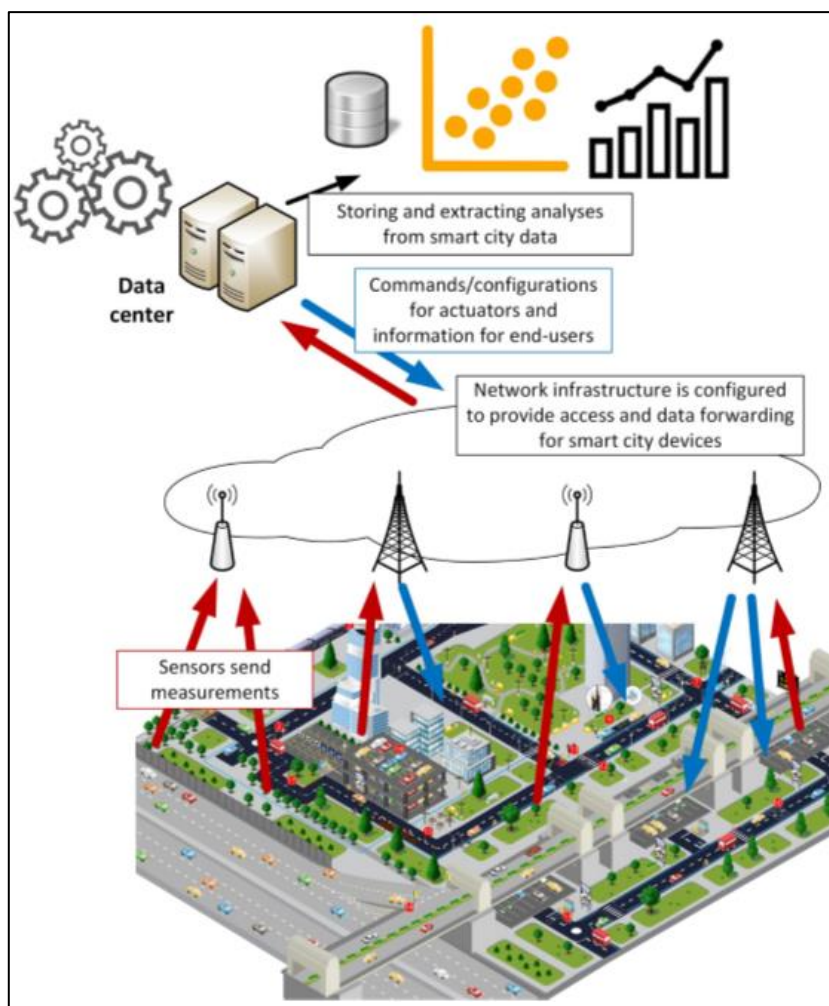
A indústria 4.0 surge como um instrumento necessário para a *Smart City*. As indústrias que têm como princípio a Indústria 4.0 procuram dar resposta à procura do utilizador *on-line* (produção orientada para a procura). Isto significa que a produção será organizada com base na procura atual

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques

tendo por base o serviço de comércio eletrónico. Graças aos dados recolhidos, será possível prever o comportamento dos consumidores e transformá-lo em informações para o ambiente produtivo, incluindo o planeamento de recursos humanos (Brettel et al. 2014).

O objetivo da IoT no âmbito de uma *Smart City* (Figura 02) será maximizar o conforto das pessoas aliado à poupança de energia - minimizar o consumo de eletricidade, aquecimento, ventilação e ar condicionado das principais estruturas da cidade. Também o estudo da logística e da gestão dos lixos e águas constitui um elemento muito relevante na economia urbana. O controlo do correio e encomendas, a gestão otimizada da recolha de lixos e os consumos de água e gás com o *smart metering*, acrescido de uma prestação de serviços de valor acrescentado à população residente, são vetores fundamentais do crescimento de uma cidade. Também nos transportes públicos - autocarros, comboios e táxis, a IoT permite fornecer horários, destinos, tráfego e propiciar ao utente a melhor combinação de infraestruturas, minimizando o custo e o tempo despendido.

Figura 02. O ambiente de uma *Smart City* (cidade inteligente) e a interação das tecnologias.



Fonte: Chiariotti et al. (2017, p. 2).

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques

Também o controlo dos sinais de tráfego remotamente, a monitorização dos parques de estacionamento aéreos e subterrâneos, a automatização dos edifícios, a partilha de carro e bicicleta são funções que poderão ser enquadradas no âmbito das *Smart Cities*.

Segundo Magesh Kumar et al. (2016), os produtos IoT podem ser classificados em cinco categorias diferentes: *smart wearable* (objetos utilizáveis), casa inteligente, cidade inteligente, ambiente inteligente e empresa inteligente. Os produtos e soluções IoT em cada um desses mercados têm características diferentes. As aplicações de monitorização ambiental da IoT, normalmente, utilizam sensores para auxiliar a proteção ambiental supervisionando a qualidade do ar ou da água, condições atmosféricas ou do solo e podem inclusivamente monitorizar o movimento dos animais selvagens e seus habitats. Outras aplicações, como sistemas de alerta antecipado de terremotos ou *tsunami*, também podem ser usadas por serviços de emergência para fornecer uma ajuda mais eficaz. Os dispositivos IoT nesta aplicação normalmente abrangem uma vasta área geográfica e permitem a mobilidade constante dos sensores.

Também no âmbito da gestão das infraestruturas rurais e urbanas, tais como pontes, vias férreas, explorações marítimas e em *offshore* são uma aplicação-chave da IoT. A infraestrutura IoT pode ser usada para monitorizar um qualquer evento ou alteração de condições estruturais que possam comprometer a segurança e aumentar o risco.

A IoT aplica-se igualmente na Indústria: os sistemas inteligentes IoT permitem a produção rápida de novos produtos, a resposta dinâmica à procura e a otimização em tempo real das redes de produção e cadeia de abastecimentos, através da gestão das máquinas em rede com o recurso a sensores e sistemas de controlo conjuntos.

A aplicação também pode ser estendida à área da saúde e bem-estar monitorizando e controlando pacientes, o seu comportamento, em todas as idades, mas predominantemente na idade avançada, onde, por vezes, a ausência de familiares leva ao seu constante isolamento.

A gestão energética é também uma das aplicações mais relevantes. A integração de sistemas de deteção e atuação, ligados à Internet, permite otimizar o consumo de energia como um todo. Espera-se que os dispositivos IoT sejam integrados em todos os equipamentos que consomem energia (interruptores, tomadas, lâmpadas, televisores, etc.) e possam estar ligados ao fornecedor permitindo gerir a produção e o consumo de energia. Esses dispositivos também oferecem a oportunidade aos utilizadores de controlar remotamente os seus dispositivos ou geri-los centralmente através de uma interface alojada na nuvem e ativar funções avançadas como a programação (por exemplo, ligar ou

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques

desligar remotamente sistemas de aquecimento, controlar fornos, alterar as condições de iluminação etc.). Na gestão de edifícios os dispositivos IoT podem ser usados para monitorizar e controlar os sistemas mecânicos, elétricos e eletrónicos empregues em vários tipos de edifícios (por exemplo, públicos e privados, industriais, instituições ou residenciais) em domótica e sistemas de automação de edifícios.

Lindqvist & Neumann (2017) defendem que a Internet das Coisas (IoT) tem o potencial de abranger e instrumentar uma enorme variedade de dispositivos ligados - incluindo eletrodomésticos e utilitários, *wearables* (Óculos, relógios, sapatos, pulseiras, camisas e etc.). São diversos os exemplos do modo como a tecnologia móvel pode ser inserida em diferentes acessórios seja como uma fonte de informação, comunicação ou entretenimento para os seus utilizadores, casas e edifícios industriais, processos industriais, dispositivos médicos, dispositivos de aplicação da lei, equipamentos militares e outras aplicações que hoje podem ser apenas imagináveis. Alguns exemplos referidos por aqueles autores de áreas de risco de implementação da IoT são: Hospitais e estabelecimentos de saúde tendem a usar dispositivos que são controlados remotamente. Por exemplo, coisas (objetos): monitores de pacientes, *scanners* corporais, pacemakers, desfibriladores, bombas de infusão, alimentação principal e auxiliar, iluminação, ar condicionado e muito mais.

Iyer (2016) antecipa que em 2020 estarão 50 mil milhões de objetos ligados. Para o autor, no entanto, não está claro o modo como todo o ecossistema se relaciona com a IoT, corroborando as preocupações de Magesh Kumar et al. (2016). Alerta para 05 aspetos a ter em conta na evolução da IoT:

- a fragmentação - fornecedores de soluções de ponta a ponta (*end to end*) na indústria de software deve fazer-se em várias empresas, cada uma apoiando uma fase do processo distinto desta indústria no âmbito da IoT.
- as parcerias - na indústria de software, os fornecedores de soluções de software devem trabalhar sobre variadas plataformas, como Windows e Linux.
- Devemos também compreender quais os domínios fora da IoT a podem incorporar. As grandes empresas da indústria não-IoT (ex., Samsung, Apple e Alphabet) começam a desenvolver esforços para dominarem o ecossistema de IoT. O reconhecimento da marca e o seu peso institucional pode proporcionar-lhes vantagens competitivas.
- O primeiro passo da IoT passa por construir a infraestrutura de comunicações que recolha os dados. Por exemplo, a SIGFOX, uma empresa francesa fundada em 2009,

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques

estabeleceu um nicho para si própria como fornecedor de rede sem fios que conecta dispositivos de IoT de baixa energia. ThingWorkx e Xively da PTC também são dois dos fornecedores de plataforma que ajudam os dispositivos a conectar-se e a transferir dados para a nuvem. Empresas como a ARM, a Intel e a Qualcomm estão a desenvolver chips de *hardware* de baixa potência, que são essenciais para o desempenho, fiabilidade e longevidade da IoT.

- A integração e interoperabilidade entre os equipamentos e sistemas são fundamentais. Um mesmo sensor deve ser capaz de comunicar dados via bluetooth, wifi, e outros sistemas de comunicação alternativos mais ligados ao IOT (ex. Sigfox, LoRa).

Lindqvist & Neumann (2017) também referem alguns riscos associados ao impacto desta nova tecnologia. Como os objetos são projetados, qual o fim e propósito do seu uso, como vão ser implementadas e geridas e como é que as forças de mercado influenciarão esse desenvolvimento, são atividades importantes e que devem ser analisados com cuidado. O primeiro risco prende-se com a segurança e a fiabilidade das informações e o modo como podem ser violadas. Se os veículos ou dispositivos médicos são remotamente atacados por gente maliciosa, podem causar ferimentos ou até morte por alguém que viole estas comunicações ou mesmo o armazenamento dos dados, adulterando o seu tratamento. A manipulação de sensores ou inserção de desinformação pode causar indiretamente outros riscos para a saúde, induzindo derramamentos de produtos químicos, perturbando os sistemas de energia, ou alterar o percurso de veículos. Assim, a segurança humana deve ser uma questão fundamental para muitos tipos de coisas.

Também os autores referem que a instalação e integração fácil e sem problemas são vantagens do ponto de vista dos clientes, o que não invalida que se ignore a segurança. São necessárias normas para facilitar as instalações interoperáveis envolvendo dispositivos de vários fornecedores diferentes. Os protocolos de conexão não devem ser tão simplistas e inseguros como são hoje. Os autores alegam que o futuro pode ser muito obscuro, a menos que se preste uma atenção pró-ativa para decidir quais os objetos que podem realisticamente ser implementados com sabedoria e sem risco. Deve-se assegurar que as coisas (objetos) benéficas possam ser integradas na fiabilidade necessária do sistema total que ainda não temos, segundo Lindqvist & Neumann (2017).

Também ao nível das comunicações os desafios existem, segundo Sethia & Sarangi (2017). Os desafios terão a ver com o consumo de energia nas comunicações, a identificação dos equipamentos e a mobilidade dos mesmos que poderão prejudicar as comunicações.

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques

A quantidade massiva de dados tem de ser armazenada na nuvem, processada e tratada. Os autores Sethia & Sarangi (2017) encontram dificuldades futuras nesta área, nomeadamente no que respeita à mobilidade (os sensores podem estar em movimento trazendo problemas de comunicação com a nuvem), as comunicações entre e para o equipamento demoram tempo (a latência), e pode prejudicar-se a fiabilidade e a informação em tempo real. Também o aumento do número de equipamentos ligados acresce os problemas para a nuvem em termos de requisitos e latência. Os problemas de bateria vão decerto existir nos sensores, pois se comunicarem permanentemente, a bateria esgota-se facilmente.

Contudo esta aposta na indústria 4.0 caberá a toda a sociedade, empresas, estado, instituições de ensino superior e instituições sem fins lucrativos, investindo uma parte dos seus orçamentos em investigação e desenvolvimento. No ponto seguinte serão assim analisados os gastos efetuados em I&D em Portugal e na região Centro, por setores de execução.

DESPESA EM INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

A despesa em investigação e desenvolvimento, por parte das empresas e do estado, constitui um aspeto fundamental para a implementação da indústria 4.0. Contudo, os valores que lhe são afetos têm apresentado taxas de crescimento negativas em Portugal no período de 2009 a 2014, registando-se uma diminuição acentuada da despesa nesta área, na ordem dos 10%, em 2012. Em 2015 já se verificou uma ligeira inversão desta tendência, registando-se uma taxa de crescimento positiva, na ordem dos 0,1%, embora baixa para se poderem atingir os valores anteriormente registados, de acordo com o Quadro 01. Em termos de percentagem do PIB os gastos em I&D, a situação ainda é mais preocupante, passando de 1,58% em 2009 para 1,24% em 2015, comparativamente com os 2,02% verificados na UE28, para o mesmo ano (Eurostat 2017). Uma das metas assumidas por Portugal na Estratégia Europa 2020 passa por aumentar entre 2,7% e 3,3% do PIB o investimento (público e privado) em I&D e inovação (Portugal2020 2017).

Quadro 01. Despesas em atividades de investigação e desenvolvimento (I&D) em Portugal, no período 2009-2015 (Unidade: milhares de euros).

Ano	Valor	Tx. Var.	% do PIB
2009	2 771 599,7	-	1,58
2010	2 757 554,6	-0,5%	1,53
2011	2 566 449,9	-6,9%	1,46
2012	2 320 132,8	-9,6%	1,38
2013	2 258 471,0	-2,7%	1,33
2014	2 232 248,9	-1,2%	1,29
2015	2 234 369,7	0,1%	1,24

Fonte: Pordata (2017).

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques

Efetuada a análise das despesas de investimento em investigação e desenvolvimento para a Região Centro e por setores de execução (Quadro 02), para no período 2009-2015, verificamos que as empresas têm aumentado significativamente o seu peso relativo, passando de 38,4% em 2009 para 47,6% em 2015. O setor das Instituições Privadas sem fins lucrativos (inclui fundações e associações) é aquele que tem reduzido mais significativamente a sua despesa nesta área, essencialmente entre 2012 e 2013, passando de uma despesa de 33.533 milhares de euros em 2012 para apenas 2.736 milhares de euros em 2015, com um peso relativo de 8,1% e 0,7%, respetivamente.

O setor estado (excluindo as instituições de ensino superior) tem também apresentado desinvestimento nesta área, perdendo peso relativo ao longo do período em análise. As Instituições de Ensino Superior continuam a liderar o investimento em investigação e desenvolvimento, rondando os 50%.

Quadro 02. Despesas em atividades de investigação e desenvolvimento (I&D) – Região Centro, total e por sector de execução (Unidade: milhares de euros).

Ano	Empresas		Estado		Ensino Superior		Inst. Priv. s/ fins lucrativos		Total		
	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Taxa var.
2009	150 607	38,4	14 956	3,8	197 192	50,3	29 099	7,4	391 853	100	-
2010	150 680	36,5	14 126	3,4	217 422	52,7	30 032	7,3	412 260	100	5,2%
2011	176 511	42,8	15 849	3,8	193 181	46,8	26 805	6,5	412 346	100	0,0%
2012	192 191	46,4	8 139	2,0	180 319	43,5	33 533	8,1	414 183	100	0,4%
2013	190 253	46,1	7 403	1,8	212 720	51,6	1 944	0,5	412 319	100	-0,4%
2014	211 353	48,1	8 413	1,9	216 230	49,3	2 964	0,7	438 960	100	6,5%
2015	198 014	47,6	10 355	2,5	204 803	49,2	2 736	0,7	415 909	100	-5,3%

Fonte: Pordata (2017). Dados tratados pelos autores.

Tendo presente os valores relativamente baixos que este tipo de investimento apresenta, a União Europeia e o Governo português lançou um conjunto de medidas de apoio, através da candidatura a programas específicos, de que daremos conta no ponto seguinte.

SISTEMAS DE INCENTIVOS À INDÚSTRIA 4.0 – ECONOMIA DIGITAL

O Ministério da Economia, pretendendo gerar as condições para o desenvolvimento da indústria e serviços nacionais na era digital, decidiu lançar uma iniciativa (Portugal i4.0) para identificar as necessidades do tecido industrial português e orientar medidas (públicas e privadas) procurando atingir três objetivos centrais:

- Acelerar a adoção das tecnologias e conceitos da Indústria 4.0 no tecido empresarial português;
- Promover empresas tecnológicas portuguesas a nível internacional;
- Tornar Portugal um polo atrativo para o investimento no contexto da Indústria 4.0.

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques

Neste âmbito, no início de 2017, o governo Português lançou a iniciativa Estratégia Nacional para a Digitalização da Economia – Indústria 4.0, com a qual pretende mobilizar esforços e financiamento para a transformação digital da economia portuguesa. Com mais de 60 medidas de iniciativa pública e privada, o programa pretende ser uma alavanca à modernização de empresas e ao fomento de competências digitais nos vários níveis de ensino.

Deverá ter um impacto em cerca de 50 000 empresas a operar em Portugal e, numa fase inicial, permitirá requalificar e formar mais de 20 000 trabalhadores em competências digitais, prevendo injetar na economia até 4,5 mil milhões de euros de investimento nos próximos 04 anos (Portugal2020 2017).

Na preparação das empresas portuguesas para os desafios da Indústria 4.0, o Governo contou com mais de 200 entidades e empresas de diferentes setores, como a agroindústria (produção, transformação, transporte e armazenamento), o retalho (distribuição, comércio eletrónico, têxtil, calçado, etc.), turismo e automóvel (moldes, plásticos, maquinaria, robótica, eletrónica, etc.). Foram constituídos grupos de trabalho, compostos pelas maiores empresas dos seus setores, por PME e também por *startups* que estão a desenvolver soluções baseadas nas tecnologias características da quarta revolução industrial, com o propósito de produzir recomendações ambiciosas, mas realizáveis, com uma agenda adaptada às necessidades e ao potencial da nossa indústria.

Assim, de acordo com a estratégia para a Indústria 4.0, promovida pelo Governo Português, enumeram-se as 10 medidas (Indústria 4.0): Financiamento; Programa de Competências Digitais; Cursos Técnicos Indústria 4.0; Learning Factories; Missões Internacionais; Adira Industry 4.0; Footure 2020; Bosch Digital; 4AC Industria 4.0 – Aceleradora, Incubadora, Prototipagem; e Consórcio PSA Mangualde.

Um número significativo das medidas que compõem a estratégia para a Indústria 4.0 procuram ainda capacitar os recursos humanos com uma forte aposta na formação desde tenra idade e ao longo de toda a vida, tendo como prioridade a reconversão dos trabalhadores e a criação de novos empregos.

De modo a percebermos melhor como as empresas têm encarado estas questões da indústria 4.0, foi feito um estudo empírico a um conjunto de empresas da região Dão-Lafões (Portugal), cuja metodologia se apresenta no ponto seguinte.

METODOLOGIA

O presente trabalho faz parte integrante de uma investigação científica aprovada por um Centro de Investigação. Este projeto pretende efetuar um levantamento do que possui a região Dão-Lafões (Portugal), em termos de equipamentos, organização e recursos humanos afetos a I&D; estudar a dimensão e a natureza da estrutura empresarial de base tecnológica na região; avaliar de que forma as instituições de ensino superior da região poderão contribuir para a captação/fixação de empresas da 4.^a geração; estudar quais os fatores de atratividade capazes de captar empresas da indústria 4.0 e contribuir para o desenvolvimento de estratégias integradas que acrescentem valor à região.

Assim, de modo a dar resposta aos objetivos apresentados, foi desenvolvida uma revisão de literatura sobre a Indústria 4.0 e os principais indutores como os equipamentos, os recursos, a estrutura organizacional, as tecnologias de produção e produtos e a suas potencialidades de aplicabilidade.

Para se perceber os níveis atuais de despesa em I&D por parte das empresas foram analisadas algumas estatísticas, com análise dos dados ao nível da zona Centro (Nuts II), dado não existirem estatísticas para um nível mais desagregado por NUTS III e assim podermos analisar os valores da Região Dão-Lafões, onde se centra este estudo. Foram também analisados os sistemas de incentivos à indústria 4.0 por parte do governo português, no âmbito da Estratégia Nacional para a Digitalização da Economia.

Seguidamente, foi realizado um estudo empírico através da técnica de entrevistas semiestruturadas (ver guião no Anexo 01) a empresários ligados à indústria, de modo a perceber os fatores de atratividade e desenvolvimento tecnológico. Os benefícios e as dificuldades que decorrem da implementação de tecnologias associadas à nova revolução industrial, as vantagens competitivas da região e as ações a promover foram também questões analisadas nas entrevistas.

Este estudo empírico, será completado com um inquérito a uma amostra mais alargada.

A população-alvo definida para o presente estudo foi constituída pelas empresas de base industrial da Região Dão-Lafões (Nuts III). A amostra estabelecida para as entrevistas foi definida por conveniência, tendo por base alguns contactos instituídos pelos investigadores, procurando, no entanto, diversificar por tipo de setores de atividade.

RESULTADOS

Com a análise das entrevistas, pretende-se inventariar as dificuldades sentidas pelos empresários, bem como identificar o nível de implementação das novas tecnologias. A informação

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques
recolhida permitirá elaborar um questionário, a enviar para um conjunto mais alargado de empresas e que possibilitará complementar a recolha de informação.

Foram realizadas catorze entrevistas a empresas de diferentes setores da atividade económica, como por exemplo fabricação automóvel, consultoria em informática, fabricação de equipamentos, nomeadamente equipamentos informáticos, programação informática, reparação de computadores e equipamento periférico, projetos de *media*, *webpages*, *apps* e outras soluções de publicidade da empresa e seus produtos, fabricação de equipamento de proteção e segurança e reciclagem de resíduos.

Para a maioria dos entrevistados (71%), a escolha da região Dão-Lafões para incorporar a sua empresa decorre do facto dos fundadores serem naturais da região. Conquanto, reconhecem muitas vantagens na localização atual da empresa, como por exemplo a qualidade de vida, a localização geográfica favorável e as boas vias de comunicação (referidas por 79% das empresas), o baixo custo de mão-de-obra e de infraestruturas, o facto de a região dispor de mão-de-obra qualificada proveniente de instituições de ensino superior locais e o acolhimento dos organismos locais (Quadro 03). O baixo custo de vida, o acesso a sistemas de incentivos regionais, a existência de infraestruturas de fibra ótica, o facto do mercado de recursos humanos não ser muito competitivo (na área da informática), a existência de incubadoras de empresas bem como uma rede regional de empreendedorismo, foram outras vantagens referidas para a localização.

Por outro lado, continuam a verificar-se carências ao nível de mão-de-obra qualificada. De facto, muitas empresas salientam as limitações que decorrem da dificuldade em contratar profissionais qualificados, licenciados e não licenciados, nomeadamente em áreas tecnológicas, e a necessidade de reforçar canais de comunicação entre as instituições de ensino e as empresas, permitindo que a formação acompanhe as necessidades do mercado de trabalho (Quadro 03). Além disso, algumas empresas referiram dificuldades de contratação de mão-de-obra não especializada, especialmente quando a taxa de desemprego é menor e para o trabalho em turnos. A região apresenta ainda outras desvantagens, como por exemplo: a necessidade de deslocações frequentes a Lisboa e ao Porto, onde se localizam os aeroportos internacionais e as sedes de muitas empresas/instituições e o facto de a região não estar ainda dotada de uma estrutura empresarial com forte componente tecnológica. A cultura empresarial e tecnológica reduzida é, de facto, referida por alguns entrevistados como um forte obstáculo ao desenvolvimento tecnológico das empresas da região. A ausência de transporte ferroviário, as más condições da via rodoviária IP3 e a desertificação do interior surgem também como fatores estranguladores do desenvolvimento regional.

Quadro 03. Resumo das entrevistas realizadas a catorze gestores de empresas).

Vantagens da região como local de implantação da empresa	Número de empresas (%)
Boa qualidade de vida/cidade bonita/agradável	11 (79%)
Boa situação geográfica/Boas vias de comunicação	11 (79%)
Baixo custo de mão-de-obra e de infraestruturas	6 (43%)
Bons recursos humanos	4 (29%)
Existência de instituições de ensino superior	4 (29%)
Recetividade por parte dos organismos locais	4 (29%)
Baixo custo de vida	2 (14%)
Junto de um polo de formação, IPV, de referência	2 (14%)
Acesso a sistemas de incentivos regionais	1 (7%)
Existência de fibra óptica	1 (7%)
Mercado menos competitivo - recursos humanos	1 (7%)
Existência de incubadoras de empresas	1 (7%)
Existência de empresas de base tecnológica em Viseu	1 (7%)
Desvantagens da região	Número de empresas (%)
Limitações a nível de contratação de recursos humanos qualificados	10 (71%)
Necessidade de evolução ao nível do ensino (profissional e superior): comunicação com as empresas e formação orientada para as necessidades destas	7 (50%)
Distância aos aeroportos, clientes, matérias primas, ...	6 (43%)
A região tem uma cultura empresarial e tecnológica reduzida	4 (29%)
Limitações a nível de contratação de mão de obra não especializada	3 (21%)
A localização não lhes conferia credibilidade aos olhos do mercado	2 (14%)
Falta linha ferroviária	1 (7%)
Condições do IP3 (Itinerário principal nº3)	1 (7%)
Desertificação do interior	1 (7%)
Investimentos nos últimos 3 anos	Número de empresas (%)
Recursos humanos	12 (86%)
Instalações produtivas	10 (71%)
Equipamentos	10 (71%)
Meios tecnológicos (<i>hardware/software</i>)	9 (64%)
Internacionalização	9 (64%)
I&D	9 (64%)
Comunicação da marca/divulgação da empresa/marketing	9 (64%)
Diversificação das atividades da empresa	7 (50%)
Alargamento da bolsa de clientes	6 (43%)
Certificação	6 (43%)
Investimento em tecnologias da indústria 4.0	Número de empresas (%)
Desmaterialização dos procedimentos administrativos	10 (71%)
Automação e controlo	8 (57%)
Processo produtivo	7 (50%)
Sensorização	7 (50%)
IoT	7 (50%)
Recolha de dados a vários níveis	6 (43%)
Plataforma digital para comunicação	5 (36%)
Monotorização e manutenção remota de equipamentos	5 (36%)
Computação em nuvem (<i>Cloud computing</i>)	4 (29%)
Visão artificial	3 (21%)
Robótica colaborativa	3 (21%)
Sistemas embebidos	3 (21%)
Personalização de produto com massificação	2 (14%)

Fonte: Autores.

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques

De uma forma genérica os empresários consideram o processo de criação da empresa muito simplificado, contudo, deparam-se com um conjunto de dificuldades no desenvolvimento da sua atividade, como por exemplo na certificação de processos, no registo de patentes, nos procedimentos contabilísticos, na complexidade da legislação laboral, nas constantes alterações de governos/políticas, na elevada burocracia. Alguns empresários consideram mesmo que o “Estado” não é um facilitador, por não ser sensível às questões empresariais. A conquista de mercados, o financiamento de projetos e a escolha da melhor tecnologia tendo em conta os recursos disponíveis, constituem outros desafios apontados.

Quanto aos investimentos realizados, estes têm privilegiado os recursos humanos, as instalações produtivas e equipamentos, os recursos tecnológicos (hardware e software), a internacionalização, a I&D, a diversificação da atividade, a procura e ampliação de mercados, a divulgação da empresa e a certificação (Quadro 03). Particularmente, o investimento em tecnologias da indústria 4.0 tem-se verificado na desmaterialização dos procedimentos administrativos, na automação e controlo, no processo produtivo, na sensorização, na IoT, na recolha de dados e disponibilização de estatísticas, em plataformas digitais para comunicação, na monitorização e manutenção remota de equipamentos, na computação em nuvem (*cloud computing*), na visão artificial, na robótica colaborativa, em sistemas embebidos, na personalização do produto com massificação, entre outras.

Quase todas as empresas estabeleceram parcerias com instituições de ensino superior, nomeadamente com: o Instituto Politécnico de Viseu, o Instituto Politécnico de Leiria, o Instituto Superior Técnico de Lisboa, as universidades de Aveiro, de Trás-os-Montes e Alto Douro, de Coimbra, da Beira Interior e do Minho, a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, o Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e o Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade (ITeCons).

Todas as empresas referem que na sua cadeia de valor há unidades que recorrem às tecnologias de nova geração, constituindo este facto um forte fator motivacional para que prossigam o seu processo de implementação de novas tecnologias. De notar, ainda, que para grande parte das empresas (79%) os principais concorrentes são estrangeiros e muitos incorporam sistemas inteligentes de IoT.

Um número muito significativo de empresas (79%) refere que já beneficiaram de apoios comunitários em áreas como: internacionalização, contratação/recursos humanos, inovação,

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques
qualificação, modernização, equipamento, I&D, gestão documental, informatização do sistema de
qualidade, entre outras.

Os empresários identificam como principais constrangimentos ao investimento em tecnologias da indústria 4.0 os recursos financeiros que estes requerem, o período de recuperação elevado, o facto de o investimento não ser em algo tangível, a falta de conhecimentos (i.e., baixa “cultura tecnológica”), a falta de ligação entre as empresas e as instituições locais e a ausência de uma motivação forte (“driver”). Outro obstáculo referido prende-se com o facto dos apoios financeiros a projetos, ao nível das tecnologias, serem demasiado amplos e transversais. Estes deviam ser mais específicos e mais detalhados, e deviam existir tutorias, ações de formação e de divulgação, com exemplos concretos de aplicabilidade prática, por forma a orientar e esclarecer os empresários das oportunidades que os incentivos oferecem. O desenvolvimento de produtos/serviços tecnologicamente avançados, inteligentes e dirigidos às expectativas dos consumidores constitui outro desafio importante. Referem ainda as dificuldades associadas à capacidade em armazenar e interpretar toda a informação que é gerada, à escassez de organizações dotadas de competências para implementar as tecnologias 4.0 nas empresas (robotização, automatização de processos produtivos), à falta de mão-de-obra qualificada e de assistência técnica adequada, à escassez de investigação em parcerias com instituições de ensino/investigação e à transformação dos processos produtivos/administrativos para a integração das novas tecnologias.

Como fatores capazes de atrair e fixar a indústria baseada na digitalização (Indústria 4.0, IoT), os empresários referem que a região deve oferecer, entre outras, as seguintes condições: parques industriais, incubadoras de empresas, condições fiscais semelhantes a outros países Europeus, comunicação entre empresas e governos/instituições locais, disponibilização e acesso a base de dados, canais que propiciam parcerias entre pequenas e grandes empresas, incentivos ao empreendedorismo e ao emprego, incentivos à I&D, custo competitivo de mão-de-obra qualificada, ações de divulgação dos benefícios e recursos para implementar novas tecnologias, proximidade de empresas de base tecnológica e a presença de infraestruturas de comunicação de 5ª geração e ligadas ao IoT (LPWA-*Low Power wide area network*), atualmente disponível em várias soluções (*Amber Wireless, Coronis, CIoT da Huawei, LoRa, M2M Spectrum Networks, NWave, On-Ramp Wireless, Senaptic, Sigfox*, entre muitos outros).

A par da qualidade de vida que a região oferece, a segurança de pessoas, bens e dados, boa dinâmica cultural, boas acessibilidades e boas condições ao nível dos cuidados de saúde e de educação foram também evidenciadas como fatores importantes a não descorar.

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques

Ao nível da educação, salienta-se a importância de aproximar a formação de profissionais às reais necessidades das empresas, quer ao nível de profissionais licenciados quer ao nível de técnicos especializados (sem licenciatura), como um dos aspetos mais importantes à evolução tecnológica das empresas.

CONCLUSÕES

As empresas portuguesas podem adquirir vantagens competitivas significativas a nível internacional se forem capazes de gerar uma onda de inovação digital crescente que envolva os diferentes sectores industriais. Contudo, continua a verificar-se que um número significativo de empresas ainda apresenta um atraso significativo em termos de inovação digital, sendo expressiva a discrepância ao nível de alguns setores industriais e no âmbito regional.

Procurando atenuar estas insuficiências, têm sido lançados programas de apoio para incentivar o investimento empresarial em atividades de I&D e a criação de novos conhecimentos que promovam a competitividade das regiões menos desenvolvidas, nomeadamente em setores de maior intensidade tecnológica.

Contudo, constata-se que, pese o facto de existirem políticas de incentivo ao investimento em I&D e à criação e reforço de infraestruturas de I&D, o volume de investimento nesta área não ultrapassa ainda 1,5% do PIB, tendo decrescido significativamente nos últimos anos. Esta evolução, em parte decorre, de uma incipiente cooperação entre o mundo académico e empresarial, e da prevalência de um tecido empresarial caracterizado por desenvolver atividades com média e baixa intensidade tecnológica e de conhecimento.

Assim, com o objetivo de reforçar o investimento público e privado em I&D e na inovação, foram lançados programas de apoio em fevereiro de 2017 que procuram intensificar as ligações entre empresas, universidades, politécnicos e centros tecnológicos, potenciando a troca do conhecimento científico e a inovação empresarial e alavancando a transferência de tecnologia e inovação para a indústria.

Do exposto fica patente, que a criação de condições favoráveis ao desenvolvimento da indústria 4.0 envolve inúmeros fatores que terão de ser potencializados, como sejam, apoios financeiros, incentivos fiscais, acesso a mercados globais, proximidade a centros de ensino e investigação, disponibilidade de capital, integração em rede, infraestruturas de tecnologias de informação, entre outros.

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques

A Investigação e Desenvolvimento Tecnológico (I&DT) constitui um pilar essencial nas estratégias de crescimento sustentável, assistindo-se ao desenvolvimento de estratégias ligadas a Investigação e Inovação (I&I) que fomentem a especialização inteligente no quadro de competências e oportunidades específicas em cada território.

Os resultados das entrevistas sugerem que as empresas valorizam na sua localização o acolhimento dos organismos locais, o acesso a sistemas de incentivos regionais, a facilidade em expedir as mercadorias para o estrangeiro, a presença de incubadoras de empresas bem como uma rede regional de empreendedorismo.

No entanto, são ainda referidas algumas dificuldades ao desenvolvimento que decorrem da dificuldade em contratar profissionais qualificados, licenciados e não licenciados, nomeadamente em áreas tecnológicas, e a necessidade de reforçar canais de comunicação entre as instituições de ensino superior e as empresas, pese o facto de os entrevistados terem referido que mantêm parcerias com algumas universidades e politécnicos.

Ao nível dos investimentos em tecnologias da indústria 4.0 os entrevistados salientaram as melhorias ao nível do processo produtivo, a personalização do produto, a implementação de plataformas digitais como suporte de comunicação, a automação e controlo, a sensorização, a monitorização e manutenção remota de equipamentos, a computação em nuvem (*cloud computing*), a desmaterialização dos procedimentos administrativos e na IoT.

A região Dão Lafões, sendo uma região do interior, tem vindo a perder relevância económica, sendo importante revitalizá-la, aumentando a sua competitividade. Para tal necessita de um tecido empresarial dinâmico, moderno e inovador com empresas capazes de acompanhar os desafios da Indústria 4.0.

Para futuros desenvolvimentos a investigação conta com a realização de um inquérito, como já foi referido anteriormente, a uma amostra representativa do tecido empresarial da Região Dão Lafões. O objetivo será avaliar a capacidade para captar/desenvolver indústrias da nova geração e identificar os fatores de atratividade que esta região oferece ou deve vir a oferecer às empresas da indústria 4.0, com o intuito de as tornar mais eficientes, desenvolvendo produtos e serviços inovadores.

REFERÊNCIAS

Almada-Lobo F 2016. The Industry 4.0 revolution and the future of manufacturing execution systems (MES). *Journal of Innovation Management* 3: 16-21.

Azzoni CR 1981. *Incentivos municipais e localização no Estado de São Paulo*. FIPE/USP, São Paulo.

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques

Balasingham K 2016. *Industry 4.0: Securing the Future for German Manufacturing Companies*. Master's thesis, University of Twente.

Barquette S 2002. Fatores de localização de incubadoras e empreendimentos de alta tecnologia. *Revista de Administração de Empresas* 42(3): 1-13.

Brettel M, Friederichsen N, Keller M, Rosenberg M 2014. How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International journal of mechanical, industrial science and engineering* 8(1): 37-44.

Castillejo P, Martínez JF, López L, Rubio G 2013. An Internet of Things Approach for Managing Smart Services Provided by Wearable Devices. *International Journal of Distributed Sensor Networks* 2013: 1-9.

Chiariotti F, Condoluci M, Mahmoodi T, Zanella A 2017. SymbioCity: Smart cities for smarter networks. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 29(1):1-13.

Comissão Europeia 2017. [cited 2017 Jan 17]. Available from: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-4919_pt.htm.

Dominici G, Roblek V, Abbate T, Tani M 2016. Click and drive: Consumer attitude to product development. Towards future transformations of driving experience. *Business Process Management Journal* 22: 420-434.

Erol S, Jäger A, Hold P, Ott K, Sihm W 2016. Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production. *Procedia CIRP* 54: 13-18.

European Commission 2015. Program smart cities. [cited 2017 Nov 17]. Available from: <https://ec.europa.eu/energy/en/content/program-smart-cities>.

Eurostat 2017. [cited 2017 Nov 17]. Available from: <http://www.pordata.pt/DB/Europa/Ambiente+de+Consulta/Tabela>.

Freeman C 1995. The National System of Innovation in historical perspective. *Cambridge Journal of economics* 19(1): 5-24.

Huxtable J, Schaefer D 2016. On Servitization of the Manufacturing Industry in the UK. *Procedia CIRP* 52: 46-51.

IEEE Smart Cities 2017. [cited 2017 Apr 17]. Available from: <http://smartcities.ieee.org/about.html>.

Iyer B 2016. To Predict the Trajectory of the Internet of Things, Look to the Software Industry. *Harvard Business Review* 2016(2): 1-6.

Lindqvist I, Neumann PG 2017. Inside Risks: The Future of the Internet of Things. *Communications of the ACM* 60 (2): 26-30.

Lom M, Pribyl O, Zelinka T 2016. System Engineering for Smart Cities, *WMSCI* 2016, Orlando.

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques

Magesh Kumar K, Vetripriya M, Brigetta A, Akila A, Keerthana D 2016. Analysis on Internet of Things and Its Application, *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology* 2(2): 1040-1047.

Magruk A 2016. Uncertainty in the Sphere of the Industry 4.0–Potential Areas to Research. *Business, Management and Education* 14(2): 275-291.

Mosconi F 2015. *The new European industrial policy: Global competitiveness and the manufacturing renaissance*. Routledge, London, England.

Naito K 2017. A survey on the internet of things. Standards, challenges and future prospects. *Journal of information processing* 25(1): 23-31.

Ning H, Liu H 2015. Cyber-physical-social-thinking space based science and technology framework for the Internet of things. *Science China Information Sciences* 58(3): 1-19.

Oesterreich TD, Teuteberg F 2016. Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. *Computers in Industry* 83:121-139.

Palattella MR, Dohler M, Grieco A, Rizzo G, Torsner J, Engel TL, Ladig L 2016. Internet of Things in the 5G Era: Enablers, Architecture and Business Models. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications* 34(3): 510-527.

Paskaleva K 2009. Enabling the smart city: The progress of e-city governance in Europe. *International Journal of Innovation and Regional Development* 1(4): 405–422.

Pordata 2017. Despesas em actividades de investigação e desenvolvimento (I&D): total e por sector de execução. DGEEC/MEd - MCTES - Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional (IPCTN). [cited 2017 May 17]. Available from: [https://www.pordata.pt/Portugal/Despesas+em+actividades+de+investiga%C3%A7%C3%A3o+e+desenvolvimento+\(I+D\)+em+percentagem+do+PIB+por+sector+de+execu%C3%A7%C3%A3o-1133](https://www.pordata.pt/Portugal/Despesas+em+actividades+de+investiga%C3%A7%C3%A3o+e+desenvolvimento+(I+D)+em+percentagem+do+PIB+por+sector+de+execu%C3%A7%C3%A3o-1133).

Portugal2020 2017. Que metas deve Portugal atingir com a Estratégia Europa 2020? [cited 2017 Nov 17]. Available from: <https://www.portugal2020.pt/Portal2020/FAQs-Tema1#2>.

Qin J, Liu Y, Grosvenor R 2016. A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and beyond. In *Procedia CIRP* 52: 173-178.

Ratti R, Bramanti A, Gordon R (eds.) 1997. *The dynamics of innovative regions: the GREMI approach*. Ashgate, Aldershot.

Roblek V, Meško M, Krapež A 2016. A Complex View of Industry 4.0. *SAGE Open* 6(2): 1-11.

Rolik YA 2013. A complex approach to evaluating the innovation strategy of a company to determine its investment attractiveness. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 99: 562-571.

Rüßmann M, Loenz M, Gerbert P, Waldner M, Justus J, Engel P, Harnisch M 2015. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. *The Boston Consulting Group* 9(1):54-89.

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques

Schmenner RW 1982. *Making business location decisions*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.

Sethia P, Sarangi SR 2017. Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 2017: 1-25.

United Nations 2015. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects: The 2015 Revision, [cited 2017 Nov 17]. Available from: <https://population.un.org/wpp/>.

Ushakov DS 2012. Innovative Capacity as a Modern Factor of Countries Investment Attractiveness Dynamic. *International Journal of Organizational Innovation* 4(4): 6.

Xiaopu S, Runtong Z, Xiaomin Z, Quan Z 2016. Design theory, modelling and the application for the Internet of Things service. *Enterprise Information Systems* 10(3): 249-267.

Yan L, Zhang T, Yang H, Ning H 2008. *The Internet of Things: From RFID to the Next-Generation Pervasive Networked Systems*. Auerbach Publications, New York.

Industry 4.0 and its Impact on the Portuguese Business Industry: The Case of Dão-Lafões Region

ABSTRACT

Value creation in industry in developed countries is being driven by the fourth stage of industrialization, called Industry 4.0. The opportunities for the industry are limitless, but the challenges are numerous, creating difficulties for companies in the adoption of these technologies. This article, in addition to a review of the literature on the evolution of recent technologies and their applicability, intends to define the main measures of regional attractiveness as factors of growth, supporting the leaders in their decisions of attraction of companies that persecute the industry 4.0. For this purpose, we present the results of fourteen interviews to the main managers of companies in the Dão-Lafões region (Portugal) who already have and/or have the ability or aptitude to use the new technologies in their industries. The results show that the companies have already made some investment in technologies of the industry 4.0, essentially at the level of the productive process, tending to cover different areas.

Keywords: IoT; Industry 4.0; R&D; Dão-Lafões Region (Portugal).

Submissão: 14/03/2018
Aceite: 08/07/2019

Joaquim G. Antunes; António Pedro S. Pinto; Pedro Manuel N. Reis; Carla Manuela R. Henriques

ANEXO 01 – GUIÃO DE ENTREVISTA

FATORES DE ATRATIVIDADE EMPRESARIAL DA REGIÃO DE VISEU. O CASO DA INDÚSTRIA 4.0

Nome da Empresa:

Atividade:

Localização (concelho):

Questões:

1. Quias os principais fatores que levaram a empresa a localizar-se neste local? Que vantagens e desvantagens identifica para esta localização?
2. Quais os principais obstáculos que normalmente são colocados na criação de uma empresa? Identifique os que mais condicionaram a criação da empresa.
3. Têm efetuado investimentos significativos nos últimos 3 anos? Em que áreas (sistemas de produção, instalações, recursos humanos, I&D, marketing, ...)?
4. Tem dificuldade na contratação de trabalhadores especializados? Se sim, em que áreas?
5. Tem algum relacionamento /parcerias com instituições de ensino superior ou outras instituições? Quais e que tipo de parcerias?

A seguir gostaríamos que nos respondesse a questões mais específicas relacionadas com a nova revolução industrial – a Indústria 4.0.

O termo “indústria 4.0” compreende uma variedade de novas tecnologias para a digitalização e automação do ambiente de produção, bem como a criação de cadeias de valor digitais.

A nova revolução industrial será impulsionada por tecnologias de informação de nova geração, como a Internet das Coisas (IoT), computação em nuvem, Big Data e análise de dados, robótica, computação móvel, simulação e modelação, identificação por radiofrequência, sistemas ciber-físicos, entre outras.

6. Já investiu ou pensa investir em tecnologias no âmbito da indústria 4.0?
7. Se sim, em que áreas? (ex. Sistema inteligente de IoT, análise big data, sensorização do processo produtivo, digitalização, desmaterialização dos procedimentos administrativos ...)
8. Na sua cadeia de valor (clientes, fornecedores, distribuidores...) há unidades com tecnologias de Indústria 4.0?
9. Os principais concorrentes da empresa são nacionais ou estrangeiros? Tem conhecimento que incorporarem sistemas inteligentes de IoT?
10. Já beneficiou ou pensa recorrer a Apoios Comunitários para modernizar a empresa? Em que áreas? E nas tecnologias digitais?
11. Na sua opinião quais são os principais desafios/dificuldades que se colocam ao investimento em tecnologias da indústria 4.0.
12. A empresa possui competências ao nível de recursos humanos para fazer face aos novos desafios tecnológicos da indústria 4.0?
13. Investimentos, mudanças organizacionais e de processos, a necessidade de reforçar competências/conhecimentos, são apenas alguns desafios que as empresas enfrentam. Considera necessária a criação de um departamento específico para acompanhar/ implementar a indústria 4.0?
14. Na sua opinião, quais os fatores de atratividade que uma região, Institutos de Governo Local (Câmaras, Associações Industriais e Comerciais, etc.) deveriam disponibilizar para atrair e fixar a indústria baseada na digitalização (Indústria 4.0, IoT)?