



FARM<sup>to</sup>  
FORK



# “A Transparência na Cadeia Alimentar e a implementação da Blockchain - regras para o sucesso”

Projeto “Farm to Fork New Business”





FARM<sup>to</sup>  
FORK



## Ficha Técnica

**TÍTULO** - “A TRANSPARÊNCIA NA CADEIA ALIMENTAR E A IMPLEMENTAÇÃO DA BLOCKCHAIN - REGRAS PARA O SUCESSO”

**EDIÇÃO** - NERSANT, ASSOCIAÇÃO EMPRESARIAL DA REGIÃO DE SANTARÉM

**REVISÃO** - NERSANT, ASSOCIAÇÃO EMPRESARIAL DA REGIÃO DE SANTARÉM

**ISBN** - 978-989-53945-3-1

**DATA DA EDIÇÃO** - DEZEMBRO 2022

**ESTUDO** - FARM TO FORK NEW BUSINESS – INOVAÇÃO E EMPREENDEDORISMO NO SISTEMA ALIMENTAR



FARM<sup>to</sup>  
FORK



# Sumário Executivo

O projeto “**Farm to Fork New Business – Inovação e Empreendedorismo no sistema Alimentar**”, promovido pela NERSANT – Associação Empresarial da Região de Santarém, inscreve-se na estratégia de apoio ao empreendedorismo qualificado, que a NERSANT tem vindo a desenvolver e visa estimular o empreendedorismo qualificado e inovador no setor agroalimentar no âmbito da estratégia europeia para a sustentabilidade dos sistemas alimentares, em resposta aos desafios sociais, sensibilizando e capacitando os jovens/ empreendedores que pretendam criar um novo negócio, para os desafios e oportunidades associados a esta temática.

## Os objetivos estratégicos do Projeto são:

- Sensibilizar as pequenas e médias empresas (PME) do setor agroalimentar para os benefícios de uma transição para modelos de desenvolvimento sustentáveis, tendo por base a economia circular, a descarbonização, uma economia eficiente e produtiva no uso de recursos e a eliminação/ redução dos desperdícios alimentares, assim como criar um novo quadro sistémico de inovação e competitividade industrial;
- Apoiar a geração de ideias inovadoras e iniciativas empresariais, que conduzam ao reforço de empresas recém-criadas e à criação de novas empresas orientadas para o mercado global na fileira agroalimentar, aproveitando o potencial do paradigma da sustentabilidade para revolucionar os modelos de negócios e as cadeias de valor do setor agroalimentar em resposta aos desafios sociais associados a estas temáticas;
- Desenvolver e reforçar a cooperação, as parcerias e as redes de apoio ao empreendedorismo qualificado.

Este projeto tem como principais destinatários os empreendedores os empresários do setor agroalimentar e a comunidade interessada na temática.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



# Conteúdos

|   |    |
|---|----|
| <i>Enquadramento</i> .....  | 6  |
| <i>Factos e Números</i> .....   | 8  |
| <i>A estratégia Farm to Fork na garantia da segurança e transparência alimentar</i> ..... | 11 |
| <i>Qualidade e Segurança Alimentar</i> .....  | 14 |
| <i>a) Conceito</i>  |    |
| <i>b) Os pilares da Segurança alimentar</i>   |    |
| <i>i) Disponibilidade dos alimentos</i>   |    |
| <i>ii) Acesso das pessoas aos alimentos</i>   |    |
| <i>iii) Consumo adequado do ponto de vista nutricional</i>                                |    |
| <i>iv) Estabilidade dos alimentos</i>   |    |
| <i>c) Importância da segurança alimentar</i>  |    |



FARM<sup>to</sup>  
FORK



|   |           |
|---|-----------|
| <i>Papel das empresas agroalimentares para garantir a segurança alimentar .....</i>                                     | <i>29</i> |
| <i>A Blockchain no setor agroalimentar .....</i>  | <i>31</i> |
| <i>a) Conceito e princípios da Blockchain</i>   |           |
| <i>b) Aplicabilidade da blockchain</i>  |           |
| <i>c) Vantagens da sua aplicabilidade</i>   |           |
| <i>Desafios Futuros da Segurança Alimentar.....</i>   | <i>48</i> |
| <i>Estudos de caso: partilha de ideias e ações inovadoras e recomendações para a geração de ideias de negócio .....</i> | <i>54</i> |
| <i>Bibliografia .....</i>   | <i>65</i> |



CAPÍTULO 1  
**Enquadramento**



FARM<sup>to</sup>  
FORK



Numa época de elevado enriquecimento tecnológico urge uma necessidade crescente da transparência em toda a cadeia agro-alimentar, desde o prado ao prato. Uma maior segurança alimentar e uma equidade justa no acesso aos alimentos deverão ser prioridades a serem alcançadas nas próximas décadas.

Adicionalmente, a maior exigência por parte de um nicho de consumidores é também uma das motivações para os produtores, transformadores, grossistas e retalhistas melhorarem as suas performances e resultados.

A informação e formação são ferramentas chave para se alcançar com sucesso uma maior transparência e eficácia em toda a cadeia.

CAPÍTULO 2  
**Factos e Números**





FARM<sup>to</sup>  
FORK



- A polícia espanhola deteve 65 pessoas numa operação coordenada com a Europol que visou uma rede que vendia como carne de vaca o que afinal era carne de cavalo de animais impróprios para consumo, parte deles originários de Portugal (JN, 2017).
- A proporção de pessoas subnutridas nas regiões em desenvolvimento diminuiu de 23,3% em 1990-1992 para 12,9% em 2014–2016. Contudo, os progressos abrandaram na última década (Dias, 2015).
- As projeções estimam que em 2050 a população mundial exceda os 9 mil milhões de pessoas, prevendo-se que dois terços vivam em cidades. No entanto, cerca de 3/4 dos pobres no mundo vivem em meio rural onde prevalece uma agricultura familiar ou de pequena dimensão (Dias, 2015).
- Mais de 90% das 570 milhões de explorações agrícolas do mundo são geridas por um indivíduo ou uma família, e a mão-de-obra é principalmente familiar. Estas explorações representam mais de 80% do valor da produção mundial de alimentos (Dias, 2015).
- Todos os anos, em todo o mundo 1,3 mil milhões de toneladas de alimentos são desperdiçados, ou seja, 1/3 de todos os alimentos produzidos para consumo humano (FAO and others, 2021).
- A fome mundial aumentou em 2020, devido às consequências da pandemia COVID-19. Depois de permanecer praticamente inalterada por cinco anos, a prevalência de desnutrição aumentou 1,5 ponto percentual em apenas um ano – atingindo um nível de cerca de 9,9%, aumentando o desafio de atingir a meta do Fome Zero até 2030 (FAO and others, 2021).
- Mais da metade dos subnutridos do mundo estão na Ásia (418 milhões) e mais de um terço na África (282 milhões). Em comparação com 2019, cerca de 46 milhões de pessoas a mais na África, 57 milhões a mais na Ásia e cerca de 14 milhões a mais na América Latina e no Caribe foram afetadas pela fome em 2020 (FAO and others, 2021).



FARM<sup>to</sup>  
FORK



- Perto de 12% da população global estava em grave insegurança alimentar em 2020, representando 928 milhões de pessoas – 148 milhões a mais do que em 2019 (FAO and others, 2021).
- Mudar para dietas saudáveis que incluam considerações de sustentabilidade pode contribuir para reduzir os custos de saúde e mudanças climáticas até 2030, porque os custos ocultos dessas dietas são menores em comparação com os padrões de consumo atuais (FAO and others, 2021).
- A Agricultura Familiar representa mais de 90% da agricultura mundial e produz 80% dos alimentos do mundo em termos de valor (CNA, 2022)
- A média de idades dos produtores agrícolas em Portugal é de 64,3 anos (acima da média da UE28 de 58,0 anos) (CNA, 2022).



## CAPÍTULO 3

# A estratégia Farm to Fork na garantia da segurança e transparência alimentar





FARM<sup>to</sup>  
FORK



A Comissão Europeia apresentou em 20 de maio de 2020 a estratégia “Farm to Fork” (do Prado ao Prato) que está no cerne do Pacto Ecológico Europeu, com o objetivo de tornar os sistemas alimentares justos, saudáveis e ecológicos.

Esta estratégia tem como objetivo acelerar a transição para um sistema alimentar sustentável que deve sustentar as seguintes permissas:

- ▶ Ter um impacto ambiental neutro ou positivo;
- ▶ Ajudar a mitigar as mudanças climáticas e adaptar-se aos seus impactos;
- ▶ Reverter a perda de biodiversidade;
- ▶ Garantir segurança alimentar, nutrição e saúde pública, garantindo que todos tenham acesso a alimentos suficientes, seguros, nutritivos e sustentáveis;
- ▶ Preservar a acessibilidade dos alimentos, gerando retornos económicos mais justos, promovendo a competitividade da cadeia de abastecimento da UE e promovendo o comércio justo.

Define, também, iniciativas regulamentares e não regulamentares, com as políticas agrícolas e da pesca comuns como ferramentas essenciais para apoiar uma transição justa.

São estabelecidos objetivos concretos para transformar o sistema alimentar da UE, incluindo:

- ▶ Uma redução de **50 % da utilização dos pesticidas**;
- ▶ Uma redução de, pelo menos, **20 % da utilização de fertilizantes**;
- ▶ Uma redução de **50 % nas vendas de agentes antimicrobianos** para animais de criação e de aquicultura;
- ▶ Bem como atingir uma **taxa de cobertura de 25 %** das terras agrícolas sob **produção biológica**.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



Os agricultores, os pescadores e os aquicultores europeus desempenham um papel fundamental na transição para um sistema alimentar mais equitativo e sustentável. Os apoios da política agrícola comum e da política comum das pescas através de novas fontes de financiamento e de regimes ecológicos para a adoção de práticas sustentáveis são fundamentais para se concretizarem os objetivos propostos. Fazer com que a sustentabilidade se torne a uma marca europeia irá abrir novas oportunidades de negócio e diversificar as fontes de rendimento dos agricultores e pescadores europeus (Comissão Europeia, 2020).

CAPÍTULO 4  
**Qualidade e Segurança Alimentar**





FARM<sup>to</sup>  
FORK



## a) Conceito

A política de segurança alimentar da UE é regida sobretudo pelos artigos 168º (saúde pública) e 169º (defesa dos consumidores) do Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia. A política de segurança alimentar da UE destina-se a proteger os consumidores, garantindo ao mesmo tempo o bom funcionamento do mercado único. A legislação da UE abrange toda a cadeia alimentar — “do prado ao prato” — de forma integrada e aplicando a abordagem “Uma só saúde” (*One Health*).

### “Uma Só Saúde”

Reconhece que a saúde humana está intimamente ligada à saúde dos animais e ao meio ambiente, ou seja, existe uma interligação entre:

- A alimentação animal;
- A alimentação humana;
- A saúde animal e humana;
- E a contaminação ambiental.

É imperativo a monitorização, vigilância e controlo de agentes infecciosos que podem cruzar espécies e barreiras ambientais. O objetivo principal de Uma Só Saúde é reforçar a colaboração entre instituições, melhorando a cooperação transdisciplinar e integração de atividades (DGAV, 2022).



FARM<sup>to</sup>  
FORK



## Segurança Alimentar

O conceito de segurança alimentar é, de acordo com a FAO, reconhecido como “uma situação que existe quando todas as pessoas, em qualquer momento, têm acesso físico, social e económico a alimentos suficientes, seguros e nutricionalmente adequados, que permitam satisfazer as suas necessidades nutricionais e as preferências alimentares para uma vida ativa e saudável” (DGS, 2022).

De acordo com a Comissão do *Codex Alimentarius* (CAC), a segurança alimentar consiste na “garantia de que os alimentos não provocarão danos ao consumidor quando preparados ou consumidos de acordo com a sua utilização prevista”. Esta mesma definição é dada pela Norma ISO 22000:2005.

A legislação da segurança alimentar incide em aspetos relacionados com a segurança abrangendo a produção primária, as condições de higiene na transformação, na embalagem e na rotulagem de alimentos e os controlos oficiais relativos ao cumprimento das normas de segurança alimentar. São realizados controlos rigorosos em todas as fases, e as importações (por exemplo, de carne) do exterior da UE são obrigadas a cumprir as mesmas normas e a ser sujeitas aos mesmos controlos que os alimentos produzidos na UE (Eur-Lex, 2022).

Deste modo, se um alimento não cumprir os requisitos de segurança alimentar não cumpre automaticamente os requisitos de qualidade. Porém, um alimento seguro não significa necessariamente que cumpra todos os requisitos de qualidade.

## Qualidade Alimentar

A qualidade alimentar consiste em algo mais subjetivo e a sua avaliação pode ter inúmeras variações de acordo com o consumidor alvo. Um determinado fator de qualidade pode merecer mais consideração para um dado grupo de consumidores do que para outro, dependendo, entre outros elementos, da sua nacionalidade, idade e dos seus hábitos alimentares (Marques, 2011).



FARM<sup>to</sup>  
FORK



## Codex alimentarius

É um conjunto de normas, códigos, diretivas e outras recomendações internacionais que visam promover a segurança sanitária dos alimentos, a proteção dos consumidores e garantir práticas justas no comércio de alimentos (DGAV, 2022). A legislação do setor alimentar assegura um elevado nível de proteção da vida humana e dos interesses dos consumidores em relação aos alimentos, garantindo ao mesmo tempo o funcionamento eficaz do mercado interno na UE. Foi introduzida uma flexibilidade significativa na legislação, para que os procedimentos de segurança alimentar possam ser adaptados à dimensão e natureza das empresas. Os regulamentos de higiene alimentar da UE centram-se na necessidade de proteger a saúde pública de forma eficaz e proporcional ao risco. O Regulamento (CE) n.º 178/2002, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 28 de janeiro, contempla os princípios e requisitos gerais da legislação alimentar, estabelece a **Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos** (EFSA) e contempla os procedimentos em matéria de segurança alimentar. São estabelecidos requisitos específicos pelo Regulamento (CE) n.º 852/2004, do Parlamento Europeu e do

Conselho, de 29 de abril, segundo o qual os operadores das empresas do sector alimentar que efetuem qualquer fase da produção, transformação e distribuição de alimentos após a produção primária e operações associadas devem estabelecer, aplicar e manter procedimentos baseados em Princípios de HACCP.

A **Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE)** é a autoridade administrativa nacional especializada, no âmbito da segurança alimentar e da fiscalização económica. É responsável pela avaliação e comunicação dos riscos na cadeia alimentar, bem como pela disciplina do exercício das atividades económicas nos sectores alimentar e não alimentar, mediante a fiscalização e prevenção do cumprimento da legislação reguladora das mesmas. A nível nacional temos ainda outras entidades que contribuem de forma determinante para o consumo de alimentos seguros, designadamente a Direção Geral de Saúde, a Direção Geral de Alimentação e Veterinária, a Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, a Direção Geral do Consumidor, a Associação Portuguesa para a Defesa do Consumidor (DECO) e o Instituto da Vinha e do Vinho.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



A **EFSA (European Food Safety Authority)** foi criada para assegurar, a nível comunitário, um elevado nível de proteção de saúde e de vida para os consumidores, tendo em conta a saúde e o bem-estar animal, a fitossanidade e a proteção do ambiente, no âmbito do funcionamento do mercado interno. A intervenção ativa da EFSA, bem como os esforços e trabalhos desenvolvidos pela *Codex Alimentarius*, a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) e a Organização Mundial de Saúde (WHO), têm contribuído para a erradicação da insegurança alimentar a nível mundial (Gouveia, 2022).

Os alimentos europeus são uma referência a nível mundial, sinónimo de alimentos seguros, abundantes, nutritivos e de elevada qualidade. Este é o resultado de anos de políticas da EU, elaboradas para proteger a saúde humana, animal e vegetal, bem como dos esforços dos agricultores, pescadores e produtores dos setores pecuário e aquícola (Gouveia, 2022).



FARM<sup>to</sup>  
FORK



## b) Os pilares da Segurança alimentar

### i) Qualidade Alimentar

São necessárias intervenções ao longo das cadeias de abastecimento alimentar para aumentar a disponibilidade de alimentos seguros e nutritivos e reduzir o seu custo, principalmente como meio de aumentar a acessibilidade às dietas saudáveis. Tal acarreta um conjunto coerente de políticas, investimentos e legislação, desde a produção até o consumo, visando obter ganhos de eficiência e reduzir as perdas e o desperdício de alimentos para ajudar a alcançar esses objetivos.

A capacitação de grupos populacionais desfavorecidos economicamente e vulneráveis, assim como o empoderamento de mulheres, crianças e jovens, que de outra forma poderiam ser excluídos, representa uma importante alavanca para a concretização da mudança. As medidas de empoderamento incluem maior acesso a recursos produtivos, incluindo acesso a recursos naturais, fatores de produção agrícolas e tecnologia, recursos financeiros, bem como conhecimento e educação. Outras medidas de empoderamento estão relacionadas ao fortalecimento das habilidades organizacionais e, principalmente, ao acesso à tecnologia e comunicação digital.

O desempenho geral dos sistemas alimentares depende da sua coerência e interação com vários sistemas, incluindo os sistemas agroalimentares mais amplos, além dos sistemas de proteção ambiental, de saúde e social.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



Figura 1: Garantir a coerência e complementaridade agro-alimentar entre vários sistemas (Fonte: FAO and others, 2021).



FARM<sup>to</sup>  
FORK



De referir também que sistemas de energia são essenciais para o funcionamento dos sistemas alimentares, uma vez que fornecem a energia para produção, transporte, processamento, armazenamento e consumo de alimentos. Desta forma, vão garantir o aumento da produtividade e reduzir as perdas e o desperdício de alimentos. O aumento da eficiência energética pode ajudar a reduzir o custo de alimentos seguros e nutritivos.

**Os sistemas ambientais interagem com os sistemas alimentares principalmente no nível de produção, fornecendo as condições ambientais e nutrientes necessários na agricultura, pesca e setores florestais para a produção de alimentos.**

Sistemas de produção alimentar e agrícola, por outro lado, o impacto no meio ambiente de várias maneiras, inclusive por meio de seu impacto na biodiversidade, qualidade do solo e da água, saúde animal e vegetal, emissões de gases de efeito estufa, toxicidade, bem como perda e desperdício de alimentos.

**Deste modo, há um reconhecimento cada vez maior da necessidade de modelos de produção e fornecimento positivos para a natureza que “produzam mais com menos” para garantir suprimentos alimentares nutritivos suficientes para uma população mundial crescente nas próximas décadas.** A produção positiva da natureza envolve ações voltadas para os **três objetivos inter-relacionados** de proteger a natureza, gerenciar de forma sustentável os sistemas de produção e fornecimento de alimentos existentes e restaurar e reabilitar os ambientes naturais.





FARM<sup>to</sup>  
FORK



## ii) Acesso das pessoas aos alimentos

O acesso das pessoas aos alimentos é desigual à escala global, e como tal, os sistemas de proteção social representam um conjunto de políticas e programas, muitas vezes fundamentados em legislação aplicável, que abordam as vulnerabilidades económicas, ambientais e sociais à pobreza, insegurança alimentar e desnutrição, protegendo e promovendo os meios de subsistência, em particular através da **redução das barreiras financeiras e sociais** para o acesso a alimentos e outras necessidades essenciais.

Os programas de proteção social sensíveis à nutrição são particularmente eficazes no apoio às pessoas pobres e às que vivem em condições de crise que não têm acesso básico a alimentos nutritivos suficientes para consumir dietas saudáveis, nem a serviços complementares essenciais de nutrição, saúde e saneamento. No entanto, nem sempre levam a uma maior acessibilidade de dietas saudáveis. **Investimentos coerentes na alimentação, agricultura e proteção social são cruciais para erradicar a fome e a pobreza.**

O efeito no aumento da qualidade das dietas e da acessibilidade dos alimentos nutritivos depende de vários fatores, incluindo direcionamento eficaz, quantidades e modalidades de transferência adequadas, e integrando efetivamente componentes específicos de nutrição.

Segundo a **Declaração Universal dos Direitos do Homem** (1948), artigo 25:

“Toda a pessoa tem direito a um nível de vida suficiente para lhe assegurar a si e à sua família a saúde e o bem-estar, principalmente quanto à alimentação, ao vestuário, ao alojamento, à assistência médica e ainda quanto aos serviços sociais necessários, e tem direito à segurança no desemprego, na doença, na invalidez, na viuvez, na velhice ou noutros casos de perda de meios de subsistência por circunstâncias independentes da sua vontade”.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



### iii) Consumo adequado do ponto de vista nutricional

Os sistemas alimentares garantir o acesso a dietas saudáveis a preços acessíveis para todos, de forma sustentável e inclusiva, através das seguintes permissas:

- a) integrar políticas humanitárias, de desenvolvimento e de construção da paz em áreas afetadas por conflitos;
- b) aumentar a resiliência climática em todos os sistemas alimentares;
- c) fortalecimento da resiliência dos mais vulneráveis à adversidade económica;
- d) intervir ao longo das cadeias de abastecimento alimentar para reduzir o custo dos alimentos mais nutritivos;
- e) combater a pobreza e as desigualdades estruturais, garantindo que as intervenções sejam mais inclusivas;
- f) fortalecer os ambientes alimentares e mudar o comportamento do consumidor para promover padrões alimentares com impactos positivos na saúde humana e no meio.

De acordo com a iniciativa *Global Burden of Disease*, 20% das mortes prematuras em todo o mundo estão associadas a uma dieta de baixa qualidade - dietas com alto teor de alimentos ricos em gorduras, açúcares e/ou sal de valor nutricional mínimo e níveis muito baixos de qualidade de proteína. O aleitamento materno adequado e alimentação infantil para lactentes e crianças pequenas são importantes para garantir uma dieta de boa qualidade.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



A nível nacional está a decorrer a **Estratégia de Segurança Alimentar e Nutricional** pretende implementar um conjunto de medidas com o objetivo de **garantir a segurança alimentar**. Neste sentido, foram definidas três áreas de intervenção prioritárias:

- a) O aumento do conhecimento sobre os consumos alimentares da população portuguesa, seus determinantes e consequências, em particular nos grupos socialmente mais desfavorecidos;
- b) O aumento da literacia alimentar e nutricional e a capacitação dos cidadãos de diferentes estratos socioeconómicos e etários, em especial dos grupos mais desfavorecidos, para as escolhas e práticas alimentares saudáveis e o incentivo de boas práticas sobre a rotulagem, publicidade e marketing a produtos alimentares.
- c) A melhoria qualificação e o modo de atuação dos diferentes profissionais que pela sua atividade, possam influenciar conhecimentos, atitudes e comportamentos na área alimentar (DGS, 2022).



FARM<sup>to</sup>  
FORK



*A Roda dos Alimentos é uma imagem ou representação gráfica que ajuda a escolher e a combinar os alimentos que deverão fazer parte da alimentação diária.*



**Figura 2:** Roda dos Alimentos



FARM<sup>to</sup>  
FORK



A Roda dos Alimentos Portuguesa foi criada já em 1977 para a Campanha de Educação Alimentar "Saber comer é saber viver". A evolução dos conhecimentos científicos e as diversas alterações na situação alimentar portuguesa conduziram à necessidade da sua reestruturação.

A subdivisão de alguns dos anteriores grupos e o estabelecimento de porções diárias equivalentes constituem as principais alterações desenvolvidas neste novo guia.

A nova Roda dos Alimentos é composta por 7 grupos de alimentos de diferentes dimensões, os quais indicam a proporção de peso com que cada um deles deve estar presente na alimentação diária:

- Cereais e derivados, tubérculos: 28%
- Hortícolas: 23%
- Fruta: 20%
- Lacticínios: 18%
- Carnes, pescado e ovos: 5%
- Leguminosas: 4%
- Gorduras e óleos: 2%

A água, não possuindo um grupo próprio, está também representada em todos eles, pois faz parte da constituição de quase todos os alimentos. Sendo a água imprescindível à vida, é fundamental que se beba em abundância diariamente, entre 1,5 e 3 litros por dia.

Cada um dos grupos, apresenta funções específicas e características nutricionais específicas, pelo que todos eles devem estar presentes na alimentação diária, não devendo ser substituídos entre si.

Dentro de cada grupo estão reunidos alimentos nutricionalmente semelhantes, podendo e devendo ser regularmente substituídos uns pelos outros, por forma a assegurar a necessária variedade (ASAE, 2022).



FARM<sup>to</sup>  
FORK



#### iv) Estabilidade dos alimentos

Globalmente, cerca de 33 milhões de anos de vida saudável são perdidos devido ao consumo de alimentos não seguros. A desnutrição em todas as suas formas aumenta a suscetibilidade a doenças transmitidas por alimentos, zoonoses, lesões físicas e problemas de saúde mental e vice-versa, enquanto dietas e sistemas alimentares saudáveis ajudam a proteger contra essas suscetibilidades. Com referência específica às doenças zoonóticas, a abordagem multissetorial e multidisciplinar **One Health** constrói mecanismos nacionais para enfrentar as ameaças à saúde na interface homem-animal-ambiente.

Os sistemas alimentares afetam a saúde e o bem-estar humanos de várias maneiras, inclusive por meio de:

- a) dietas pouco saudáveis e insegurança alimentar;
- b) patógenos zoonóticos (originários de animais de pecuária e selvagens) e resistência antimicrobiana (AMR);
- c) alimentos inseguros e adulterados;
- d) contaminação e degradação ambiental;
- e) riscos ocupacionais (DGAV, 2022).



FARM<sup>to</sup>  
FORK



### c) Conceito

A segurança alimentar é uma preocupação global que abrange uma variedade de áreas da vida quotidiana e refere-se à manipulação, preparação, armazenamento, rotulagem e transporte de alimentos, de forma a reduzir o risco de os indivíduos adoecerem por doenças transmitidas por alimentos.

A União Europeia (UE) optou por um elevado nível de proteção da saúde como princípio para a elaboração da legislação alimentar, que aplica de forma não discriminatória, quer se trate de géneros alimentícios ou de alimentos para animais, comercializados no mercado interno ou internacionalmente.





## CAPÍTULO 5

# **Papel das empresas agroalimentares para garantir a segurança alimentar**



FARM<sup>to</sup>  
FORK



As empresas agroalimentares assumem um papel fundamental para que se garanta a segurança alimentar em toda a sua cadeia produtiva. Estas empresas envolvem uma responsabilidade acrescida relativamente à disponibilidade, quantidade, qualidade, estabilidade e acesso dos seus produtos no comércio interno e externo. A montante, o consumo será moldado consoante o poder económico, os fatores culturais e sociais, as necessidades nutricionais e preferências alimentares.

A empresas deverão garantir a possibilidade de o consumidor ter conhecimento sobre a sua rastreabilidade, ou seja, que este tenha acesso a informação precisa sobre a origem dos produtos e se permeie a proteção da saúde pública, através de meios acessíveis a todos, como os meios tecnológicos, por exemplo.

Segundo o artigo 18.º do Regulamento (CE) n.º 178/2002, os operadores devem estar em condições de assegurar a rastreabilidade dos géneros alimentícios, ou seja, de identificar o fornecedor de um género alimentício, de um animal produtor de géneros alimentícios, ou de qualquer

outra substância destinada a ser incorporada num género alimentício, ou com probabilidades de o ser, com as devidas particularidades. Paralelamente, devem dispor de sistemas e procedimentos para identificar outros operadores a quem tenham sido fornecidos os seus produtos (adaptado DGAV, 2021b).

Ainda de referir que estas empresas em situações mais complexas, como por exemplo no caso de pandemias, instabilidades políticas, entre outras, devem dispor de meios adequados à reposição e/ou manutenção de equilíbrio da oferta e do rendimento aos agricultores e indústrias alimentares, podendo, para garantir a estabilidade do funcionamento do mercado, aumentar a resiliência da cadeia de valor (adaptado Governo da República Portuguesa, 2019).

Em cada empresa do setor agroalimentar deve-se estabelecer uma política de saúde e higiene pessoal. Deverão existir procedimentos operacionais que definam, de forma clara, as situações em que são colocadas restrições ou exclusões no acesso a determinadas áreas

de laboração a trabalhadores que apresentem sintomas de doença. Assegurar a implementação das boas práticas de higiene adequadas à natureza da sua atividade, bem como a monitorização da respetiva eficácia como resultado da correta implementação do plano HACCP. Para além da formação dos recursos humanos, deve-se ter em conta que boas condições das instalações e dos equipamentos de laboração são fundamentais para o bem-estar e segurança dos seus operadores.

Em suma, o maior perigo para os consumidores está nos comportamentos de risco adotados por todos os intervenientes da cadeia alimentar, e por isso é utilizado o conceito da segurança “do prado ao prato”. Apenas com muito empenho e dedicação de toda a estrutura organizacional, com ações de formação e sensibilização, é criada

uma consciência de perigo e risco, que se irá repercutir em atos seguros e saudáveis direcionados a produtos com elevada segurança alimentar (Sousa, 2012).



CAPÍTULO 6  
**A Blockchain no setor  
agroalimentar**



FARM<sup>to</sup>  
FORK



Desde o aparecimento da Bitcoin em 2008, as blockchains têm despertado cada vez mais interesse em vários setores, desde a indústria e academia até à administração pública, bem como no público em geral. Apesar de surgir muito tempo depois das primeiras tecnologias a proporem moedas digitais, como o sistema DigiCash lançado no início dos anos 80, a Bitcoin foi a primeira tecnologia que, ao combinar vários aspetos técnicos e tecnológicos de uma forma inovadora, conseguiu ganhar massa crítica e atrair a atenção do público geral. Desde então têm surgido uma miríade de blockchains alternativas que pretendem contornar algumas das limitações do sistema original tais como mecanismos de segurança mais eficientes ou seguros, ou funcionalidades programáveis que permitem

aplicar a blockchain a um número de casos de uso mais vasto do que o originalmente previsto.

As características desta tecnologia, que pretende fornecer a possibilidade de realizar transações digitais de uma forma global, segura, descentralizada e sem intermediários promete revolucionar setores como a administração pública, saúde, comércio eletrónico, finança ou o próprio setor agroalimentar. De facto, alguns autores mais otimistas defendem que a tecnologia blockchain pode vir a ter um impacto tão substancial na sociedade como o aparecimento da própria Internet. Contudo, esta tecnologia é bastante complexa, tem muitas variantes com garantias e funcionalidades muito diferentes e, por isso, nem sempre é bem compreendida pelos utilizadores e público geral. Além

disso, a popularidade destes sistemas tem levado, nos últimos anos, ao surgimento de uma miríade de sistemas blockchain focados em diferentes aspetos técnicos e funcionais. É, portanto, fundamental, quer para os decisores do setor agroalimentar, ou outros, quer para os utilizadores finais, perceber os fundamentos desta tecnologia de modo a poder tomar decisões informadas acerca da sua implementação e utilização em casos concretos.

Nas próximas seções introduzimos os conceitos e princípios básicos da blockchain, e as principais diferenças entre as várias abordagens disponíveis numa perspetiva de ótica do utilizador final e/ou decisor. O leitor interessado em aprofundar os aspetos mais técnicos poderá usar os textos da bibliografia como um bom ponto de partida.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



## a) Conceitos e princípios da Blockchain

Uma blockchain é um sistema informático que tem como objetivo manter um registo digital, inviolável e ordenado de transações. Na prática, a blockchain pode ser vista como o equivalente digital de um livro-mestre (também conhecido como livro-padrão ou livro-razão) que regista as transações ou operações de uma dada instituição pública ou privada. Antes de avançar é importante distinguir três conceitos que, sendo diferentes, são frequentemente confundidos entre si: blockchain, registo distribuído (ou *distributed ledger* em inglês), e criptomoeda (ou *cryptocurrency* em inglês):

- ▶ **registo distribuído** é um sistema que permite manter o estado de uma dada aplicação de uma forma distribuída.
- ▶ **blockchain** é uma implementação específica de um registo distribuído que tem características particulares como descentralização ou não exigir que os participantes confiem uns nos outros.
- ▶ **criptomoeda** é uma aplicação, ou caso de uso específico, de uma blockchain sendo que, genericamente, uma blockchain pode suportar várias aplicações.

## Propriedades da blockchain

Por exemplo, uma empresa de distribuição agroalimentar que mantém os dados numa base de dados distribuída em várias partes do país têm, na prática, uma implementação de registo distribuído, mas este registo não é necessariamente uma blockchain.

De um modo geral, todas as blockchains são registos distribuídos, mas nem todos os registos distribuídos são blockchains. Como veremos nos casos de estudo nas secções mais à frente, é possível também ter uma blockchain sem ter uma criptomoeda, sendo que nesses casos a blockchain é usada para outros propósitos.

Uma blockchain consiste numa sequência de blocos (do inglês *block* – bloco – e *chain* – cadeia ou sequência), em que cada bloco contém um conjunto de transações. Estas transações indicam as operações realizadas no sistema e podem representar, por exemplo, a transferência de um dado montante de criptomoeda do utilizador A para o utilizador B, ou o registo de expedição de um lote de alimentos de uma quinta para uma unidade de processamento. Uma transação é sempre assinada digitalmente pelo criador da transação garantindo assim que esta não pode ser modificada após ser emitida (ver caixa Assinaturas Digitais para mais detalhes).



FARM<sup>to</sup>  
FORK



Assinaturas digitais. De uma forma muito simplificada uma assinatura digital é o equivalente digital a uma assinatura física em papel. Ao assinar digitalmente um documento ou transação, o utilizador confirma que é o seu autor e/ou tem conhecimento do seu conteúdo na íntegra. Reciprocamente, após assinar digitalmente um documento ou transação um utilizador não pode negar que efetuou esta ação ou alegar o desconhecimento do conteúdo do mesmo. Adicionalmente se o conteúdo do documento ou transação for de alguma forma adulterado, a assinatura digital fica inválida permitindo detetar a adulteração.

Estas propriedades criptográficas, em conjunto, são fundamentais para a segurança dos sistemas de blockchain. Para interagir com um blockchain, um utilizador precisa, portanto, de possuir uma assinatura digital, sendo que o tipo e tecnologia de assinatura digital depende da blockchain utilizada. É de notar que alguns sistemas de assinatura, para além das propriedades acima, têm também validade legal, como é o caso da assinatura digital e Chave Móvel Digital do Cartão do Cidadão.

Deste modo, e mantendo a analogia com o livro-razão, uma transação consiste numa entrada no livro, e um bloco consiste numa página desse livro (Figura 1). Tal como para as transações, a blockchain garante que cada bloco, após ser criado não pode ser modificado. Isto é feito recorrendo também a assinaturas digitais (cada bloco é assinado pelo seu criador), garantindo, portanto, que não é possível adicionar novas transações a um bloco depois deste ser criado, e garantindo também que as transações num dado bloco não podem ser removidas ou reordenadas. Deste modo cada bloco é inviolável, isto é, não pode ser alterado, o que corresponde a que cada página na analogia do nosso livro-razão seja também inviolável.

| Livro-razão digital |       |        |                        | Página 0F33 |         |
|---------------------|-------|--------|------------------------|-------------|---------|
| Data                | Ref.  | Conta  | Descrição              | Débito      | Crédito |
| 2022-01-12          | 12345 | Caixa  | Pagamento fornecedor X | €10000      |         |
| 2022-01-12          | 12346 | Receb. | Cobrança cliente       |             | €15000  |
| 2022-01-13          | 12347 | Caixa  | Imposto                | €8000       |         |
|                     |       |        |                        |             |         |
|                     |       |        |                        |             |         |
|                     |       |        |                        |             |         |
|                     |       |        |                        |             |         |

Figura 1: Um bloco pode ser visto como uma página de um livro razão.



FARM  
to  
FORK



Apesar de fundamentais, estas garantias não são, contudo, suficientes para construir uma blockchain pois precisamos de garantir que a ordem dos blocos, ou páginas, é também inviolável. Caso contrário isto permitiria reordenar as páginas do livro-razão levando a situações anómalas. Imagine-se, usando o exemplo anterior, que o registo de expedição de um lote de alimentos de uma quinta para uma unidade de processamento aparece na décima página, e o registo da receção desse lote aparece na décima primeira página. Caso a blockchain não garantisse que as páginas não poderiam ser reordenadas isto permitiria, em determinadas situações que as páginas fossem reordenadas, levando a cenários em que, na blockchain, o registo da receção do lote aparecesse primeiro que o registo da expedição deste, o que é claramente impossível. Para resolver este problema, quando um bloco é criado, para além das transações propriamente ditas, este contém também, entre outros metadados específicos do sistema, uma referência para o bloco anterior. Deste modo, e dado que, como vimos anteriormente, os blocos não podem ser alterados após a sua criação, é possível definir univocamente a ordem pela qual os blocos devem ser considerados. Voltando à nossa analogia, isto quer dizer que não é possível remover ou adicionar páginas a meio do livro-razão, que não é possível reordenar páginas do livro e, como vimos acima, que cada página é inviolável. Em suma, a blockchain é um sistema com garantias de integridade fortes, cujo conteúdo não pode ser alterado e que permite apenas acrescentar novos blocos ao fim da cadeia (Figura 2).

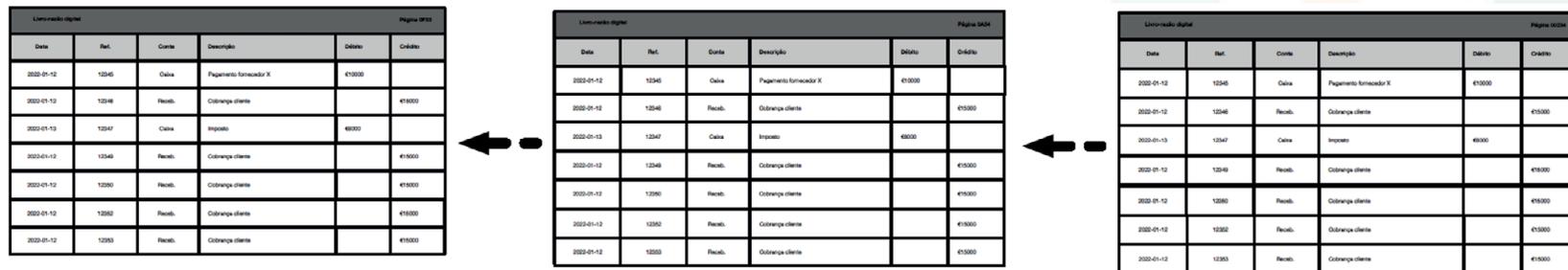


Figura 2: A blockchain é uma sequência de blocos - ou páginas do livro-razão



FARM<sup>to</sup>  
FORK



O facto de não ser possível alterar o conteúdo dos blocos depois de criados, nem a sua ordem relativa, fornece garantias muito fortes de integridade e inviolabilidade dos dados. É importante ter em conta, contudo, que em determinados tipos de blockchains estas garantias podem não se aplicar aos blocos mais recentes da cadeia. Isto advém do facto de em determinados tipos de blockchains os blocos serem produzidos de forma competitiva levando a que o sistema precise de algum tempo para decidir quais os blocos que são considerados definitivos. Isto implica que a parte final da cadeia, isto é, os blocos mais recentes, podem não estar ainda confirmados devido a haver múltiplos blocos candidatos para uma dada posição na cadeia. Este fenómeno é conhecido por bifurcações (ou forks em inglês) e tem implicações importantes na segurança e desempenho dos sistemas blockchains como veremos mais à frente.

### Interação com a blockchain

Tendo em conta estas propriedades importa agora perceber quem pode interagir com a blockchain e como pode fazê-lo. De um modo simplificado, existem três operações básicas suportadas pela generalidade das blockchains:

- **criação de transações** é a operação mais básica suportada pelo sistema blockchain e permite a um utilizador introduzir dados no sistema. A transação pode representar uma operação de transferência de moeda, se estivermos a considerar uma criptomoeda, ou uma operação genérica, como o registo de expedição de um lote de alimentos. Tipicamente os utilizadores finais são os responsáveis pela criação de transações. Adicionalmente, e por razões técnicas o tamanho da transação é tipicamente pequeno, na ordem das dezenas ou centenas de kilobytes.
- **criação de blocos** é uma operação efetuada periodicamente pelo sistema para agregar as transações num bloco. Tipicamente é efetuada por utilizadores específicos, que têm a infraestrutura computacional adequada este efeito. Os utilizadores que criam blocos são popularmente conhecidos como mineiros.
- **consulta de blocos e transações** é uma operação que permite a utilizadores aceder, mas não modificar, ao conteúdo das transações e blocos para, por exemplo, consultar o estado de uma transferência de criptomoeda.

Tendo em conta estas operações básicas, podemos classificar as blockchains genericamente em duas categorias, consoante quem pode ou não efetuar estas operações.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



Nas blockchains ditas abertas, ou sem permissões, qualquer utilizador pode criar transações, criar blocos e consultar os blocos e transações presentes no sistema. Para as duas primeiras operações o único requisito, além dos recursos computacionais apropriados, é possuir uma chave digital (ver caixa Assinaturas Digitais). A operação de consulta do estado do sistema está disponível para qualquer utilizador, mesmo que não possua uma chave digital. Dado não ser preciso qualquer tipo de autorização para aceder à blockchain e criar transações ou blocos, este tipo de blockchains são também conhecidas, principalmente na literatura inglesa como “blockchains sem permissões” (*permissionless* em inglês), ou seja, não existe uma autoridade central que concede ou revoga permissões para aceder ao sistema. Blockchains como a Bitcoin ou a Ethereum, as duas blockchain mais populares, são dois exemplos de blockchain abertas. Isto implica que qualquer pessoa ou instituição pode aceder ao sistema e submeter transações e/ou blocos, mas também que todas as transações alguma vez efetuadas são visíveis para toda a gente. Embora uma discussão mais aprofundada esteja fora do âmbito deste documento, é importante reforçar este último aspeto pois pode ter implicações substanciais no modelo de negócio. Ao ter todo o histórico de transações publicamente disponível, isto tem como consequência que este tipo de sistema não deve ser usado nos casos em que as transações possam conter informação sensível. Adicionalmente, e apesar de não haver necessariamente uma ligação direta entre uma

assinatura digital e a respetiva pessoa física ou instituição, as blockchains abertas não garantem anonimato, mas antes uma forma mais fraca de anonimato conhecida como pseudo-anonimato. Existem algumas blockchain abertas desenhadas especificamente para oferecer privacidade e/ou anonimato, tais como a ZCash e Monero, mas tipicamente isto não é oferecido pela generalidade das blockchains abertas. As blockchains fechadas, ou com permissões (ou *permissioned* em inglês) têm uma abordagem distinta e restringem quem pode criar blocos e transações, bem como aceder ao estado da blockchain. Para este efeito, existe uma entidade central que controla o acesso ao sistema, fornecendo ou revogando as devidas permissões conforme apropriado. Ao contrário das blockchains abertas, isto impede que um utilizador externo (isto é não autorizado pelo sistema) aceda ao sistema. Estas características implicam que é preciso que todas as partes que interagem com uma blockchain fechada (utilizadores finais, mineiros, utilizadores que só podem realizar consultas ao estado, etc), têm de confiar na entidade central que gere as permissões o que é uma desvantagem face às blockchain abertas onde tal entidade não é necessária. Adicionalmente, e de um modo geral, as blockchains fechadas não possuem anonimato nem pseudo-anonimato, pois cada utilizador tem de estar bem identificado no sistema de modo ao sistema poder verificar as permissões deste. Como exemplos bem conhecidos de blockchains fechadas temos a Hyperledger Fabric e a R3 Corda.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



## Criação de aplicações blockchain

Como discutido anteriormente, as blockchains, sejam abertas ou fechadas, podem ser usadas para vários fins e casos de uso. O caso de uso que tornou as blockchain populares são as criptomoedas que permitem efetuar transferências entre utilizadores. As principais blockchains como a Bitcoin ou a Ethereum já trazem suporte nativo para uma criptomoeda, a moeda bitcoin ou BTC com o símbolo ₿ no caso da blockchain Bitcoin, e a moeda Ether ou ETH com o símbolo ð no caso da blockchain Ethereum. Contudo o grande fator apelativo das blockchain em setores como o agroalimentar advém não do uso de criptomoedas, mas da possibilidade de construir aplicações em cima da blockchain específicas para os casos de uso desses setores. Na Secção 8 veremos em mais detalhe alguns casos de uso reais, mas por agora podemos considerar um exemplo simples em que temos uma aplicação de fidelização que, em vez de considerar criptomoedas, fornece ao utilizador um “cartão de pontos” que traz descontos e outros benefícios aos utilizadores mais assíduos. Neste caso, ao efetuar uma compra, o vendedor criaria uma

transação que credita pontos na conta do comprador, e ao gastar os pontos este criaria uma transação que debita esses pontos. Outro exemplo, introduzido acima, é o registo de expedição de um lote de alimentos permitindo, assim, fazer o seguimento deste ao longo de toda a cadeia de distribuição.

Independentemente do caso de uso concreto, é possível implementar lógica de negócio arbitrária recorrendo aos chamados Smart Contracts que, simplificada, são programas de computador que executam na blockchain. Deste modo, é possível a um programador criar um Smart Contract que capture a lógica de negócio do caso de uso. Este contrato pode depois ser instalado na blockchain, recorrendo a uma transação especial. A partir desse momento, sempre que uma transação desse caso de uso é criada a lógica de negócio codificada no Smart Contract é executada e o estado do sistema é automaticamente atualizado (por exemplo sempre que é efetuada uma transação de crédito ou débito de pontos no cartão, é calculado automaticamente o patamar de fidelização em que o

utilizador se encontra, sendo que cada patamar está associado a benefícios de fidelização diferentes). Como uma nota, é importante referir que, tecnicamente, a lógica de negócio do Smart Contract pode ser executada aquando da receção de uma transação por um mineiro, ou apenas aquando da criação do bloco que contém essa transação, dependendo da tecnologia de blockchain utilizada. No contexto deste texto, o aspeto mais relevante é, contudo, que isto é feito de forma automática, e preservando todas as garantias que a blockchain oferece e que foram discutidas acima. Em termos de tecnologia concreta, a blockchain Bitcoin tem funcionalidades de programação muito limitada, ao passo que a blockchain Ethereum tem um amplo suporte para Smart Contracts. Na verdade, apesar de o conceito de Smart Contracts ter sido introduzido nos anos 90, foi precisamente a blockchain Ethereum, com a introdução da linguagem Solidity que popularizou este conceito e o tornou acessível ao público geral. Outras blockchain como o Hyperledger Fabric ou o R3 Corda suportam também Smart Contracts.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



## Custo e desempenho

Por fim, é importante também abordar os aspetos de custo e desempenho de cada uma das abordagens de blockchain. As blockchain abertas, ao permitirem que qualquer entidade participe no sistema, precisam de mecanismos dispendiosos para manter a segurança do sistema. Tradicionalmente, isto é feito recorrendo a provas de trabalho (*Proof-of-Work* em inglês). Muito simplificado, as provas de trabalho consistem em usar recursos computacionais (CPUs, GPUs e/ou hardware dedicado) para resolver puzzles criptográficos. O princípio básico é que os mineiros competem entre si para resolver o puzzle, sendo que o primeiro a fazê-lo ganha o direito de produzir, ou minar, um bloco. Visto que ser mineiro exige um investimento inicial de capital para adquirir o hardware, bem como um custo operacional com a eletricidade necessária para o hardware operar, os mineiros que produzem blocos são recompensados de duas formas distintas. A primeira consiste em criar uma ou mais unidades monetárias (daí o termo minar) sempre que um bloco é criado. Na prática isto é feito através de uma transação especial incluída no bloco pelo mineiro que o cria. Em segundo lugar, o mineiro recebe também uma taxa por cada transação incluída no bloco, paga pelo criador da respetiva transação. Estes mecanismos servem, em conjunto, para incentivar os mineiros a participar no sistema e simultaneamente

tornar o sistema mais seguro visto que a segurança é proporcional ao número de mineiros. Estes mecanismos têm implicações importantes em termos de custo e desempenho para os participantes no sistema independentemente destes serem mineiros ou simplesmente utilizadores finais. Em termos de custo de utilização do sistema, a taxa associada a cada transação tende a ter bastante volatilidade, implicando um custo substancial e incerto para os utilizadores.

Por exemplo na blockchain Bitcoin, durante o ano de 2021 a taxa chegou a ultrapassar os €50 por transação, sendo que em Agosto de 2022 está em valores inferiores a €1. Esta volatilidade deve, portanto, ter sido em conta ao ponderar a utilização deste tipo de blockchain em casos de usos concretos. Em termos de desempenho, e dado que a dificuldade dos puzzles criptográficos tem de ser elevada de modo a garantir a segurança do sistema, as blockchain abertas têm um baixo desempenho quer em termos de latência quer em termos de débito. A título de exemplo, uma transação na blockchain Bitcoin demora cerca de 1 hora desde que é emitida até estar confirmada no sistema, enquanto que na blockchain Ethereum demora cerca de 20 segundos. Em termos de débito, quer a Bitcoin quer a Ethereum têm uma baixa capacidade, estando limitadas a processar poucas dezenas de transações por segundo.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



Importa ainda salientar que as blockchain abertas, dada a natureza dos puzzles criptográficos, entre outros aspetos, oferecem garantias de segurança probabilística. A implicação prática é que é necessário esperar que um determinado bloco esteja a uma determinada profundidade na cadeia, isto é que seja sucedido por vários blocos (6 blocos na blockchain Bitcoin e 12 na blockchain Ethereum), para poder ser considerado confirmado. Numa blockchain aberta um bloco é considerado confirmado quando a probabilidade deste bloco ser substituído na cadeia por outro é, para efeitos práticos, negligenciável. É esta natureza probabilística, e a necessidade de esperar por um sufixo de blocos que explica a elevada latência deste tipo de blockchain como vimos acima.

Por fim, é importante notar que o mecanismo de provas de trabalho tem outro efeito colateral relevante – elevado consumo energético e impacto ambiental. Dado o poder computacional necessário para minar um bloco, e dado o número total de mineiros, uma blockchain como a Bitcoin tem hoje em dia um impacto energético e ambiental substancial. A título de exemplo, estudos recentes

indicam que o consumo energético total da Bitcoin é atualmente superior 130TWh que é comparável ao consumo energético de um país como a Argentina. Por este motivo, a blockchain Ethereum está, no momento em que este texto está a ser elaborado, em processo de mudança para alternativas que não precisem de provas de trabalho. Este é um processo de elevada complexidade técnica e organizacional, com implicações importantes na segurança e funcionamento do sistema sendo que, neste momento, ainda não é claro o impacto que isto na popularidade da Ethereum junto dos mineiros e utilizadores finais.

Nas blockchains fechadas, visto que os participantes estão bem identificados é possível usar mecanismos de segurança mais eficientes baseados em consenso distribuído. A principal vantagem desta abordagem é ser determinística, isto é, mal um bloco é produzido este pode ser considerado imediatamente confirmado e final, ao contrário das blockchain abertas. Este facto tem implicações importantes no desempenho, levando a que as blockchain fechadas tenham um débito muito superior (centenas ou milhares de

transações por segundo) e uma latência muito inferior (poucos segundos ou mesmo inferior a um segundo) às blockchains abertas. A principal desvantagem das blockchain fechadas, além de necessitarem de uma entidade confiável para gerir as permissões como discutido anteriormente, prende-se com o facto do número total de mineiros suportados. Enquanto que as blockchain abertas não têm limites práticos ao número de mineiros que podem participar no sistema, as blockchains fechadas estão limitadas neste aspeto. A título de exemplo, as estimativas mais recentes apontam para que existam na blockchain Bitcoin entre dezenas de milhar a centenas de milhar de mineiros (note-se que os números exatos não são possíveis de calcular pois: i) não existem uma entidade central e ii) qualquer pessoa pode participar no sistema, a qualquer momento) enquanto que em blockchains fechadas tradicionais esse valor está limitado a poucas dezenas. Existem alguns trabalhos de investigação recentes que puxam este número para as centenas de participantes mas que, ainda assim, estão muito abaixo do que é possível em blockchains abertas.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



|                            | Blockchain abertas                             | Blockchain fechadas                              |
|----------------------------|--|--|
| Acessibilidade             | Acessível a todos                              | Acesso limitado                                  |
| <i>Smart Contracts</i>     | Sim  | Sim  |
| Anonimato                  | Pseudo-anonimato                               | Não  |
| Latência                   | De dezenas de segundos a uma hora              | De poucos segundos a menos de um segundo.        |
| Débito                     | Até dezenas de transações por segundo          | De centenas a milhares de transações por segundo |
| Segurança                  | Probabilística                                 | Determinista                                     |
| Consumo energético         | Muito elevado                                  | Muito baixo                                      |
| Número de mineiros         | De milhares a centenas de milhar               | Poucas dezenas a centenas                        |
| <i>Custo por transação</i> | Muito variável, pode chegar a dezenas de euros | Tipicamente zero                                 |
| <i>Exemplos</i>            | Bitcoin e Ethereum                             | Hyperledger Fabric e R3 Corda                    |

**Tabela 1:** Principais características das blockchains abertas e fechadas



FARM<sup>to</sup>  
FORK



## b) Aplicabilidade da blockchain

Debruçamo-nos agora sobre a aplicabilidade dos sistemas blockchain em geral e mais concretamente no sector agroalimentar. Para tal, é necessário compreender as características funcionais e garantias de alto nível que uma blockchain pode oferecer de modo a podermos aferir a sua aplicabilidade em cenários concretos. Em suma, e no seguimento das secções anteriores, uma blockchain é um sistema com as seguintes características:

- **Distribuído**, na medida em que os diferentes participantes do sistema, quer sejam mineiros ou utilizadores finais, podem estar espalhados em vários pontos geográficos, de uma forma global;
- **Descentralizado**, na medida em que não existe um único ponto de falha e o sistema continua a funcionar normalmente mesmo em casos em que uma parte do substancial do sistema fique inoperacional;
- **Registo inviolável de transações**, na medida em que as transações – e o seu conteúdo e ordem - depois de confirmadas, não podem ser alteradas;
- **Confiança reduzida**, na medida em que é garantido que o sistema funciona corretamente ainda que os diferentes intervenientes – mineiros e utilizadores – não confiem uns nos outros. É de notar que no caso das blockchain abertas não é necessário de facto confiar em nenhuma entidade, enquanto que no caso das blockchains fechadas é necessário confiar na entidade que gere as permissões;
- **Programável**, na medida em que, recorrendo a *Smart Contracts*, é possível codificar lógica de negócio que é executada automaticamente na blockchain.



FARM  
to  
FORK



Tomando como ponto de partida estas características de alto nível, um sistema blockchain é apelativo para os casos de uso em que estas características como um todo são imprescindíveis ou, pelo menos, benéficas. Posto isto, podemos, por exclusão de partes identificar os cenários em que não é apropriado, ou vantajoso, utilizar uma blockchain:

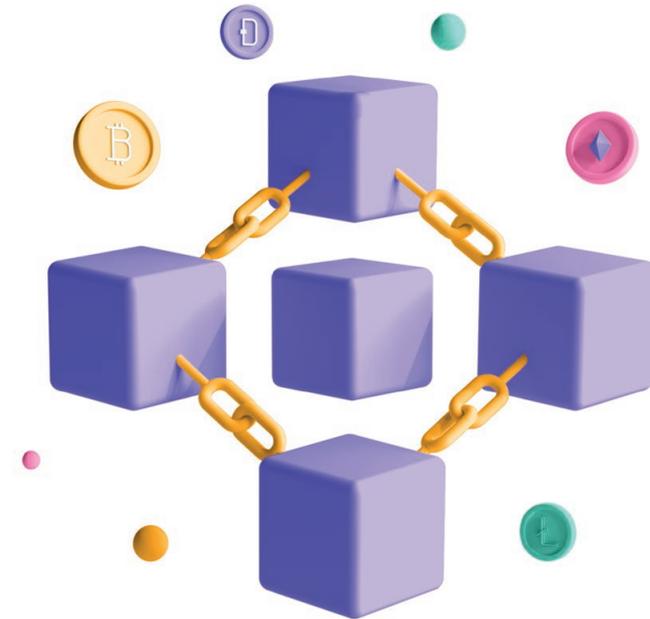
- Casos de uso geograficamente restritos, em que a informação necessária ao bom funcionamento do sistema só precisa de estar acessível num único local (edifício, complexo de edifícios, etc.) não beneficiam de um sistema blockchain. Neste cenário o uso de uma base de dados, possivelmente com funcionalidades de auditoria, é preferível.
- Casos de uso centralizados, em que a informação a introduzir no sistema só precisa, ou pode, ser manipulada por uma única entidade (pessoa ou instituição) não beneficiam de um sistema blockchain. Isto aplica-se mesmo em cenários em que essa informação é criada ou cedida de forma distribuída, isto é, em vários pontos geográficos. Por outras palavras, cenários em que a origem da informação não é relevante (ou não pode ser determinada com fiabilidade) podem ser implementados com outras tecnologias mais simples.
- Casos de uso que lidam com informação volátil, isto é, cuja validade do ponto de vista de negócio é temporalmente reduzida não beneficiam de um sistema blockchain. Ainda que a integridade dessa informação seja crucial, existem mecanismos mais simples e eficientes para resolver esse problema sem recorrer a uma blockchain que está desenhada precisamente para manter um registo histórico inviolável e permanente de toda a informação introduzida no sistema.
- Casos de uso em que os intervenientes confiam totalmente uns nos outros não beneficiam de um sistema blockchain. Mesmo num cenário distribuído, descentralizado e com informação não volátil, mas no qual os intervenientes confiam entre si é preferível, em termos de custo, complexidade, eficiência e desempenho, optar por uma base de dados tradicional ao invés de um sistema blockchain. É de notar que confiança, neste contexto, não está necessariamente relacionada com a honestidade (ou falta dela) dos participantes, mas antes com aspetos como a validação de processos de negócio, fluxo de processos, controlo de qualidade ao longo de toda a cadeia de negócio, conflitos de interesse ou interesses divergentes, ou aspetos legais e regulamentares. Por exemplo uma entidade pode ter uma relação de confiança com os seus fornecedores e clientes diretos, mas não conhecer, e, portanto, não poder confiar diretamente, nas outras entidades mais a montante ou jusante na cadeia de negócio.
- Casos de uso que não necessitam de lógica de negócio específica serão tipicamente muito raros e precisam de uma análise mais específica. Nesta linha, e supondo o caso de uso mais corrente em que uma empresa pretende permitir aos seus clientes pagarem os bens ou serviços numa criptomoeda, o mais natural será simplesmente utilizar um dos sistemas de blockchain abertas já existentes como a Bitcoin ou a Ethereum. Se a empresa pretender efetuar pagamentos nestas moedas ou similares, é importante recordar que as taxas sobre as transações são cobradas ao emissor pelo que isto deverá ter sido em conta.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



Após esta análise podemos concluir que a blockchain é idealmente aplicável aos casos de uso que tiram partido explícito do conjunto de características das blockchains como um todo. É de realçar, contudo, que o aspeto fundamental que deve guiar a decisão de adotar ou não um sistema baseado em blockchain prende-se com a confiança mínima. Apenas em cenários em que os participantes têm razões fundamentadas para não confiar nos restantes participantes - seja por haver interesses divergentes, processos de negócio e controlo de qualidades dispares, aspetos regulamentares ou legislativos distintos, existirem utilizadores de facto potencialmente desonestos ou maliciosos, e outras situações similares – deve ser implementado um sistema blockchain, pois em todos os outros casos existem soluções no mercado mais simples e eficientes. Como veremos em detalhes no estudo de casos de uso na Secção 8, esta é uma característica transversal a todos os cenários considerados.





FARM<sup>to</sup>  
FORK



### c) Vantagens e desvantagens da sua aplicabilidade

Tendo em conta o estudo e discussão das propriedades, características e aplicabilidade das blockchain, podemos agora focar-nos sobre as vantagens e desvantagens em usar um sistema blockchain para concretizar um determinado caso de uso. As vantagens surgem diretamente das características identificadas acima:

- **Elevada Disponibilidade.** Por elevada disponibilidade entende-se um serviço que está operacional a esmagadora maioria do tempo, isto é raramente está “em baixo”. A disponibilidade é tipicamente caracterizada pelo rácio entre o tempo que um sistema está operacional pelo tempo total de funcionamento. Assim um sistema com uma disponibilidade de 99% está inoperacional no máximo 1.68 horas por semana, ou 3.65 dias por ano. Ao ser um sistema distribuído e descentralizado, uma blockchain está desenhada para operar em situações adversas, incluindo em cenários em que alguns dos participantes (mineiros ou utilizadores finais) estão comprometidos (isto é, são alvo de um ataque informático bem sucedido), são maliciosos, ou tentam ativamente prejudicar o funcionamento do sistema como um todo. Ao poder estar distribuída globalmente, uma blockchain também é robusta a perturbações locais tais como catástrofes naturais como incêndios ou cheias que possam comprometer parte da infraestrutura, perturbações no funcionamento da Internet ou abastecimento de energia elétrica, entre outros. No geral, e exceto situações extremas que possam afetar a maior parte do sistema, uma blockchain é capaz de se manter operacional e disponível para prestar o serviço.
- **Elevada Fiabilidade.** Por elevada fiabilidade entende-se um sistema que presta um serviço correto e de acordo com a especificação esperada. Note-se que, nesta definição, disponibilidade difere de fiabilidade na medida em que um sistema pode estar operacional (isto é estar disponível ou a “responder”) mas não dar as respostas corretas e, portanto, não ser fiável. No caso das blockchains conseguimos fornecer ambas as propriedades. De facto, as características que tornam uma blockchain num sistema com elevada disponibilidade também contribuem para um sistema com elevada fiabilidade. Isto é a fiabilidade advém não só das características enumeradas no ponto anterior, mas também do uso de sistemas criptográficos robustos tais como assinaturas digitais, entre outros, e do uso de algoritmos distribuídos que fornecem garantias de correção mesmo em ambientes adversos (tecnicamente conhecidos como algoritmos tolerantes a faltas Bizantinas).
- **Auditável.** Por auditável entende-se um sistema em que é possível identificar quando, como e porquê foi efetuada uma dada operação no sistema. Isto é fundamental para, por exemplo, permitir analisar toda a cadeia de produção e distribuição de modo a identificar a origem de - e os responsáveis por - um lote defeituoso. Ao garantir que as transações e blocos, depois de confirmados, são invioláveis e não podem ser alterados ou apagados, mesmo pelo seu criador, a blockchain oferece um mecanismo muito robusto de auditoria. Além disso, e tendo em conta que o estado do sistema está distribuído, esta auditoria pode ser feita, no caso geral, independentemente por várias entidades.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



- **Flexível.** Por flexível entende-se a capacidade de o sistema poder acomodar e implementar vários casos de uso. Apesar de sistemas mais antigos como a Bitcoin serem pouco flexíveis e terem capacidades de programação limitadas, a blockchains mais modernas como a Ethereum, no caso de blockchains abertas, ou a Hyperledger Fabric, no caso de blockchains fechadas, têm um suporte amplo e robusto para *Smart Contracts* e, em alguns casos, várias linguagens de programação permitindo assim implementar a maioria dos casos de uso.
- **Multi-aplicação.** Por multi-aplicação entende-se a capacidade de suportar várias aplicações ou casos de uso, potencialmente com requisitos bastantes díspares, no mesmo sistema e instalação de blockchain. Isto permite partilha de recursos computacionais e de infraestrutura, podendo assim mitigar os custos associados a manter um sistema blockchain em funcionamento. Consoante o sistema blockchain escolhido, é possível ter várias aplicações completamente segregadas, ou permitindo a partilha de informação entre elas. Estas características permitem, por exemplo, fazer a implantação de um sistema blockchain de uma forma gradual, migrando ou implementando progressivamente as diferentes aplicações ou casos de uso para o sistema.

Por outro lado, as desvantagens prendem-se sobretudo com aspetos operacionais e de desempenho, tendo em conta as características específicas das blockchains abertas ou fechadas:

- **Complexidade.** Dadas as suas características, um sistema blockchain é tipicamente mais complexo de manter e operar do que um sistema tradicional. Esta complexidade existe não apenas ao nível da instalação, operacionalização e manutenção do ponto de vista do administrador do sistema, mas também do ponto de vista do utilizador final que tipicamente terá de ter preocupações adicionais de segurança associadas à interação com o sistema e gestão das chaves associadas às assinaturas digitais. Estas dificuldades de utilização podem ser facilmente ultrapassadas com formação e treino adequado.
- **Eficiência.** Os sistemas blockchain, dadas as características de disponibilidade e fiabilidade são menos eficientes, em termos de recursos computacionais necessários ao funcionamento do sistema, do que um sistema tradicional que não tolera as ditas faltas Bizantinas. Intuitivamente, este aspecto é fácil de perceber se pensarmos que, ao ser mais seguro que os sistemas tradicionais, uma blockchain precisa de mecanismos extra para garantir essa segurança. Estes mecanismos têm naturalmente impacto na complexidade do sistema, como discuto no ponto anterior, bem como nos custos, como discutido no ponto seguinte. Por outras palavras, são necessários mais recursos computacionais para fazer o mesmo trabalho que um sistema tradicional e, portanto, um sistema blockchain é menos eficiente.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



► **Custo.** O custo advém essencialmente das questões de eficiência e complexidade discutidos acima, sendo que um sistema blockchain será sempre mais caro que um sistema tradicional com funcionalidade equivalente (mas que não terá os mesmos níveis de segurança e fiabilidade). Este custo pode ser dividido em dois aspetos: operacional e de utilizador. Do ponto de vista operacional, o custo advém essencialmente de adquirir e manter as máquinas e software necessários ao bom funcionamento do sistema, e está bastante dependente do tipo de blockchain selecionada (aberta ou fechada) e, dentro destas categorias, do tipo de tecnologia concreto. O custo de utilizador é tipicamente apenas relevante para as blockchains abertas pois possuem taxas associadas a cada transação efetuada. É de notar que, apesar de o custo global de um sistema blockchain ser superior ao de um sistema tradicional, visto que o sistema deverá ser idealmente distribuído e descentralizado (ver Secção 6b) por várias instituições ou entidades, o custo operacional adicional de cada instituição será tipicamente marginal.

► **Desempenho.** Os benefícios associados às características de fiabilidade e segurança oferecidos por um sistema blockchain têm impacto não só nos custos da solução, como vimos no ponto anterior, mas também no desempenho. Como discutido na Secção 6a, o desempenho das blockchains abertas e fechadas é muito díspar, sendo que blockchains fechadas têm um desempenho muito superior, em termos de débito e latência às blockchains abertas. Apesar das blockchains fechadas mais recentes já oferecerem um desempenho razoável, este pode ser um factor limitativo à adoção desta tecnologia nos casos de uso que têm requisitos de desempenho elevados.

## CAPÍTULO 7

# Desafios Futuros da Segurança Alimentar





FARM<sup>to</sup>  
FORK



Nesta secção abordamos alguns dos desafios do setor agroalimentar numa perspetiva tecnológica e que têm potencial para ser resolvidos através da implementação de sistemas de blockchain. Estes desafios condensam vários pontos de vista de outros autores e tomam como ponto de partida vários estudos feitos por esses autores sobre as potencialidades e desafios que o setor enfrenta. Apresentamos também alguns dados sobre que tipos de desafios têm recebido mais atenção por parte dos intervenientes no setor, bem como como se divide o investimento disponível entre entidades públicas e privadas.

Para melhor contextualizar os desafios e oportunidades, importa rever as diferentes fases e atores do setor (Caro et al.):

- **Produção** representa a fase, atores e atividades implementadas na quinta. Ao longo do ano, e dependendo do cultivo ou produção animal, existem picos de produção que podem ser únicos ou mais sazonais.
- **Processamento** representa a fase, atores e atividades que transformam, total ou parcialmente os produtos primários, oriundos da produção, em produtos secundários. Estes produtos são empacotados e loteados, sendo que os lotes podem ter informação mais ou menos detalhada sobre o local de produção, data, materiais e produtos primários e secundários usados, etc.
- **Distribuição** consiste na fase, atores e atividades que distribuem os produtos. Dependendo do tipo de produto, destino geográfico e validade do produto pode haver uma fase de armazenamento.
- **Retalho** consiste na fase, atores e atividades que fazem a ponte entre as fases anteriores e o consumidor final, que colocam à venda em locais mais ou menos especializados o produto final.
- **Consumo** consiste na fase final da cadeia, onde o consumidor adquire e consome o produto. O consumidor poderá querer obter informação variada sobre o produto como proveniência dos produtos primários, métodos de produção e processamento, local de origem, data de colheita/produção/abate, etc.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



Associado a esta cadeia genérica surgem prontamente vários desafios, atuais e futuros, relacionados com o registo, processamento e obtenção de informação relativamente aos bens agroalimentares. Pelas características técnicas e tecnológicas discutidas nas seções anteriores, bem como o modelo de confiança mínima devido à ausência de relação direta ente atores das diferentes fases da cadeia agroalimentar (por exemplo raramente o consumidor final terá uma relação pessoal/profissional direta com o produtor ou unidade de processamento) os sistemas blockchain encontram-se particularmente bem posicionados para responder a desafios como (Ciaian):

- **Transparência** diz respeito a *como* os bens agroalimentares são produzidos, processados, armazenados, transportados, etc. Ter acesso imediato (perto de tempo real) a esta informação é relevante para todos os atores e permite não só ao consumidor final tomar decisões de consumo mais informadas, mas também aos atores intermédios terem transações mais ágeis e seguras. Como um exemplo simples, podemos imaginar um *Smart Contract* que valida se os métodos de produção estão de acordo com as normas e regras acordadas com o produtor, permitindo que os bens passem de forma automática da fase de produção para a fase de processamento, agilizando assim todo o processo.
- **Rastreabilidade** diz respeito à origem geográfica dos bens agroalimentares. Tal como no ponto anterior, acesso imediato a esta informação é relevante para todos os atores e permite não só ao consumidor final tomar decisões mais informadas sobre consumir, por exemplo, um produto de origem controlada/protegida/demarcada, bem como permite a outros atores automatizar o processo de validação e verificação desta informação.
- **Eficiência** diz respeito à redução dos custos das transações de bens entre os diferentes intermediários, e à redução do número de intermediários. Ao permitir automatizar parte do processo de validação e verificação, recorrendo a *Smart Contracts*, bem como ao agilizar a aplicação dos contratos estabelecidos, também via *Smart Contracts*, é possível tornar todo o processo mais ágil e eficiente.
- **Segurança alimentar** diz respeito à deteção, contenção e identificação de incidentes que podem pôr em causa a segurança alimentar relacionados por exemplo, com contaminação dos bens primários ou armazenamento deficiente na fase de processamento ou distribuição. Ao ter a informação sobre as diferentes fases do processo na blockchain, e dadas as garantias de inviolabilidade oferecidas por esta, bem como a capacidade de fazer validações e verificações automáticas dessa informação recorrendo a *Smart Contracts*, em caso de ocorrer um incidente a origem deste pode ser rapidamente detetada, permitindo por exemplo isolar os lotes contaminados ou suspeitos de contaminação e mitigando, portanto, o impacto do incidente na saúde pública. Esta informação é relevante não apenas para os diferentes atores identificados acima, mas também para entidades regulatórias e de fiscalização da segurança alimentar.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



- **Aspetos sociais e ambientais** dizem respeito a questões como o impacto ambiental dos meios de produção, processamento, distribuição ou gestão de resíduos, bem como questões éticas como condições dignas de trabalho, entre outras. Esta informação é relevante para todos os atores acima identificados, permitindo tomar decisões mais informadas quer por parte do consumidor, quer por parte dos outros atores que podem usar as boas práticas como uma vantagem competitiva.
- **Deteção de irregularidades** diz respeito à deteção de problemas ao longo de toda a cadeia agroalimentar não necessariamente relacionados com os aspetos da segurança alimentar discutidos acima. Ao ter toda a informação disponível na blockchain, é possível de forma automática identificar rapidamente problemas como fraude, extravio ou dano de produtos, atrasos nos fornecimentos e/ou pagamentos contratualizados entre outros. Esta informação é relevante para todos os atores e também para as entidades reguladoras.

Num estudo recente, alguns autores analisaram 49 projetos distintos que têm como objetivo aplicar um sistema blockchain ao setor agroalimentar para resolver um ou mais dos desafios apontados acima (Caro et al, Ciaian). Estes estudos indicam que a maior parte dos projetos focam-se no problema da rastreabilidade (24 projetos no total), seguido de aspetos sociais e ambientais tais como a gestão de resíduos ou como suporte a pequenos agricultores (13 projetos no total), seguido de aspetos relacionados com a eficiência e transparência (7 projetos no total) sendo que curiosamente os aspetos de segurança alimentar aparecem no fim (com apenas 5 projetos no total). Esta distribuição de projectos pode ser consultada também na Figura 3. Outro estudo (ver Ciaian para os dados com maior granularidade), indica que os projetos de blockchain no sector agroalimentar estão a ser esmagadoramente impulsionados (e financiados) pelo setor privado (85%), seguido por consórcios mistos (9%) e por fim por iniciativas governamentais (6%).

Estes dados permitem-nos concluir não só que a blockchain tem despertado bastante interesse nos atores do setor agroalimentar, mas também que os projetos em curso, pela sua diversidade e potencial impacto indicam que sistemas baseados em blockchain podem, de facto, revolucionar o sector. Além disso, e dado que a esmagadora maioria dos projetos tem financiamento privado, isto parece indicar que a resolução desses problemas, ou pelo menos a sua mitigação pode trazer vantagens competitivas substanciais para os intervenientes.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



Apesar destes indicadores promissores, existem vários obstáculos à implementação de soluções baseadas em blockchain no setor alimentar, bem como ao sucesso dos projetos já em curso. Estes obstáculos não são necessariamente limitações à aplicabilidade de sistemas de blockchain a este setor, como discutido na Secção 6b e na Secção 6c, mas antes obstáculos organizacionais e tecnológicos que enumeramos de seguida:

- **Multi-organizacional.** Como apontado anteriormente, o uso de um sistema blockchain no setor agroalimentar tem uma utilidade bastante limitada se for implementado apenas dentro de uma organização visto que, nestes cenários, há tecnologias mais eficientes, maduras e provavelmente já em uso nas respetivas organizações. Deste modo, para um projeto desta natureza ter impacto é necessário a cooperação de vários atores ao longo da cadeia agroalimentar de modo a implementar o sistema nas respetivas instituições.
- **Ausência de padrões.** Sendo uma tecnologia emergente, existem ainda diferentes implementações, formatos de dados e normas que não são necessariamente compatíveis e/ou não têm uma integração simples. Deste modo integrar, por exemplo, dois conjuntos de atores que já têm entre si um sistema blockchain funcional é uma tarefa potencialmente bastante complexa. Este problema irá ser debelado ao longo do tempo, à medida que vão emergindo normas padrão e mecanismos de interoperabilidade. Na Secção 8 daremos alguns apontadores para iniciativas que estão neste momento a decorrer no sentido de criar um conjunto de normas e recomendações para o uso e implementação de sistemas blockchain no sector agroalimentar.
- **Ligação entre o mundo físico e o digital.** A introdução de dados de uma forma precisa, atempada e automática na blockchain é fundamental para o bom funcionamento de todo o ecossistema. Esta recolha de dados deverá ser feita idealmente por sensores específicos e/ou dispositivos de Internet das Coisas (ou IoT - *Internet of Things* em inglês) dedicados, o que requer um investimento inicial na aquisição destes dispositivos, bem como a integração no ecossistema.
- **Qualidade dos dados.** Este ponto está relacionado com o anterior, sendo que a qualidade dos processos de automação, verificação e validação feitos via Smart Contracts está diretamente dependente da qualidade dos dados introduzidos no sistema. Para tal o processo de introdução dos dados deve ser o mais automatizado possível, para reduzir o fator erro humano, e também deve haver um mapeamento único entre cada dispositivo de introdução de dados e cada passo/fase da cadeia agroalimentar.

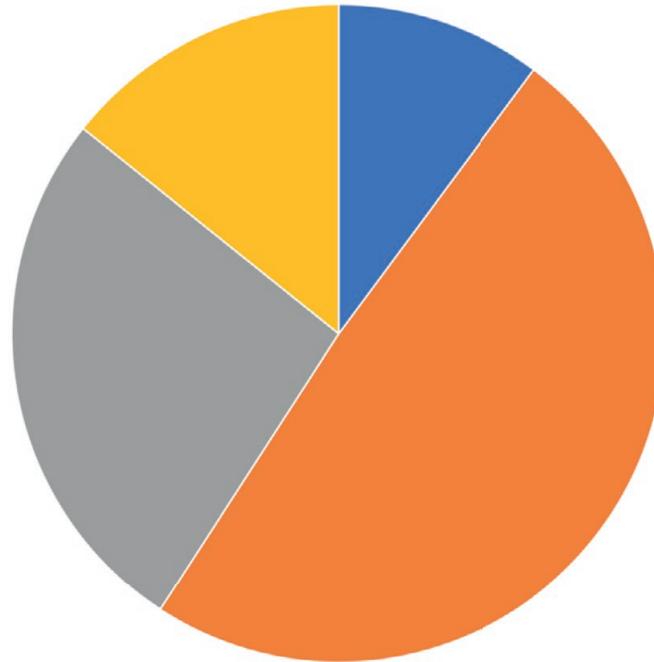


FARM<sup>to</sup>  
FORK



Na secção seguinte abordamos alguns casos de uso e iniciativas que exemplificam os aspetos abordados nesta secção.

■ Segurança alimentar ■ Rastreabilidade ■ Aspetos sociais e ambientais ■ Eficiência e Transparência



**Figura 3:** Distribuição de projetos que usam blockchain para resolver alguns dos desafios chave no sector agroalimentar (Fontes: Caro et al, Ciaian).



## CAPÍTULO 8

**Estudos de caso: partilha de ideias e ações inovadoras e recomendações para a geração de ideias de negócio**



FARM<sup>to</sup>  
FORK



Nesta última secção do documento começamos por apresentar sumariamente alguns estudos que apontam como a blockchain pode vir a ter um impacto substancial no setor agroalimentar ao permitir resolver, ou pelo menos mitigar, vários problemas transversais ao setor. De seguida abordamos algumas iniciativas e projetos que, não se focando em aplicações concretas de sistemas blockchains ao sector agroalimentar, têm como objetivo propor padrões, normas ou plataformas para mitigar alguns dos problemas específicos do sector identificados nas secções anteriores. Por fim apresentamos um conjunto de casos de uso que demonstram a aplicabilidade de sistemas blockchain num conjunto diverso de cenários concretos. Esta secção, pela sua natureza, contém um grande número de referências para estudos, projectos, sítios na Internet e outros documentos, que podem ser consultados na Secção 9.





FARM<sup>to</sup>  
FORK



## a) Impacto potencial da blockchain no sector agroalimentar

Começamos por abordar vários estudos conduzidos nos últimos anos por entidades de diferentes países. Estes estudos têm a particularidade de terem identificado algumas áreas transversais aos diferentes atores do sector, desde produtores a consumidores, que representam atualmente problemas sérios no sector agroalimentar. Os problemas identificados podem ser resolvidos, ou pelo menos mitigados, com mais e melhor tecnologia, e em particular com a adoção e implementação de sistemas blockchain. De seguida sumariamos três desses estudos que incidem em diferentes aspetos do sector:

- **Segurança alimentar.** No ano de 2019 houve, apenas nos Estados Unidos da América, um total de 641 casos de retirada do mercado de produtos alimentares por razões de segurança alimentar tais como alimentos contaminados ou mal-acondicionados ou rotulados, ou fora do prazo. Isto traduziu-se não só num desperdício substancial de alimentos, mas também num custo de quase cinco mil milhões de dólares. Além desse custo direto, estudos posteriores, entre os quais da associação norte-americana para a defesa do consumidor (similar à DECO em Portugal) apontam para um custo real no longo prazo muito superior devido à perda de confiança dos consumidores nas marcas visadas e conseqüente redução de vendas futuras (Statista). A tecnologia blockchain, ao oferecer um registo inviolável e auditável, pode ser usada ao longo das diferentes fases da cadeia para registar os diferentes eventos relevantes de uma forma automática e verificável. Isto permite, por exemplo, automatizar o processo de diagnóstico e deteção da fonte de contaminação que pode ser feito de uma forma mais rápida e barata, e ainda antes dos produtos chegarem ao consumidor evitando assim danos significativos na reputação e imagem das marcas.
- **Desperdício alimentar.** A crescente complexidade da cadeia alimentar leva a que haja desperdícios substanciais em cada uma das fases identificadas acima. Um estudo efetuado na Bélgica envolvendo 47 produtores concluiu que, por cada 35 toneladas de alimentos produzidas, uma tonelada é desperdiçada. Deste valor, quase 11% devese a erro humano. À semelhança do ponto anterior, o uso de tecnologia blockchain ao permitir a automatização, validação e verificação de processos pode contribuir para a redução do desperdício na cadeia agroalimentar.
- **Transparência e Sustentabilidade.** Os consumidores estão cada vez mais exigentes em termos de transparência da origem dos produtos, bem como atentos a questões de sustentabilidade relacionadas com os produtos que consomem. Um estudo efetuado pela Nielsen concluiu que mais de 80% dos consumidores é da opinião de que as marcas devem investir mais na melhoria das suas práticas de sustentabilidade (Nielsen). Um sistema blockchain, dadas as características discutidas ao longo deste texto, está especialmente apto para trazer estas capacidades ao setor agroalimentar.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



## b) Iniciativas, projetos e casos de uso

### EIP-AGRI

A EIP-AGRI é uma iniciativa, financiada pela Comissão Europeia, para promover a inovação, produtividade e sustentabilidade agrícola. Não sendo focada exclusivamente em sistemas blockchain, é uma iniciativa bastante relevante para os vários atores do setor não só pelas oportunidades de financiamento que oferece, mas também por servir como uma rede para a procura e estabelecimento de contactos e consórcios com vários atores europeus. Tendo em conta que, como discutido anteriormente, um dos desafios para a implantação de um sistema blockchain é este ser multi-organizacional, a EIP-AGRI pode servir como um bom ponto de partida para o estabelecimento desses contactos.

### TRUSTyFOOD

O TrustyFood é um consórcio de treze entidades do setor agroalimentar, indústria e academia financiado pela União Europeia que inclui o Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores: Investigação e Desenvolvimento em Lisboa. Este projeto tem como primeiro objetivo fazer um levantamento, de uma forma sistemática, do uso de sistemas blockchain no setor agroalimentar, e de que forma esses sistemas trazem benefícios e oportunidades para os diferentes atores do setor. O segundo objetivo é estudar a fundo, os aspetos técnicos e não-técnicos, na linha do que foi afluído nas seções anteriores, que dificultam a adoção de sistemas blockchain pelo setor e propor um conjunto de boas práticas, normas e modelos de negócio que auxiliem os diferentes atores a implementar sistemas blockchain.

### Sistema confiável para aveia isenta de glúten

Apesar da aveia ser um cereal naturalmente isento de glúten, esta pode ser contaminada por outros cereais à medida que vai passando pelas diferentes fases de recolha, processamento, armazenamento e distribuição. Dada a gravidade que o consumo de glúten pode ter nas pessoas intolerantes, é fundamental ter um processo rigoroso e confiável que certifique que um dado alimento, neste caso a aveia, está isento de glúten. Um consórcio de agricultores escoceses, tirando partido da tecnologia blockchain, digitalizou todas as partes relevantes do processo para oferecer ao consumidor final garantias fortes que os produtos estão de facto isentos de glúten. Isto é feito registando na blockchain os vários passos, da plantação ao prato, o que inclui dados como que cultura estava plantada anteriormente no local, detalhes sobre o tratamento da cultura, recolha e armazenamento. O consumidor pode, ao adquirir no supermercado um pacote de aveia, digitalizar um código QR presente na embalagem e deste modo ver todos os passos do processo. Isto oferece um grau de confiança adicional ao consumidor e é uma vantagem competitiva para os produtores, que assim tornam os seus produtos mais atrativos.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



## Rastreamento da origem da carne de porco

O objetivo deste piloto foi o de melhorar o rastreamento da carne de porco consumida no Reino Unido, desde a produção até ao consumidor final, de modo a melhorar a segurança alimentar e sustentabilidade ao longo de toda a cadeia. O sistema recolhe e regista na blockchain informação variada ao longo da cadeia, tais como datas de inspeção veterinárias e os respetivos relatórios e aprovações, ou fotografias que documentam que uma data palete foi devidamente selada na origem e que o selo permaneceu intacto até ao destino. Isto permitiu uma redução substancial no trabalho manual associado ao processo, e conseqüente redução nos desperdícios associados a erros humanos e, igualmente importante, fornecer uma visão única e uniforme do estado do processo. Deste modo, em caso de problemas é mais simples aferir qual a verdade, e onde ocorreram falhas.

## Iberchain

Este caso de uso tem semelhanças com o anterior pois também se foca na proveniência da carne de porco. Contudo, enquanto que o piloto anterior centra-se no problema do rastreamento da carne com vista a melhorar a segurança alimentar e sustentabilidade, este projeto procura assegurar ao consumidor que o produto provém de um origem estritamente controlada. A carne de porco ibérico e produtos afins como o presunto ibérico é um produto alimentar bastante sujeito a fraude apesar dos sistemas de controlo implementados pelas empresas produtoras. Neste projeto, atualmente em curso, e constituído por um consórcio que inclui produtores, universidades e cadeias de retalho, desenvolveu-se um sistema de rastreamento, baseado em blockchain para assegurar a origem e qualidade da carne e derivados. O processo passa por registar na blockchain os dados dos animais, data de nascimento, genealogia para determinar a pureza da raça, tipo de alimentação, hora e local de abate, entre outros, garantindo assim de uma forma mais ágil a conformidade com o regulamentos que regem a denominação de raça autóctone.

## SureFish

O peixe é um dos alimentos mais transacionados no mundo, estando previsto para as próximas décadas um aumento contínuo do seu consumo por parte das populações. O mar Mediterrâneo é um ecossistema particularmente rico em peixe, possuindo não só várias espécies endémicas, mas também espécies tropicais e provenientes do Oceano Atlântico. Sendo um produto cuja origem é importante para o consumidor, a quantidade de vendas fraudulentas é bastante elevada chegando, segundo alguns estudos, a 48% do total de vendas. A fraude decorre maioritariamente nos produtos importados onde a verificação de autenticidade é bastante complexa de assegurar. O projeto Surefish, atualmente em curso, tem como objetivo, à semelhança dos casos de uso e projetos introduzidos anteriormente, melhorar e tornar mais confiável o sistema de rastreamento do peixe desde a origem, quer seja de mar ou de aquacultura, até ao consumidor final. Isto é feito recolhendo e registando na blockchain informação como o local e data de pesca, mas também as condições de transporte e armazenamento, tais como condições de refrigeração ou tempo em trânsito, entre outras. Isto permite um controlo mais apertado da proveniência do peixe, contribuindo em última instância, para a melhoria da segurança alimentar e redução do volume de fraude.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



## Veracruz

A Veracruz é uma empresa portuguesa que produz, transforma e distribui amêndoas de variedades mediterrânicas. A empresa tira partido de tecnologia Smart Farming para otimizar o processo de produção e transformação estando a estender a infraestrutura existente com um sistema de blockchain. Ao introduzir na blockchain informação sobre as diferentes fases de produção, transformação e distribuição, e tirando partido das características de rastreabilidade e transparência da blockchain discutidas anteriormente, irá permitir ao consumidor final obter, através de um QR presente na embalagem do produto, informação acerca de todo o ciclo produtivo ou a pegada ecológica associada entre outros. À semelhança dos casos de estudo anteriores, e segundo os estudos de mercado já referidos, esta transparência e rastreabilidade são cada vez mais apreciados pelo consumidor e constituem, portanto, uma vantagem competitiva.

## Olivacoin

O sector de produção de azeite enfrenta vários desafios importantes tais como fraude e, mais recentemente, a saída de várias entidades do mercado de matérias-primas de azeite, o que leva a grandes flutuações no preço e conseqüentes dificuldades financeiras para os produtores. Com o aumento do consumo mundial de azeite, estes problemas têm vindo a agravar-se levando muitas vezes à venda de azeite de baixa qualidade como sendo virgem ou virgem extra ou ainda à dificuldade em estabelecer contratos estáveis e de longo-prazo entre produtores, transformadores, distribuidores e retalhistas. O projeto Olivacoin tem como ambição resolver este problema recorrendo à tecnologia blockchain. Uma das vertentes do projeto, à semelhança de alguns dos casos de uso anteriores, foca-se no rastreio e transparência de todo o processo de cultivo, recolha, transformação e distribuição através da introdução e registo de informação na blockchain ao longo das diferentes fases. Estes aspetos permitem reduzir a fraude e, pela transparência acrescida, assegurar ao consumidor final que está a adquirir um produto de qualidade. Adicionalmente, este projeto também introduz o conceito de um mercado de azeite suportado pela própria blockchain, cujas regras de negócio estão codificadas em Smart Contracts. Isto permite assegurar o cumprimento dos contratos de forma automática, facilitando e agilizando a relação entre ambas as partes. Este mercado, que conta de momento com 14 participantes, permite reduzir os custos em 5%.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



### c) Discussão

O conjunto de projetos, casos de uso e pilotos abordados acima, ilustra as potencialidades de aplicação de sistemas de blockchains ao sector agroalimentar. Ao tirar partido de uma ou mais das características únicas da blockchain, esses projetos e casos de uso procuram melhorar os seus produtos ou processos de duas perspetivas complementares: i) numa perspetiva interna, o uso apropriado desta tecnologia permite construir soluções mais eficientes, desmaterializadas e fiáveis, traduzindo-se, por exemplo, numa redução dos custos de produção e operação, e ii) numa perspetiva externa, ao expor parte do processo da “quinta ao prato” ao consumidor final, que está cada vez mais preocupado com questões como proveniência dos produtos, impacto ambiental e social, permite um posicionamento moderno e *premium* dos produtos. Em qualquer dos casos isto traduz-se potencialmente em vantagens competitivas importantes, mas é fundamental salientar que a implementação desta tecnologia não está isenta de riscos e custos. De seguida, e como conclusão deste documento, sumariamos as principais oportunidades e riscos inerentes à implementação de um sistema blockchain.





FARM<sup>to</sup>  
FORK



## Oportunidades

- ▶ **Melhorias na eficiência na cadeia agroalimentar.** A introdução de um sistema de blockchain traz consigo a automação de pelo menos parte dos processos de negócio. Só por si, isto traduz-se num aumento da eficiência ao longo do ciclo de vida dos produtos alimentares tais como a introdução automatizada de dados no sistema recorrendo a tecnologia de Internet das Coisas. Ao ter os dados disponíveis na blockchain de uma forma fiável e inviolável, isto permite implementar processos de rastreabilidade mais fiáveis e precisos, o que aumenta a capacidade de diagnóstico de eventuais problemas de segurança alimentar e/ou desperdício alimentar (ver Secção 8b para alguns exemplos concretos). Por fim, ao mover parte da lógica de negócio para *Smart Contracts* (ver Secção 6.a), torna-se possível não só reagir de forma automática e quase em tempo real a eventos anómalos como contaminações alimentares, mas também ajustar a oferta à procura nos cenários em que o cliente está também integrado no sistema de blockchain.
- ▶ **Produtos comerciais mais atrativos e/ou premium.** Do ponto de vista comercial, a implementação de um sistema blockchain permite expor ao consumidor final, de uma forma fiável e robusta, informações sobre todo o processo de produção desde a “quinta até ao prato”. Isto dá ao consumidor uma confiança adicional sobre a qualidade dos processos de produção, a origem exata dos produtos, ou mesmo o impacto ambiental e social inerente à produção, transformação e distribuição de um dado produto alimentar. Tendo em conta que os consumidores atuais cada vez mais apresentam essas preocupações, a implementação de um sistema blockchain pode ser uma vantagem competitiva considerável, ao tornar os produtos mais atrativos para o consumidor, ou mesmo através da oferta destas características numa gama *premium* dos produtos. Estas vantagens são importantes para mitigar a complexidade e cobrir os custos associados à implementação de um sistema blockchain como discutimos de seguida.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



## Desafios

- **Complexidade.** Os sistemas blockchain são bastante recentes e nem sempre bem compreendidos, não só pelo público em geral mas também pelo pessoal técnico. Desta forma, a implementação de um sistema blockchain traz complexidades tecnológicas, técnicas e operacionais. Do ponto de vista tecnológico é fundamental escolher a tecnologia de blockchain correta. A discussão da Secção 6.a fornece um ponto de partida para uma decisão informada. Do ponto de vista técnico e operacional o processo de introdução de dados na blockchain (isto é a criação de transações) é um aspeto crucial para o bom funcionamento do sistema e que, tipicamente, implica alterações nos processos existentes. A implementação de tecnologias de Internet das Coisas, para automatização deste processo, apesar de trazer uma complexidade adicional na fase de implementação traz bastantes benefícios longo prazo ao permitir uma introdução de dados mais precisa e fiável.
- **Custo.** Os custos de implementação de um sistema blockchain advêm em parte da sua complexidade, como discutido no ponto anterior, o que implica um investimento na formação de pessoal técnico e não-técnico. Além disso, existem custos de aquisição ou atualização da infraestrutura computacional caso a existente não seja adequada, bem como os custos associados à operação dessa infraestrutura. Por fim, e no caso de adoção de uma blockchain aberta, é necessário ter também em conta os custos por transação que tendem a ser bastante voláteis e fora do controlo dos operadores do sector agroalimentar (ver Secção 6.a). É de salientar, contudo, que estes custos podem ser compensados por um posicionamento mais atrativo dos produtos e/ou numa gama *premium*.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



Como conclusão, e apesar dos desafios de implementação, um sistema blockchain traz vantagens inegáveis numa variedade de cenários, tais como: quando existam ineficiências na gestão e processamento de informação ao longo de toda a cadeia alimentar; quando a transparência, rastreabilidade e proveniência geográficas (por exemplo produtos de regiões demarcadas), são mais valias importantes para o consumidor; quando existem processos de mediação entre fornecedores que podem ser automatizados; entre muitos outros. Apesar de a tecnologia ainda não estar completamente madura, a tendência atual do mercado parece apontar cada vez mais para uma maior adoção e generalização de tecnologias blockchain como ilustrado pelos casos de uso mencionados referidos anteriormente. Nesta medida, uma adoção atempada desta tecnologia por empresas ou consórcios do sector agroalimentar pode trazer vantagens competitivas relevantes.



Inovações guiadas por pequenos agricultores, adaptadas às circunstâncias locais e sustentáveis para a economia e o meio ambiente serão necessárias para garantir a segurança alimentar no futuro

**Bill Gates**

*Innovations that are guided by smallholder farmers, adapted to local circumstances, and sustainable for the economy and environment will be necessary to ensure food security in the future*

**Bill Gates**

CAPÍTULO 9  
**Bibliografía**





FARM  
to  
FORK



ASAE. 2022. [Internet]; [acesso a 2022/08/16]. Disponível em: <https://www.asae.gov.pt/seguranca-alimentar/riscos-nutricionais-/roda-dosalimentos.aspx>

CNA. 2022. [Internet]; [acesso a 2022/08/22]. Disponível em: <https://www.cna.pt/news/show/507>

Comissão Europeia. 2020. [Internet]; [acesso a 2022/08/22]. Disponível em: <https://ec.europa.eu/newsroom/representations/newsletter-archives/22444>

Dias, J. 2015. VIDA – Voluntariado para o Desenvolvimento Africano. Varela, Camões I.P. [Internet]; [acesso a 2022/08/16]. Disponível em: [https://www.institutocamoes.pt/images/cooperacao/aed\\_ficha\\_seguranca\\_alimentar.pdf](https://www.institutocamoes.pt/images/cooperacao/aed_ficha_seguranca_alimentar.pdf)

DGAV. 2021a. [Internet]; [acesso a 2022/08/22]. Disponível em: <https://www.dgav.pt/alimentos/conteudo/codex-alimentarius/>

DGAV. 2021b. [Internet]; 2022 [acesso a 2022/10/09]. Disponível em: <https://www.dgav.pt/alimentos/conteudo/generos-alimenticios/regrasespecificas-por-tipo-de-alimentos/mel/mel-obrigacoes-do-operador-produtor/nrastreabilidade-e-rotulagem/>

DGAV. 2022. [Internet]; [acesso a 2022/08/16]. Disponível em: <https://www.dgav.pt/acessorapido/conteudo/uma-so-saude/>

DGS. 2022. [Internet]; [acesso a 2022/08/16]. Disponível em: <https://alimentacaosaudavel.dgs.pt/estrategia-de-seguranca-alimentar-e-nutricional/>

Eur-Lex.2022. [Internet]; 2022 [acesso a 2022/08/16]. Disponível em: [https://eurlex.europa.eu/summary/chapter/food\\_safety.html?locale=pt&root\\_default=SUM\\_1\\_CODED%3D30](https://eurlex.europa.eu/summary/chapter/food_safety.html?locale=pt&root_default=SUM_1_CODED%3D30)

FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2021. The State of Food Security and Nutrition in the World 2021. Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4474en>

Governo da República Portuguesa. 2019. [Internet]; 2022 [acesso a 2022/10/09]. Disponível em: <https://www.portugal.gov.pt/pt/gc22/comunicacao/comunicado?i=conselho-de-agricultura-da-ue-focado-nas-questoes-de-mercado-perante-a-segunda-vagade-pandemia>

Gouveia, M. 2022. Direção Regional de Agricultura e Desenvolvimento Rural - Direção de Serviços de Alimentação e Veterinária. [Internet]; [acesso a 2022/09/01]. Disponível em: [https://dica.madeira.gov.pt/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4010:a-seguranca-alimentar-na-uniao-europeia&catid=213:seguranca-alimentar](https://dica.madeira.gov.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=4010:a-seguranca-alimentar-na-uniao-europeia&catid=213:seguranca-alimentar)

JN. 2017. [Internet]; 2022 [acesso a 2022/08/16]. Disponível em: <https://www.jn.pt/justica/desmantelada-rede-de-traffic-de-carne-de-cavalo-comligacao-a-portugal-e-outros-paises-europeus-8641570.html>

Marques, V. 2011. NORMA NP EN ISO 22000:2005 – “SISTEMAS DE GESTÃO DA SEGURANÇA ALIMENTAR”. IST-UTL.

Siemens. 2019. Whitepaper | Blockchain na indústria de alimentos e bebidas [Internet]; 2022 [acesso a 2022/10/09]. Disponível em: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:17eab160-39ed-460b-b4dc-eea87974c974/catalogo-blockchain-in-thefood-190926-ago21.pdf>



FARM<sup>to</sup>  
FORK



Sousa, A. 2012. A importância dos comportamentos na segurança alimentar. Revista Segurança Comportamental, 5, 19-21 [Internet]; 2022 [acesso a 2022/10/09]. Disponível em: <https://www.segurancacomportamental.com/revistas/item/565-a-importanciados-comportamentos-na-seguranca-alimentar>

Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Satoshi Nakamoto. <http://www.bitcoin.org/bitcoin.pdf>, 2008

Ethereum: A secure decentralised generalised transaction ledger. Gavin Wood. <http://gavwood.com/paper.pdf>

The Science of Blockchain. Roger Wattenhofer.

Mastering Ethereum: Building Smart Contracts and DApps. Andreas M. Antonopoulos.

Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction. Arvind Narayanan

Segurança em redes informáticas: André Zúquete. 2018 5ª edição, FCA.

Segurança no Software. Miguel Pupo Correia e Paulo Jorge Sousa. 2017. 2ª Edição. FCA

Monero blockchain. <https://www.getmonero.org/>

ZCash blockchain. <https://z.cash/>

Blind signatures for untraceable payments. Chaum, David. Advances in Cryptology Proceedings of Crypto. 82 (3): 199–203

Blockchains: How they work and why they'll change the world. Morgen E Peck. IEEE Spectrum, 54(10):26–35, 2017

Hyperledger fabric: a distributed operating system for permissioned blockchains. Androulaki, Elli, et al. Proceedings of the Thirteenth EuroSys Conference. ACM, 2018

R3 Corda blockchain. <https://www.corda.net/>

Solidity documentation. <https://solidity.readthedocs.io>.

Bitcoin Energy Consumption Index. <https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption2022>

Hyperledger Fabric. <https://www.hyperledger.org/use/fabric>

Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation. Caro et al. IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture-Tuscany (IOT Tuscany). 2018.

Use of blockchain applications in the agri-food sector: state of play. Pavel Ciaian. Blockchain applications in the agri-food sector – EEU Observatory and Forum. 2020

Kauri: Scalable BFT Consensus with Pipelined Tree-Based Dissemination and Aggregation. SOSP 2021. Ray Neiheiser, Miguel Matos and Luís Rodrigues.



FARM<sup>to</sup>  
FORK



EIP-AGRI. European Innovation Partnership – Agriculture. <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en>

TRUSTyFOOD. <https://www.tecnoali.com/trustyfood-stakeholders-driven-pathways-forblockchain-implementation-in-the-agri-food-sector/>

Iberchain. <https://iberchain.es/>

R3 Blockchain for the food supply chain . <https://www.r3.com/blog/whered-you-get-thatpork-chop/>

Olivacoin. <https://olivacoin.com/>

Statista. How Safe is US Food? <https://www.statista.com/chart/16735/the-total-numberof-food-recalls-in-the-us/>

Tim Pilgrim. <https://phys.org/news/2019-01-human-error-major-driver-food.html>. 2019

Was 2018 the year of the influential sustainable consumer? Nielsen. <https://nielseniq.com/global/en/insights/analysis/2018/was-2018-the-year-of-theinfluential-sustainable-consumer/>

Surefish. <https://surefish.eu>

Veracruz. <https://veracruzalmonds.com/>