

The logo features the word "DOURO" in a large, bold, white sans-serif font. The letter "O" is replaced by a stylized white tree with a circuit-like structure. Below "DOURO" is a thin white horizontal line, followed by the text "AGROALIMENTAR 4.0" in a smaller, white sans-serif font.

DOURO

AGROALIMENTAR 4.0

—

Diretório de casos de sucesso



Índice

4		Índice de figuras
5	1.	Acrónimos
6	2.	Enquadramento
7	3.	Objetivos e Estrutura
8	4.	Conceitos e definições prévias
8	4.1.	Indústria 4.0
9	4.2.	Agricultura 4.0
10	5.	Metodologia
11	6.	As empresas da indústria 4.0 do Setor Agroalimentar e Agroindustrial
13	7.	Principais fatores de êxito e fracasso da aplicação da indústria 4.0
15	8.	Estudo de 10 casos de sucesso
15	8.1.	Torriba
15	8.1.1.	By Drop
15	8.2.	Mars food
16	8.2.1.	Blockchain para a cadeia de fornecimento
16	8.3.	Iron Ox
16	8.4.	weedNet
17	8.5.	SWAMP: uma plataforma, baseada em IoT, para uma irrigação mais precisa
18	8.6.	VineSens
19	8.7.	Controlo na dosagem de pesticidas
19	8.8.	VineScout
19	8.9.	Smart Hydroponic Lettuce Farm using Internet of Things
20	8.10.	Produção de cogumelos Lingzhi recorrendo a IoT
22	9.	Conclusão
24	10.	Referências

Índice de figuras

- 8 Figura 1- Revoluções industriais até à atualidade [1].
- 8 Figura 2 - Indústria 4.0 nos processos, produto e modelo de negócio [6].
- 13 Figura 3 – O sucesso de "Internet das coisas" e o fator humano – a necessidade de alinhamento, expertise e cultura.
- 15 Figura 4 - Ideais do projeto By Drop
- 16 Figura 5- Quinta inteligente monitorizada por robôs.
- 17 Figura 6 – Exemplos de análise de imagem a partir de algoritmos machine learning.
- 17 Figura 7-Resultado após segmentação de imagem: vermelho identifica as ervas daninhas.
- 17 Figura 8 – Representação da divisão do campo agrícola de beterraba em três, de acordo com a quantidade de herbicida colocado: máximo, médio e mínimo.
- 18 Figura 9- Esquema ilustrativo do sistema de irrigação inteligente e de elevada precisão.
- 18 Figura 10- Ilustração da aplicação do sistema em projeto Piloto em empresa de Itália.
- 19 Figura 11- Ilustração da tecnologia de rede wireless de sensores para controlo de dosagem de inseticida.
- 20 Figura 12 - Robot VineScout.
- 20 Figura 13 - Ilustração dos sensores aplicados no Smart Hydroponic.
- 21 Figura 14 – (a) Ilustração do sistema em rede; b) fotografia de montagem.

1 Acrónimos

IOT- Internet of Things

UE- União Europeia

CPS-Cyber Physical systems

IP – Internet Protocol

GPS – Global Positioning System

2 Enquadramento

A revolução industrial 4.0 deu-se em 2011 na Alemanha e a sua aplicação em Portugal, encontra-se ainda numa fase muito embrionária. Na indústria agroalimentar esta mudança é ainda mais notória, encontrando-se grande parte dos projetos numa fase de testes e de análise do impacto das inovações propostas.

O propósito deste guia, numa primeira parte, centra-se na descrição das empresas do setor agroalimentar e agroindustrial em que aplicaram, de certo modo, a indústria 4.0. A segunda parte do presente guia centra-se na análise de casos de aplicação da Indústria 4.0 no setor referido anteriormente, tendo em vista a partilha de experiências de forma a reforçar a capacitação empresarial das PME's da Região Norte para o desenvolvimento de novas técnicas, produtos e serviços.

Contudo, é de salientar que como referido anteriormente, os projetos encontram-se numa fase inicial ou intermediária e, por conseguinte, apesar de apresentarem excelentes resultados ainda existem pontos de melhoria. A partir da análise dos casos de sucesso, ao longo deste estudo serão enaltecidos os principais fatores de êxito e de possível fracasso da aplicação da indústria 4.0 no setor agroalimentar.

3 Objetivos e Estrutura

Por este ser um tema ainda emergente em Portugal, foi desenvolvido este diretório de casos de sucesso de implementação da indústria 4.0 no setor agroalimentar de forma a que possa ser utilizado como um guia de referência de boas práticas para outras empresas interessadas em implementar a indústria 4.0.

Em Portugal, o setor agroalimentar está a começar a dar os primeiros passos de implementação de indústria 4.0, pelo que ainda não existem muitos casos divulgados de empresas que tenham resultados consistentes da análise da implementação de tecnologias de indústria 4.0. Posto isto, este estudo centra-se em algumas empresas Portuguesas e outras internacionais.

Este estudo divide-se em 3 principais capítulos:

- Apresentação da metodologia;
- Caracterização geral das empresas da indústria 4.0;
- Apresentação de 10 casos de sucesso nacionais/internacionais.

4 Conceitos e definições prévias

4.1. Indústria 4.0

A crescente implementação de novas tecnologias e a interconexão entre máquinas e a consequente análise de informação recolhida, permitirá que a indústria se desenvolva de forma muito mais eficiente, robusta e colaborativa, suportando-se na digitalização e na análise de dados para suportar a decisão estratégica. Esta tendência está a gerar uma nova Era na indústria, chamada de indústria 4.0 (Figura 2).

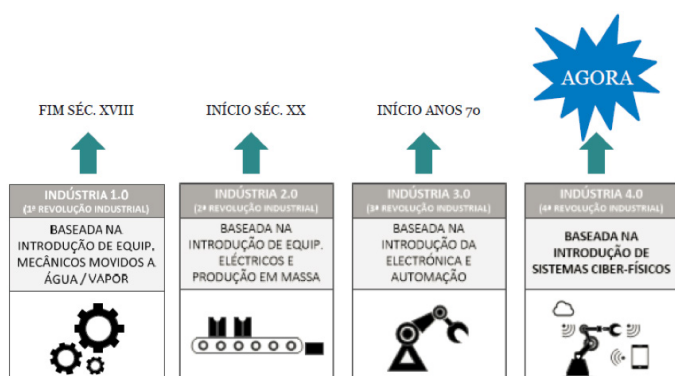


Figura 1- Revoluções industriais até à atualidade [1].

O termo indústria 4.0 foi um conceito criado na Alemanha em 2011 como uma das vertentes da estratégia para tecnologia de elevada performance para o ano de 2020 [2]. Espera-se que a quarta revolução industrial impulse melhorias nos processos industriais que envolvam: operação, engenharia, planeamento e controlo da produção, logística, e análise contínua durante o ciclo de vida de produtos e serviços [3].

Segundo Cheng et al. [4] a essência da indústria 4.0 está baseada nos sistemas ciber-físicos (CPS-Cyber Physical systems) e Internet das Coisas (IoT – internet of things), que levarão as fábricas a atingirem um novo patamar de produção. O CPS baseia-se na configuração dinâmica nos processos industriais. Diferente dos métodos tradicionais de produção, a configuração dinâmica está acima da produção e dos processos envolvidos. Pois o dinamismo torna o sistema capaz de alterar o projeto inicial do produto a qualquer momento.

Por outras palavras, a quarta revolução industrial apresenta como principais características: interconexão de dados, integração e inovação. Para além disso, segundo Rüßmann et al. [5] a Indústria 4.0 é baseada em nove pilares que no futuro, gerarão oportunidades de desenvolvimento tecnológico no campo industrial, atuando ao nível dos processos, produtos e modelo de negócio (Figura 3.):

1. Big data;
2. Inteligência artificial;
3. Integração de sistemas vertical e horizontal;
4. Computação na Cloud;
5. Cibersegurança;
6. Internet das coisas (Internet of things);
7. Robôs autónomos;
8. Realidade virtual;
9. Simulação e impressão 3D;



Figura 2 - Indústria 4.0 nos processos, produto e modelo de negócio [6].

Máquinas, peças, sistemas e pessoas estarão constantemente a trocar informação via protocolo de internet (IP): “O mundo físico estará ligado à sua pegada digital” [7]. No futuro, qualquer fábrica irá produzir uma grande quantidade de dados que precisam de ser guardados, processados, analisados e protegidos.

A indústria agroalimentar é um dos setores que também beneficia com a implementação do paradigma proposto pela Indústria 4.0. Esses benefícios incluem o desenvolvimento tecnológico e dinamização da economia, flexibilidade na produção e alterações de configurações que não afetem o tempo de produção, personalização que permita satisfazer as solicitações do cliente nos baixos períodos de produção, otimização do processo de tomada de decisão por manipulação de informações em tempo real, aumento de produtividade e eficiência de recursos ao longo de um rastreamento exaustivo de todo o processo

produtivo, processo e criação de novas oportunidades de negócios, especialmente de serviços derivados ou de apoio.

4.2. Agricultura 4.0

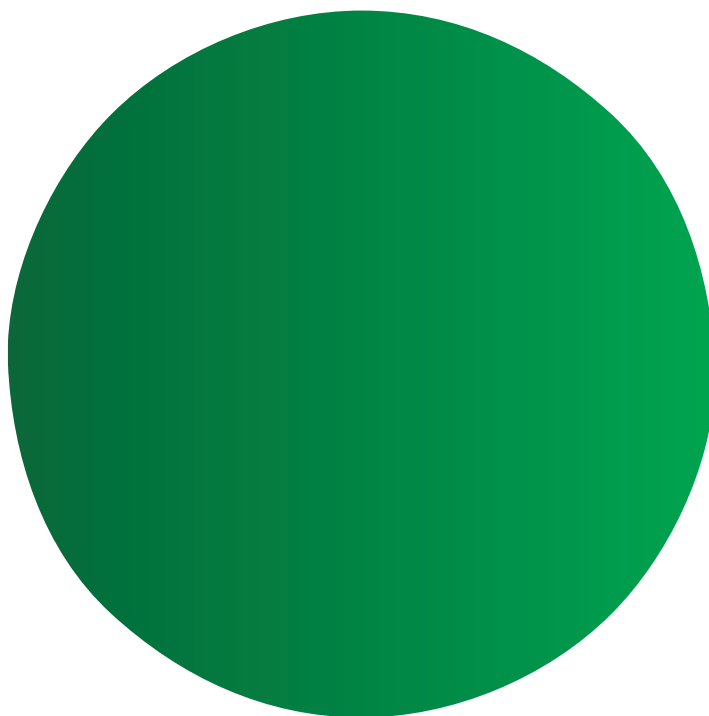
A inovação tecnológica não é algo novo na indústria agroalimentar, contudo as novas metodologias e inovações que a indústria 4.0 pretende introduzir é que possivelmente irão revolucionar o sector primário. A agricultura já aplicava tecnologias de monitorização, conhecido como a agricultura de precisão, na qual nas primeiras aplicações os produtores recorriam a tecnologias como o Sistema de Posicionamento Global (GPS, em inglês), para terem um maior controlo, orientação e gestão das suas frotas e rotas das mesmas. Com o contínuo desenvolvimento da tecnologia de sensores, atuadores, microprocessadores e telecomunicações de banda larga assim como a redução no seu custo de produção, que as tornou acessíveis ao comum agricultor, a agricultura de precisão entrou numa nova era e neste momento faz parte da Indústria 4.0, ou mais concretamente, da Agricultura 4.0.

A Agricultura 4.0 é a continuação do processo de agricultura de precisão, cujo objetivo essencial é disponibilizar tecnologia e informação aos agricultores, facilitando a integração e interconectividade da mesma, de forma a assegurar que estes sejam capazes de produzir mais alimentos consumindo menos recursos naturais como água ou terra, de forma sustentável e garantindo um preço de consumo final razoável [8].

Graças a este tipo de tecnologia, os dados disponíveis aos produtores não provêm apenas do equipamento agrícola usado, mas também de serviços que, utilizando novos algoritmos, permitem uma análise mais detalhada e inteligente dos seus campos [9] [10].

5 Metodologia

Este estudo baseou-se na metodologia de pesquisa de estudos de caso, em que envolveu uma análise aprofundada de como a indústria 4.0 está a ser aplicada em contexto real no setor agroalimentar. A metodologia de pesquisa é por benchmarking, em que consiste no processo de pesquisa das melhores práticas da aplicação de indústria 4.0 no setor agroalimentar e que conduziram a um desempenho superior. Esta metodologia de pesquisa, é visto como um processo positivo e através do qual uma empresa avalia como outra empresa está a fazer algo para extrair as melhores práticas para a permitir melhorar a forma como é realizada a mesma ou uma função semelhante.



6 As empresas da indústria 4.0 do Setor Agroalimentar e Agroindustrial

Em abril de 2017, o Governo Português apresenta a iniciativa Indústria 4.0, que passou pela criação de grupos de trabalho de acordo com os diferentes setores, no qual se incluiu o setor agroindustrial fazendo parte deste grupo a Cerealis, Delta Cafés, Faarm, Frulact, Nestlé, Sensefinity, Sovena, Sogrape, Sumol Compal, Unicer e Vitacress. O grupo de trabalho foi responsável pela definição da estratégia que será seguida por Portugal para a implementação de tecnologia da indústria 4.0. Para tal, a Siemens solicitou à Deloitte a realização do estudo, e o consultor em entrevista, refere que “as empresas portuguesas têm estado atentas” e que por isso existem “excelentes exemplos” da adoção das novas tecnologias no tecido empresarial português [10]. Da agricultura à indústria automóvel, passando pelos têxteis e equipamento fabril, são exemplos de setores com desenvolvimento e utilização de tecnologia associada à Indústria 4.0: fabrico aditivo (impressão 3D), sensores e conectividade, cloud computing, advanced analytics, etc [10].

A estratégia para a Indústria 4.0 apresentada pelo Governo Português resultou num conjunto de 60 medidas de iniciativa pública e privada que deverão ter impacto sobre mais de 50 000 empresas a operar em Portugal e, numa fase inicial, permitirão requalificar e formar mais de 20 000 trabalhadores em competências digitais [11]. Segundo o Digital Economy & Society Index 2016 da União Europeia (UE), Portugal coloca-se acima da média da UE ao nível da competitividade digital. De acordo com o mesmo estudo, a pontuação portuguesa cresceu a um ritmo mais rápido do que o da média UE nos últimos anos, ocupando atualmente a 15ª posição. De forma a continuar este crescimento, Portugal deverá focar-se na melhoria das competências digitais da população, que de acordo com o estudo, metade da população não tem competências digitais básicas e 28% nunca utilizaram a internet [6]. Um outro estudo, da UBS, indica Portugal acima da média e como a 23ª economia mais preparada a adotar a Indústria 4.0 de um conjunto de 45 países analisados, sendo de destacar as suas infraestruturas, competências gerais e capacidade de inovação [12]. Adicionalmente, os resultados também obtidos ao nível das exportações, as empresas do setor agroalimentar e agroindustrial tem apresentado um crescimento constante nos últimos anos, 6-7% ao ano. Em 2017, foi registado

um valor de exportação de 6.6 milhões de euros, o que demonstra um interesse crescente das nossas empresas nos mercados internacionais [13]. O nosso país tem uma proximidade comercial muito intensa com quatro países da UE (Espanha, França, Reino Unido e Alemanha), sendo que Espanha corresponde a cerca de 1/3 das nossas exportações (por vezes, reexportadas para outros destinos), bem como com dois países terceiros (de fora da UE), mas que correspondem ao espaço da lusofonia, Angola e Brasil. Consta-se nos últimos quatro anos, um aumento de exportação em todos os principais grupos de produtos (Azeite – 131%, Carne de Porco e Derivados –78%, Fruta –63%, Carne de Aves e Derivados –55%, Hortofrutícolas – 45%, Carne de Bovino e Derivados –41%, Produtos do Mar – 30%, Vinho – 19%, Leite e Lacticínios – 15%, entre outros)», acrescenta [14].

Posto isto, e de acordo com a apresentação da estratégia Nacional para a dinamização da economia, conclui-se que Portugal tem um melhor grau de preparação do que competitividade atual, tendo revelado que a 4ª Revolução Industrial é uma clara oportunidade para esbater as típicas barreiras à competitividade do país, tais como a falta de escala de mercado interno e a localização periférica. Numa entrevista da vida económica publicada no Agroportal, Jorge Tomás Henriques, Presidente da FIPA, quando questionado se as indústrias do agroalimentar já estariam preparadas para o desafio da indústria 4.0, este assumiu que a indústria alimentar tem todas as condições para sair no pelotão da frente, mas que necessita de uma envolvente favorável em termos de políticas nacionais e que para além do investimento financeiro em equipamentos e tecnologias, torna-se fundamental a formação de recursos humanos e a dinamização das “startups” [15].

Em suma, as empresas nacionais do setor estão cada vez mais competitivas, no entanto é premente a aposta nas tecnologias indústria 4.0, que ainda está numa fase muito embrionária de aplicação. Muitas das empresas que tem vindo a aplicar a indústria 4.0 em Portugal ainda não divulgaram os resultados detalhados dessa aplicação, talvez pela falta de dados consistentes ou por estarem ainda em fase muito inicial. Adicionalmente, verifica-se ainda que as empresas do setor verificam a dificuldade em capacitar ou recrutar recursos humanos com competência

para a indústria 4.0. No entanto, dados da Agronegócios indicam que o setor agrícola tem registado um aumento de adesão por parte dos jovens, uma geração altamente qualificada, que através da sua formação, muitas vezes transversais em domínios de conhecimento, tem trazido novas perspectivas, diferentes abordagens, mais inovação e uma atitude no setor que engloba desde a produção até à comercialização, com preocupações técnicas produtivas, de gestão e de sustentabilidade ambiental [14]. Outra das dificuldades das empresas do setor pode eventualmente ser o elevado investimento necessário para a implementação da indústria 4.0, no entanto, o Governo Português está ciente desta carência e incluiu o setor no plano estratégico para o desenvolvimento económico, disponibilizando financiamento de 4,5 mil milhões de euros de investimento em recursos relevantes para a transformação digital do tecido produtivo nacional.



7 Principais fatores de êxito e fracasso da aplicação da indústria 4.0

Como referido, a Indústria 4.0 é um conceito com menos de 10 anos e cuja implementação em Portugal, apenas começou nos últimos 4 anos. Ou seja, esta nova revolução pretende introduzir novas tecnologias ao mesmo tempo que deseja quebrar alguns dogmas e induzir os produtores a serem mais conscientes dos meios naturais e da sustentabilidade do nosso planeta.

Assim, ainda é cedo para afirmar com certeza quais os êxitos e fracassos que esta revolução provocará. No entanto, já existem diversos projetos que se encontram em fases intermediárias e que permitiram aos utilizadores retirar algumas conclusões do que poderá ser os sucessos e os insucessos do futuro desta indústria. No entanto, a maioria destes projetos apenas são provas de conceitos, levadas a cabo por universidades em parceria com empresas do ramo e como tal, a duração dos mesmos não permite tirar conclusões concretas a longo termo. Adicionalmente, neste momento, os insucessos não se encontram relacionados com a incapacidade ou usabilidade das metodologias e tecnologias, mas mais com a necessidade de adaptação dos operadores humanos para a inovação. E, antes de concluirmos com certeza os sucessos e insucessos, é necessário garantir que todos os envolvidos compreendam em que consiste esta revolução, como deve ser aplicada e que mais valias poderão trazer as suas inovações. Só assim, poderemos afirmar em que processos a revolução falhou em melhorar e inovar e em quais teve sucesso.

Assim como as revoluções anteriores, esta nova poderá levar à extinção de muitos dos postos de trabalho existentes e os governos e líderes das industriais terão que recriar os seus negócios para responderem à necessidade das sociedades em que estão inseridas. No entanto, a extinção de postos de trabalho não significa necessariamente a redução de mão de obra, mas sim, a realocação dos mesmos a novos postos de trabalho. Recentemente a Cisco lançou um estudo em meados de 2017, que indicava que cerca de 76% das empresas que investiram em projetos de IoT consideravam os mesmos um falhanço e que a maioria considerava os mesmos bons na teoria mas que na prática mostraram ser mais complexos do que o esperado [16]. Outro problema relacionado com este tipo de revoluções está relacionado com a distância entre a ideia que é vendida ao investidor

e a realidade da implementação da ideia. No caso da tecnologia IoT poderá não se tratar maioritariamente numa questão monetária, mas mais que a falha na compreensão do negócio e das suas métricas poderá levar a uma aplicação errada e frustrante da tecnologia. Uma definição pouco clara e incompleta do processo de implementação assim como a falha na compreensão da oportunidade de negócio poderá levar a que a aplicação da arquitetura de IoT torne-se muito complexa, difícil de comunicar e de implementar e conseqüente condenada ao insucesso.

Das principais razões apontadas pelo estudo a falta de alinhamento entre os executivos de IT e os de negócio é a mais comum. Esta falha já é algo conhecido no mundo digital e que tem sentido que continue a acontecer na indústria 4.0. Adicionalmente, a tecnologia de IoT é algo muito recente e nem todos os envolvidos na área de IT têm o conhecimento necessário para implementar estas tecnologias. Por conseguinte, para aplicação das mesmas é essencial a existência de parceiros experientes na aplicação destas tecnologias (figura 3). [17].

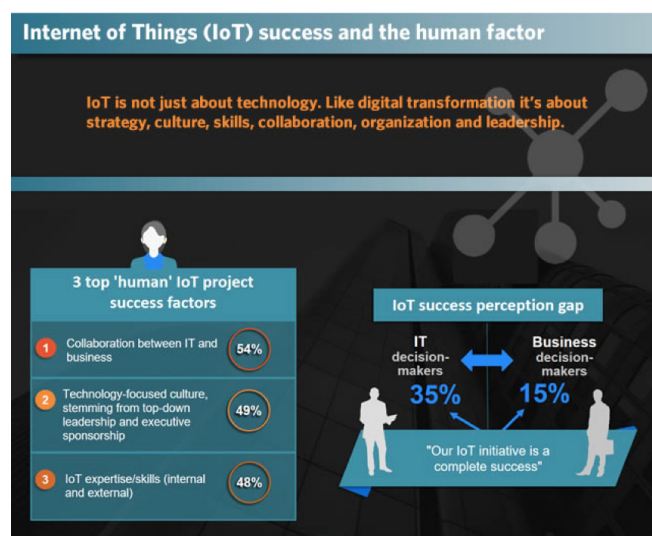


Figura 3 – O sucesso de “Internet das coisas” e o fator humano – a necessidade de alinhamento, expertise e cultura.

Por outro lado, fundar uma arquitetura para obtenção de dados pode ser mais exigente e desafiante do que esperado. Como explicado, a Indústria 4.0 assenta na oportunidade de criar uma rede de máquinas que juntas

consegue obter dados essenciais que poderão ajudar os produtores agroalimentares. Contudo, a inovação e mudança não passa apenas pela captura de dados. É necessário saber como trabalhar, analisar e obter conclusões da análise dos mesmos. Isto é, será necessário ter conhecimento de metodologias de estatística e matemática (conhecido como, Data Science) para saber como trabalhar os dados ao mesmo tempo que deverá ter um conhecimento de como o negócio funciona, de como os processos estão montados, métricas essenciais, para tirar as conclusões mais concretas da análise. Mais ainda, além de compreender qual o problema também é importante saber indicar às pessoas onde o problema está a acontecer para que realmente se possa efetuar uma intervenção e resolver o mesmo [18].

De seguida, são apresentados outros fatores que poderão levar ao insucesso da implementação de um projeto de aplicação indústria 4.0:

- Armazenamento dos dados: quem implementa o projeto necessita de equacionar como armazenar os dados e garantir a privacidade e segurança dos mesmos;
- Investimento e manutenção: apesar de a tecnologia ser de custo acessível, a sua implementação consoante o desejo do produtor poderá levar a que orçamento de implementação e manutenção seja maior que o esperado;
- Cibersegurança: como toda a informação estará disponível online, os mesmos estão suscetíveis a ataques informáticos;
- Falta de oferta formativa: o ritmo acelerado com que se tem vindo a proceder a novos desenvolvimentos na sociedade nem sempre tem tido o grau de acompanhamento necessário por parte das instituições de ensino [1].
- Inutilização da capacidade máxima de informação recolhida: é necessário definir os indicadores de monitorização e definir que informações se pretende extrair da análise dos mesmos. O que se verifica é que muitos produtores estão a recolher dados, mas ainda não sabem o que fazer com eles;
- Resistência à adoção de novas metodologias ou tecnologias: muitos produtores poderão mostrar alguma resistência à mudança e adaptação à evolução. Por outro lado, e uma vez ultrapassados todos os entraves que a introdução desta revolução poderá provocar, é de esperar que a sua implementação traga mais benefícios aos seus utilizadores que malefícios. Assim, estes são algumas das melhorias que muitos dos projetos de prova de conceitos têm vindo a apontar como fatores de sucesso de implementação da revolução 4.0:
- Análise de dados e consequente ação proativa: com obtenção de mais dados e compreensão da conjuntura atual da produção, o produtor poderá trabalhar proactivamente sobre eventuais fatores que prejudiquem a sua colheita;
- Produção e monitorização constante e consequente diminuição dos custos de mão de obra: com a introdução de computadores e máquina que trabalha ininterruptamente, uma produção agrícola poderá produzir 24h, 7 dias por semana, 365 dias por ano;

- Melhor compreensão da sua produção: por vezes, na mesma produção acontece diferentes regiões apresentarem diferentes fases de desenvolvimento no ciclo de vida da planta. Com este conhecimento, obtido através de dados retirados de sensores wireless, o produtor poderá iniciar ou atrasar aplicação de pesticidas, fertilizantes ou outros;
- Automatização dos processos: com a introdução de nova tecnologia, o produtor será capaz de automatizar muitos dos seus processos atualmente dependentes de recursos humanos e ser capaz de gerir à distância toda a sua produção;
- Previsão de pestes ou pragas: com obtenção diária de dados e eventualmente um histórico de anos da sua produção, qualquer produtor agrícola será capaz de desenvolver modelos preditivos que o ajudem a precaver qualquer aparecimento de pestes consoante o comportamento atual das suas produções;
- Partilha de informação: Com a interconexão de máquinas e partilha de informação, será fácil para produtores partilharem experiências e mais facilmente compreender problemas que afetam a sua realidade;
- Produção de melhores produtos: Com o conhecimento obtidos e implementação de novas tecnologias seremos capazes de produzir produtos de melhor qualidade e em maior quantidade, consumindo menos recursos.

8 Estudo de 10 casos de sucesso

8.1. Torriba

Hoje em dia a nossa sociedade está cada vez mais exigente, impondo que produtos que apresentem a máxima qualidade, independentemente da sua área de produção. No caso da indústria agroalimentar, os produtos devem apresentar boa cor, um aspeto fresco, o melhor sabor e a melhor qualidade.

À Torriba, produtora de tomates, esta exigência não é estranha. A maior exigência na indústria do tomate é a cor, onde algumas variedades de cor com menos brix têm mais problemas em vender. Por exemplo, em 2017 a empresa produziu tomates com menos cor que o habitual porque alguns campos foram atacados por ácaros e mosca branca, que não deixaram a planta desenvolver por completo o seu ciclo produtivo.

Com vista a garantir que a sua produção não é afetada por fatores externos, como pragas e pestes, a empresa encontra-se a aplicar tecnologia de IoT para monitorizar as suas colheitas. Por exemplo, cada parcela possui sondas de humidade e a Torriba trabalha com empresas que analisam as culturas, normalmente de 15 em 15 dias, para tomarem decisões consoante os resultados [19].

8.1.1. By Drop

Por outro lado, o projeto By Drop surgiu da intenção da Torriba criar condições para que os seus associados pudessem tornar a sua atividade mais eficiente e competitiva. O grande objetivo passa por provocar uma redução significativa dos consumos de água, adubos, fitofármacos e energia (Figura 4).



Figura 4 - Ideais do projeto By Drop

Com o apoio da empresa Hidrosoph (especialista na área da rega) o grupo espera conseguir para cerca de 60 produtores e 2800 hectares, uma melhor gestão da eficiência de rega de forma a contribuir para a preservação

e disponibilidade de recursos hídricos a longo prazo, permitindo ao mesmo tempo que os produtores consigam reduzir significativamente o custo das suas produções. Como referido anteriormente, muitos dos produtores terão uma fase de adaptação aos novos ideais e inovações tecnológicas que a revolução 4.0 trará. Cabe a associações como a Torriba ajudar os seus associados e, neste caso específico, apoiar de forma específica cada produtor no processo de decisão definindo onde, quando e qual a dotação de rega a aplicar.

Para isso, o projeto será assistido por técnicos especializados na gestão de rega que através da parametrização de solos, culturas, sistemas de rega e trabalhando informações provenientes de estações meteorológicas, de sondas, tendo em conta datas de plantação, fase fenológica, regas aplicadas, etc., determinam planos de rega para cada produtor, que são disponibilizados através de vários meios: SMS, plataforma online (computador e telemóvel), presencialmente, fax, email, etc [20].

8.2. Mars food

Atualmente, o nosso mundo está cada vez mais conectado dando origem a cadeias de fornecimento mais extensas e mais complexas, complementando com consumidores socialmente conscientes que querem saber se os produtos que compram são produzidos com responsabilidade. A Mars Food implementou um software da Transparency-One para gestão da cadeia de fornecimento de forma a monitorizar a sua cadeia global de fornecimento de arroz. Usando o Transparency-One a Mars Food pode acompanhar de perto sua cadeia de fornecimento global e disponibilizar aos consumidores a história do produto desde o cultivo até ao momento de compra.

Para dar início a este projeto, foi necessário mapear e analisar toda a sua rede de fornecedores globais e conceder o acesso às partes interessadas. A Transparency-One realizou uma parceria com a SGS - uma empresa líder em inspeção, verificação, testes e certificação - para integrar fornecedores e verificar certificações globais de fornecedores. Assim, a Mars Food implementou uma solução sofisticada baseada em blockchain, garantindo a segurança da informação, acessibilidade e estabilidade a

nível corporativo.

Para além disso, de acordo com os dados recolhidos, o software permite o conhecimento da cadeia de fornecimento recorrendo a um banco de dados de gráficos de última geração que permite também auxiliar as partes interessadas da cadeia de fornecimento a reduzir os riscos do negócio [21].

8.2.1. Blockchain para a cadeia de fornecimento

O blockchain aumenta a segurança dos dados armazenados no Transparency-One, criando um registro de todas as transações entre as partes interessadas da cadeia de fornecimento e tornando-a imutável. Com esta tecnologia, todas as transações, incluindo quaisquer atualizações ou modificações, são imediatamente registadas e armazenadas no blockchain. Os dados armazenados podem ser acedidos imediatamente pelas partes interessadas designadas na cadeia, fornecendo total transparência em cada etapa.

“Blockchain é uma tecnologia poderosa que pode desempenhar um papel integral em ajudar as empresas a alcançar a transparência da cadeia de fornecimento de ponta a ponta, em qualquer setor”, disse Frédéric Daniel, diretor de tecnologia da Transparency-One. “A Transparency-One mapeia e verifica toda a cadeia de fornecimento desde a matéria-prima até ao produto processado, e a tecnologia blockchain garante que cada etapa do processo seja permanentemente registada, fornecendo um nível ainda mais elevado de segurança de dados.” [22]

8.3. Iron Ox

A Iron Ox, uma empresa sediada na Califórnia, criou uma quinta inteligente completamente monitorizada e controlada por robôs, com um sistema de Inteligência Artificial. Com vista a combater os problemas atuais na produção alimentar, a nível mundial, esta empresa decidiu provocar uma mudança radical na forma como a indústria produz os seus alimentos.



Figura 5- Quinta inteligente monitorizada por robôs.

Tratando-se de uma quinta hidropônica, onde uma solução aquosa rica em nutrientes substitui o típico solo agrícola, um robô inteligente transporta as plantas por três áreas que representam fases de maturação do ciclo de vida da planta. Ao separar as plantas consoante a sua fase de desenvolvimento a empresa encontrou uma forma de otimizar espaço e trabalhar melhor os parâmetros de crescimento, como luz e fertilizante, disponíveis à planta em cada uma das suas fases. Adicionalmente, os robôs utilizam algoritmos de Machine Learning para detetarem pestes ou doenças que possam afetar as colheitas. Com as novas metodologias e tecnologias, a empresa consegue produzir o equivalente a 30 hectares num campo agrícola tradicional em apenas 1 hectare da quinta inteligente.

Este tipo de quintas acaba por ser a resposta para grandes centros urbanos serem capazes de produzir produtos frescos, sem ter que estar dependentes dos tradicionais distribuidores de produtos alimentares que garantem o fornecimento desde do produtor até à mão do consumidor final. Assim, os produtos frescos serão realmente frescos. Contudo, para existir uma quinta totalmente automatizada tem que existir um elevado investimento. A Iron Ox necessitou de 10 mil milhões de dólares americanos em investimento em 2017, o que representou um aumento de 29% do valor registado em 2016 [23].

8.4. weedNet

Numa produção agrícola, o tratamento de ervas daninhas é uma das tarefas mais importantes, se pretendermos garantir a máxima capacidade e qualidade das nossas colheitas. Contudo, o desafio encontra-se em ser capaz de identificar com máxima precisão e certeza a localização destas espécies parasitas de forma a erradicá-las sem provocar estragos nas plantas e no solo circundante. Recorrendo a metodologias de Machine Learning, este grupo de investigação, financiado pelo programa Horizonte 2020 da União Europeia, desenvolveu um algoritmo que permite identificar e visualmente segmentar ervas daninhas de folhas de beterraba recorrendo a imagens aéreas multiespectrais obtidas através de drones.

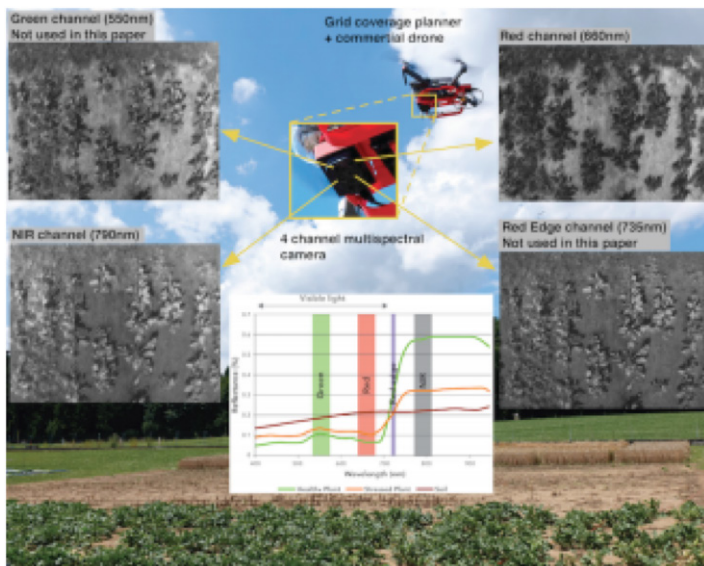


Figura 6 – Exemplos de análise de imagem a partir de algoritmos machine learning.

Por exemplo, na imagem abaixo é possível ver a segmentação proposta pelo algoritmo entre o que considera ervas daninhas (vermelho) e folha de beterraba (verde).

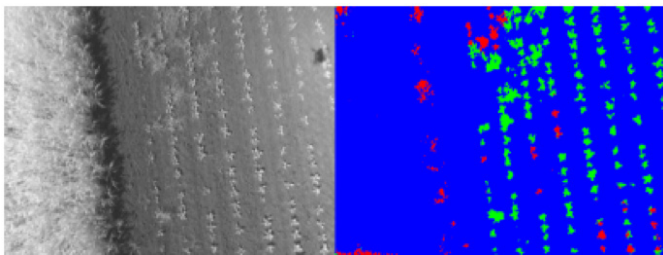


Figura 7-Resultado após segmentação de imagem: vermelho identifica as ervas daninhas.

De forma a obterem um número mínimo de observações e um conjunto de dados equilibrado e rico em informação, este grupo de investigação decidiu dividir um campo agrícola de beterrabas em três secções. Em cada uma destas secções aplicaram diferentes níveis de herbicidas: máximo, médio e mínimo.

Observando a seguinte imagem, a secção mais à esquerda (amarelo) corresponde à área com maior dosagem de herbicida, a do meio (vermelho) com dosagem intermédia e a mais à direita (verde) com menores valores. Como seria de esperar as regiões, da amarela a verde, contêm apenas beterrabas, beterrabas e ervas daninhas e ervas daninhas apenas.

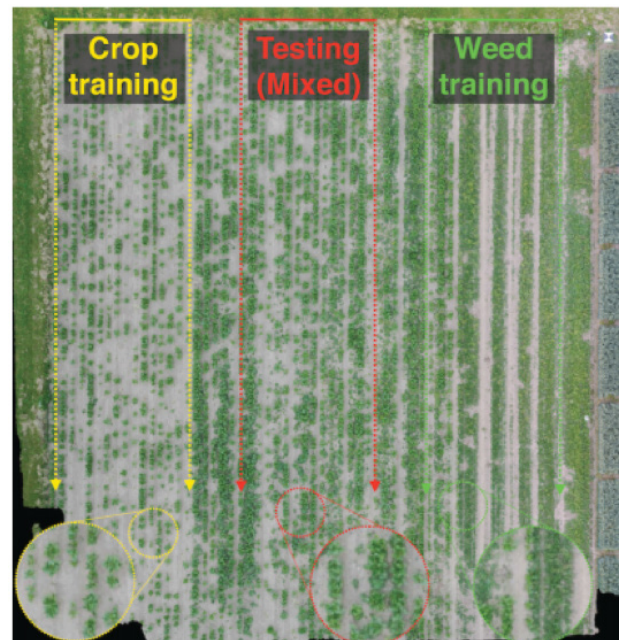


Figura 8 – Representação da divisão do campo agrícola de beterraba em três, de acordo com a quantidade de herbicida colocado: máximo, médio e mínimo.

No final, o algoritmo de segmentação desenvolvido permitia analisar imagens multiespectrais e classificar a existência ou não de ervas daninhas nas áreas analisadas. Com esta informação o agricultor poderia apenas trabalhar as zonas afetadas sem necessidade de perturbar o solo ou plantas se áreas não afetadas.

Contudo, no final do projeto ainda existiam melhorias a desenvolver no futuro. Os investigadores identificaram as inconsistências espaciais e temporais do seu modelo, aquando identificação de ervas daninhas, como a maior debilidade do mesmo. Por exemplo, para o modelo ser capaz de identificar qualquer tipo de erva daninha independentemente do local, terreno ou plantação em análise, o algoritmo precisa de analisar uma vasta variedade ervas daninhas por longos períodos de tempo de forma a desenvolver um detetor com consistência espacial e temporal [24].

8.5. SWAMP: uma plataforma, baseada em IoT, para uma irrigação mais precisa

A irrigação na agricultura é uma das maiores fontes de consumo de água potável no mundo. Por este motivo e pela necessidade de garantirmos a sustentabilidade dos recursos naturais, muitos grupos de investigação estão a focar os seus esforços em encontrar novos métodos que tornem este caso de uso intensivo de recursos em algo do passado. Recorrendo às tecnologias mais recentes o grande objetivo passa por otimizar o uso de água, reduzir o consumo energético e melhorar a qualidade das colheitas.

O projeto SWAMP desenvolve métodos, baseados em tecnologia de IoT, para uma gestão mais inteligente da água com diversos projetos piloto em Itália, Espanha e Brasil. A imagem abaixo ilustra o conceito para um sistema de irrigação inteligente e de elevada precisão.

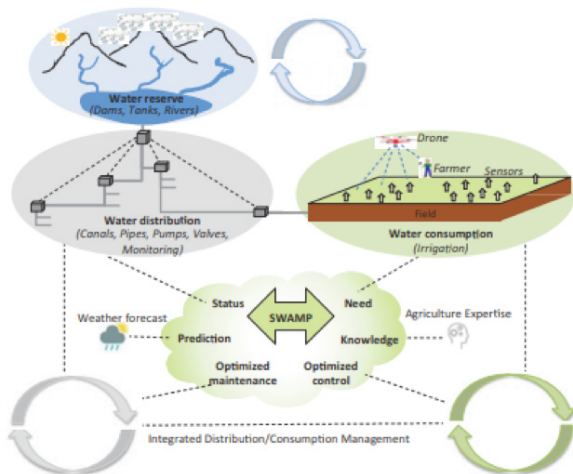


Figura 9- Esquema ilustrativo do sistema de irrigação inteligente e de elevada precisão.

O principal objetivo do projeto foca-se na otimização da irrigação, distribuição e consumo de água, baseada na análise de diferentes tipos de informação recolhida dos diversos pontos do sistema.

Existe três grandes fases neste sistema de gestão de água para a agricultura:

- W1 - Reserva Aquífera: diversas fontes de água como rios, lagos, barragens e aquíferos;
- W2 - Distribuição Aquífera: a água é transportada da fonte (primeira fase) até à fase final, o ponto de consumo, através de uma rede de canalização;
- W3 - Consumo de água: O principal consumo para este projeto é a utilização da água para irrigação dos campos agrícolas.

A plataforma SWAMP toma decisões e altera o comportamento do sistema através de comandos enviados a atuadores automáticos e humanos, baseando as suas decisões em análises detalhadas sobre informação obtida de diversos sensores. Por exemplo, para o consumo de água (W3) o SWAMP analisa e fornece opções em tempo real para adaptar a irrigação dos campos às mudanças climáticas. Com o SWAMP, um agricultor consegue ter uma melhor estimativa relativamente à quantidade de água e o tempo de irrigação. Adicionalmente, o sistema permite a monitorização, automação e controlo remoto de infraestruturas hidráulicas a partir do qual qualquer agricultor poderá gerir a sua distribuição de água dentro do seu domínio de irrigação.

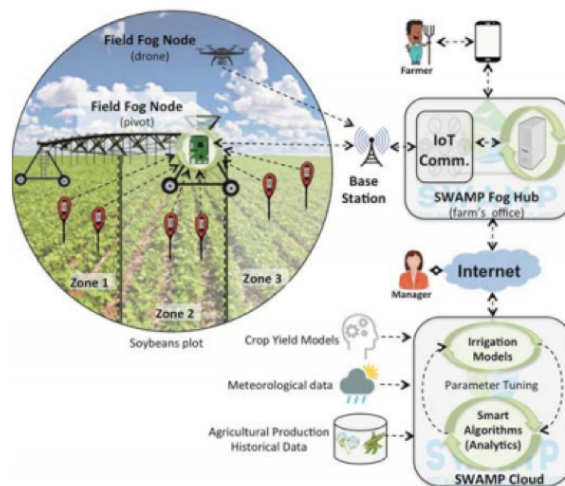


Figura 10- Ilustração da aplicação do sistema em projeto Piloto em empresa de Itália.

As imagens acima ilustram a aplicação de um dos sistemas piloto em Itália. Primeiramente, o sistema recebe informação de diferentes sensores. Modelos analíticos são capazes de, com a informação obtida, gerar mapas onde a irrigação é necessária. Adicionalmente, informação externa como a capacidade produtiva da plantação, condições meteorológicas e dados históricos são alimentados ao sistema. Para este caso específico, a água é bombeada a partir do rio através de canais até aos campos agrícolas. O sistema SWAMP estima as necessidades aquíferas de cada um dos campos agrícolas e envia essa informação (mapas de irrigação) aos agricultores, que tomam a decisão de irrigar os campos usando o método que preferirem.

De momento, o projeto ainda se encontra em fase de testes apesar de já existir muito interessante por parte dos agricultores e empresas agrícolas [25].

8.6. VineSens

A VineSens, é uma plataforma de hardware e software, que serve como ferramenta de apoio à decisão do viticultor. O sistema é composto por uma rede de sensores wireless espalhados por todo o vinhedo. Os sensores captam diferentes tipos de informação que permite obter conhecimento detalhado sobre os diferentes processos de viticultura. Com esta informação o VineSens é capaz de propor um plano de controlo personalizado para prevenir doenças como uma das mais temidas pelos viticultores: o míldio.

O principal foco desta tecnologia é evitar o impacto que o míldio tem na produção vinhateira. O míldio é uma das piores doenças da viticultura e quando as condições climáticas são favoráveis pode destruir até 50% de toda a produção. Usualmente, dá-se bem em regiões onde o clima é quente e húmido durante o crescimento vegetativo. Além disso, o sistema tenta resolver outros problemas associados à viticultura. O objetivo da VineSens passa também por criar um

sistema ecológico inteligente com dados em tempo real, assente numa estrutura tecnológica integrada, cujo objetivo passa por monitorizar autonomamente as vinhas e disponibilizar toda a informação essencial e crítica aos produtores através de uma plataforma web. Por exemplo, o sistema avisa quando o míldio atingiu um limiar que exige que medidas preventivas sejam tomadas. Com esta informação, o ViniSens foca-se na redução do uso de produtos químicos, fornecendo ao viticultor um plano personalizado para controlar a doença, o que leva a uma solução mais ecológica e sustentável. O sistema também oferece custos operacionais mais baixos usando índices climáticos e de doenças para reduzir o trabalho e o número de ciclos de pulverização. Além disso, o sistema de monitorização fornece os valores históricos e em tempo real dos diferentes parâmetros ambientais relevantes, gerando estatísticas que podem ajudar a tomar medidas específicas para melhorar os tratamentos realizados. Adicionalmente, ajuda a prever as consequências das mudanças provocadas pelo clima, pois as pragas e suas plantas hospedeiras são interdependentes. Finalmente, deve ser enfatizado que, embora o sistema se concentre na prevenção do míldio, ele pode ser facilmente estendido para monitorizar outras doenças da vinha ou para recolher dados sobre outros parâmetros relevantes.

VineSens foi implementado no início de 2016 numa viticultura na área de Ribeira Sacra (Galiza, Espanha) e, desde então, o seu hardware e software foram testados para evitar o desenvolvimento do míldio. Desde então, o sistema tem-se mostrado capaz de diminuir a quantidade de produtos fitossanitários aplicados e, como consequência, permitir os produtores desenvolverem um vinho mais ecologicamente sustentável e saudável [26].

8.7. Controlo na dosagem de pesticidas

O controlo de dosagem de inseticida a ser utilizado em campos de cultivo é uma preocupação dos produtores agrícolas, como tal, um sistema de apoio à decisão na dosagem de inseticida a ser aplicado foi desenvolvido. Para isso recorreu-se a tecnologia de rede wireless para a obtenção facilitada e de baixo custo de parâmetros ambientais de relevo, à escala do campo agrícola. Os sensores espalhados pelo campo medem a temperatura do ar, a humidade do ar e das folhas. Devido a painéis solares os sensores são totalmente autónomos, sem necessidade de energia elétrica.

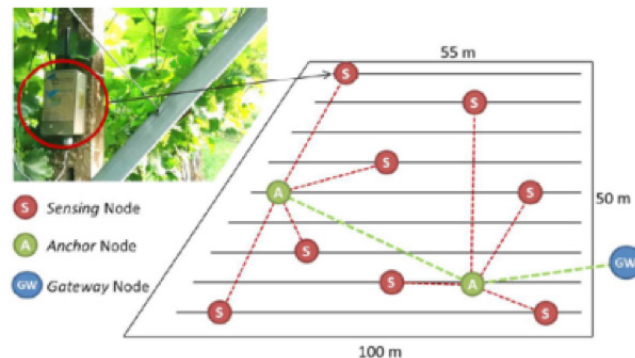


Figura 11- Ilustração da tecnologia de rede wireless de sensores para controlo de dosagem de inseticida.

O sistema proposto foi testado em ambiente real, num vinhedo no norte de Itália perto da cidade de Trento. Foram instalados 10 sensores pelos 4000 m² de terreno disponível. Cada um dos sensores custava cerca de 50 dólares americanos e as suas pequenas dimensões (P = 5 cm, L = 8 cm, A = 15 cm) permitiu instalá-los nos ramos das vinhas.

A validação foi realizada de abril a agosto para cobrir toda a evolução fenológica do vinhedo. A solução proposta pelo sistema introduz a estimativa da distribuição espacial da dosagem ótima graças à análise de dados obtidos por parte da rede de sensores wireless. A solução proposta foi testada experimentalmente para o tratamento da infeção pelo míldio. No final, foi possível obter 47% de redução de pesticidas durante a campanha de medição de três meses [27].

8.8. VineScout

No concelho de Vila Flor, Bragança mais propriamente na Quinta do Ataíde, propriedade da Symington Family Estates, o robô VineScout tem monitorizado parâmetros chave do vinhedo de forma autónoma e com recurso a propulsão elétrica e energia solar, para dar aos vitivinicultores, em tempo real, acesso a informações abrangentes e confiáveis durante os ciclos de crescimento e maturação de modo a poderem realizar ao máximo o potencial qualitativo do fruto.



Figura 12 - Robot VineScout.

Dos diferentes parâmetros que este dispositivo consegue medir, destaca-se o controlo do estado hídrico da videira (o que permite uma correta gestão da disponibilização de água), a temperatura da folha da videira e o vigor da planta. Apesar deste projeto, financiado por fundos europeus, encontrar-se ainda numa fase intermédia de um total previsto de três anos o objetivo final é criar um robô totalmente independente que consiga medir os parâmetros desejados 24h, independente dos obstáculos que possam existir e das condições climáticas. Na prática, esta tecnologia está a ser testada em terrenos com orografia difícil e de diferente vegetação das vinhas, como são as da Região Demarcada do Douro.

No projeto além da empresa Symington, estão incluídos a Universidade Politécnica de Valência e a Universidade de La Rioja (Espanha), a Wall-YE Robots & Software (França), e a Sundance Multiprocessor Technologies (Reino Unido). O projeto foi iniciado em dezembro de 2016 sendo financiado em cerca de dois milhões de euros pelo Horizonte 2020, um Programa-Quadro Comunitário de Investigação e Inovação da Comissão Europeia [28].

8.9. Smart Hydroponic Lettuce Farm using Internet of Things

Esta quinta inteligente recorre à hidroponia para produzir alface, onde em alternativa ao solo utiliza-se uma solução líquida rica em nutrientes. Este método permite reduzir o custo da mão-de-obra, uma vez que o agricultor não necessita de preparar o solo, e a fertilização e irrigação são automáticas. Como a Hidroponia é um método automático, facilita a inserção de tecnologias IoT de forma a obter dados mais precisos e assim automatizar por completo a quinta.

O objetivo passava por compreender que impacto a aplicação de tecnologia IoT traria à produção de alface numa cultura Hidropónica. É expectável que os resultados com apoio da tecnologia sejam melhores, mas o objetivo passava por compreender se o custo/benefício existia.

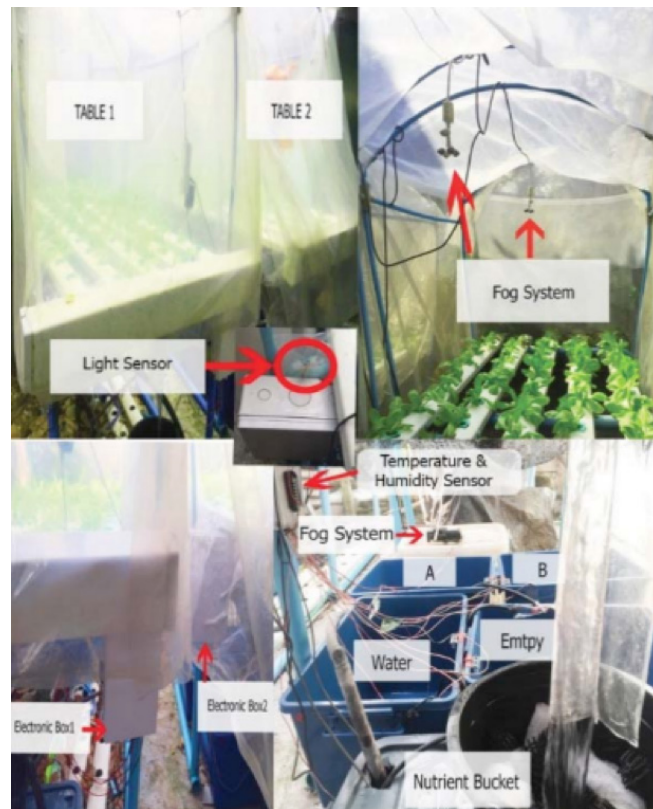


Figura 13 - Ilustração dos sensores aplicados no Smart Hydroponic.

O sistema de IoT é composto por diversos sensores que medem os seguintes parâmetros na solução:

- Informação relativa ao crescimento do ecossistema;
- Humidade e temperatura do ar;
- Nível e intensidade da luz;
- Nível de acidez da solução;
- Eletrocondutividade (EC) da solução;
- Temperatura da água.

Todos os dias o sistema ajustava a solução de nutrientes às 6 da manhã, tentando manter o pH no intervalo 6.0-6.5 e o EC a 1.2-2.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$. No final, foi possível observar que as alfaces produzidas pela quinta inteligente tinham 17.20% mais folhas e eram 13.90% mais largas, enquanto que eram 36.60% mais curtas que plantas da quinta normal. Adicionalmente, o peso das plantas da quinta inteligente era substancialmente mais elevado, com cerca de 37% mais de peso e apresentando menos 8.24% de valores de nitrato. Concluindo, o projecto foi capaz de produzir alimentos com melhor qualidade [29].

8.10. Produção de cogumelos Lingzhi recorrendo a IoT

O objetivo deste projeto passava por criar uma quinta inteligente de plantação de cogumelos Lingzhi. Para isso, a Universidade Maejo Chiangmai desenvolveu o projeto, recorrendo a tecnologias de IoT, onde controlavam o ambiente onde os cogumelos eram produzidos, isto é, controlavam a luz disponível, temperatura, irrigação, humidade e fluxo de ar.

Para a produção deste tipo de cogumelos, a humidade do ar é um dos fatores mais importantes e esta deve

manter-se entre 90-95%. O sistema controlava o período de irrigação consoante a informação fornecida pelos sensores, o que dependia da humidade presente na sala. Toda a informação retirada pelos sensores era enviada para a cloud e disponibilizada através de uma plataforma web acessível através de um computador ou dispositivos móveis.

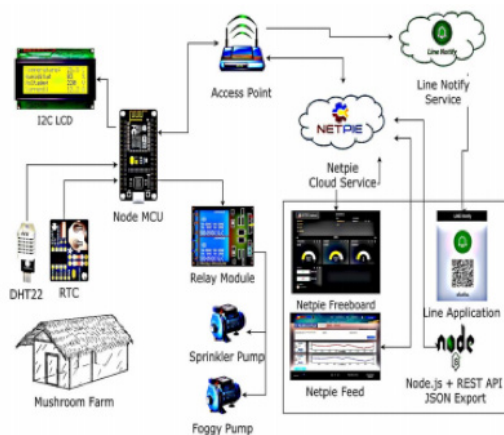


Figura 14 – (a) Ilustração do sistema em rede; b) fotografia de montagem.

A perspetiva do projeto passava por perceber se seria economicamente viável implementar tecnologia IoT num processo de produção como este. No final, puderam conferir que o investimento foi uma mais valia. Equacionando o preço da tecnologia mais o custo de existir um computador a trabalhar 24h seguidas, a manutenção da quinta provou ser 10 vezes mais barato do que o método tradicional em que existe uma pessoa, localmente, a trabalhar 8h por dia para medir a humidade e gerir a irrigação [30].

9 Conclusão

A evolução industrial é algo natural, que começou com as máquinas a vapor na primeira revolução industrial e que foi se revolucionando até aos dias de hoje, onde as máquinas estão cada vez mais inteligentes, comunicando entre si e fornecendo dados ao decisor para que possa tomar as decisões de forma mais consciente e estratégica. Analisando o impacto da indústria 4.0 nas empresas, uma coisa é certa: trata-se de uma via sem retorno. As empresas precisarão, de alguma forma, de se adaptar à realidade que surge com as novas tecnologias. O mundo está cada vez mais conectado e as empresas pioneiras estão já a implementar a indústria 4.0. Comparando a realidade portuguesa com os outros países, nota-se que as empresas Portuguesas têm ainda um caminho de maturação e ainda a implementação de outras opções testadas a nível internacional que apresentam resultados positivos.

Com esta evolução, os profissionais do setor também precisarão de encontrar os seus lugares nesta nova indústria, pois são eles que conduzirão esse processo. Este é um dos fatores de insucesso atual das empresas que implementam indústria 4.0, pois já tem a tecnologia implementada, já recolhem dados, no entanto não sabem ainda como tratar esses dados e como tomar decisões com base nos mesmos. Assim, as empresas cada vez mais procurarão novos perfis de colaboradores, que, por sua vez, deverão possuir novas competências e habilitações nesta disciplina para permanecerem competitivos no mercado.

O que se pretende realçar com este estudo, é a transformação que as empresas terão que acompanhar para se manterem competitivas no setor a nível nacional e internacional. É necessário maior esclarecimento, mais debates, mais partilha de conhecimento e de lições aprendidas.



10 Referências

- [1] J. Sobral, “Seminário “Indústria 4.0 – Oportunidades e Desafios para a Engenharia”,” Lisboa, 2016. [Online]. Available: <https://www.portugal.gov.pt>. [Acedido em 30 dezembro 2018].
- [2] K. ZHOU, T. LIU e L. ZHOU, “Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges.,” em 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (fskd), Zhangjiajie, 2015.
- [3] J. QIN, Y. LIU e R. GROSVENOR, “A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond,” Elsevier, vol. 52, pp. 173-178, 2016.
- [4] G.-j. e. a. CHENG, “Industry 4.0 Development and Application of Intelligent Manufacturing.,” em 2016 International Conference on Information System and Artificial Intelligence (isai), Hong Kong, 2016.
- [5] M. e. a. RÜßMANN, “Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries,” 9 abril 2015. [Online]. Available: https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx. [Acedido em 26 dezembro 2018].
- [6] Republica Portuguesa, “Estratégia Nacional para a Digitalização da Economia,” 30 janeiro 2017. [Online]. Available: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pt/Documents/transportation-infrastructures-services/industria4_omedidas-pt.pdf. [Acedido em 29 dezembro 2018].
- [7] R. Berger, “Industry 4.0,” Março 2014. [Online].
- [8] CEMA, “Digital Farming: what does it really mean?,” fevereiro 2017. [Online]. Available: <http://old.cema-agri.org>. [Acedido em 30 dezembro 2018].
- [9] Agromoderni, “Agricoltura 4.0 spiegata in 10 minuti [Agricoltura di precisione],” Agromoderni, 4 novembro 2017. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=jZffi5fLH8k>. [Acedido em 30 dezembro 2018].
- [10] Siemens SA., “Indústria 4.0 e Portugal,” 2017.
- [11] República Portuguesa, “Governo lança estratégia para a Indústria 4.0,” República Portuguesa, 30 janeiro 2017. [Online]. Available: <https://www.portugal.gov.pt>. [Acedido em 30 dezembro 2018].
- [12] UBS, “Estudo com base em rankings relativos do relatório de competitividade do WEF Competitiveness Report,” 2016. [Online].
- [13] Lusa, “Confagri,” 22 Outubro 2018. [Online]. Available: Exportações no setor agroalimentar subiram seis por cento no primeiro semestre . [Acedido em 29 dezembro 2018].
- [14] Agronegócios, “Agroalimentar português: que futuro?,” 01 setembro 2015. [Online]. Available: <http://www.agronegocios.eu/noticias/agroalimentar-portugues-que-futuro/>. [Acedido em 2018 dezembro 29].
- [15] T. Silveira, “Agro Vida,” Vida Económica, 7 abril 2017. [Online]. Available: <https://www.agroportal.pt>. [Acedido em 29 dezembro 2018].
- [16] Cisco, “Connected Futures Cisco Research: IoT Value: Challenges, Breakthroughs, and Best Practices,” maio 2017. [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/CiscoBusinessInsights/journey-to-iot-value-76163389>. [Acedido em 30 dezembro 2018].
- [17] i-Scoop, “Internet of Things project failure and success 2017: the facts behind the data,” 2017. [Online]. Available: <https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-guide/internet-things-project-failure-success/>.
- [18] Forbes, “Why Industrial IOT Is Usually A Failure - And How To Fix It,” 6 agosto 2018. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/>. [Acedido em 30 dezembro 2018].
- [19] E. Freire, “Como adaptar o tomate de indústria à instabilidade climática,” 18 setembro 2018. [Online]. Available: <https://www.vidarural.pt/>. [Acedido em 30 dezembro 2018].
- [20] Torriba, “By Drop,” [Online]. Available: <http://www.torriba.pt>.
- [21] Microsoft, “Mars Food uses the cloud to track rice from farm to fork,” 27 junho 2018. [Online]. Available: <https://customers.microsoft.com/en-us/story/mars-food->

consumer-goods-azure. [Acedido em 30 dezembro 2018].

[22] Cision, “Transparency-One and Microsoft announce blockchain service for supply chain transparency,” Transparency-one, 10 outubro 2017. [Online]. Available: <https://www.prnewswire.com/>. [Acedido em 30 dezembro 2018].

[23] Observador, “Agricultura feita por robots? É a solução que a Iron Ox quer colocar no terreno,” Iron Ox, 9 outubro 2018. [Online]. Available: <https://observador.pt>. [Acedido em 30 dezembro 2018].

[24] Z. C. M. P. R. K. F. L. J. N. R. S. Inkyu Sa, “weedNet: Dense Semantic Weed Classification Using Multispectral Images and MAV for Smart Farming,” Cornell University, 2017.

[25] C. & S. J.-P. & T. M. & F. S. & T. A. & C. T. & M. R. & N. A. Kamienski, “SWAMP: an IoT based Smart Water Management Platform for Precision Irrigation in Agriculture,” vol. 10.1109, nº GIOTS.2018.8534541, 2018.

[26] J. P. e. a. Pérez-Expósito, “VineSens: An Eco-Smart Decision-Support Viticulture System,” Sensors, vol. 17, nº 3, p. 465, 2017.

[27] M. B. a. A. P. F. Viani, “Low-Cost Wireless System for Agrochemical Dosage Reduction in Precision Farming,” IEEE Sensors Journal, vol. 17, nº 1, pp. 5-6, 2017.

[28] M. CARDOSO, “Indústria 4.0 chega ao setor vitivinícola. Symington utiliza robô na vinha,” Centro Notícias, 30 Agosto 2018. [Online]. Available: <https://www.centronoticias.pt>. [Acedido em 30 Dezembro 2018].

[29] S. G. a. P. C. T. Changmai, “Smart Hydroponic Lettuce Farm using Internet of things,” em 10th International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST), Chiang Mai, 2018.

[30] A. S. a. E. B. O. Chieochan, “IOT for smart farm: A case study of the Lingzhi mushroom farm at Maejo University,” em 14th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE), Nakhon Si Thammarat, 2017.

