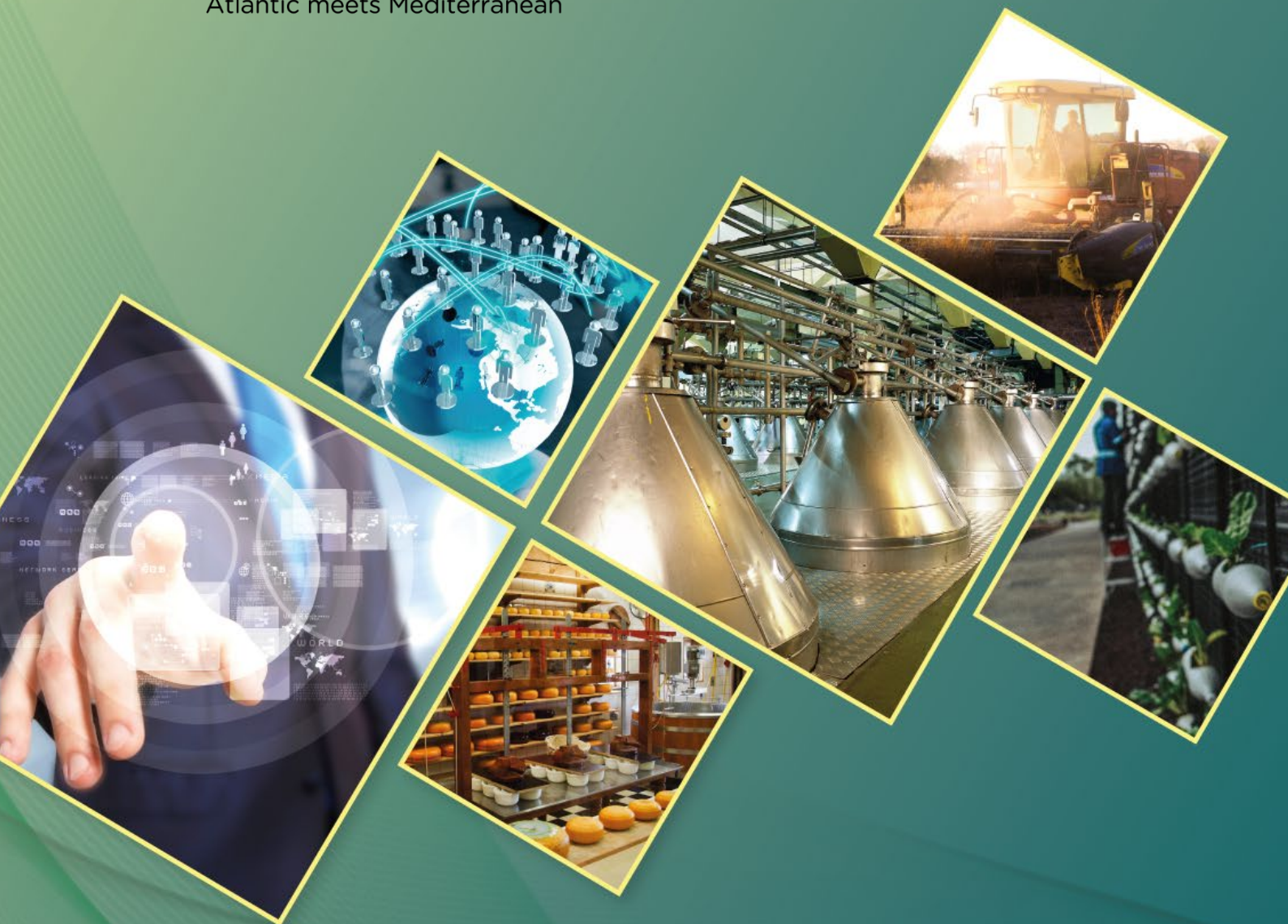


# PORTUGAL FOODS

Atlantic meets Mediterranean



## *Roadmap Tecnológico* para o setor agroalimentar português

PR-04819 | Dezembro 2020

***Roadmap Tecnológico***  
**para o setor**  
**agroalimentar português**

**Sociedade Portuguesa de Inovação | Dezembro 2020**

## Sumário Executivo

A Associação Integrar – Intervenção de Excelência do Setor Agro-Alimentar, doravante designada por PortugalFoods, assume como sua visão estratégica ser o parceiro de referência da fileira agroalimentar, tendo como objetivo final a produção e partilha de conhecimento como suporte à inovação, à competitividade e à internacionalização.

No âmbito do projeto aprovado “PortugalFoods\_Qualifica” submetido ao Sistema de Apoio a Ações Coletivas (SIAC) no âmbito do Aviso 02/SIAC/2019, a PortugalFoods, com o apoio da Sociedade Portuguesa de Inovação (SPI), promoveu a elaboração de um *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar português.

Um *roadmap* tecnológico consiste num documento estratégico, ao qual está associado um horizonte temporal e onde se identificam um ou mais caminhos críticos para que uma empresa ou setor atinjam os seus objetivos tecnológicos e de mercado. Assim sendo, o *roadmap* tecnológico contribui para que as empresas de um dado setor compreendam as tendências e necessidades do mercado e os fluxos de conhecimento que permitem dar resposta a essas necessidades, permitindo que as empresas possam orientar os seus recursos no sentido de garantir a sua competitividade.

Para a elaboração do *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar português foi adotado um modelo de *roadmap* que consiste em quatro camadas (“layers”), correspondentes às quatro componentes consideradas de maior importância na elaboração do *Roadmap*, designadamente:

- **Mercado:** contém as tendências/opportunidades de mercado existentes para as empresas do setor;
- **Produto:** apresenta os produtos que as empresas poderão desenvolver/melhorar com vista a dar resposta às oportunidades identificadas na camada mercado;
- **Tecnologia/Processo:** identifica as tecnologias/processos que terão de ser desenvolvidos e/ou adotados para ser possível obter os produtos identificados;
- **Atividades de I&D:** engloba as abordagens de investigação e de desenvolvimento necessárias à concretização das tecnologias/processos e produtos previstos.

Este modelo de *Roadmap* apresenta ainda um horizonte temporal dividido em três períodos: curto-prazo (até 1 ano), médio-prazo (até 3 anos) e longo prazo (até 7 anos).

A estratégia assumida para desenvolver o *Roadmap* Tecnológico teve por base o princípio de que as oportunidades de **mercado** para as empresas do setor agroalimentar português estão diretamente relacionadas com as tendências definidas para o setor, que são profundamente relevantes para o futuro da indústria agroalimentar no curto, médio e longo prazos. Por sua vez, as tendências de mercado estão associadas a determinadas necessidades de **produto**, as quais resultam maioritariamente do desejo dos consumidores de terem acesso a produtos que possam ir ao encontro das suas preferências e que contribuam para tornar a sua vida melhor em diferentes aspetos.

A satisfação das necessidades de produto depende da aplicação e/ou desenvolvimento de **tecnologias e processos** inovadores, que permitam a obtenção de novos produtos. Por último, surgem as **atividades de I&D** que identificam as abordagens de investigação e de desenvolvimento que ainda são necessárias à concretização das tecnologias/processos e produtos previstos.

Para cada camada do *Roadmap* foram definidos os seus elementos constituintes, bem como as razões subjacentes ao seu surgimento, a sua relevância e respetivo horizonte temporal. De referir que para a definição dos vários elementos constituintes das várias camadas, bem como para a elaboração dos percursos tecnológicos e do *Roadmap* global, foi efetuada uma recolha de informação através da interação com diferentes *stakeholders* relevantes com atividade no setor agroalimentar, designadamente entidades não empresariais do Sistema de I&I e associações empresariais, a qual foi complementada com uma análise detalhada de fontes bibliográficas relevantes.

Assim, para a camada “Mercado” foram identificadas as tendências apresentadas na Figura i.

As tendências identificadas foram depois classificadas de acordo com o seu horizonte temporal, de acordo com o apresentado na Figura ii.

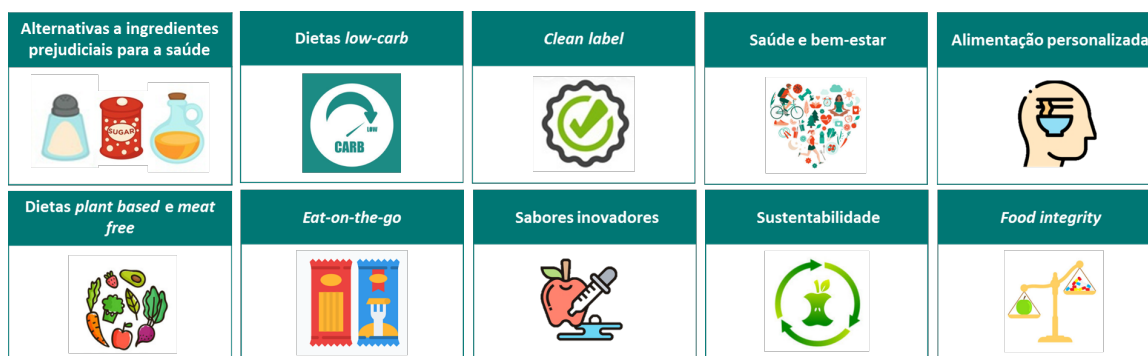
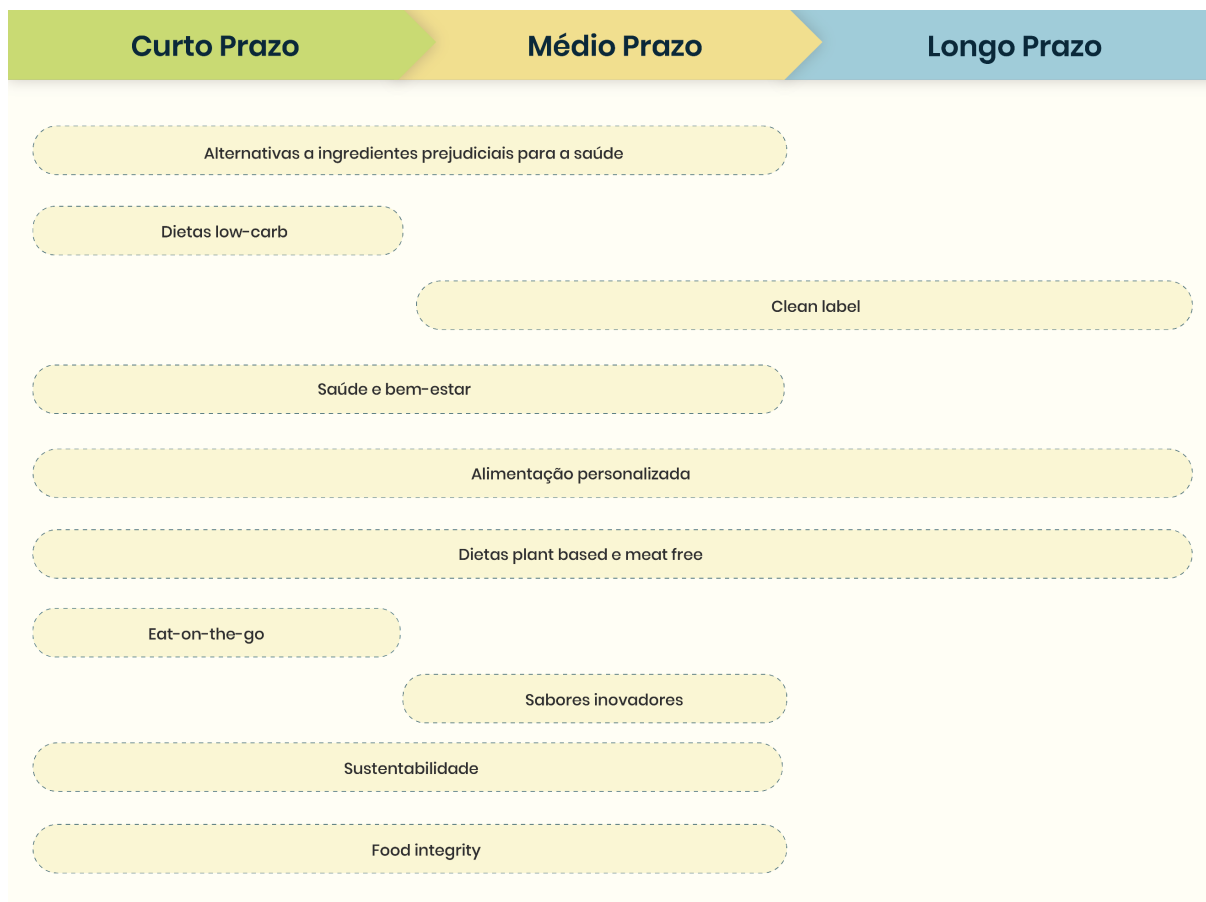


Figura i. Tendências constituintes da camada “Mercado”



**Figura ii.** Horizonte temporal das tendências identificadas

Na camada “Produto”, foram identificadas 16 necessidades de produto associadas às tendências anteriores, exceto para as tendências Sustentabilidade e *Food integrity* que, pela sua natureza, deverão estar associadas a todos os novos

produtos em desenvolvimento na indústria agroalimentar. As necessidades de produto identificadas são apresentadas na Figura iii.



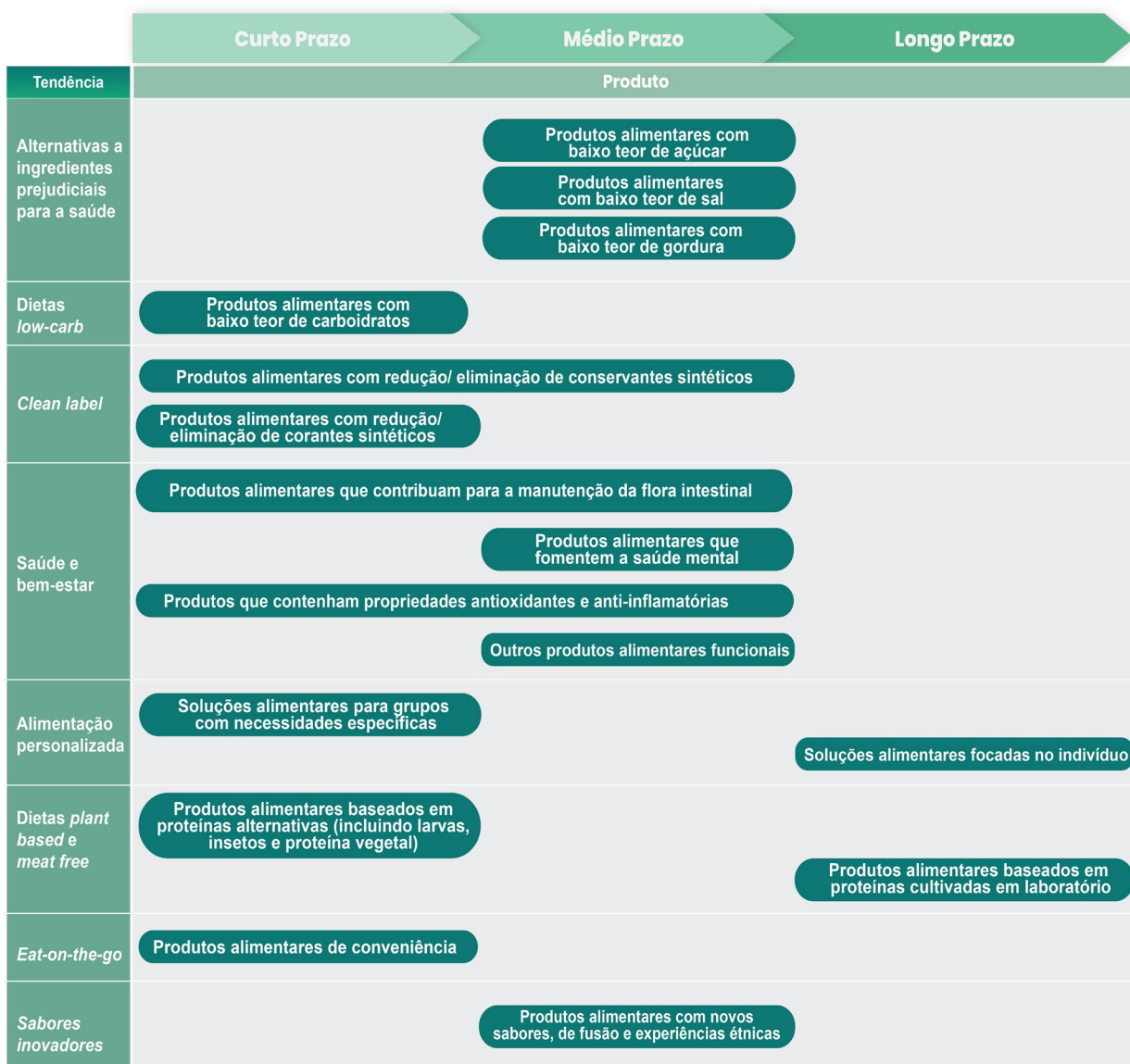


Figura iii. Necessidades de produto identificadas e respetivo horizonte temporal

Na camada “Tecnologia/Processo” foram identificadas 27 necessidades relevantes para a obtenção dos produtos sinalizados, apresentadas na Figura iv.

Por fim, na última camada foram identificadas 13 “Atividades de I&D” necessárias à obtenção das tecnologias/processos e produtos previstos (Figura v).

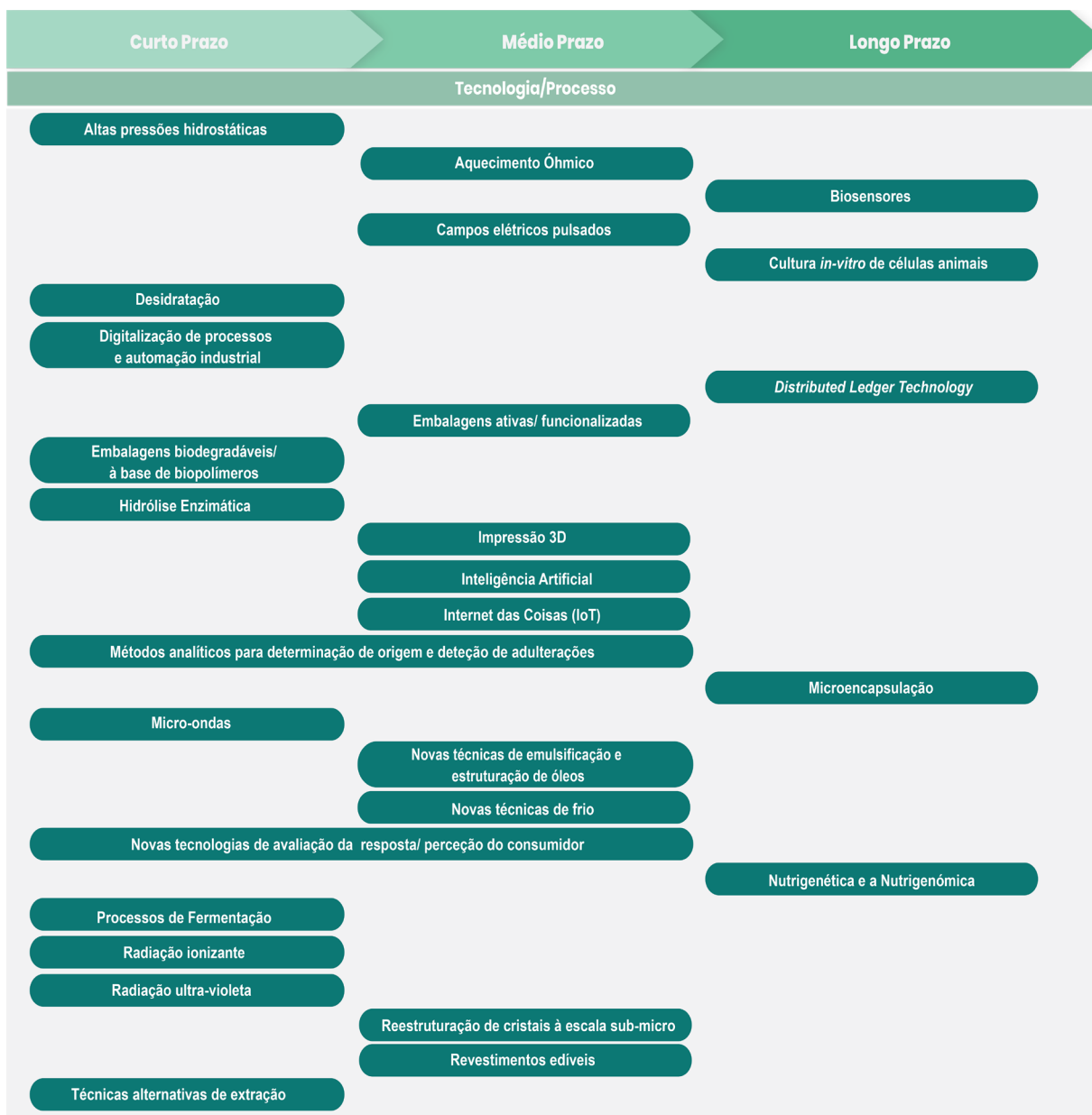


Figura iv. Necessidades de tecnologia/processo e respetivo horizonte temporal

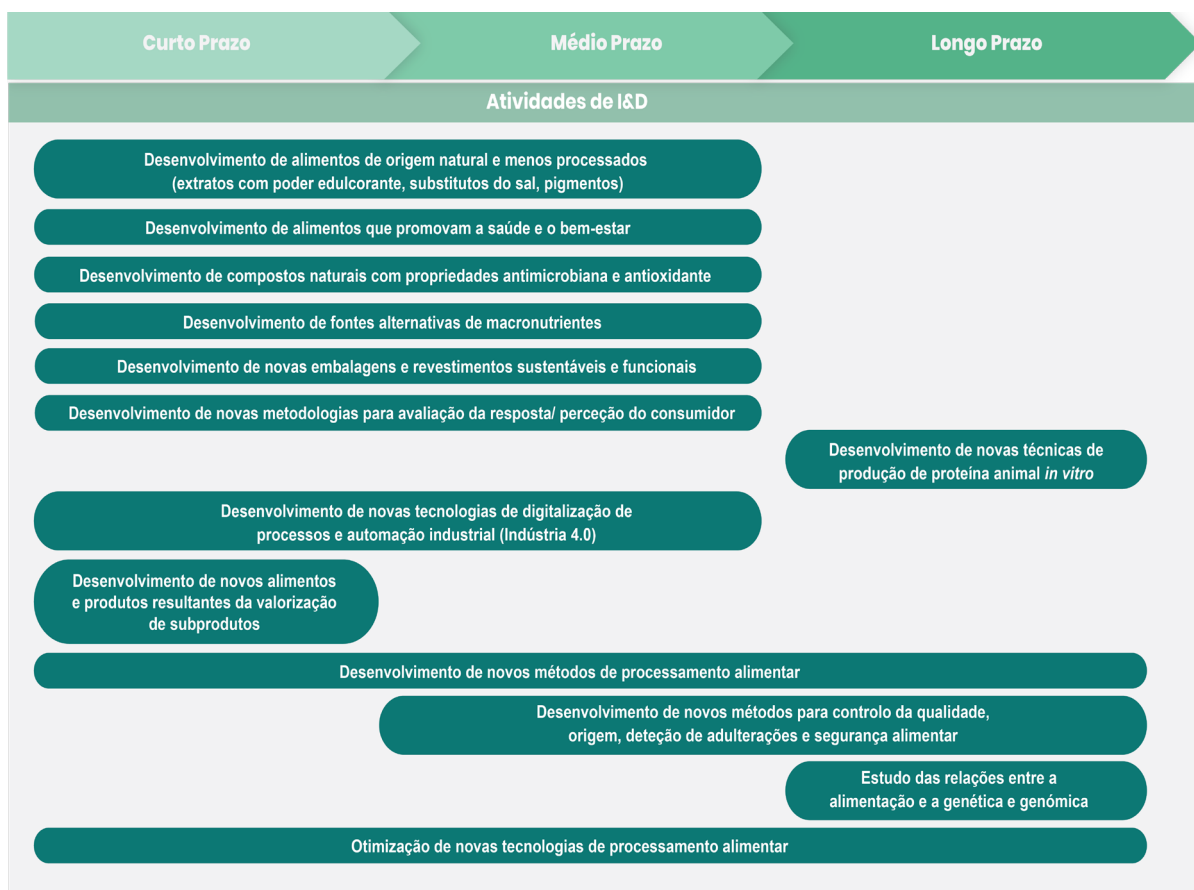


Figura v. Atividades de I&D e respetivo horizonte temporal

Após a definição dos vários elementos constituintes das quatro camadas, foram definidos os percursos tecnológicos que representam frações do *Roadmap* global e que permitiram analisar as ligações e interdependências entre as diferentes camadas. Estes percursos tecnológicos representam, portanto, caminhos genéricos a percorrer pelas empresas do setor agroalimentar português desde a fase de I&D e desenvolvimento tecnológico até à fase de mercado.

Foram definidos cinco percursos tecnológicos, tendo como base as relações e interdependências existentes entre as diferentes tendências identificadas na camada “Mercado”. Seguidamente apresentam-se os cinco percursos que constituem o *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar português.



### Percurso 1

O primeiro percurso tecnológico refere-se às interdependências existentes entre as tendências de “Saúde e bem-estar” e “Alimentação personalizada”. Estas necessidades derivam da procura crescente dos consumidores por alimentos que potenciem a sua saúde e bem-estar, ao mesmo tempo que se adequam às suas necessidades sociais e culturais específicas.

### Percurso 2

O segundo percurso tecnológico estabelecido é o menos complexo uma vez que se foca apenas numa das tendências identificadas – “Dietas *plant based e meat free*”. Este percurso está intrinsecamente relacionado com a necessidade de desenvolvimento de produtos alimentares baseados em proteínas alternativas e de produtos alimentares baseados em proteínas cultivadas em laboratório.

### Percurso 3

O terceiro percurso tecnológico considerado é o mais complexo devido às interdependências existentes entre as tendências de mercado “Alternativas a ingredientes prejudiciais para a saúde”, “*Clean label*” e “Dietas *low carb*”. Assim, este percurso surge da necessidade da indústria agroalimentar desenvolver produtos mais naturais, menos processados e que não sejam prejudiciais para a saúde dos consumidores.

### Percurso 4

O quarto percurso tecnológico centra-se nas interdependências existentes entre as necessidades de produtos e as necessidades de tecnologia/processos relacionadas com as tendências “Sabores inovadores” e “*Eat-on-the-go*”. Este percurso está, portanto, relacionado com a globalização e com a modernidade, as quais têm vindo a alterar os padrões de consumo de um número cada vez mais crescente de consumidores.

### Percurso 5

O quinto percurso tecnológico procura traduzir as necessidades tecnológicas associadas a duas tendências transversais – “Sustentabilidade” e “*Food integrity*” – que, pela sua natureza, deverão estar associadas a todos os novos produtos em desenvolvimento na indústria agroalimentar. Desta forma, este percurso não identifica necessidades específicas associadas à camada de “Produto”, estabelecendo-se uma relação direta entre as tendências de mercado e as necessidades de tecnologias/processos apresentadas

O principal resultado deste trabalho foi o *Roadmap Tecnológico* global para o setor agroalimentar português, que se apresenta na Figura vi.

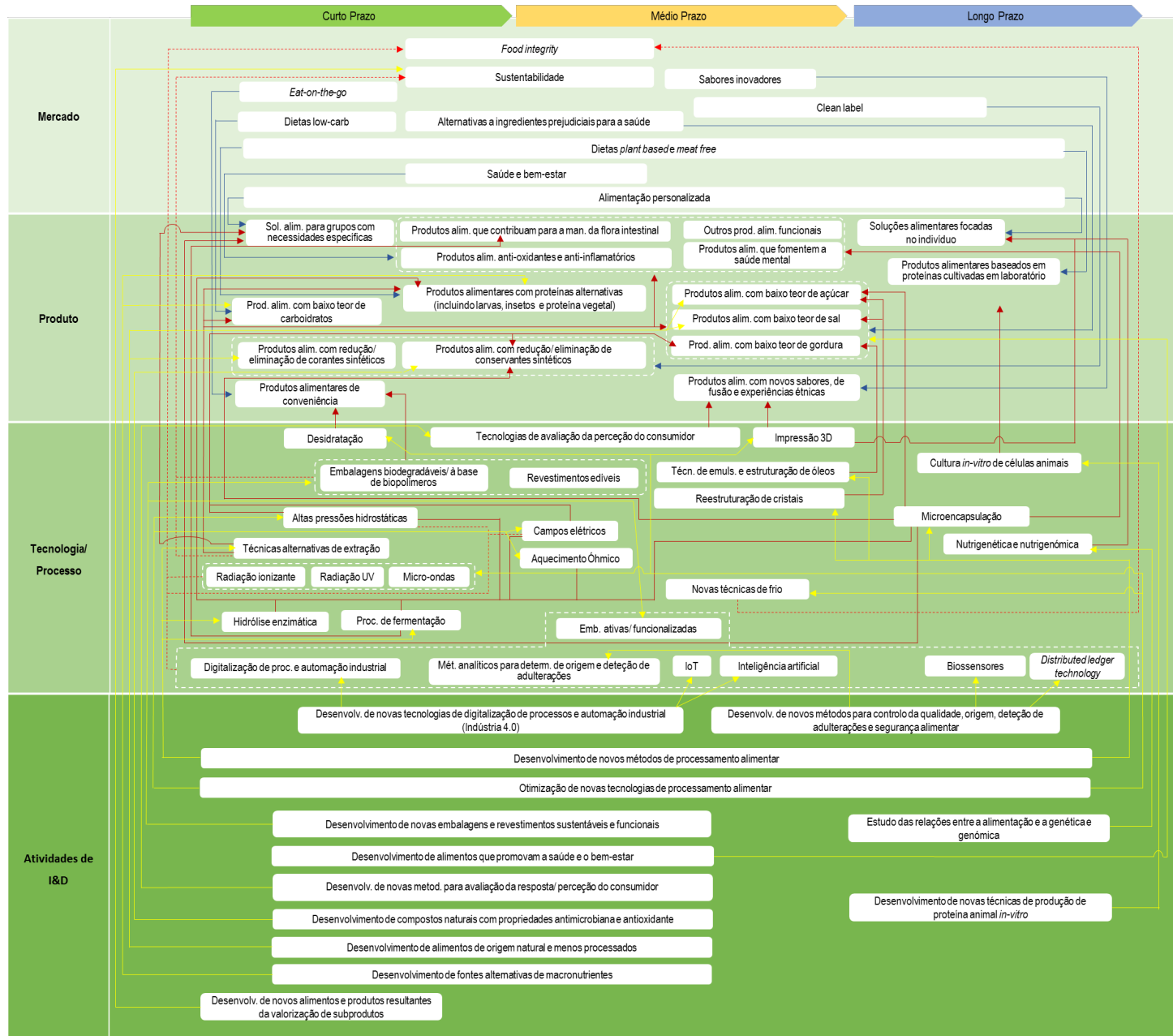
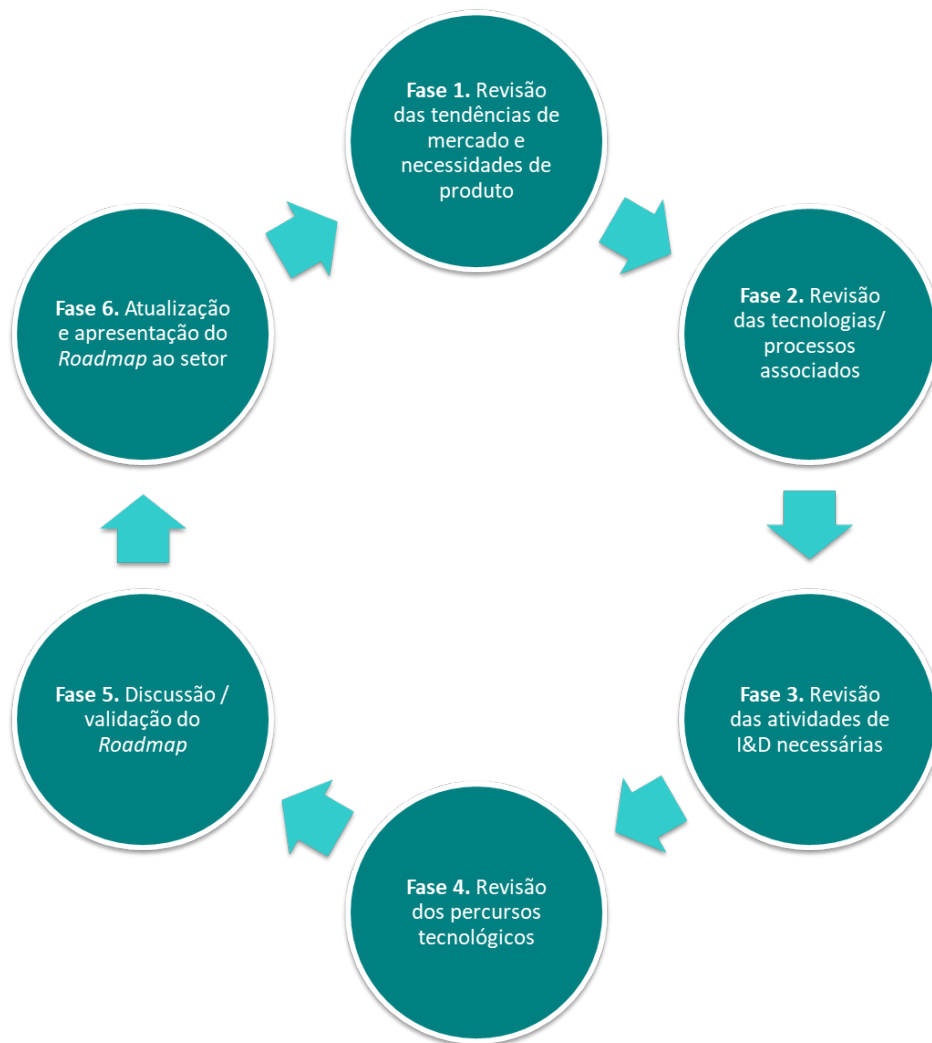


Figura vi. Roadmap Tecnológico global para o setor agroalimentar português

Por fim, deve ser tido em conta que as tendências de mercado e, conseqüentemente, as necessidades de produto e tecnologia/ processo variam ao longo do tempo, pelo que o exercício de *roadmapping* deve acompanhar a evolução dessas mesmas necessidades.

Assim, propõe-se que seja efetuada uma atualização periódica do *Roadmap* Tecnológico desenvolvido no âmbito do presente projeto, sugerindo-se a implementação da metodologia apresentada na Figura vii, com uma periodicidade de 3 anos.



**Figura vii.** Proposta de metodologia para atualização do *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar português

Quanto à organização do trabalho, o presente documento encontra-se estruturado nos seguintes Capítulos:

### Capítulo 1 – Introdução

Neste capítulo é efetuado um enquadramento do projeto bem como a descrição do modelo de *Roadmap* considerado.

### Capítulo 2 – Abordagem Metodológica

Este capítulo descreve a abordagem metodológica utilizada que sustentou o desenvolvimento dos trabalhos, com indicação das fontes consultadas, das entidades envolvidas, dos trabalhos prévios desenvolvidos e da estratégia adotada para a elaboração do *Roadmap*.

### Capítulo 3 – Proposta de *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar

Este capítulo descreve as várias camadas constituintes e os percursos tecnológicos definidos. Apresenta ainda o principal resultado do presente projeto, ao ilustrar o *Roadmap* Tecnológico global para o setor agroalimentar português.

### Capítulo 4 – Recomendações para atualização do *Roadmap*

Uma vez que o *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar definido no presente trabalho deve acompanhar a evolução do mercado e das tendências do setor, neste capítulo é apresentada uma proposta de metodologia para atualização do *Roadmap*, bem como de cronograma para implementação da mesma.

### Capítulo 5 – Conclusões e observações

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões e observações resultantes da elaboração do presente trabalho, salientando-se a importância do *Roadmap* para as entidades do setor agroalimentar e para a sua envolvente.

Porto, dezembro de 2020

A Sociedade Portuguesa de Inovação

## Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a todas as pessoas e entidades que generosamente se disponibilizaram para a discussão dos temas relevantes para a elaboração do *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar português, contribuindo com a sua visão e conhecimento, permitindo uma análise multifacetada e multidisciplinar da realidade do setor, facilitando significativamente a reflexão apresentada no presente documento.

Porto, dezembro de 2020

A Sociedade Portuguesa de Inovação

## Lista de siglas

- ANICP** - Associação Nacional dos Industriais de Conservas de Peixe
- ANIL** - Associação Nacional dos Industriais de Lacticínios
- APH** - Alta Pressão Hidrostática
- APN** - Associação Portuguesa de Nutrição
- CBMA** - Centro de Biologia Molecular e Ambiental (Universidade do Minho)
- CBQF** - Centro de Biotecnologia e Química Fina (Universidade Católica Portuguesa)
- CCMAR** - Centro de Ciências do Mar (Universidade Algarve)
- CEB** - Centro de Engenharia Biológica (Universidade do Minho)
- CECAV** - Centro de Ciência Animal e Veterinária (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro)
- CIEPQPF** - Centro de Investigação em Engenharia dos Processos Químicos e dos Produtos da Floresta (Universidade de Coimbra)
- CIMO** - Centro de Investigação de Montanha (Instituto Politécnico de Bragança)
- CINTESIS** - Nova Medical School (NMS)
- CISAS** - Centro de Investigação e Desenvolvimento em Sistemas Agroalimentares e Sustentabilidade (Instituto Politécnico de Viana do Castelo)
- CITAB** - Centro de Investigação e de Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro)
- Colab4Food** – Associação Laboratório Colaborativo Para a Inovação da Indústria Agroalimentar
- DLT** - *Distributed Ledger Technology*
- EFFoST** - *European Federation of Food Science and Technology*
- EIT Food**- *European Institute of Innovation & Technology*
- ETP** - Plataformas Tecnológicas Europeias
- FIPA** - Federação das Indústrias Portuguesas Agro-Alimentares
- FTIR** - Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier
- GREENUPORTO** - Centro de Investigação em Produção Agroalimentar Sustentável (Universidade do Porto)
- I&D** - Investigação e Desenvolvimento
- IBB** - Instituto de Bioengenharia e Biotecnologia
- IBET** - Instituto de Biologia Experimental e Tecnológica
- IDI** - Investigação, desenvolvimento e inovação
- INESC TEC** - Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência
- INIAV** - Ciência e Tecnologia dos Alimentos - Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.
- INL** - Laboratório Ibérico Internacional de Nanotecnologia
- Inovcluster** - Associação do Cluster Agro-Industrial do Centro
- IoT** - *Internet of Things*
- LEAF** - Centro de Investigação em Agronomia, Alimentos, Ambiente e Paisagem
- NMS** – Nova Medical School
- PIEP** - Polo de Inovação em Engenharia de Polímeros
- PortugalFoods** - Associação Integral – Intervenção de Excelência do Setor Agro-Alimentar
- QOPNA** - Química Orgânica, Produtos Naturais e Agroalimentares (Universidade de Aveiro)
- REQUIMTE** - Rede de Química e Tecnologia
- SIAC** - Sistema de Apoio a Ações Coletivas
- SPI** - Sociedade Portuguesa de Inovação
- UCP** - Universidade Católica Portuguesa
- ViniPortugal** - Organização Interprofissional do Vinho de Portugal
- WP** - *Work Programme*



# Índice

<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 O modelo de <i>Roadmap</i> selecionado .....	2
<b>2. Abordagem metodológica .....</b>	<b>5</b>
2.1 Trabalhos prévios .....	5
2.2 Descrição das atividades desenvolvidas .....	8
2.3 Estratégia para a elaboração do <i>Roadmap</i> Tecnológico.....	9
<b>3. Proposta de <i>Roadmap</i> Tecnológico para o setor agroalimentar .....</b>	<b>12</b>
3.1 Camadas constituintes do <i>Roadmap</i> Tecnológico .....	12
3.2 Percursos tecnológicos .....	33
3.3 Mapa Global .....	43
<b>4. Recomendações para atualização do <i>Roadmap</i> .....</b>	<b>46</b>
<b>5. Conclusões e observações .....</b>	<b>50</b>
<b>Referências.....</b>	<b>54</b>



# CAPÍTULO 1

## Introdução

## 1. Introdução

### 1.1 Enquadramento

Constituída com a visão estratégica de ser o parceiro de referência da fileira agroalimentar, a Associação Integrar – Intervenção de Excelência do Setor Agro-Alimentar (doravante designada por PortugalFoods) funciona como uma plataforma onde os associados e as demais empresas do setor estabelecem relações *win-win*, tendo como objetivo final a produção e partilha de conhecimento como suporte à inovação, à competitividade e à internacionalização. A missão da PortugalFoods perfila-se, assim, com o compromisso de reforçar a competitividade das empresas do setor agroalimentar através do aumento do seu índice tecnológico, promovendo a produção, transferência, aplicação e valorização do conhecimento orientado para a inovação, bem como promovendo a internacionalização das empresas do setor através da sua capacitação para a mesma e da identificação e captação de oportunidades.

Neste contexto, a PortugalFoods candidatou-se ao Sistema de Apoio a Ações Coletivas (SIAC) no âmbito do Aviso 02/SIAC/2019, com o projeto “PortugalFoods\_Qualifica”, que viu aprovado.

Este projeto tem como objetivo principal a sensibilização e dinamização do tecido empresarial do setor agroalimentar português através da implementação de iniciativas que contribuam para a produção

de informação e partilha de conhecimento sobre tendências, prioridades e boas práticas em temáticas emergentes.

O projeto supramencionado prevê a elaboração de um *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar português. De referir que, sendo um trabalho dividido em várias fases, a elaboração do Roadmap Tecnológico iniciou-se com o desenvolvimento, pela Sociedade Portuguesa de Inovação (SPI), de dois trabalhos anteriores, a saber:

- “Mapas/percursos tecnológicos para o setor agroalimentar”, que apresentou uma sistematização da informação recolhida sobre as principais macro tendências de mercado do setor agroalimentar, bem como sobre os produtos e as tecnologias/processos que deverão ser desenvolvidos/adotados pela indústria para lhes dar resposta. Este mapeamento permitiu o desenvolvimento de cinco percursos tecnológicos para o setor agroalimentar;
- “Prioridades para o setor agroalimentar ao nível da IDI”, que englobou a identificação das prioridades de IDI que se pudessem revelar como respostas às necessidades do setor agroalimentar, quer para concretizar tendências, quer tecnologias ou novos/melhorados produtos.

Tendo em conta a sua natureza, missão e experiência, a SPI apoiou também a PortugalFoods no desenvolvimento do presente documento denominado “*Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar português”.

O presente trabalho, que teve como base a informação que consta dos dois trabalhos anteriores, englobou a realização de uma sessão de trabalho para discussão e validação dos mapas/percursos tecnológicos e a definição de uma metodologia para atualização periódica da informação. Para além do presente capítulo introdutório, que inclui um enquadramento do projeto e a descrição do modelo de *Roadmap* selecionado, o presente documento descreve ainda:

- A abordagem metodológica utilizada que sustentou o desenvolvimento dos trabalhos, com indicação das fontes consultadas, das entidades envolvidas, das atividades realizadas, bem como da estratégia adotada para a elaboração do *Roadmap*;
- A proposta de *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar português, bem como as várias camadas constituintes e os percursos tecnológicos definidos;
- As recomendações para atualização do *Roadmap*;
- As principais conclusões e observações resultantes do presente trabalho.

## 1.2 O modelo de *Roadmap* selecionado

Um *Roadmap* Tecnológico é um documento estratégico que tem como principal função orientar as empresas ou um setor para conduzirem os seus recursos no sentido de viabilizarem o desenvolvimento de produtos e tecnologias críticas que permitam a consecução dos seus objetivos tecnológicos e de mercado. Assim, num *Roadmap* é geralmente definido um horizonte temporal e são identificados um ou mais caminhos críticos (denominados percursos tecnológicos) que vão permitir às empresas ou determinado setor atingirem os seus objetivos.

Existe uma variedade de modelos possíveis para a configuração dos *roadmaps* tecnológicos, devendo sempre selecionar-se o modelo que melhor responde às necessidades e realidades da empresa ou setor em causa. Para o presente trabalho, foi selecionado o modelo de *Roadmap* representado na Figura 1.

O modelo apresentado inclui quatro camadas (“*layers*”) que representam as componentes consideradas de maior importância para a elaboração do *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar português – Mercado, Produto, Tecnologia/Processo e Atividades de I&D.

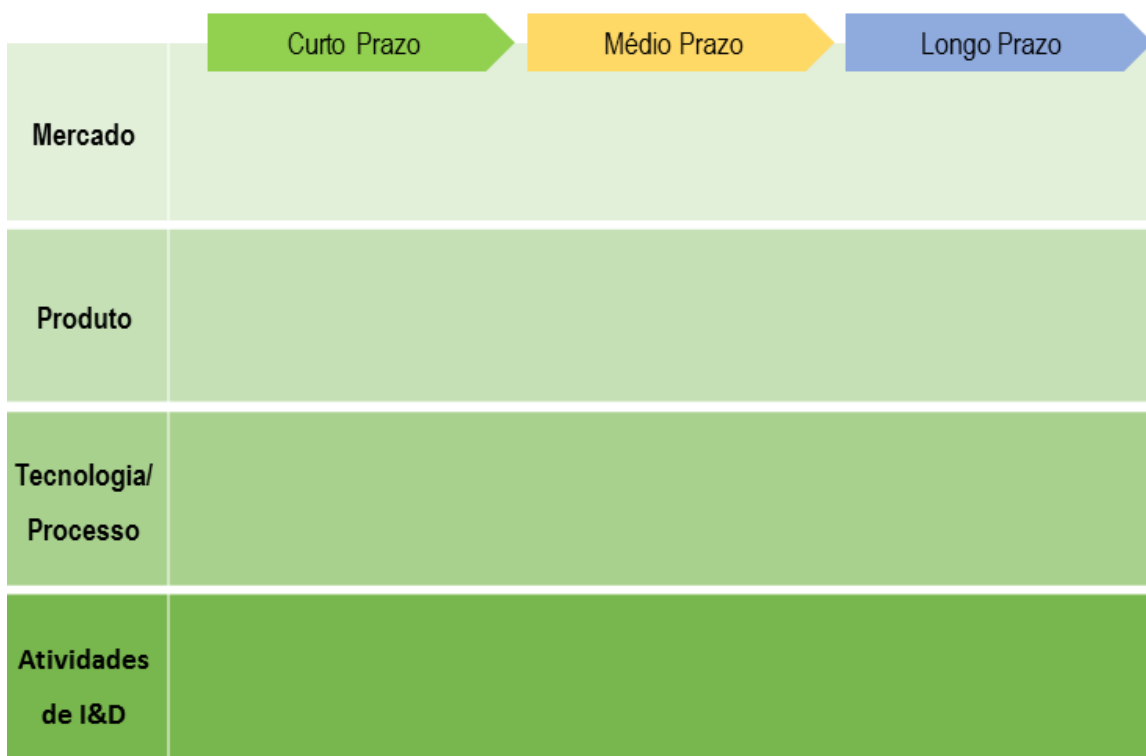


Figura 1. Modelo de *Roadmap* tecnológico utilizado

Apresenta-se de seguida uma breve explicação de cada camada do *Roadmap* (desenvolvida com maior detalhe no subcapítulo 3.1.):

- **Mercado:** contém as tendências/oportunidades de mercado existentes para as empresas do setor;
- **Produto:** apresenta os produtos que as empresas poderão desenvolver/melhorar com vista a dar resposta às oportunidades identificadas na camada mercado;

- **Tecnologia/Processo:** identifica as tecnologias/processos que terão de ser desenvolvidos e/ou adotados para ser possível obter os produtos identificados;
- **Atividades de I&D:** engloba as abordagens de investigação e de desenvolvimento necessárias à concretização das tecnologias/processos e produtos previstos.

Este modelo de *Roadmap* apresenta um horizonte temporal dividido em três fases: curto, médio e longo prazo.





## CAPÍTULO 2

Abordagem metodológica



## 2. Abordagem metodológica

O presente capítulo apresenta a abordagem metodológica adotada, que culminou com a elaboração e apresentação do *Roadmap* Tecnológico. Assim, no subcapítulo 2.1. são apresentados os trabalhos prévios desenvolvidos; no subcapítulo 2.2. apresentam-se os trabalhos desenvolvidos no presente projeto; e no subcapítulo 2.3 apresenta-se a estratégia adotada para a elaboração do *Roadmap*.

### 2.1 Trabalhos prévios

Conforme referido anteriormente, a recolha e sistematização de informação tendo em vista a preparação do *Roadmap* Tecnológico iniciou-se com o desenvolvimento de dois trabalhos anteriores, a saber: “Mapas/percursos tecnológicos para o setor agroalimentar” e “Prioridades para o setor agroalimentar ao nível da IDI”.

A abordagem metodológica utilizada nestes dois trabalhos baseou-se em dois pilares fundamentais:

- a) Recolha de informação através da análise de fontes bibliográficas relevantes;
- b) Realização de entrevistas a *stakeholders* relevantes com atividade no setor agroalimentar.

Relativamente à recolha de informação foram consultadas as seguintes tipologias de fontes de informação:

- **Relatórios de tendências:** foram analisados relatórios de tendências

internacionais produzidos por empresas de renome como a Mintel (multinacional britânica especializada em estudos de mercado) e a GlobalData (multinacional britânica focada na análise de tendências de mercado). A nível nacional foram analisados relatórios produzidos pela PortugalFoods. A análise destes relatórios contribuiu profundamente para a identificação das principais tendências de mercado e necessidades de produto;

- **Programa Horizonte Europa:** foi realizada uma análise do Regulamento e da Proposta de Decisão e respetivos anexos do Horizonte Europa, o que permitiu mapear as áreas de intervenção que serão priorizadas no âmbito setor agroalimentar. Estas áreas de intervenção permitiram inferir algumas das tendências e necessidades do setor agroalimentar para o período 2021-2027;
- **Programa Horizonte 2020:** foram analisadas as *calls* relevantes dos três *Work Programmes* (WP) (2014-2015, 2016-2017 e 2018-2020) desenvolvidas no âmbito do desafio societal “Segurança alimentar, agricultura e silvicultura sustentável, investigação marinha, marítima e de águas interiores, e bioeconomia”. A análise destas *calls* permitiu a identificação de tendências relevantes para o setor agroalimentar europeu, bem como de tecnologias e processos que se afiguram fundamentais para a implementação destas tendências;
- **Plataformas Tecnológicas Europeias (ETP) e outras iniciativas relevantes:** foram analisadas quatro Plataformas

Tecnológicas Europeias, nomeadamente “Food for Life”, “Forest-based Plants”, “Plants for the Future” e “TP Organics”, uma vez que agregam informação sobre as preferências do consumidor e sobre a investigação que tem vindo a ser realizada no âmbito do setor agroalimentar a nível europeu. Complementarmente, foram analisados documentos produzidos por outras duas iniciativas relevantes para o setor agroalimentar, nomeadamente o European Institute of Innovation & Technology for Food (EIT Food) e a European Federation of Food Science and Technology (EFFoST), o que contribuiu para a identificação das principais tendências para o setor agroalimentar;

- **Agendas Temáticas de Investigação e Inovação:** foi analisada a dimensão “i. Agroalimentar” da agenda “Agroalimentar, Florestas e Biodiversidade”. Esta análise permitiu mapear inovações tecnológicas relacionadas com o setor agroalimentar;
- **Agenda da Inovação para a Agricultura 2030:** foi realizada uma análise da informação disponível sobre este tema de modo a identificar as tendências que possam ter impacto no setor agroalimentar;

- **Projetos aprovados no Portugal 2020:** foram analisados os principais projetos aprovados no âmbito deste programa relacionados com o setor agroalimentar. A análise destes projetos revelou-se particularmente relevante para a identificação dos novos produtos e processos/ tecnologias em desenvolvimento, com relevância para o setor;
- **Artigos científicos e revistas especializadas no setor agroalimentar:** foi realizada uma revisão da literatura, incluindo a análise de artigos publicados em bases de dados de publicações científicas de renome como a Elsevier e a Springer. Complementarmente, foram analisados artigos publicados em revistas conceituadas no âmbito do setor agroalimentar, como é o caso da New Food Magazine.

Quanto às entrevistas realizadas (identificadas nas Tabelas 1 e 2), estas foram essenciais para complementar a informação recolhida através das fontes de informação supramencionadas. Na interação com os *stakeholders*, foram envolvidos os seguintes:

**Representantes de entidades com profundos conhecimentos sobre as realidades do setor agroalimentar:** estas entidades possuem um conhecimento amplo sobre as necessidades atuais e futuras do setor agroalimentar. Nesse sentido, o seu papel revelou-se fundamental na definição e validação das tendências tecnológicas para o setor e da sua importância, bem como do respetivo horizonte temporal em que se enquadram.

**Entidades do Sistema Científico e Tecnológico nacional que realizam atividades de I&D no âmbito do setor agroalimentar:** estas entidades dedicadas à I&D possuem um profundo conhecimento sobre as tendências tecnológicas, pois são estas entidades que as ajudam a definir e a alcançar. A interação com estes *stakeholders* foi essencial para recolher informação relacionada com a identificação das tecnologias (existentes e em desenvolvimento) bem como para a definição das atividades de I&D que serão desenvolvidas a curto, médio e longo prazo.

**Tabela 1.** Entrevistas realizadas a representantes de entidades com profundos conhecimentos sobre as realidades do setor agroalimentar

Entidade	Pessoa Entrevistada
ANICP – Associação Nacional dos Industriais de Conservas de Peixe	Isabel Tato
ANIL – Associação Nacional dos Industriais de Lacticínios	Maria Cândida Marramaque
APN – Associação Portuguesa de Nutrição	Helena Real
FIPA – Federação das Indústrias Portuguesas Agro-Alimentares	Pedro Queiroz
Inovcluster – Associação do Cluster Agro-Industrial do Centro	Natacha Pinto
PortugalFoods – Associação Integralar – Intervenção de Excelência do Setor Agro-Alimentar	Deolinda Silva
ViniPortugal – Organização Interprofissional do Vinho de Portugal	Sónia Vieira

**Tabela 2.** Entrevistas realizadas às Entidades do Sistema Científico e Tecnológico Nacional

Centro de investigação	Pessoa entrevistada
CBMA - Centro de Biologia Molecular e Ambiental (Universidade do Minho)	Fernanda Cássio
CBQF - Centro de Biotecnologia e Química Fina (Universidade Católica Portuguesa)	Manuela Pintado
CCMAR - Centro de Ciências do Mar (Universidade Algarve)	João Varela
CEB - Centro de Engenharia Biológica (Universidade do Minho)	José Teixeira
CECAV – Centro de Ciência Animal e Veterinária (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro)	Cristina Guedes
Centro de Investigação em Agronomia, Alimentos, Ambiente e Paisagem (LEAF) – grupo 3 Food & Feed (Instituto Superior de Agronomia - Universidade de Lisboa)	Anabela Raymundo
CIEPQPF - Centro de Investigação em Engenharia dos Processos Químicos e dos Produtos da Floresta (Universidade de Coimbra)	Hermínio Sousa
Ciência e Tecnologia dos Alimentos - Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. (INIAV)	João Lima
CIMO – Centro de Investigação de Montanha (Instituto Politécnico de Bragança)	José Alberto Pereira
CISAS - Centro de Investigação e Desenvolvimento em Sistemas Agroalimentares e Sustentabilidade (Instituto Politécnico de Viana do Castelo)	Manuela Vaz Velho
CITAB - Centro de Investigação e de Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro)	Ana Barros
GREENUPORTO – Centro de Investigação em Produção Agroalimentar Sustentável (Universidade do Porto)	Luís Cunha
iBET - Instituto de Biologia Experimental e Tecnológica	Rosário Bronze
INESC TEC - TEC4AGRO-FOOD e TEC4Industry	André Sá Américo Azevedo
INL – Laboratório Ibérico Internacional de Nanotecnologia	Lorenzo Pastrana
Instituto de Bioengenharia e Biociências (IBB) (Instituto Superior Técnico - Universidade de Lisboa)	Isabel Sá Correia
Nova Medical School (NMS) CINTESIS (Universidade Nova de Lisboa)	Maria da Conceição Calhau
PIEP - Polo de Inovação em Engenharia de Polímeros	David Conceição
QOPNA - Química Orgânica, Produtos Naturais e Agroalimentares (Universidade de Aveiro)	Manuel António Coimbra
REQUIMTE – Rede de Química e Tecnologia	Victor Freitas

Como resultado dos trabalhos de recolha e sistematização de informação obteve-se: a definição das principais macro tendências de mercado do setor agroalimentar; a definição dos principais produtos e das tecnologias/processos que deverão ser desenvolvidos/adotados pela indústria para lhes dar resposta; o desenvolvimento de mapas/percursos tecnológicos preliminares e a definição das prioridades ao nível da IDI para o setor agroalimentar.

## 2.2 Descrição das atividades desenvolvidas

Com base na informação que consta dos dois trabalhos anteriores, no presente trabalho procedeu-se à revisão da informação produzida, o que permitiu refinar a definição dos elementos constituintes das diferentes quatro

camadas do *Roadmap* (Mercado, Produto, Tecnologia/Processo e Atividades de I&D) e o estabelecimento das relações existentes entre os diferentes elementos, dando origem ao *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar português.

Face ao exposto, o desenvolvimento do *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar português envolveu a realização das atividades apresentadas esquematicamente na Figura 2.

Nesta figura são apresentadas as várias interações e atividades desenvolvidas sequencialmente, desde a revisão dos dois trabalhos anteriores até ao desenvolvimento e apresentação do *Roadmap* Tecnológico.

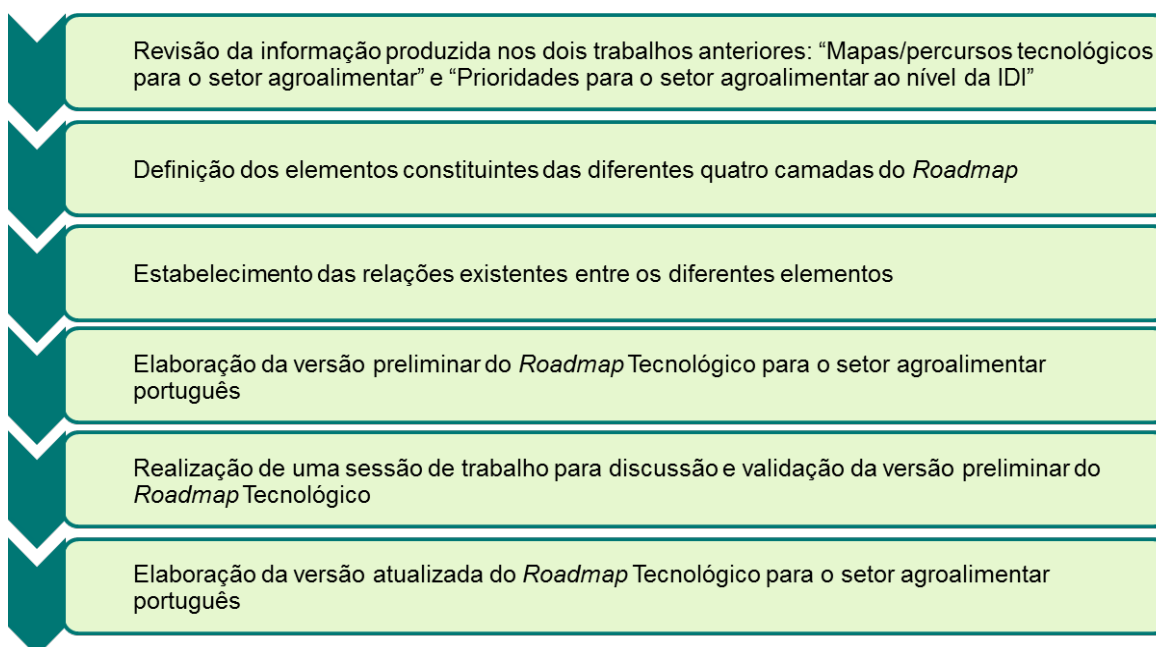


Figura 2. Atividades desenvolvidas

Conforme explicitado na figura anterior, no âmbito dos trabalhos realizados foi organizada uma sessão de trabalho para discussão e validação da versão preliminar do *Roadmap* Tecnológico.

Foram convidados para esta sessão de trabalho os seguintes atores relevantes, selecionados tendo em consideração o seu profundo e abrangente conhecimento das realidades e perspetivas do setor:

- Anabela Raymundo, ISA;
- José Teixeira, CEB;
- Lorenzo Pastrana, INL;
- Manuela Pintado, CBQF – UCP;
- Miguel Teixeira, Colab4Food;
- Víctor Freitas, REQUIMTE;
- Teresa Carvalho e Deolinda Silva, PortugalFoods.

A sessão de trabalho foi realizada no dia 18 de novembro de 2020, pelas 11h, através da plataforma ZOOM. Nesta sessão a versão preliminar do *Roadmap* foi apresentada, tendo sido recolhidos contributos e sugestões de alteração.

Com base nas sugestões recolhidas, procedeu-se à elaboração da versão atualizada do *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar português, apresentado no subcapítulo “3.3. Mapa Global”.

### 2.3 Estratégia para a elaboração do *Roadmap* Tecnológico

Tal como apresentado anteriormente, o modelo de *Roadmap* adotado inclui quatro camadas – Mercado, Produto, Tecnologia/

Processo e Atividades de I&D – e apresenta um horizonte temporal dividido em três momentos – curto-prazo (até 1 ano), médio-prazo (até 3 anos) e longo prazo (até 7 anos).

Tendo como base o exposto, o processo de elaboração do *Roadmap* Tecnológico compreendeu os seguintes passos:

1. Identificação das necessidades de mercado, que têm como base as tendências definidas para o setor agroalimentar;
2. Organização das necessidades de mercado de acordo com o horizonte temporal definido (curto, médio e longo prazo);
3. Definição das necessidades de produto que deverão constar na oferta do setor agroalimentar e que respondem às necessidades de mercado;
4. Identificação das tecnologias e processos inovadores que permitam a obtenção de novos produtos;
5. Identificação das atividades de I&D necessárias à concretização das tecnologias/ processos e produtos previstos;
6. Definição de um conjunto de percursos tecnológicos que ligam as diferentes camadas e os vários elementos constituintes das mesmas.

Assim sendo, a estratégia assumida para desenvolver o *Roadmap* Tecnológico teve por base o princípio de que as oportunidades de **mercado** para as empresas do setor agroalimentar português

estão diretamente relacionadas com as tendências identificadas para o setor, que são profundamente relevantes para o futuro da indústria agroalimentar no curto, médio e longo prazos. Assim, foi também definido o horizonte temporal, onde as tendências foram classificadas em curto-prazo, médio-prazo e longo prazo.

As tendências de mercado estão associadas a determinadas necessidades de **produto**, as quais resultam maioritariamente do desejo dos consumidores de terem acesso a produtos que possam ir ao encontro das suas preferências e que contribuam para tornar a sua vida melhor em diferentes aspetos.

A satisfação das necessidades de produto depende da adoção e/ou desenvolvimento de **tecnologias e processos** inovadores

que permitam a obtenção de novos produtos.

Por último, surgem as **atividades de I&D** que identificam as abordagens de investigação e de desenvolvimento necessárias à concretização das tecnologias/ processos e produtos previstos.

Após a definição dos vários elementos constituintes das diferentes quatro camadas, foram definidos os percursos tecnológicos (*technology paths*) que permitiram analisar e estabelecer as ligações e interdependências entre as diferentes camadas e que representam caminhos genéricos a percorrer pelas empresas do setor agroalimentar português desde a fase de I&D e desenvolvimento tecnológico até à fase de mercado.





## CAPÍTULO 3

Proposta de *Roadmap* Tecnológico  
para o setor agroalimentar

### 3. Proposta de *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar

Este capítulo apresenta o *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar português, que constitui o principal resultado do presente trabalho. O subcapítulo 3.1. apresenta de forma individualizada as várias camadas e respetivos elementos constituintes do *Roadmap* Tecnológico. Por sua vez no subcapítulo 3.2. são descritos os vários percursos tecnológicos que constam do *Roadmap* e que traduzem as ligações e interdependências entre as várias camadas e os seus elementos constituintes. Finalmente no subcapítulo 3.3. é apresentado o mapa global que ilustra o *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar português.

#### 3.1 Camadas constituintes do *Roadmap* Tecnológico

Para cada camada do *Roadmap*, foram definidos os seus elementos constituintes, bem como as razões subjacentes ao seu surgimento, a sua relevância e o respetivo horizonte temporal. Apresentam-se de seguida os elementos constituintes de cada camada do *Roadmap*. De referir que os elementos constituintes de cada camada estão descritos de forma mais detalhada nos dois trabalhos desenvolvidos anteriormente e previamente referidos.

#### 3.1.1 Mercado

Foram identificadas 10 tendências de mercado no âmbito do setor agroalimentar, as quais são seguidamente apresentadas:

- **Alternativas a ingredientes prejudiciais para a saúde:** O consumo excessivo de açúcar, sódio e gorduras saturadas contribui para o desenvolvimento de problemas alimentares e de saúde, incluindo obesidade, diabetes e doenças cardiovasculares. Assim, diversas organizações mundiais de renome e vários governos lançaram recomendações e medidas para a redução do consumo excessivo de açúcar, sal e gorduras saturadas. Por sua vez, os consumidores estão cada vez mais conscientes dos malefícios deste tipo de ingredientes pelo que se verifica uma crescente procura por produtos alimentares com reduzidos, ou mesmo nulos, níveis de açúcar, sal e gorduras saturadas, mas que incluam outros ingredientes que ofereçam sabores e texturas similares (EDLONG, 2019), (PortugalFoods, 2017).
- **Dietas *low-carb*:** As dietas *low-carb* consistem numa menor ingestão de carboidratos, pelo que fomentam o consumo de carne, peixe, ovos, manteiga e óleos, frutos e sementes oleaginosas e água. O consumo de carboidratos e de açúcar é desencorajado no âmbito deste tipo de dieta. Estas dietas têm um impacto positivo na perda de peso, na redução dos níveis de colesterol, bem como na diminuição do nível de açúcar no

sangue e dos níveis de insulina. De referir que se verifica uma consciencialização crescente da necessidade de adoção de estilos de vida que permitam prevenir e reduzir o número de pessoas com diabetes e com problemas de obesidade, o que potencia o surgimento de oportunidades para o desenvolvimento de novos produtos e dietas *low-carb* (Mintel & PortugalFoods, 2020), (Maricato, 2020).

- **Clean label:** A procura por alimentos mais simples e menos processados é uma das principais tendências de consumo, à qual está associado o conceito de *clean label*. Para o consumidor, *clean label* tipicamente significa: ausência de aditivos químicos perigosos, natural/ orgânico; e ausência de organismos geneticamente modificados, sem alergénios, minimamente processados, com poucos ingredientes, em embalagem transparente (que permite ver através da embalagem). Os produtos *clean label* permitem que os consumidores conheçam, com transparência, os ingredientes incluídos em cada produto, bem como os seus processos de produção (PortugalFoods, 2017).
- **Saúde e bem-estar:** É cada vez mais aceite pelos consumidores que os alimentos não têm apenas a função de saciar e fornecer nutrientes, mas também a de prevenir doenças e melhorar o seu bem-estar. Neste sentido, o conceito de alimentos funcionais tem vindo a ganhar cada vez mais relevância, uma vez que estes afetam benéficamente uma ou mais

funções do corpo e, como tal, são relevantes para uma melhoria do estado de saúde e/ou para a redução do risco de doença. A este nível destacam-se os alimentos com benefícios comprovados ao nível da saúde intestinal (preservação da flora intestinal) e da saúde mental (como o sono, a concentração e a energia mental), bem como os produtos com ingredientes com propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias ou com impacto positivo nas doenças cardiovasculares ou na osteoporose, entre outras patologias (Mintel & PortugalFoods, 2020) (Nestlé Portugal, 2011).

- **Alimentação personalizada:** Os produtos alimentares não devem ter apenas em conta questões demográficas, como a idade e o género, mas também aspetos ligados aos diferentes estilos de vida e necessidades nutricionais da população. Neste contexto, os consumidores procuram cada vez mais alimentos adaptados às suas próprias necessidades e estilo de vida, o que leva a que a alimentação à medida seja perspetivada como uma tendência relevante. Tal potencia o surgimento de produtos sem alérgenos, produtos para pessoas com intolerâncias alimentares, alimentos relacionados com fitness, entre outros (PortugalFoods, 2017), (GlobalData & PortugalFoods, 2019). Por outro lado, o conceito de alimentação adaptada às necessidades de cada indivíduo em particular, tendo em consideração (para além das suas especificidades de saúde, sociais e culturais) as suas características genéticas, perspetiva-se como a evolução

natural da alimentação personalizada (Ueland et al., 2020).

- **Dietas *plant based* e *meat free*:** As dietas *plant based* e *meat free* promovem a diminuição radical do consumo de proteína animal, bem como de todos os alimentos/ ingredientes de origem animal. Nestas dietas, alimentos que, muitas vezes, assumem papéis secundários ou de acompanhamento nas dietas tradicionais passam a assumir um papel central. Tal é o caso das frutas, vegetais, tubérculos, leguminosas, cereais, oleaginosas e sementes. Estas dietas procuram também fomentar questões de sustentabilidade e ética, uma vez que promovem o aumento do consumo de proteína vegetal e a diminuição do consumo de alimentos industrializados e com elevada pegada ecológica. Assim, as dietas *plant based* e *meat free* estão associadas a um estilo de vida focado no consumo de produtos alimentares simples, naturais e saudáveis (British Nutrition Foundation, 2019). Adicionalmente, as preocupações com a saúde são também uma das motivações para a adoção de dietas *plant based* e *meat free*, uma vez que se considera que estas permitem reduzir problemas de saúde associados ao consumo elevado de carne vermelha, bem como de alimentos processados ricos em sal, açúcar e gorduras (Comissão Europeia, 2020).
- ***Eat-on-the-go*:** Alinhado com um estilo de vida cada vez mais agitado e frenético, o desenvolvimento de *snacks* e os alimentos de conveniência têm vindo a ganhar cada vez mais importância

(Maricato, 2020). Assim, considerando que as sociedades modernas experienciam padrões de vida cada vez mais acelerados, prevê-se um crescimento da tendência da realização de refeições *on-the-go*. Neste sentido, é expectável um aumento de consumo de alimentos como os *snacks*, bem como de outros alimentos – com destaque para os alimentos saudáveis – que possam ser consumidos de forma rápida e prática (Maricato, 2020), (Skoda, 2017), (Revel Systems, 2020).

- **Sabores inovadores:** Os consumidores procuram cada vez mais novas experiências gastronómicas que incluam novos sabores. A procura por novos sabores é uma tendência particularmente relevante para os *millennials*, os quais são cada vez mais adeptos de sabores experimentais. Deste modo, a criação de novas experiências gastronómicas através da introdução de novos sabores em produtos já existentes, da incorporação de sabores étnicos, ou da criação de sabores experimentais releva-se como uma tendência particularmente relevante para a população mais jovem. Assim, a globalização desta tendência apresenta um elevado potencial de evolução (PortugalFoods, 2017).
- **Sustentabilidade:** A insuficiência de alimentos, as alterações climáticas, a escassez de recursos essenciais como a água, a energia e o solo fértil, bem como a ameaça à preservação ambiental são alguns dos desafios que se colocam ao atual sistema alimentar global. Neste contexto, os consumidores estão cada vez



mais conscientes da necessidade de adoção de hábitos alimentares e comportamentos de compra mais sustentáveis (Zegler, 2019). Deste modo, verifica-se uma procura crescente por parte dos consumidores de uma nutrição sustentável (*eco-dieting*) visando reduzir o impacto da alimentação humana no meio ambiente (Mintel & PortugalFoods, 2020). Adicionalmente, os consumidores estão cada vez mais conscientes dos malefícios da utilização de plástico para o meio ambiente e para os ecossistemas, pelo que procuram produtos com embalagens 100% recicláveis ou desenvolvidas a partir de matérias-primas alternativas ao plástico (ABC Packaging, 2020).

- **Food integrity:** O conceito de *food integrity* determina que os alimentos devem estar íntegros, inalterados ou em perfeitas condições quando chegam ao consumidor. Assim, os consumidores devem ter direito a consumir alimentos seguros, autênticos e nutritivos, os quais são produzidos através de sistemas de produção sustentáveis.

Em diversos países existem regulamentos que proíbem a deturpação de alimentos e visam promover a segurança alimentar, a autenticidade e a transparência. Não obstante, devido à globalização, torna-se cada vez mais complexo definir a autenticidade dos produtos alimentares, bem como garantir a sua segurança (Colebrook, 2020).

Neste contexto, o desenvolvimento de soluções tecnológicas e de processos que permitam fomentar a *food integrity* é uma das principais tendências transversais a todo o setor agroalimentar.

As tendências de mercado identificadas foram classificadas de acordo com o seu horizonte temporal. Assim, tal como pode ser observado através da Figura 3, as tendências foram classificadas em curto-prazo (até 1 ano), médio-prazo (até 3 anos) e longo prazo (até 7 anos).

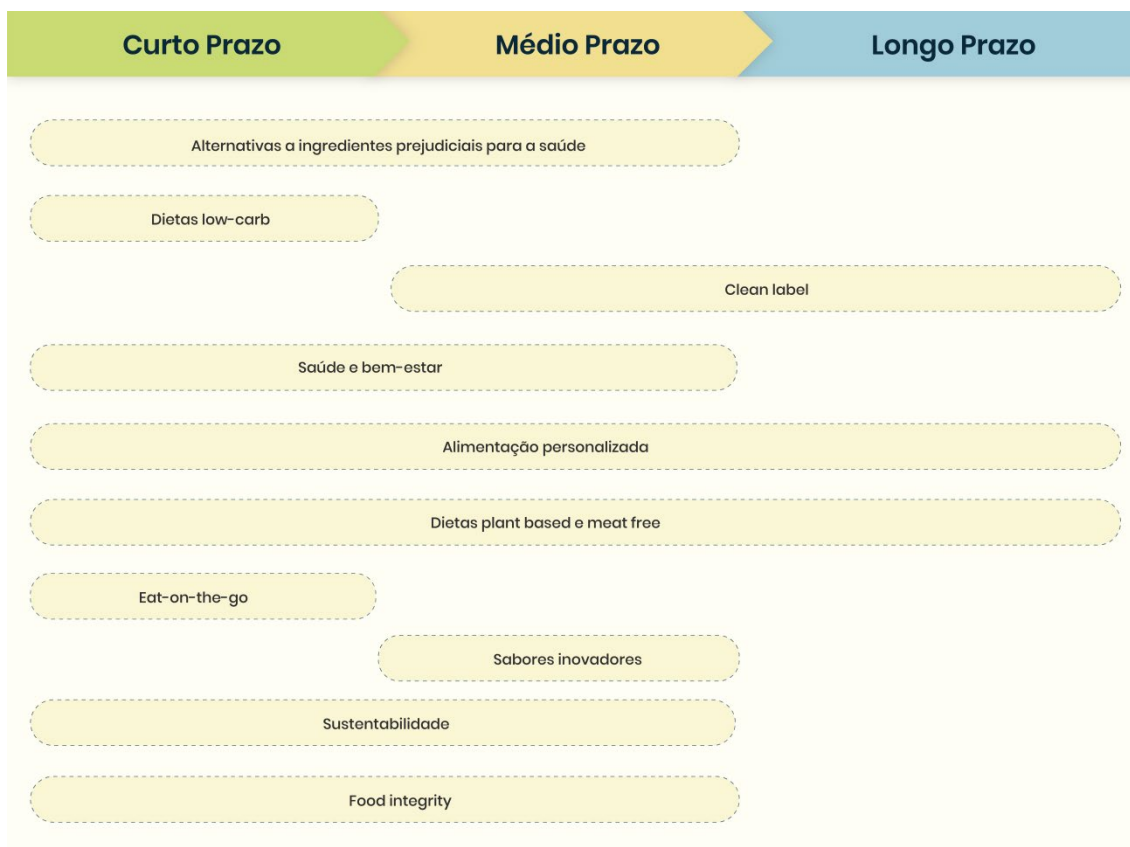


Figura 3. Horizonte temporal das tendências identificadas

Começando pela tendência “Alternativas a ingredientes prejudiciais para a saúde”, esta é uma tendência que se situa entre o curto e o médio prazo. De facto, apesar de existir já um número crescente de consumidores que reconhecem a necessidade de consumirem produtos alimentares com baixo teor de sal, açúcar e gorduras não saudáveis (curto prazo), muitas das soluções existentes ainda não cumprem as exigências dos consumidores ao nível da perceção sensorial (sabor e textura). Deste modo, a indústria agroalimentar tendo vindo já a explorar a incorporação de substitutos mais saudáveis do açúcar, sal e gorduras para a saúde; no entanto, ainda se perspetiva uma futura tendência de mercado (médio prazo) consubstanciada na procura de novos

produtos e processos/ tecnologias que possam estar mais alinhados com as necessidades dos consumidores em termos de perceção sensorial.

Por sua vez, as “Dietas *low carb*” afiguram-se como uma tendência de curto-prazo uma vez que atualmente já se verifica uma procura efetiva por produtos e soluções de tecnologias/processos que permitam a substituição dos carboidratos por outros ingredientes. Assim, e sendo ainda expectável que o futuro desta tendência passe por uma ampliação da gama de produtos disponíveis, trata-se de uma tendência que é já uma realidade no curto-prazo.

Já o “*Clean label*” é uma tendência que se considera que se verificará no médio e

longo prazos. Apesar de existirem já alguns consumidores que reconhecem os benefícios do consumo de produtos mais naturais e procuram por opções mais *clean*, esta é uma tendência que ainda não se encontra sedimentada, sendo expectável o seu crescimento e sedimentação no médio-prazo. Sendo uma área bastante abrangente e com vários conceitos que é ainda necessário massificar no contexto industrial, é uma tendência que se estende também para o longo-prazo.

Relativamente à tendência “Saúde e bem-estar”, esta, tal como a tendência “Alternativas a ingredientes prejudiciais para a saúde”, posiciona-se entre o curto e o médio prazo. Apesar de já se verificar uma consciencialização dos consumidores para o consumo de produtos funcionais, esta tendência ainda tem algumas vertentes pouco exploradas. Como tal, verifica-se a necessidade de ampliação da gama de produtos funcionais, bem como do estudo e incorporação de outros ingredientes que possam ser benéficos para diferentes tipos de patologias, o que dará origem a novas tendências de consumo a médio-prazo.

A tendência “Alimentação personalizada” é uma tendência transversal ao curto, médio e longo prazos. Se, por um lado, a alimentação para grupos com características comuns já é uma tendência sedimentada; por outro, a alimentação focada no indivíduo apenas se afigura como uma realidade de longo-prazo devido aos diversos desafios de tecnologias e processos associados ao seu desenvolvimento e massificação.

Similarmente à “Alimentação personalizada”, a tendência “Diets *plant based* e *meat free*” é transversal ao curto, médio e longo prazos. Tal como mencionado, o número de pessoas que seguem dietas *veggie* tem vindo a aumentar nos últimos anos, o que se traduziu no crescimento da procura por alternativas à proteína animal. Assim, apesar de no curto-prazo já existir uma tendência de consumo associada a alternativas baseadas em proteína vegetal, perspectiva-se que alternativas mais inovadoras, como as proteínas cultivadas em laboratório, apenas correspondam a tendências de consumo no longo-prazo, devido aos desafios que acarretam quer a nível de tecnologia e de processos, quer a nível de aceitação dos consumidores.

Por sua vez, o “*Eat-on-the-go*” foi considerado como uma tendência de curto-prazo uma vez que este já se encontra bem sedimentado enquanto tendência relevante para as sociedades modernas. Assim, os consumidores já reconhecem o benefício do consumo de snacks ou de alimentos de conveniência e procuram cada vez mais estes alimentos enquanto substitutos saudáveis das refeições tradicionais. Como tal, perspectiva-se que o futuro desta tendência passe por um alargamento desta gama de produtos, sendo, no entanto, uma tendência que já se verifica de forma clara no curto-prazo.

Os “Sabores inovadores” foram considerados como uma tendência de médio-prazo uma vez que, apesar de se verificar uma procura crescente por produtos alimentares com sabores



inovadores, esta ainda se afigura como tendência de nicho (principalmente relevante para os *millennials*). Deste modo, é expectável que esta tendência venha a ganhar cada vez mais relevância no médio-prazo, deixando de ser apenas uma tendência de nicho.

No que diz respeito à “Sustentabilidade” esta afigura-se como uma tendência de curto e médio prazos. Apesar de a maioria dos consumidores já reconhecer a necessidade do consumo de produtos alimentares que sejam sustentáveis (curto-prazo), é necessário que a indústria agroalimentar seja capaz de incorporar várias tecnologias e processos que garantam a sustentabilidade dos produtos ao longo de toda a cadeia de valor, prolongando-se, portanto, esta tendência para o médio-prazo.

Por fim, a “*Food integrity*” é uma tendência fundamental que se posiciona entre o curto-prazo e o médio-prazo. De facto, existe um reconhecimento crescente da necessidade de garantir (já no curto-prazo) que os consumidores têm acesso a alimentos seguros, em bom estado de conservação e nutritivos. No entanto, perspetiva-se ainda para o médio prazo um conjunto adicional de preocupações associadas à rastreabilidade e autenticidade dos produtos, às quais está associada a implementação de novas tecnologias que terão impacto relevante na cadeia de valor do setor.

### 3.1.2 Produto

No que diz respeito à camada de “Produto”, apresentam-se de seguida as 16 necessidades identificadas. De referir que se optou por ordenar as necessidades de produto de acordo com a sua associação às tendências de mercado anteriormente descritas.

- **Produtos alimentares com baixo teor de açúcar:** Atualmente existem várias soluções para a redução de açúcar em alimentos, as quais incluem a incorporação de edulcorantes e agentes que conferem volume e estrutura aos alimentos. Desta forma, os açúcares simples podem ser substituídos por edulcorantes intensos, tais como aspartame, sucralose ou stevia, os quais têm uma capacidade adoçante muito superior à sacarose e na maior parte dos casos não são metabolizados pelo organismo humano. Assim, estes substitutos possibilitam a obtenção de alimentos com baixo teor calórico, mantendo a mesma capacidade adoçante (Burgos et al., 2016). O mel, o açúcar de coco, e o xarope de aveia afiguram-se igualmente como soluções para a substituição do açúcar nos alimentos (PortugalFoods, 2017).
- **Produtos alimentares com baixo teor de sal:** Atualmente a redução dos níveis de sal nos alimentos tornou-se um dos principais objetivos das organizações de saúde pública e da indústria agroalimentar a nível mundial. Não obstante, o sal exerce múltiplas funções tecnológicas e sensoriais nos alimentos e a sua redução tem um grande impacto em propriedades

como sabor, textura e vida útil (Liem et al., 2011). Como forma de colmatar as dificuldades associadas à redução do teor de sal nos alimentos, nos últimos anos a indústria agroalimentar tem vindo a apostar na incorporação de substitutos do sal ou redução da quantidade de sal adicionado, complementada com a incorporação de intensificadores de sabor, que alteram a perceção do salgado.

- **Produtos alimentares com baixo teor de gordura:** A indústria agroalimentar tem vindo a apostar na substituição de gordura em alimentos através do desenvolvimento de novas formulações com ingredientes e aditivos alimentares que são adicionados durante o processo de fabrico e que permitem manter as características físico-químicas e sensoriais dos produtos alimentares. Adicionalmente, a utilização de óleos naturais, como o óleo de coco, também se afigura como uma forma de substituição da gordura nos alimentos, a qual deverá continuar a ser explorada (Doremus, 2016).
- **Produtos alimentares com baixo teor de carboidratos:** Devido à procura crescente por alimentos com baixo teor de carboidratos, atualmente muitas empresas a nível mundial estão a reduzir o teor de carboidratos em produtos alimentares como a cerveja, os cereais, as bolachas e os alimentos para desportistas. Os carboidratos simples podem ser substituídos pela incorporação de fibra, a qual pode ser encontrada em ingredientes como o grão-de-bico, o feijão-de-lima e as lentilhas (Haris, 2019). Por outro lado, os carboidratos podem também ser

substituídos por proteína. Os alimentos ricos em proteína são mais ricos em nutrientes do que os alimentos açucarados, sendo que proporcionam uma elevada sensação de saciedade (Bell, 2018).

- **Produtos alimentares com redução/ eliminação de conservantes sintéticos:** Os consumidores procuram cada vez mais produtos alimentares naturais ao invés de produtos ultra processados. Neste sentido, o setor agroalimentar tem vindo a explorar alternativas à utilização de conservantes sintéticos, uma vez que a alguns destes compostos são associados possíveis efeitos prejudiciais para a saúde humana. Deste modo, a utilização de conservantes de origem natural tem vindo a ganhar cada vez mais aceitação enquanto substitutos dos conservantes sintéticos. A utilização de antimicrobianos e antioxidantes naturais obtidos a partir de extratos de vegetais, visa, assim, reduzir problemas relacionados com alterações de sabor, cheiro, cor; diminuição do tempo de prateleira dos produtos; assim como com a formação de compostos secundários, potencialmente tóxicos para o consumidor (Manikkam, 2018).
- **Produtos alimentares com redução/ eliminação de corantes sintéticos:** Os corantes artificiais são, geralmente, utilizados para decorar alimentos. As crescentes preocupações dos consumidores com a segurança alimentar e o aumento da procura por alimentos com menos ingredientes artificiais, levaram a indústria agroalimentar a explorar a utilização de corantes naturais

ao invés de corantes artificiais (SpendEdge, 2018). Os corantes naturais atualmente utilizados derivam de uma ampla gama de fontes, como especiarias, frutas, vegetais, ervas, cascas, raízes, folhas, carne, peixe, ovos e laticínios.

- **Produtos alimentares que contribuam para a manutenção da flora intestinal:**

Verifica-se a existência de uma procura crescente por produtos alimentares que contribuam para a manutenção da flora intestinal. Por este motivo, a indústria agroalimentar tem vindo a desenvolver cada vez mais produtos orientados para dar resposta a esta preocupação, os quais passam, muitas vezes, pela utilização de probióticos e prebióticos, bem como de alimentos fermentados. O consumo de alimentos com probióticos, bem como de produtos fermentados, permite fomentar a preservação do microbioma intestinal, bem como prevenir inflamações intestinais. Por sua vez, o consumo de fibra prebiótica permite estimular a multiplicação de bactérias benéficas no intestino (Medical News Today, 2019), (Macmillan, 2019), (Mintel & PortugalFoods, 2020).

- **Produtos alimentares que fomentem a saúde mental:**

A indústria agroalimentar tem vindo a explorar a inclusão de determinados componentes como forma de potenciar a saúde mental, nomeadamente a incorporação de adaptogénicos e nervinas nos produtos alimentares para reduzir os níveis de stress; a utilização de nootrópicos, como vitamina B e colina, para fomentar a capacidade cognitiva e a energia física; a

utilização de hidratos de carbono como promotores de aspetos do desempenho mental; e o desenvolvimento de produtos com cafeína que promovam o desempenho cognitivo (Mintel & PortugalFoods, 2020), (Nestlé Portugal, 2011).

- **Produtos alimentares que contenham propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias:**

Diversos estudos têm vindo a demonstrar que determinados alimentos ou bebidas podem ter efeitos anti-inflamatórios. O consumo de alimentos como tomate, azeite, vegetais de folhas verdes, nozes e peixes gordos tem assim um impacto positivo na saúde humana, sendo que os consumidores estão cada vez mais conscientes dos benefícios associados ao consumo destes alimentos (Harvard Women's Health Watch, 2018). Por sua vez, os antioxidantes também compreendem fitoalexinas antimicrobianas ou antifúngicas, as quais permitem promover defesas contra a invasão de patógenos. Deste modo, os antioxidantes têm um efeito positivo na mitigação dos efeitos de doenças cardiovasculares, bem como na prevenção dos efeitos do envelhecimento (Griffiths et al., 2016).

- **Outros produtos alimentares funcionais:**

Os consumidores procuram cada vez mais produtos que tenham efeitos positivos para uma determinada patologia ou que contribuam para o seu bem-estar. Assim, surge o desenvolvimento de produtos funcionais, por exemplo com incorporação de ácidos gordos ómega 3 (uma vez que a

deficiência em ómega 3 aumenta o risco da ocorrência de doenças cardíacas, alterações neurológicas, declínio cognitivo, dificuldades de aprendizagem, diminuição da acuidade visual, entre outros), fibras solúveis (importantes para a manutenção da saúde cardiovascular, uma vez que permitem reduzir as concentrações de colesterol), alimentos com cálcio (fundamentais para a saúde dos ossos do corpo, bem como o controle da pressão arterial), produtos de re-hidratação oral para atletas (que permitem o rápido esvaziamento gástrico, bem como obter uma melhor retenção de água e regulação térmica, que melhora o desempenho físico e atrasa a fadiga) (Nestlé Portugal, 2011).

- **Soluções alimentares para grupos com necessidades específicas:** Os consumidores tendem a identificarem-se com determinados grupos que partilham necessidades alimentares específicas como, por exemplo, crianças, grávidas, idosos, desportistas, pessoas com alergias ou intolerâncias alimentares, entre outros (Mintel & PortugalFoods, 2018). Assim, a indústria agroalimentar tem vindo a apostar cada vez mais no desenvolvimento de produtos estratificados, isto é, produtos dedicados a determinados grupos de consumidores com necessidades específicas.
- **Soluções alimentares focadas no indivíduo:** A alimentação personalizada e adaptada às necessidades do indivíduo é uma temática que tem vindo a obter uma especial atenção por parte da comunidade científica e da indústria agroalimentar.

Esta tendência tem como base a premissa de que cada indivíduo tem necessidades alimentares distintas devido a questões genéticas, de saúde, culturais, sociais e, como tal, necessita de produtos alimentares específicos para satisfazer as suas necessidades. Porém, o desenvolvimento de soluções alimentares focadas no indivíduo ainda se afigura como uma necessidade de longo-prazo, uma vez que a produção em massa de alimentos personalizados não se afigura, atualmente, como uma solução viável (Ueland et al., 2020), (Hoffmann et al., 2020), (Askew, 2020).

- **Produtos alimentares baseados em proteínas alternativas:** Nos últimos anos, começaram a surgir produtos alimentares baseados em fontes de proteína vegetais como o tofu, o seitan, as lentilhas, o grão-de-bico, os amendoins, as amêndoas, a espirulina e a jaca. Os laticínios e os ovos são igualmente utilizados como fontes de proteína alternativas, mas podem ser apenas incluídos na alimentação dos consumidores ovolactovegetarianos e flexitarianos (Olsen, 2018), (ATKearney, 2019). As alternativas supramencionadas apresentam desafios ao nível do perfil sensorial do consumidor, uma vez que se diferenciam da proteína tradicional em termos de sabor e textura. Como tal, a indústria agroalimentar enfrenta o desafio de desenvolver produtos *plant-based*, cuja perceção sensorial recolha elevados níveis de aceitação por parte dos consumidores em geral e não apenas dos que seguem dietas *veggie* (ATKearney, 2019). Por sua vez, mais recentemente, a

proteína de insetos tem surgido como uma das fontes de proteína alternativas com maior potencial (FAO, 2013). Contudo, é necessário reeducar a percepção sensorial dos consumidores europeus antes da proteína de insetos e larvas se massificar enquanto fonte de proteína alternativa (ATKearney, 2019).

- **Produtos alimentares baseados em proteínas cultivadas em laboratório:** Os consumidores estão cada vez mais conscientes do impacto da produção animal no meio ambiente e, como tal, optam cada vez mais por seguir dietas *meat-free*. Nos últimos anos, para além das fontes de proteína alternativas anteriormente referidas, a indústria agroalimentar tem vindo a apostar no desenvolvimento de carne cultivada em laboratório (ou carne limpa), a qual é criada através do crescimento exponencial de células em biorreatores. A carne cultivada em laboratório tem uma textura e um sabor similares à carne tradicional, o que permite que consumidores tenham uma experiência sensorial similar ao consumo de carne tradicional (ATKearney, 2019), (Askew, 2019). Recentemente surgiram empresas que visam desenvolver peixe cultivado em laboratório mas ainda está numa fase embrionária (FutureTimeline, 2020).
- **Produtos alimentares de conveniência:** Os consumidores procuram de forma crescente *snacks* e alimentos de conveniência como substitutos das refeições tradicionais. O consumo destes alimentos está cada vez mais em linha com o paradigma das sociedades

contemporâneas, nas quais as refeições rápidas e em movimento têm vindo a ganhar cada vez mais relevância. Considerando que os consumidores estão mais conscientes da necessidade de seguir uma alimentação equilibrada, estes procuram cada vez mais *snacks* e alimentos de conveniência saudáveis, ao invés dos típicos *snacks* que se revelam menos equilibrados a nível nutricional. Assim, assiste-se a uma procura crescente por *snacks* e alimentos de conveniência que incluam vegetais, frutas e cereais, o que conduz à necessidade de expansão desta gama de produtos (Mogelonsky, 2019).

- **Produtos alimentares com novos sabores, de fusão e experiências étnicas:** Os consumidores, especialmente os *millennials*, procuram cada vez mais novas experiências gastronómicas, as quais incluam novos sabores, de fusão e experiências étnicas (PortugalFoods, 2017). Neste sentido, a indústria agroalimentar tem vindo a apostar cada vez mais no desenvolvimento de produtos alimentares que proporcionem múltiplas sensações ao consumidor. Assim, a inclusão de sabores inusitados, como os botânicos, frutados, étnicos e exóticos, bem como a incorporação de cores vibrantes e a exploração de novas texturas têm estado no centro das inovações sensoriais desenvolvidas nos últimos anos. Destacam-se também como tendências crescentes o desenvolvimento de alimentos híbridos (i.e. variedades inexistentes na natureza, provenientes do cruzamento de espécies, com a intenção

de obter novos sabores) e a procura crescente por texturas baseadas em ingredientes naturais como nozes, sementes, grãos, frutas e vegetais (PortugalFoods, 2017), (Mintel, 2017), (Mintel, 2018).

### 3.1.3 Tecnologia/Processo

A satisfação das necessidades de produto apresentadas anteriormente depende da aplicação e/ou desenvolvimento de tecnologias e processos inovadores, que permitam a obtenção de novos produtos. Deste modo, seguidamente são apresentadas as tecnologias e os processos identificados, reforçando o potencial que têm no âmbito da indústria agroalimentar.

- **Altas pressões hidrostáticas (APH):** é um processo que permite a preservação de alimentos por alta pressão, sem aditivos ou calor. A aplicação de processamentos por APH permite prolongar o tempo de vida útil dos produtos alimentares, assim como aumentar a sua segurança. Tal contribui para mitigar o desperdício alimentar, bem como garantir que os consumidores têm acesso a alimentos seguros, autênticos e nutritivos (Koutchma, 2014), (Thyssenkrupp, 2020). Esta tecnologia tem vindo também a ser estudada como auxiliar em processos de extração.
- **Aquecimento Óhmico:** O aquecimento Óhmico pode ser definido como o processo em que uma corrente elétrica passa pelo alimento com o objetivo de aquecê-lo. O aquecimento Óhmico é considerado menos destrutivo para os compostos bioativos em comparação com os processos térmicos convencionais (Salari e Jafari, 2020). Também é considerado mais sustentável a nível ambiental devido à menor incrustação que causa, bem como à redução significativa do consumo de gás e das emissões relacionadas com a combustão.
- **Biosensores:** Os biosensores atuam como dispositivos analíticos através de um material biológico ou bioquímico, como moléculas de reconhecimento integradas dentro de um transdutor físico-químico ou de transdutor de microssistemas. O resultado é um sinal eletrónico digital que engloba análises específicas. Na indústria agroalimentar, os biosensores apresentam elevado potencial no âmbito da segurança alimentar e da redução do desperdício alimentar. Por exemplo, destaca-se a capacidade de deteção mais rápida de patogénicos e alergénicos, deteção de vestígios de organofosforados e carbamatos de pesticidas, deteção de contaminantes, controlo da frescura dos alimentos e monitorização de matérias-primas (Murugaboopathi et al., 2013), (Mandal, 2019).
- **Campos elétricos pulsados:** Os campos elétricos pulsados afiguram-se como uma tecnologia promissora no âmbito da pasteurização de alimentos fluidos, incluindo leite, sumos, iogurtes, sopas e ovos líquidos. Os alimentos entram na câmara de campos elétricos pulsados, fluem entre dois eletrodos e sofrem pulsação por campos elétricos. Como



resultado, os microrganismos presentes nos alimentos são inativados. Assim, a utilização de campos elétricos pulsados permite inativar bactérias e estender a vida útil dos alimentos, garantindo a qualidade microbiológica do produto final. A combinação dos campos elétricos pulsados com tratamentos de ultrassom, alta pressão e luz ultravioleta podem aumentar os resultados do processo (Guerrero-Beltrán e Welti-Chanes, 2016), (Siemer e Toepfl, 2020). Esta tecnologia tem vindo também a ser estudada como auxiliar em processos de extração.

- **Cultura *in-vitro* de células animais:** é um processo através do qual se extrai um conjunto limitado de células musculares animais (através de um processo não prejudicial para o animal) e se criam, em laboratório, as condições necessárias para que estas cresçam de forma rápida e muito significativa, obtendo-se no final porções de carne. Esta técnica pode também ser usada para outros tipos de proteína animal, como o ovo. Não obstante, esta tecnologia ainda se encontra numa fase inicial de desenvolvimento e os pré-requisitos para a sua implementação incluem um nível razoavelmente alto de aceitação do consumidor e o desenvolvimento de meios comercialmente viáveis de produção em larga escala (Kadim et al., 2015).
- **Desidratação:** consiste em diminuir a atividade da água até que os microrganismos não possam mais crescer e, geralmente, até que a maioria das reações de degradação (reações

químicas e enzimáticas) sejam desaceleradas. Assim, a desidratação não mata os microrganismos que contaminam os alimentos, mas interrompe o seu desenvolvimento. Os princípios físicos dos fenómenos complexos que ocorrem no curso da desidratação e reidratação ainda não são totalmente compreendidos, pelo que é necessário uma compreensão mais profunda destes processos (Berk, 2018), (Ferret et al., 2019).

- **Digitalização de processos e automação industrial:** inclui o processamento de imagens digitais integrado nos *robots* e a utilização de sistemas autónomos de recolha de dados. A utilização de *robots* afigura-se fundamental no âmbito da automatização industrial e a automatização dos sistemas de recolha de dados permite o acesso rápido a dados essenciais, ao mesmo tempo que garante que todas as etapas dos processos estão documentadas e cumprem as normas de segurança alimentar. Estas tecnologias têm elevado potencial para garantir a segurança alimentar e o controlo da qualidade dos produtos alimentares (Hasnan e Yusoff, 2018), (Sharp, 2019), (SpecPage, 2019).
- **Distributed ledger technology (DLT):** Esta tecnologia, onde se inclui o *blockchain*, permite fornecer um registo criptograficamente seguro e imutável de transações e metadados associados a todas as fases da cadeia de valor, nomeadamente origem, contratos, etapas do processo, variações ambientais, registros microbianos, entre outros. A utilização da DLT permite rastrear todos

os passos dos produtos alimentares, desde que entram na cadeia de valor e, como tal, tem inúmeros benefícios ao nível da segurança alimentar e autenticidade dos produtos, sendo capaz de garantir maiores níveis de segurança, transparência e rastreabilidade (Pearson, et al., 2019).

- **Embalagens ativas/ funcionalizadas:** consistem em embalagens que incluem mais funções para além de proteger os produtos alimentares. Como exemplo surge a utilização de filmes de embalagem antimicrobiana, a qual representa uma abordagem inovadora capaz de evitar a adição direta de grandes quantidades de antimicrobianos na superfície do alimento. Neste contexto, a utilização de polímeros como distribuidores permite a entrega gradual do agente ativo durante o armazenamento e distribuição de embalagens alimentares, com menor concentração de antimicrobianos, libertação ajustável e aplicações sob medida (Apicella et al., 2019).
- **Embalagens biodegradáveis/ à base de biopolímeros:** Os biopolímeros são polímeros extraídos da biomassa, os quais são sintetizados biologicamente a partir de monómeros produzidos através de microrganismos. Assim, os biopolímeros são produzidos a partir de fontes renováveis e têm um importante impacto na preservação ambiental. Existem diferentes métodos de formação da película para os biopolímeros, como o método de fundição de solução, o método de mistura de fusão, o método de

eletrofiação, a termopressão e fundição, bem como o método de extrusão de filme soprado (Yadav et al., 2018).

- **Hidrólise Enzimática:** consiste numa reação química catalisada por uma enzima que utiliza água para quebrar uma molécula em duas outras moléculas. Neste sentido é umas das tecnologias inovadoras que tem vindo a ser utilizada na recuperação de proteínas, péptidos e aminoácidos de subprodutos no âmbito do processamento alimentar. Para medir o grau de hidrólise de proteínas existem várias abordagens analíticas (tanto clássicas como emergentes), destacando-se a Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR). As técnicas analíticas avançadas, em contraste com os métodos clássicos, têm um potencial para servir como processos online e ferramentas de controlo de qualidade (Wubshet, et al., 2019).
- **Impressão 3D:** permite desenvolver alimentos com atributos sensoriais customizados a partir de diferentes ingredientes e aditivos. Assim, a impressão de produtos alimentares pode satisfazer os desejos e necessidades específicas dos consumidores individuais em termos de sabor, textura, cor, tamanho da porção, tipo de ingredientes, mas também toda a sua composição em termos de macro e micronutrientes, calorias, digestibilidade, entre outros fatores (Missy Green, 2020). Atualmente já existem grandes empresas e *start-ups* a desenvolver experiências no âmbito da impressão 3D, pelo que é expectável que esta tecnologia venha a contribuir no

médio-prazo para a mudança de paradigma da indústria agroalimentar (Flatworld Solutions, 2020), (Future Bridge, 2020), (Nachal et al., 2019).

- **Inteligência Artificial:** A utilização da inteligência artificial nos processos de classificação de produtos e de segurança alimentar afigura-se fundamental para garantir que os consumidores têm acesso a produtos e alimentos íntegros e seguros. A título de exemplo, no âmbito dos processos de classificação de produtos, a utilização da inteligência artificial permite desenvolver um rigoroso processo de seleção dos alimentos de acordo com os requisitos de qualidade, o que é fundamental no âmbito da segurança alimentar. Por sua vez, a implementação de técnicas de inteligência artificial no processamento de imagens captadas por câmaras de vídeo permite detetar se todos os procedimentos de segurança alimentar se encontram a ser cumpridos no âmbito da produção alimentar, o que ajuda a prevenir a existência de riscos alimentares (Sharma, 2019).
- **Internet das Coisas (IoT):** É expectável que as novas tecnologias baseadas em IoT contribuam para o aumento da segurança, da eficiência e da sustentabilidade da cadeia de valor. Prevê-se que as novas tecnologias baseadas em IoT tenham um efeito bastante positivo na segurança alimentar e na diminuição do risco da existência de doenças. Como tal, a utilização de diferentes tipos de sensores para monitorizar a produção afigura-se como

uma importante tendência no âmbito do setor agroalimentar (Bouzemrak et al. 2019). De referir que a utilização de sensores de rastreamento de temperatura em tempo real permite supervisionar todos os dados relacionados com a segurança alimentar, garantindo uma gestão eficaz de toda a cadeia de valor.

- **Métodos analíticos para determinação de origem e deteção de adulterações:** consiste na implementação de métodos inovadores de rastreabilidade alimentar. Neste contexto, a análise de marcadores moleculares e a FTIR têm emergido como processos inovadores para controlar a qualidade e autenticidade de determinados produtos alimentares. A tecnologia de marcador molecular pode ser aplicada no âmbito da rastreabilidade de alimentos, embora o seu potencial âmbito de aplicação seja ainda limitado, principalmente porque as amostras de ADN (adequadas para procedimentos de amplificação por PCR) são difíceis de obter. Uma forma de evitar estes problemas consiste na melhoria dos protocolos de extração de ADN, bem como das condições dos ensaios de PCR (Martins-Lopes et al., 2013). Adicionalmente, a FTIR é considerada uma técnica de elevado potencial no âmbito da monitorização da adulteração dos produtos alimentares. Esta afigura-se como uma técnica rápida, de fácil execução e de reduzido custo operacional, a qual pode ser utilizada na manipulação de alimentos sólidos, líquidos e pastosos (Smith, 2019). O facto de constituir um método analítico “não

destrutivo”, que pode inclusivamente ser utilizado em produtos já embalados (e.g. garrafas de vinho), constitui também uma mais-valia desta técnica.

- **Microencapsulação:** é uma técnica na qual substâncias no estado sólido, líquido ou gasoso são revestidas por um agente encapsulante, obtendo-se partículas com dimensões microscópicas. Diversas técnicas têm sido utilizadas na elaboração das microcápsulas, incluindo *spray drying*, *spraycooling*, coacervação, extrusão, extrusão centrífuga, recobrimento em leite fluidizado, lipossomas e complexação por inclusão. No âmbito da indústria agroalimentar, a microencapsulação tem permitido aumentar a estabilidade de compostos sensíveis às condições ambientais, bem como reduzir a intensidade de aromas ou sabores de uma forma eficaz, assim como prolongar o sabor ao longo do tempo. Num contexto em que os consumidores procuram cada vez mais produtos alimentares naturais, a utilização da microencapsulação de vários compostos ativos, como vitaminas, minerais, óleos essenciais e ácidos gordos polinsaturados ómega-3, tem um elevado potencial para recolher cada vez maior aceitação por parte da indústria agroalimentar (Amaral e Conto, 2018), (Rebello, 2017).
- **Micro-ondas:** A energia de micro-ondas consiste numa radiação não ionizante que causa movimentos moleculares de migração de iões bem como a rotação de dipolos, mas não causa mudança na estrutura molecular. O aquecimento por micro-ondas permite a retenção de nutrientes, com perda mínima daqueles que são instáveis ao calor, como vitaminas B e C, antioxidantes dietéticos, fenóis e carotenóides. Deste modo, o aquecimento por micro-ondas apresenta um elevado potencial no âmbito da qualidade alimentar em termos de alterações de valor nutricional e microbiano (Kalla e Devaraju, 2017). Esta tecnologia tem vindo também a ser estudada como auxiliar em processos de extração.
- **Novas técnicas de emulsificação e estruturação de óleos:** Os emulsionantes são aditivos de grande importância na indústria agroalimentar, tendo como função principal produzir e estabilizar emulsões. Atualmente existem técnicas de emulsificação inovadoras, as quais têm potencial para ampliar os efeitos da emulsificação em algumas etapas da produção. De entre estas técnicas inovadoras, destacam-se a nanoemulsificação, a emulsificação por métodos de alta energia, e as emulsões duplas de água-óleo-água (Salem e Ezzat, 2018), (Dasgupta et al., 2019), (Jasmina et al., 2017), (Muschiolik e Dickinson, 2017).
- **Novas técnicas de frio:** A congelação de alimentos é um dos métodos mais antigos de processamento alimentar. Contudo, tem-se revelado necessário desenvolver novos métodos, que recorram a novos mecanismos e a equipamentos avançados, melhorando a eficiência e a rapidez da congelação, ao mesmo tempo que diminuem as alterações observadas na estrutura dos alimentos, mantendo

assim a qualidade dos mesmos. Estas novas técnicas de congelação incluem técnicas por imersão – como a hidrofluidização – e técnicas por *air-blast freezing*, ou seja, congelação por jatos de ar frio. A hidrofluidização consiste numa forma de congelamento por imersão e utiliza um sistema de circulação que bombeia o líquido refrigerante através de orifícios, criando fluxos agitadores. Na congelação por jatos de ar frio, são utilizados jatos de ar que, em contacto com o alimento, provocam uma mudança térmica rápida e intensa na superfície do mesmo. Nestas técnicas verificam-se elevados coeficientes de transferência de calor superficiais, o que permite o congelamento rápido e praticamente sem mudanças nos alimentos. Assim, estas novas técnicas têm vantagens face às técnicas tradicionais de congelação, nomeadamente: altas taxas de transferência de calor (o que resulta em menores diferenças de temperatura entre o alimento e o meio congelante); minimização dos danos mecânicos causados ao alimento; minimização da formação de microcristais de gelo (o que evita a formação de danos nos tecidos celulares); diminuição da necessidade de utilização de conservantes e aditivos; poupança de energia, entre outros (Piechnik et al., 2019), (Stebel et al., 2020), (Mohan et al., 2018).

- **Novas tecnologias de avaliação da resposta/ percepção do consumidor:** A avaliação da resposta/percepção do consumidor a determinados produtos alimentares é fundamental para avaliar a

potencial aceitação dos mesmos por parte do mercado. A utilização de tecnologias inovadoras que permitem monitorizar as mudanças sensoriais e emocionais aquando da ingestão de determinados produtos alimentares tem vindo a ganhar cada vez mais importância no âmbito da indústria agroalimentar. Assim, estas tecnologias permitem estudar as reações dos consumidores a elementos como odores, texturas, sabor e aparência (quer do produto propriamente dito, quer da embalagem/ rotulagem) (Ismael e Ploeger, 2019), (McCrickerd e Forde, 2017). A imagem dos produtos alimentares também afeta a percepção que os consumidores têm sobre o seu sabor, sendo que as tecnologias de *digital projective mapping* permitem aprimorar essas características visuais por projeção visual, tornando os produtos alimentares mais atrativos para os consumidores (Kita e Rekimoto, 2013), (Fujimoto, 2018).

- **Nutrigenética e Nutrigenómica:** A nutrigenética é uma ciência emergente que utiliza ferramentas moleculares para avaliar a resposta de um indivíduo com um genótipo específico a uma determinada dieta. Deste modo, a nutrigenética visa contribuir para a implementação de dietas personalizadas, adaptadas a cada indivíduo tendo por base o seu perfil genético. Por sua vez, a nutrigenómica estuda a influência da dieta na expressão dos genes de um determinado indivíduo, sendo, como tal, uma área emergente que reúne as ciências da nutrição, a bioinformática, a biologia molecular, a epidemiologia e a

genética molecular. Assim, a nutrigenómica visa comprovar que os nutrientes têm a capacidade de interagir e modular os mecanismos moleculares e as funções fisiológicas do organismo (Dennett, 2019), (Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, 2020).

- **Processos de Fermentação:** O processo de fermentação, com o objetivo de obter novos alimentos, inicia-se com a exposição das matérias-primas alimentares a condições favoráveis ao desenvolvimento dos micróbios específicos e desejáveis, cujo metabolismo conduzirá à(s) transformação(ões) pretendida(s). Os produtos finais resultantes do processo de fermentação, juntamente com os componentes não metabolizados, constituem os alimentos fermentados com as características novas e pretendidas (Teixeira, 2017). Como exemplos podem-se referir a fermentação de resíduos vegetais e a fermentação de fungos filamentosos.
- **Radiação ionizante:** consiste na aplicação de raios gama, de feixes de eletrões ou de raios X. Os efeitos da radiação ionizante podem eliminar e/ou reduzir infestações por micróbios e insetos, que podem resultar na transmissão de doenças derivadas do consumo de alimentos infetados. Deste modo, a radiação ionizante contribui para o aumento da segurança alimentar, bem como do alargamento do tempo de vida útil dos produtos alimentares (Lima et al., 2018).
- **Radiação ultra-violeta:** A radiação ultra-violeta afigura-se benéfica na redução de elementos contaminantes, os quais podem provocar problemas associados à segurança alimentar. A radiação ultra-violeta tem vindo a ser reconhecida como uma das técnicas mais recentes e eficazes para o processamento de alimentos líquidos. Apesar de inicialmente a radiação ultra-violeta ser apenas aplicada em alimentos sólidos, a sua aplicação em alimentos líquidos afigura-se muito importante uma vez que os alimentos líquidos são incapazes de resistir a tratamentos térmicos, visto que a maioria das biomoléculas são sensíveis ao calor (Vasuja e Kumar, 2018).
- **Reestruturação de cristais à escala sub-micro:** A reestruturação de cristais, como o açúcar e sal, à escala sub-micro afigura-se como uma alternativa para reduzir o teor de açúcar e de sal dos produtos alimentares, sem reduzir o sabor dos mesmos. A reestruturação do açúcar à escala sub-micro permite aumentar a perceção de doce para a mesma quantidade de açúcar e a reestruturação de cristais de sal pela nano-pulverização tem vindo a emergir como alternativa com potencial para reduzir o teor de sal dos produtos alimentares (Moncada et al., 2015).
- **Revestimentos edíveis:** Os revestimentos edíveis têm vindo a ganhar cada vez mais importância a nível científico e industrial. Devido à sua comestibilidade e biodegradabilidade, podem ser utilizados para diversos fins na indústria alimentar, tendo sido



considerados uma das tecnologias com maior potencial para assegurar a segurança microbiológica e a proteção dos alimentos da influência de fatores externos (Cerqueira, 2019). Os materiais utilizados para produzir revestimentos/filmes edíveis e biodegradáveis podem ser originários de diversas fontes naturais. Esses materiais caracterizam-se pela sua complexidade estrutural e diversidade funcional e são classificados como polissacarídeos, proteínas e lípidos (Cerqueira et al., 2016).

- **Técnicas alternativas de extração:** A indústria agroalimentar tem vindo a apostar na utilização de técnicas de extração mais sustentáveis, como a extração assistida por micro-ondas, a extração assistida por ultrassom, a extração assistida por alta pressão, a extração assistida por descargas elétricas de alta tensão, a extração assistida por campos elétricos pulsados, a extração por fluidos supercríticos, a extração com pressão hidrostática e água sub-crítica, a extração com digestão enzimática, bem como a extração com solventes eutéticos. Estas técnicas estão alinhadas com o conceito de sustentabilidade, sendo capazes de fornecer matérias-primas em escala industrial através de reduzidos gastos de energia e de solventes químicos. Estas técnicas permitem também obter melhor isolamento, bem como maiores níveis de segurança dos produtos alimentares (Putnik et al., 2018).

### 3.1.4 Atividades de I&D

De seguida apresentam-se as atividades de I&D identificadas como relevantes para o setor agroalimentar, tendo em consideração os produtos e tecnologias/processos previamente descritos.

- **Desenvolvimento de alimentos de origem natural e menos processados (extratos com poder edulcorante, substitutos do sal, pigmentos):** consiste no desenvolvimento de produtos naturais e biológicos, com menor recurso a ingredientes sintéticos. Além da utilização de matérias-primas naturais, esta área engloba o desenvolvimento de alternativas naturais a certos aditivos (como os corantes), bem como a aposta em produtos “clean label”. Adicionalmente, esta área visa contribuir para a redução dos fatores de risco relacionados com regimes alimentares inadequados e a consequente prevalência de doenças não transmissíveis, como a diabetes, a hipertensão e a obesidade. Assim, esta área tem também como objetivo o desenvolvimento de novas soluções alternativas aos ingredientes prejudiciais à saúde, como o sal e o açúcar.
- **Desenvolvimento de alimentos que promovam a saúde e o bem-estar:** abrange o desenvolvimento de alimentos com elevado interesse nutricional e alimentos funcionais, que potenciem a saúde e o bem-estar generalizado do corpo humano, nomeadamente ao nível mental, intestinal e anti-envelhecimento (como por exemplo produtos alimentares

com propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias).

- **Desenvolvimento de compostos naturais com propriedades antimicrobiana e antioxidante:** O desenvolvimento de compostos naturais com ação antimicrobiana visa obter conservantes naturais capazes de reduzir problemas relacionados com alterações de sabor, cheiro, cor dos alimentos e potenciar o tempo de prateleira dos produtos; por exemplo pela capacidade de diminuir a formação de compostos secundários potencialmente tóxicos para o consumidor. Por sua vez, o desenvolvimento de compostos naturais com capacidade antioxidante, resulta em benefícios para a saúde dos consumidores, nomeadamente pela mitigação dos efeitos de doenças cardiovasculares e prevenção dos efeitos do envelhecimento.
- **Desenvolvimento de fontes alternativas de macronutrientes:** A definição de macronutriente engloba os carboidratos, as gorduras e as proteínas. Assim sendo, nesta atividade de I&D incluem-se as iniciativas que têm como objetivo o desenvolvimento de fontes alternativas de macronutrientes, que sejam mais saudáveis e que preservem o teor nutricional dos alimentos, e ao mesmo tempo constituam soluções agradáveis ao nível do sabor e da textura. Especificamente no que concerne às proteínas, esta área de I&D inclui o desenvolvimento de novas fontes alternativas à proteína animal, explorando por exemplo novas fontes de proteína de

origem vegetal provenientes de leguminosas e de outros produtos vegetais, bem como fontes de proteína provenientes de insetos e larvas.

- **Desenvolvimento de novas embalagens e revestimentos sustentáveis e funcionais:** visa o desenvolvimento de embalagens e revestimentos que assegurem o melhor desempenho na proteção dos alimentos com a mínima utilização de recursos. Esta área engloba três dimensões: o desenvolvimento de embalagens com fontes alternativas ao plástico, o desenvolvimento de revestimentos edíveis e o desenvolvimento de embalagens funcionais.
- **Desenvolvimento de novas metodologias para avaliação da resposta/ percepção do consumidor:** abrange o desenvolvimento de metodologias que permitam avaliar a potencial aceitação por parte do consumidor e do mercado de determinados produtos alimentares. Tais metodologias vão permitir monitorizar as mudanças sensoriais e emocionais do consumidor aquando da ingestão de determinados produtos, sendo possível estudar as reações aos odores, texturas, sabor e aparência (nomeadamente da embalagem/ rotulagem). De destacar ainda o estudo das características visuais/ de imagem dos produtos e de que forma isso afeta a percepção dos consumidores, englobando, por exemplo, tecnologias como *digital projective mapping*, com o objetivo de tornar os produtos alimentares mais atrativos.

- **Desenvolvimento de novas técnicas de produção de proteína animal *in vitro*:** tem como objetivo o desenvolvimento de proteína animal em laboratório através de processos que englobam a extração de um conjunto limitado de células musculares animais e o seu crescimento (rápido e muito significativo) em laboratório, tendo em vista a obtenção de porções de carne. Estas técnicas podem ser aplicadas a outras proteínas animais, como o peixe e o ovo. Apesar de já existirem alguns resultados promissores (incluindo a autorização de comercialização de carne cultivada em laboratório em Singapura), trata-se de uma área ainda com uma grande necessidade de I&D.
- **Desenvolvimento de novas tecnologias de digitalização de processos e automação industrial (Indústria 4.0):** abrange o desenvolvimento de tecnologias que permitam o acesso rápido e fácil aos dados essenciais do processo produtivo, garantindo ao mesmo tempo a correta análise dos dados e o controlo das várias etapas do processo produtivo. Esta atividade tem um papel essencial para garantir a segurança alimentar e o controlo da qualidade dos produtos alimentares, contribuindo para a gestão eficaz de toda a cadeia de valor alimentar. Esta atividade engloba assim o processamento de imagens digitais integrado nos robots, a utilização de sistemas autónomos de recolha de dados e a utilização da Inteligência Artificial e de tecnologias baseadas em Internet das Coisas (IoT).
- **Desenvolvimento de novos alimentos e produtos resultantes da valorização de subprodutos:** inclui o desenvolvimento de sistemas alimentares ambientalmente sustentáveis, circulares e eficientes na utilização de recursos, tendo em vista a redução de resíduos alimentares e a valorização de subprodutos em todo o sistema alimentar. Esta atividade é transversal ao desenvolvimento dos vários produtos e tecnologias/processos identificados, estando presente ao longo de toda a cadeia de valor alimentar.
- **Desenvolvimento de novos métodos de processamento alimentar:** inclui o desenvolvimento de novos métodos que permitam a obtenção de alimentos mais saudáveis, naturais e sustentáveis, bem como produtos alimentares personalizados, de acordo com as necessidades específicas dos indivíduos. De destacar ainda o desenvolvimento de novos métodos que permitam a extração de fontes de proteína alternativas à proteína animal. Nesta atividade, como exemplo de novos métodos surgem as novas técnicas de emulsificação e estruturação de óleos, reestruturação de cristais à escala sub-micro, microencapsulação, técnicas alternativas de extração, hidrólise enzimática e processos de fermentação.
- **Desenvolvimento de novos métodos para controlo da qualidade, origem, deteção de adulterações e segurança alimentar:** visa o desenvolvimento de novas tecnologias e processos que garantam e avaliem a qualidade e a segurança alimentar e que permitam

assegurar a mitigação e/ou eliminação de potenciais riscos biológicos e químicos. Engloba também o desenvolvimento de mecanismos que permitam aferir a autenticidade e garantir a rastreabilidade dos produtos, bem como controlar as suas propriedades. Assim, esta atividade de I&D abrange o desenvolvimento de tecnologias que permitam aumentar a conectividade e a transparência do sistema alimentar, nomeadamente *distributed ledger technology*, métodos analíticos para determinação de origem e deteção de adulterações e a utilização de biosensores.

- **Estudo das relações entre a alimentação e a genética e genómica:** visa o desenvolvimento de soluções alimentares tendo em consideração a condição individual do consumidor, abordando aspetos como a faixa etária, alergias ou intolerâncias alimentares. Assim, esta atividade de I&D inclui o desenvolvimento de dietas personalizadas, adaptadas a cada indivíduo, tendo por base o seu perfil genético. Engloba também o estudo da capacidade de interação dos nutrientes e de que forma estes podem espoletar determinados mecanismos moleculares e respostas fisiológicas do organismo.
- **Otimização de novas tecnologias de processamento alimentar:** abrange as iniciativas que visam a otimização de tecnologias de processamento alimentar que, apesar de já terem sido desenvolvidas (algumas delas há vários anos), ainda carecem de melhoramentos e de demonstração prática alargada, que

possibilite uma aplicação massificada a nível industrial. Como exemplo dessas tecnologias surgem as altas pressões hidrostáticas, campos elétricos pulsados, impressão 3D, aquecimento óhmico, desidratação, radiação ionizante, radiação ultra-violeta, micro-ondas e tecnologias de frio, entre outras.

### 3.2 Percursos tecnológicos

Os percursos tecnológicos definidos representam frações do *Roadmap Tecnológico* para o setor alimentar, facilitando a visualização e análise das várias ligações e interdependências entre os diferentes elementos das quatro camadas.

Tendo em consideração a metodologia adotada, são apresentadas diferentes setas que representam os caminhos genéricos a percorrer pelas empresas do setor agroalimentar português, desde a fase de I&D e desenvolvimento tecnológico até à fase de mercado de um determinado produto. Estas setas, com diferentes cores, representam então mecanismos de facilitação da leitura do *Roadmap*.

Foram definidos cinco percursos tecnológicos, tendo como base as relações e interdependências existentes entre as diferentes tendências, identificadas na camada “Mercado”. Seguidamente apresentam-se os cinco percursos que constituem o *Roadmap Tecnológico* para o setor agroalimentar português.

### 3.2.1 Percurso tecnológico 1

O primeiro percurso tecnológico apresentado refere-se às interdependências existentes entre as tendências de “Saúde e bem-estar” e “Alimentação personalizada”. Deste modo, este percurso surge da necessidade da ampliação da gama de produtos alimentares funcionais e para grupos de consumidores com características comuns, bem como da exploração de soluções alimentares focadas no indivíduo. Estas necessidades derivam da procura crescente dos consumidores por alimentos que potenciem a sua saúde e bem-estar, e que, ao mesmo tempo, se adequem às suas necessidades sociais e culturais específicas.

Neste contexto, a tendência “Saúde e bem-estar” está intrinsecamente ligada à procura crescente por produtos alimentares que contribuam para a manutenção da flora intestinal, que fomentem a saúde mental, que contenham propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias ou por outros alimentos funcionais que permitam a prevenção e/ou mitigação de outras patologias. Assim, tal como descrito na Figura 4, a ampliação desta gama de produtos requer a adoção de técnicas alternativas de extração, processos de fermentação, bem como de tecnologias como a microencapsulação.

Adicionalmente, a tendência “Alimentação personalizada” está interligada com a necessidade do desenvolvimento de soluções alimentares para grupos com necessidades específicas e de soluções alimentares focadas no indivíduo. Assim, o desenvolvimento de soluções alimentares

para grupos afigura-se como uma necessidade de curto-prazo que deriva do desejo dos consumidores se identificarem com grupos e de terem produtos focados nas necessidades de saúde, sociais e culturais desses mesmos grupos. Por outro lado, o desenvolvimento de soluções alimentares focadas no indivíduo é uma necessidade de longo-prazo que surge da tentativa da comunidade científica de desenvolver soluções alimentares baseadas na conjugação de nutrientes, que se adequem à genética, estilo de vida e às necessidades de saúde de cada indivíduo.

Neste contexto, para que os consumidores possam ter acesso a soluções alimentares cada vez mais ajustadas às suas necessidades, a indústria agroalimentar deve apostar na adoção de técnicas de alternativas de extração, processos de fermentação, bem como de tecnologias e técnicas como a microencapsulação, a impressão 3D e a nutrigenética e a nutrigenómica.

As atividades de I&D necessárias à concretização das tecnologias/ processos e produtos previstos centram-se: na otimização de novas tecnologias de processamento alimentar, como a tecnologia de impressão 3D; no desenvolvimento de novos métodos de processamento alimentar, salientando-se as técnicas alternativas de extração, os processos de fermentação e a microencapsulação; no desenvolvimento de alimentos que promovam a saúde e o bem-estar; e no estudo das relações entre a alimentação e a genética e genómica.

O percurso 1 (Figura 4) sistematiza as vias possíveis para que os consumidores possam ter acesso a uma gama mais ampla de alimentos funcionais e de

soluções alimentares para grupos e, em última instância, de soluções alimentares focadas no indivíduo.

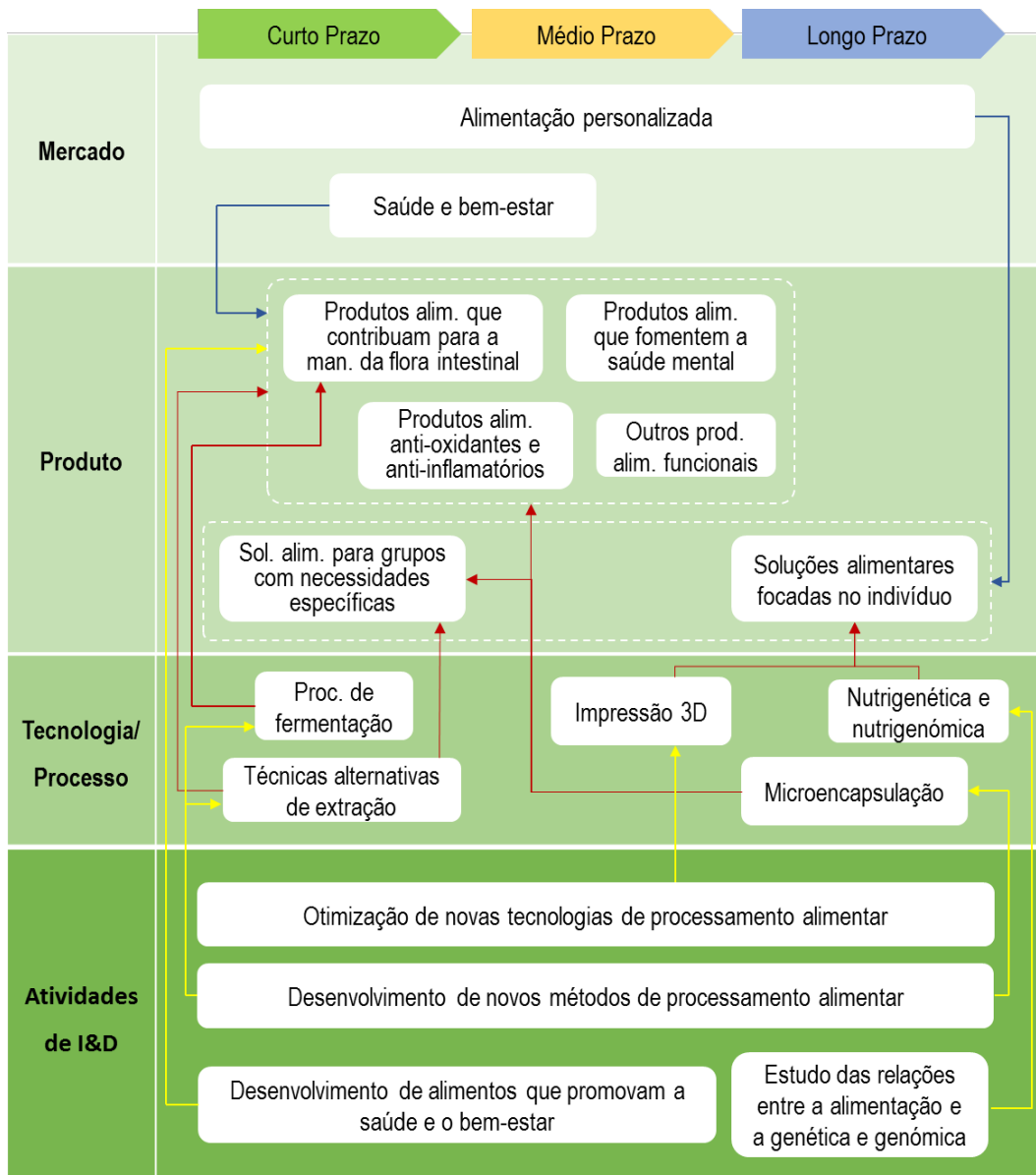


Figura 4. Percurso tecnológico 1



### 3.2.2 Percurso tecnológico 2

O segundo percurso tecnológico apresentado é o menos complexo uma vez que se foca apenas numa das tendências identificadas, nomeadamente nas “Dietas *plant based* e *meat free*”. No entanto, este percurso enfatiza a importância que esta tendência e as suas respetivas necessidades de produto, de tecnologias/processos e de atividades de I&D têm no curto, médio e longo prazos para o setor agroalimentar.

Neste sentido, a tendência “Dietas *plant based* e *meat free*” está intrinsecamente relacionada com a necessidade de desenvolvimento de produtos alimentares baseados em proteínas alternativas (incluindo larvas, insetos e proteína vegetal) e de produtos alimentares baseados em proteínas cultivadas em laboratório. Assim, tal como refletido na Figura 5, estas necessidades de produto derivam de uma alteração profunda dos padrões de consumo dos consumidores, os quais procuram cada vez mais alternativas alimentares que não incluam proteína animal.

De modo a corresponder a estas necessidades dos consumidores, a indústria agroalimentar deverá adotar um conjunto de processos que permitam a exploração de proteínas alternativas e/ou a cultura *in-vitro* de células animais. Por sua vez, a indústria agroalimentar deverá também apostar na exploração de tecnologias com elevado potencial como o

aquecimento Óhmico, as altas pressões hidrostáticas, os campos elétricos pulsados e técnicas alternativas de extração.

A exploração de novos processos e tecnologias é fundamental para o desenvolvimento de proteínas cultivadas em laboratório, cuja entrada no mercado de uma forma alargada ainda se afigura como uma perspetiva de longo prazo.

As atividades de I&D necessárias à concretização das tecnologias/processos e produtos previstos centram-se no desenvolvimento de novos métodos de processamento alimentar (como a hidrólise enzimática, os processos de fermentação, a microencapsulação e técnicas alternativas de extração), na otimização de novas tecnologias de processamento alimentar (como o aquecimento óhmico, as altas pressões hidrostáticas e os campos elétricos pulsados), no desenvolvimento de fontes alternativas de macronutrientes (nomeadamente fontes alternativas de proteína) e no desenvolvimento de novas técnicas de produção de proteína animal *in-vitro*.

A Figura 5 representa o percurso 2 e sistematiza as ligações necessárias para que a indústria agroalimentar possa responder à procura dos consumidores por produtos alimentares com proteínas alternativas ou mesmo proteínas animais cultivadas em laboratório.

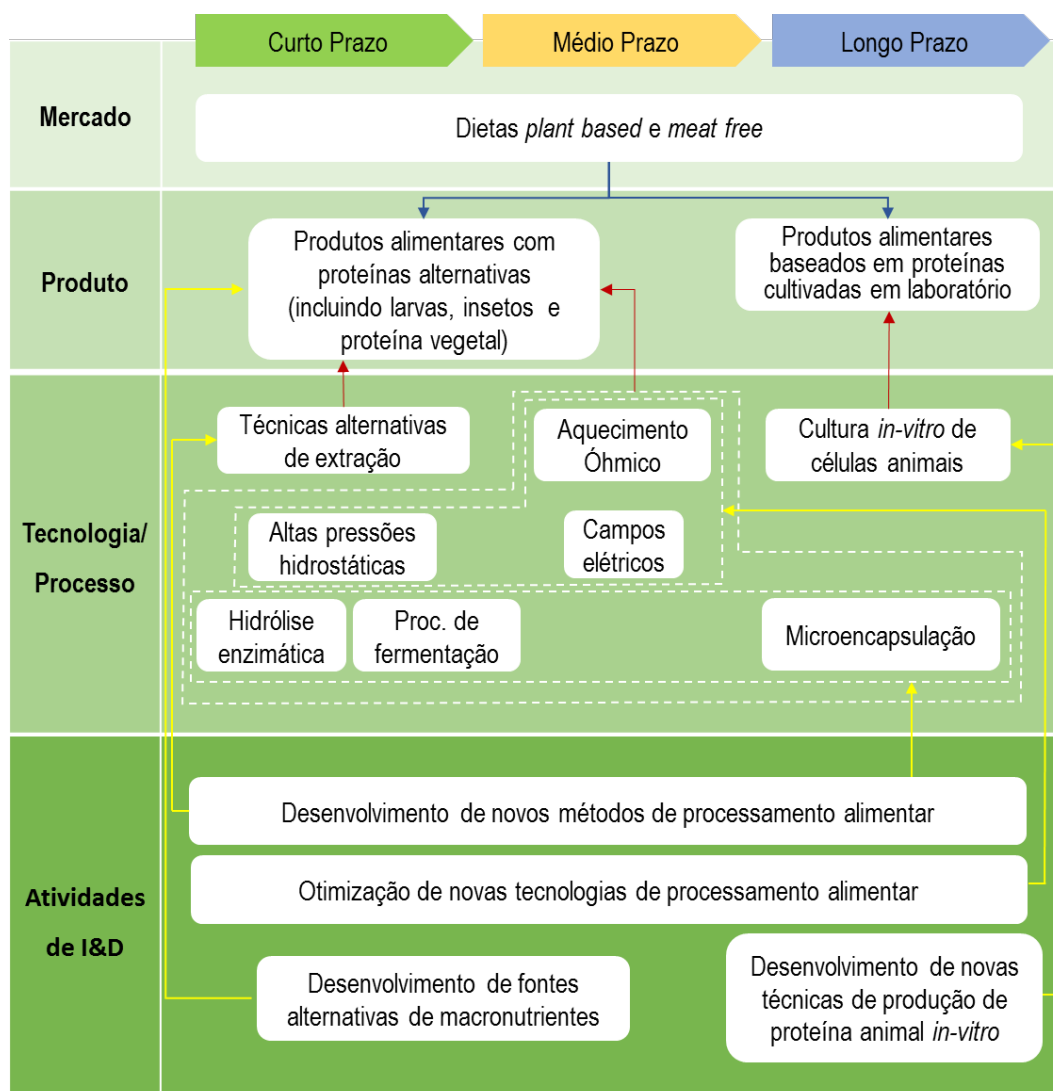


Figura 5. Percurso tecnológico 2

### 3.2.3 Percurso tecnológico 3

O terceiro percurso tecnológico apresentado é o mais complexo devido às interdependências existentes entre as tendências de mercado, as necessidades de produtos, as necessidades de tecnologias/processos e as atividades de I&D consideradas. Assim, este percurso surge da necessidade da indústria agroalimentar desenvolver produtos mais naturais, menos processados e que não sejam prejudiciais para a saúde dos indivíduos, o que corresponde a uma preocupação crescente dos consumidores.

Começando pela tendência “Alternativas a ingredientes prejudiciais para a saúde”, existe uma clara interdependência entre esta tendência e a necessidade de os consumidores terem acesso a produtos com baixo teor de açúcar, sal e de gorduras. Assim, tal como refletido na Figura 6, estas necessidades de produto surgem como um resultado da alteração dos padrões de escolha dos consumidores, os quais estão cada vez mais conscientes dos malefícios para a saúde do consumo excessivo de açúcar, sal e de gorduras.

Não obstante, para que os consumidores possam ter acesso a produtos com baixo teor de açúcar, sal e de gorduras, sem que isso prejudique elementos sensoriais como o sabor e a textura dos produtos alimentares, a indústria agroalimentar terá que apostar na utilização de tecnologias e de processos inovadores. Deste modo, tal como descrito na Figura 6, o desenvolvimento destes produtos requer a adoção de tecnologias e métodos como altas pressões hidrostáticas, campos elétricos pulsados, microencapsulação e técnicas alternativas de extração.

Complementarmente, a tendência “*Clean label*” encontra-se diretamente ligada à procura por produtos alimentares com redução/ eliminação de conservantes e de corantes sintéticos. Esta necessidade surge de um crescente reconhecimento por parte dos consumidores da importância de consumir produtos mais naturais e menos processados. Assim, para dar resposta a estas necessidades dos consumidores, a indústria agroalimentar deverá apostar na adoção de novas tecnologias já referidas, como as altas pressões hidrostáticas, campos elétricos pulsados e microencapsulação.

Ainda tendo como objetivo a adoção de práticas alimentares mais saudáveis, verifica-se a existência de uma ligação intrínseca entre a tendência das “*Dietas low carb*” e a procura crescente por produtos alimentares com baixo teor de carboidratos. Esta procura crescente deriva do aumento da consciencialização dos consumidores para a necessidade de reduzir o consumo de carboidratos por razões associadas à

sua saúde. Assim, perspectiva-se que o desenvolvimento destes produtos esteja associado fundamentalmente à necessidade de adoção, por parte da indústria alimentar, de técnicas alternativas de extração que permitam desenvolver produtos com baixo teor calórico e igualmente saciantes.

As atividades de I&D necessárias à concretização das tecnologias/ processos e produtos previstos centram-se: no desenvolvimento de novos métodos de processamento alimentar (como os métodos de emulsificação e estruturação de óleos, a reestruturação de cristais, a microencapsulação e técnicas alternativas de extração); na otimização de novas tecnologias de processamento alimentar (como as tecnologias das altas pressões hidrostáticas e os campos elétricos pulsados); no desenvolvimento de compostos naturais com propriedades antimicrobiana e antioxidantes; no desenvolvimento de alimentos de origem natural e menos processados (como extratos com poder edulcorante, substitutos do sal e pigmentos); e no desenvolvimento de fontes alternativas de macronutrientes (que vão possibilitar o desenvolvimento de produtos alimentares de elevado poder saciante e baixo teor calórico).

O percurso tecnológico 3 (Figura 6) apresenta, assim, as interdependências necessárias para que a indústria agroalimentar possa satisfazer o desejo dos consumidores de obterem produtos mais naturais, menos processados e menos prejudiciais para a saúde.

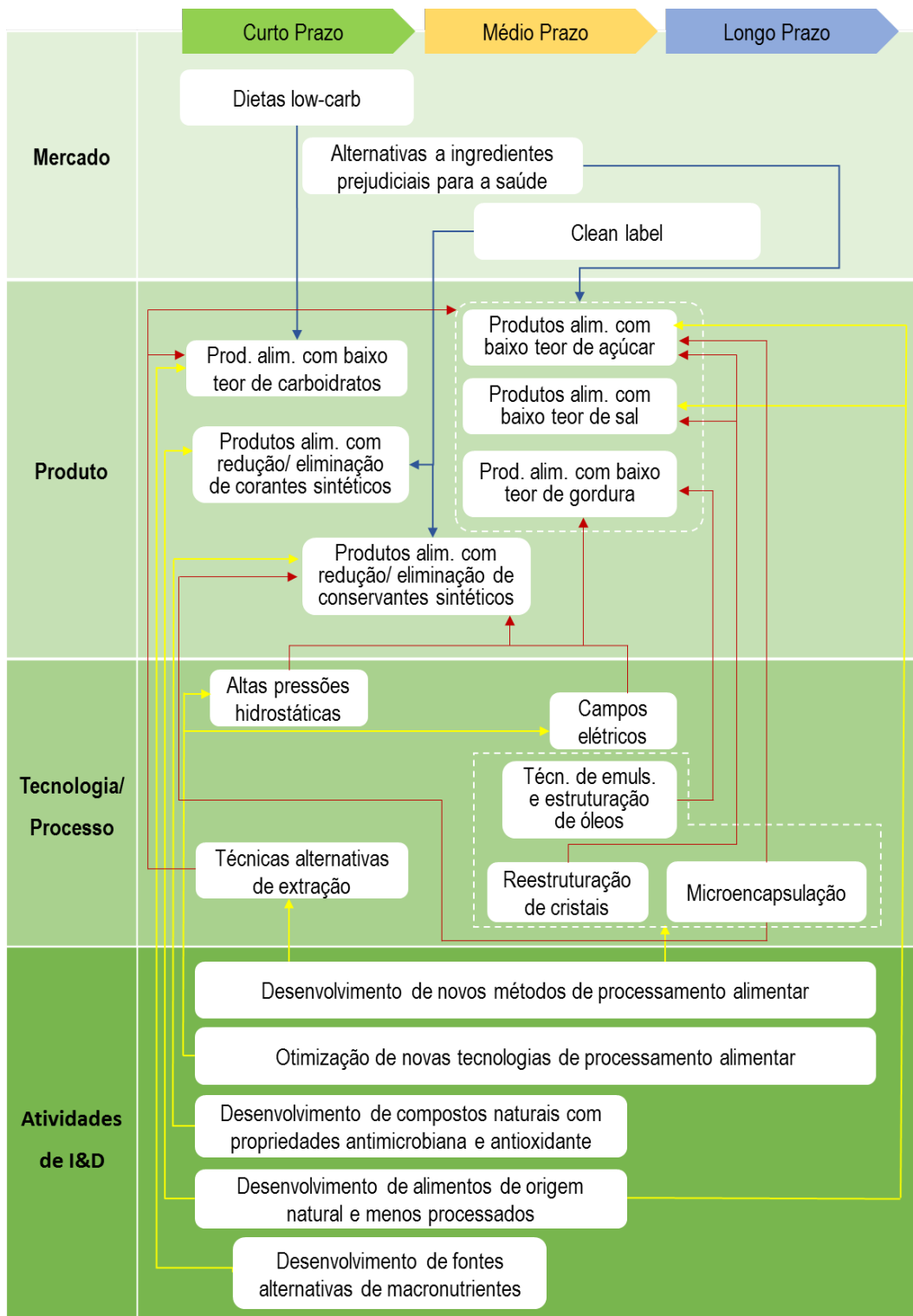


Figura 6. Percurso tecnológico 3

### 3.2.4 Percurso tecnológico 4

O quarto percurso tecnológico está relacionado com a globalização e com a modernidade, as quais têm vindo a alterar os padrões de consumo de um número cada vez mais crescente de consumidores. Deste modo, este percurso tecnológico deriva da exigência dos consumidores de terem acesso a produtos alimentares com sabores cada vez mais inovadores, bem como a uma ampla gama de *snacks* e alimentos de conveniência. Assim, este percurso tecnológico centra-se nas interdependências existentes entre as necessidades de produtos e as necessidades de tecnologia/processos relacionadas com as tendências “Sabores inovadores” e “*Eat-on-the-go*”.

A tendência “Sabores inovadores” está intrinsecamente relacionada com a necessidade do desenvolvimento de produtos alimentares com novos sabores, de fusão e experiências étnicas. Esta necessidade deriva da globalização, a qual permitiu que os consumidores tivessem acesso a um maior número de diferentes experiências gastronómicas, o que os tornou mais suscetíveis a arriscar a experimentação de novos sabores. No entanto, para que o desenvolvimento de novos sabores seja possível, a indústria agroalimentar deverá apostar na utilização de tecnologias relacionadas com a avaliação da resposta/ percepção do consumidor (que permita aferir de forma rigorosa o potencial de aceitação dos novos produtos pelo mercado), bem como com a impressão 3D de alimentos.

Por sua vez, a tendência “*Eat-on-the-go*” está relacionada com o desenvolvimento de novos produtos de conveniência, uma vez que os consumidores procuram cada vez mais produtos alimentares que possam ser consumidos de forma fácil, mas que sejam igualmente saudáveis e sustentáveis. Assim, para dar resposta a esta necessidade dos consumidores, a indústria agroalimentar deverá apostar na adoção de tecnologias e processos que permitam o desenvolvimento de embalagens mais sustentáveis, e que potenciem a criação de opções mais naturais e saudáveis de alimentos de conveniência.

As atividades de I&D necessárias à concretização das tecnologias/ processos e produtos previstos centram-se: no desenvolvimento de novas embalagens e revestimentos sustentáveis e funcionais (destacando-se as embalagens biodegradáveis/ à base de biopolímeros e os revestimentos edíveis); no desenvolvimento de novas metodologias para avaliação da resposta/ percepção do consumidor e na otimização de novas tecnologias de processamento alimentar (como a desidratação e a impressão 3D).

Deste modo, o quarto percurso tecnológico (Figura 7) demonstra as ligações necessárias para que a indústria agroalimentar possa responder às necessidades dos consumidores e ampliar a gama de produtos com sabores inovadores e de alimentos de conveniência, tendo em conta questões como a sustentabilidade e a saúde dos consumidores.

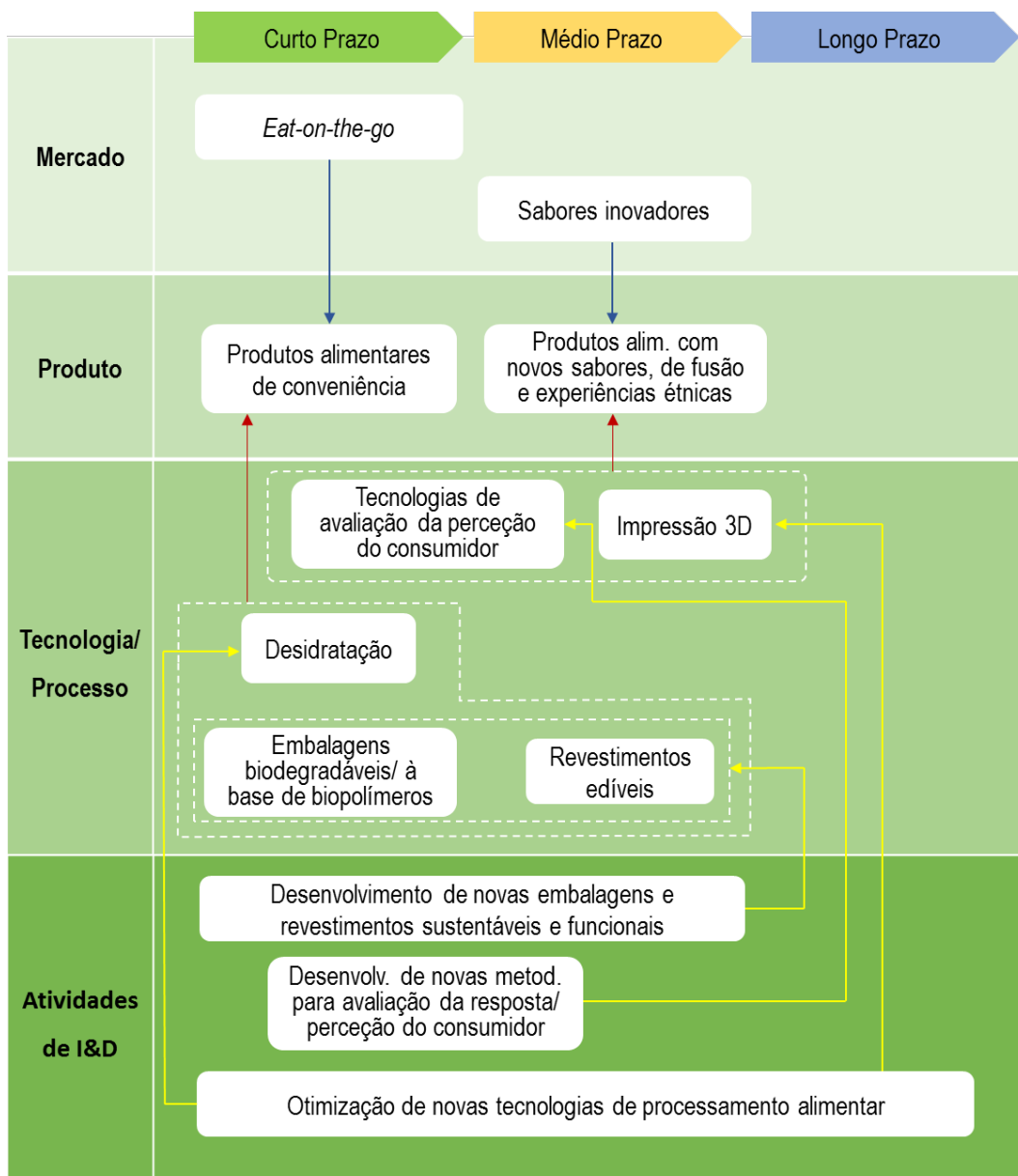


Figura 7. Percurso tecnológico 4

### 3.2.5 Percurso tecnológico 5

O quinto percurso tecnológico procura traduzir as necessidades associadas a duas tendências transversais – “Sustentabilidade” e “Food integrity” – que, pela sua natureza, deverão estar associadas a todos os novos produtos em desenvolvimento/a desenvolver na indústria agroalimentar. Por este motivo, o presente percurso não identifica necessidades

específicas associadas à “camada” de produto, estabelecendo-se uma relação direta entre as tendências de mercado e as necessidades de tecnologias/processos apresentadas na Figura 8.

Neste contexto, existe uma clara interdependência entre a tendência “Sustentabilidade” e a necessidade da adoção, por parte da indústria



agroalimentar, de tecnologias e processos que garantam o respeito pelo meio ambiente e pela biodiversidade ao longo de toda a cadeia de valor. Assim, de modo a garantir a sustentabilidade de todos os produtos alimentares, a indústria agroalimentar deverá apostar no desenvolvimento de revestimentos edíveis, de embalagens biodegradáveis/ à base de biopolímeros, bem como em técnicas alternativas de extração que necessitem de menores gastos de energia e de menores quantidades de solventes químicos.

Por sua vez, a tendência “*Food integrity*” está profundamente relacionada com a necessidade de adoção de tecnologias e processos que garantam que os consumidores têm acesso a alimentos seguros, autênticos e nutritivos, os quais são produzidos através de sistemas de produção sustentáveis. Assim, de modo a atingir os objetivos associados à tendência “*Food integrity*”, é expectável que a indústria agroalimentar adote processos de tratamento mais seguros e métodos analíticos mais expeditos, bem como tecnologias de monitorização e rastreabilidade dos produtos ao longo de toda a cadeia de valor, de modo a garantir a integridade e a segurança dos alimentos, bem como a sua autenticidade.

As atividades de I&D necessárias à concretização das tecnologias/ processos previstos centram-se: no desenvolvimento de novas tecnologias de digitalização de processos e automação industrial; no desenvolvimento de novos métodos para

controlo da qualidade, origem, deteção de adulterações e segurança alimentar; na otimização de novas tecnologias de processamento alimentar; no desenvolvimento de novos métodos de processamento alimentar; no desenvolvimento de novas embalagens e revestimentos sustentáveis e funcionais; e no desenvolvimento de novos alimentos e produtos resultantes da valorização de subprodutos.

De referir que este percurso tem subjacente as preocupações relacionadas com a menor utilização de agroquímicos, menor uso de fertilizantes e isenção de pesticidas. Apesar do presente *Roadmap* se focar essencialmente na indústria alimentar, importa estabelecer a ligação e as sinergias necessárias com uma produção agrícola mais sustentável, permitindo o desenvolvimento de alimentos mais saudáveis, seguros e de melhor qualidade. Adicionalmente, salienta-se a necessidade de apostar em produtos autóctones, característicos de cada região, respeitando a biodiversidade e contribuindo para a sustentabilidade do setor agroalimentar português.

Neste contexto, o percurso 5 (Figura 8) sistematiza os processos, as tecnologias e as atividades de I&D a desenvolver/ implementar para que os consumidores tenham acesso a produtos que cumpram com os requisitos associados às tendências “Sustentabilidade” e “*Food integrity*”.

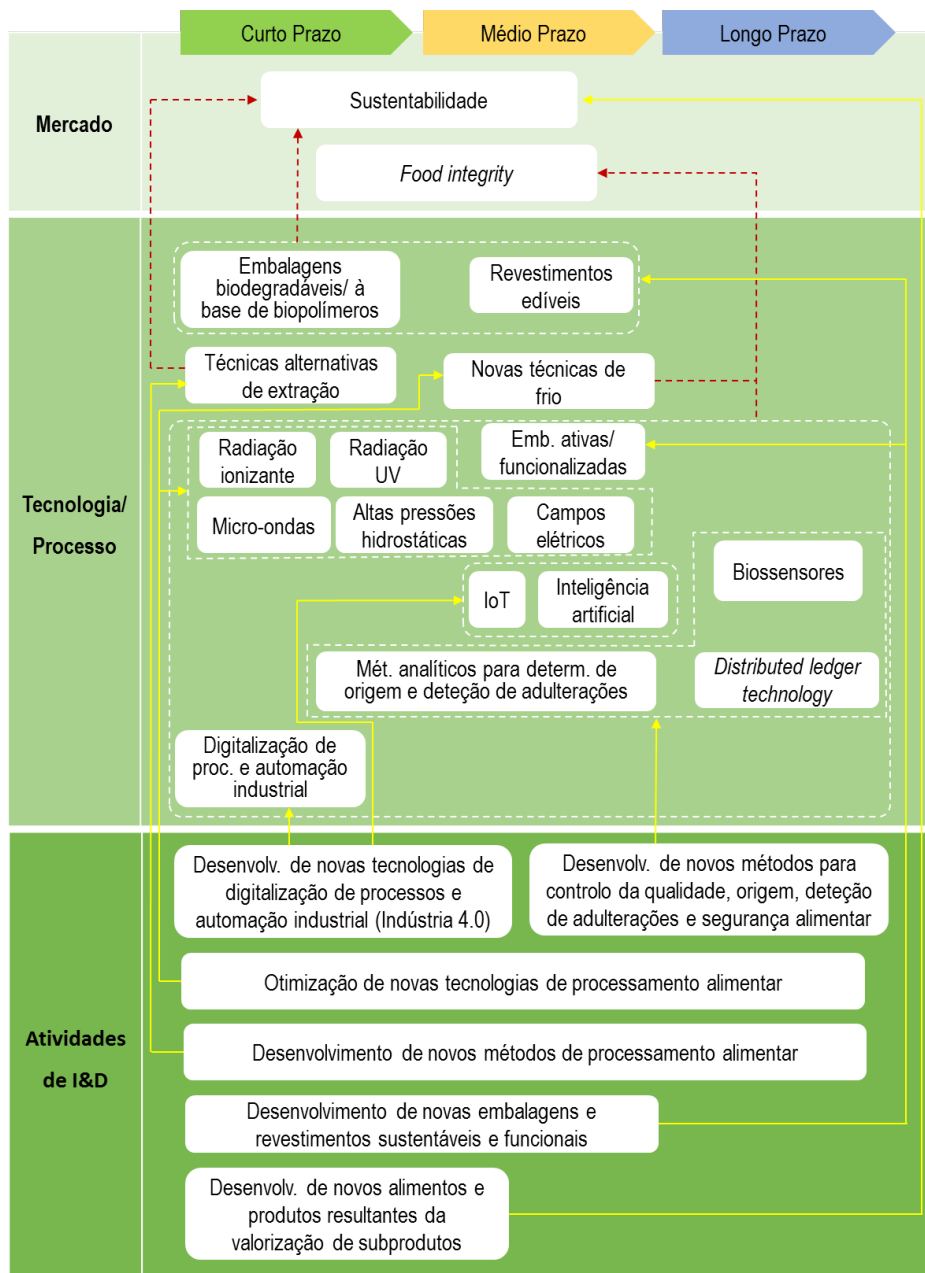


Figura 8. Percurso tecnológico 5

### 3.3 Mapa Global

O principal resultado do presente trabalho está representado na Figura 9, onde é apresentado o *Roadmap* Tecnológico

global para o setor agroalimentar português, agregando toda a informação apresentada anteriormente nos cinco percursos tecnológicos.

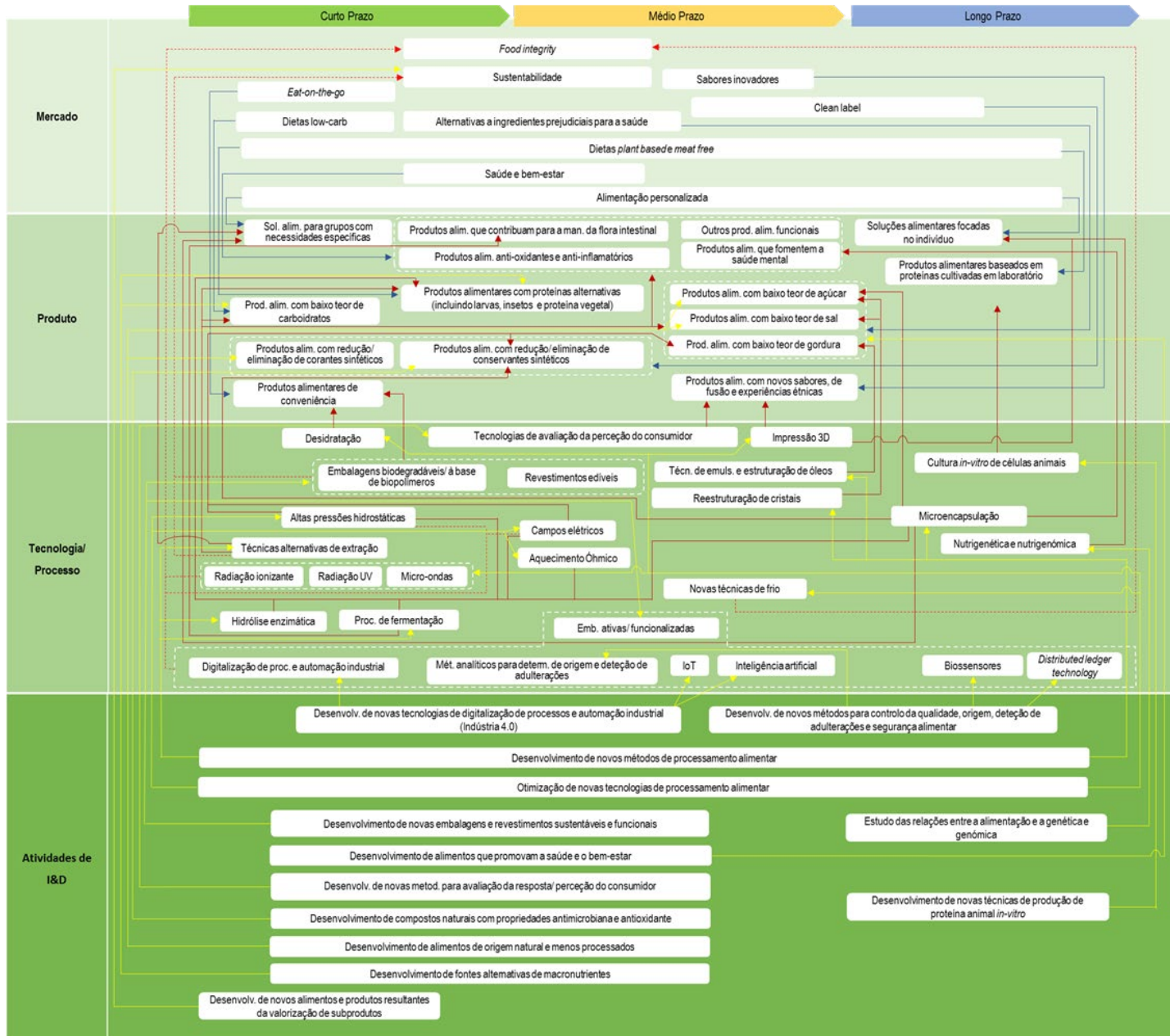


Figura 9. Roadmap Tecnológico global para o setor agroalimentar português





## CAPÍTULO 4

Recomendações para  
atualização do *Roadmap*

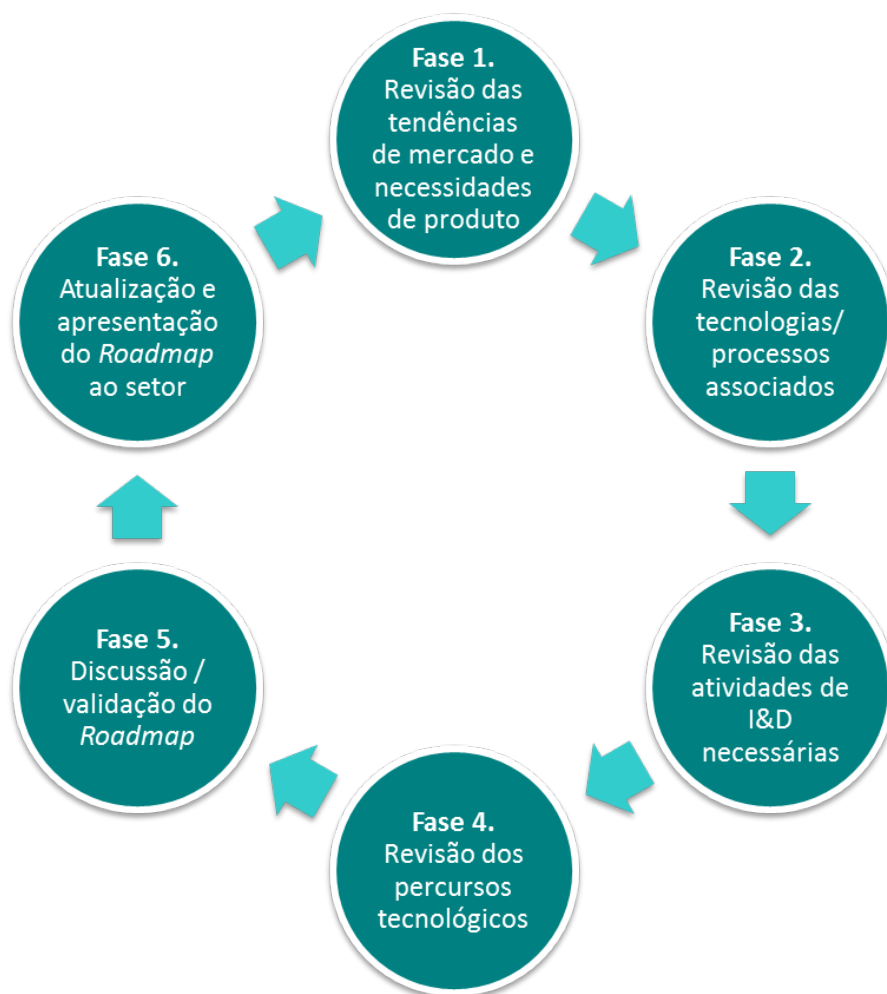
#### 4. Recomendações para atualização do *Roadmap*

As oportunidades e tendências de mercado estão em constante mutação e atualização, pelo que é necessário que as empresas (re)orientem e (re)avaliem a sua atuação, de forma contínua, no sentido de responderem às novas necessidades de produtos e de tecnologias/ processos que vão surgindo.

Assim sendo, o *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar apresentado no presente documento deve acompanhar a

evolução do mercado e das tendências do setor, não sendo portanto um exercício fechado, carecendo de atualizações periódicas.

Propõe-se portanto que a PortugalFoods, enquanto entidade dinamizadora do setor agroalimentar, promova, de forma periódica, a atualização do *Roadmap* desenvolvido. Sugere-se, portanto, a implementação, com uma periodicidade de três anos, de uma metodologia de atualização composta por seis fases, representada na Figura 10.



**Figura 10.** Proposta de metodologia para atualização do *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar português

De seguida apresenta-se uma descrição mais detalhada de cada uma das fases propostas.

▪ **Fase 1. Revisão das tendências de mercado e necessidades de produto**

Numa primeira fase sugere-se a revisão das tendências de mercado e das necessidades de produto identificadas no exercício de *roadmapping* anterior, as quais constituem o ponto de partida para a atualização do *Roadmap*. Esta revisão englobará nova pesquisa bibliográfica de fontes relevantes. Posteriormente, a informação analisada será compilada e validada com os atores relevantes do setor agroalimentar.

▪ **Fase 2. Revisão das tecnologias/processos associados**

Esta fase deverá ser desenvolvida em estreita colaboração com as várias entidades relevantes para o setor agroalimentar, o que incluirá a realização de novas entrevistas. A auscultação destas entidades será relevante para rever as potenciais novas tecnologias e processos que possam responder às novas necessidades de mercado e de produto identificadas na fase anterior.

▪ **Fase 3. Revisão das atividades de I&D necessárias**

Nesta fase é essencial o contributo das entidades dedicadas à I&D, que possuem um conhecimento profundo acerca das tendências tecnológicas do setor, não só a curto-prazo mas principalmente a médio e longo prazos. Com o contributo destas entidades, e tendo em conta a informação recolhida nas fases anteriores, será

possível proceder-se à atualização das atividades de I&D a implementar tendo em vista a concretização das tecnologias/processos e produtos previstos.

▪ **Fase 4. Revisão dos percursos tecnológicos**

Tal como descrito, este modelo de *Roadmap* não deverá ser estático, pelo que nesta fase será analisada a pertinência da implementação de alterações nos percursos tecnológicos definidos anteriormente, no sentido de enriquecer as diferentes camadas do *Roadmap* e/ou facilitar a interpretação dos mesmos.

▪ **Fase 5. Discussão / validação do *Roadmap***

Esta fase compreende a realização de sessões de trabalho, com investigadores relevantes das entidades de I&D nacionais, para apresentação, discussão e validação do novo modelo de *Roadmap* proposto. Nestas sessões serão recolhidas as propostas de alterações ao modelo apresentado.

▪ **Fase 6. Atualização e apresentação do *Roadmap* ao setor**

Utilizando a informação recolhida na fase anterior, deverá proceder-se à atualização do *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar português.

Para a implementação da metodologia descrita, sugere-se que mesma siga o cronograma apresentado na Figura 11, que prevê um processo de atualização com uma duração de 8 semanas.



Fases / Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8
Fase 1. Revisão das tendências de mercado e necessidades de produto	█	█						
Fase 2. Revisão das tecnologias/ processos associados		█	█	█				
Fase 3. Revisão das atividades de I&D necessárias			█	█	█	█		
Fase 4. Revisão dos percursos tecnológicos				█	█	█	█	
Fase 5. Discussão / validação do <i>Roadmap</i>						█	█	
Fase 6. Atualização e apresentação do <i>Roadmap</i> ao setor							█	█

**Figura 11.** Proposta de cronograma para implementação da metodologia de atualização do *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar português



## CAPÍTULO 5

Conclusões e observações

## 5. Conclusões e observações

O presente trabalho culminou com a elaboração do *Roadmap* Tecnológico para o setor agroalimentar português, que constitui um elemento de extrema importância para o setor.

De facto, o setor agroalimentar tem diferentes necessidades a curto, médio e longo prazos, quer em termos de produtos quer de tecnologias e processos. O *Roadmap* desenvolvido procurou encontrar/definir caminhos que permitissem dar resposta às necessidades identificadas, consubstanciados nos percursos tecnológicos apresentados.

De referir ainda que o *Roadmap* definido não é definitivo, ou seja, as informações aqui apresentadas necessitam de ser atualizadas de forma contínua e permanente, sendo necessário rever periodicamente os vários elementos constituintes das diferentes camadas do *Roadmap*.

O presente capítulo contém as principais conclusões e observações resultantes do trabalho desenvolvido.

### Necessidades de mercado e de produtos

Tal como apresentado anteriormente, o setor agroalimentar compreende um conjunto de necessidades de mercado e de produtos que se estendem no curto, médio e longo prazos. O consumidor prioriza as suas necessidades ao longo do tempo de forma diferente, destacando-se alguns produtos com carácter urgente e que os

consumidores solicitam a curto-prazo e outros que se prevê que o consumidor só venha a valorizar no longo prazo.

Relativamente às necessidades de curto-prazo, destacam-se como prioritários os produtos alimentares de conveniência, alguns produtos associados à manutenção da saúde e bem-estar, produtos com baixo teor de carboidratos e produtos com redução/ eliminação de corantes sintéticos.

Na outra extremidade, tendo em consideração a complexidade das técnicas e dos processos necessários para o seu desenvolvimento e mesmo a legislação em vigor e a evolução do setor, há produtos que serão apenas uma tendência e uma necessidade no longo-prazo, destacando-se as soluções alimentares focadas no indivíduo e a cultura *in-vitro* de células animais.

Existem também preocupações e necessidades por parte do consumidor que estão sempre presentes e que o consumidor procura nos produtos que vai consumir, nomeadamente a garantia da qualidade, da segurança alimentar e a relação com a sua saúde. Destaca-se também a crescente preocupação do consumidor pela sustentabilidade das suas escolhas, procurando produtos que respeitem os ecossistemas e o ambiente, bem como opções menos poluentes e biodegradáveis.

### Grau de desenvolvimento tecnológico e processual

O *Roadmap* Tecnológico desenvolvido não se baseia apenas em tecnologias de ponta, como a microencapsulação, os biossensores ou a *Distributed ledger technology* (onde o *Blockchain* se insere). Uma grande parte das tecnologias e processos identificados passam pela melhoria/ otimização de tecnologias e processos já existentes, por exemplo tecnologias e métodos de processamento alimentar como as altas pressões hidrostáticas, processos de fermentação, desidratação e tecnologias de radiação. Assim, tendo em vista a resposta às necessidades de mercado e produto identificadas, é importante que as empresas do setor possam analisar a pertinência de apostar na compreensão mais profunda destas tecnologias e processos, de forma a que seja possível a sua implementação de forma otimizada, em contexto industrial.

De realçar que a curto/ médio prazo se prevê que o setor agroalimentar, a exemplo de outros, possa beneficiar de uma transformação em termos de processos de produção, através da aposta na automatização industrial e digitalização de processos, associada à Indústria 4.0.

Destaca-se também a preocupação crescente com a sustentabilidade ao longo de toda a cadeia produtiva, sendo necessário que as empresas apostem já no curto-prazo em soluções menos poluentes, como as embalagens biodegradáveis e soluções alternativas ao plástico.

### Importância do *Roadmap* para as entidades do setor agroalimentar

O *Roadmap* elaborado contribui para dotar as empresas de um conhecimento mais aprofundado sobre as oportunidades e tendências existentes no mercado e sobre as necessidades dos consumidores, apoiando as empresas na definição de estratégias para a orientação dos seus recursos, permitindo o desenvolvimento de novos produtos e tecnologias e a consecução dos seus objetivos tecnológicos e de mercado.

Assim, o *Roadmap* desenvolvido vai permitir que as empresas possam orientar a sua estratégia de IDI para as reais necessidades do setor, alinhando a sua oferta e o seu portefólio com a procura do mercado e dos consumidores.

Além de constituir uma ferramenta essencial para as empresas, o *Roadmap* desenvolvido representa também um instrumento útil para um conjunto de outros atores relevantes no setor agroalimentar, nomeadamente as associações empresariais e as entidades do Sistema Científico e Tecnológico Nacional. Apresentando um conjunto de informação organizada e sistematizada, estas entidades também beneficiam do *Roadmap* pois conseguem ter uma visão alargada do que será o futuro do setor agroalimentar, no curto, médio e longo prazos, podendo também orientar a sua atividade e a sua forma de atuação de acordo com as necessidades e tendências apresentadas.

### Ligação do setor agroalimentar com a sua envolvente

O *Roadmap* desenvolvido tem uma vocação horizontal, ou seja, cobre os vários aspetos comuns às empresas do setor agroalimentar. Contudo, o sucesso do setor agroalimentar depende, cada vez mais, da colaboração e espírito de parceria com outros setores, nomeadamente com os setores produtores de tecnologia, bem como com as entidades não empresariais do Sistema de I&I. Relativamente a estas últimas, destaca-se a importante colaboração dos vários investigadores dos principais grupos de investigação nacionais ligados ao setor agroalimentar, que

contribuíram ativamente para a consolidação e validação da informação produzida.

É assim importante que se continue a apostar na comunicação do setor agroalimentar com outros setores e entidades envolventes, através de uma interação permanente e um trabalho conjunto, possibilitando o crescimento do setor agroalimentar e, conseqüentemente, da indústria nacional.





# REFERÊNCIAS



## Referências

- ABC Packaging. (2020). Food Industry - Few solutions for recyclable packaging. ABC Packaging.
- Amaral, P. e Conto, P. (2018). Microencapsulation and Its Uses in Food Science and Technology: A Review. Intech Open.
- Apicella, A., Scarfato, P., Di Maio, L. e Incarnato, L. (2019). Sustainable Active PET Films by Functionalization With Antimicrobial Bio-Coatings. *Frontiers in Materials*.
- Askew, K. (17 de Dezembro de 2019). Cultured meat: Challenges and opportunities on the long road to market. Food Navigator. Obtido de Food Navigator: <https://www.foodnavigator.com/Article/2019/12/17/Cultured-meat-and-the-long-road-to-market>
- Askew, K. (2020). Personalised nutrition will shape the food systems of the future: How will mass production adapt? Food Navigator.
- ATKearney. (2019). How will cultured meat and meat alternatives disrupt the agricultural and food industry? ATKearney.
- Bell, B. (2018). What Foods Can Replace Simple Carbs? SF Gate.
- Berk, Z. (2018). Dehydration. Em Z. Berk, Food Process Engineering and Technology. ScienceDirect.
- Bouzembrak, Y., Kluche, M., Gavai, A. e Marvin, H. (2019). Internet of Things in food safety: Literature review and a bibliometric analysis. Em *Trends in Food Science and Technology* (pp. 54-64). Elsevier.
- British Nutrition Foundation. (Junho de 2019). Plant-based diets. Obtido em Setembro de 2020, de British Nutrition Foundation: <https://www.nutrition.org.uk/healthyliving/helpingyoueatwell/plant-based-diets.html?start=1>
- Burgos, K., Subramaniam, P. e Arthur, J. (2016). *Reformulation Guide: Spotlight on Sugars*. Leatherhead Food Research.
- Cerqueira, M. (2019). *Edible Packaging*. Em Laurence Melton, Fereidoon Shahidi, & Peter Varelis, *Encyclopedia of Food Chemistry* (pp. 173-176). ScienceDirect.
- Cerqueira, M., Teixeira, J. e Vicente, A. (2016). *Edible Packaging Today*. Em Miguel Cerqueira, Ricardo Pereira, Oscar Ramos, José Teixeira, & António Vicente, *Edible Food Packaging: Materials and Processing Technologies*. CRC Press - Taylor & Francis Group.
- Colebrook, L. (2020). *How do we increase food integrity?* New Food.
- Comissão Europeia. (2020). *A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system*. Bruxelas: Comissão Europeia.
- Dasgupta, N., Ranjan, S. e Gandhi, M. (2019). *Nanoemulsions in food: market demand*. Em Eric Lichtfouse, Jan Schwarzbauer, & Didier Robert, *Environmental Chemistry Letters* (pp. 1003–1009). Springer.
- Dennett, C. (2019). *The Future of Nutrigenomics*. Today's Dietitian.
- Doremus. (2016). *Substitutos de Gordura*. Doremus.
- EDLONG. (2019). *The Science of Taste - Healthy Reduction*. EDLONG.
- Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa. (2020). *A Nutrigenética e a Nutrigenómica na Investigação e na Clínica*. Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa.
- FAO. (2013). *Edible insects - Future prospects for food and feed security*. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO).
- Ferret, E., Bazinet, L. e Voilley, A. (2019). *Heat and Mass Transfers— Basics Enthalpies Calculation and the Different Transfer Modes*. Em Rémy

- Cachon, Philippe Girardon, & Andrée Voilley, Gases in Agro-Food Processes. ScienceDirect.
- Flatworld Solutions. (2020). *The impact of 3D printing on the food industry*. Flatworld Solutions.
  - Fujimoto, Y. (2018). *Projection mapping for enhancing the perceived deliciousness of food*. IEEE Xplore.
  - Future Bridge . (2020). *3D Printing and its Application Insights in Food Industry*. Future Bridge.
  - FutureTimeline. (23 de Janeiro de 2020). *Lab-grown fish company to launch cell-based seafood products in 2021*. Obtido de FutureTimeline: <https://www.futuretimeline.net/blog/2020/01/23-lab-grown-fish-meat.htm>
  - GlobalData, & PortugalFoods. (2019). Trends 2019.
  - Griffiths, K., Aggarwa, B.B., Singh, R.B., Buttar, H.S., Wilson, D. e Meester, F. (2016). *Food Antioxidants and Their Anti-Inflammatory Properties: A Potential Role in Cardiovascular Diseases and Cancer Prevention*. Diseases.
  - Guerrero-Beltrán, J.Á. e Welti-Chanes, J. (2016). *Pulsed Electric Fields*. Em E. o. Health, Benjamin Caballero, Paul M. Finglas and Fidel Toldrá (pp. 561-565). Elsevier.
  - Haris, N. (2019). *How to Replace Fiber When Low-Carb*. SF Gate.
  - Harvard Women's Health Watch. (2018). *Foods that fight inflammation*. Harvard Health Publishing.
  - Hasnan, N. Z.N. e Yusoff, Y. M. (2018). *Short review: Application Areas of Industry 4.0 Technologies in Food Processing Sector*." IEEE Student Conference on Research and Development (SCOReD). Kajang, Malaysia, pp. 1-6.
  - Hoffmann, C., Subei, B., e Mahnke ,T. (2020). *The Winning Formula in Personalized Nutrition*. Boston Consulting Group (BCG).
  - Ismael, D. e Ploeger, A. (2019). *Development of a Sensory Method to Detect Food-Elicited Emotions Using Emotion-Color Association and Eye-Tracking*. Foods.
  - Jasmina, H., Džana, O., Alisa, E., Edina, V. e Ognjenka, R. (2017). *Preparation of nanoemulsions by high-energy and low-energy emulsification methods*. Em IFMBE Proceedings book series, volume 62. Springer.
  - Kadim, I.T., Mahgoub, O., Baqir, S., Faye, B. e Purchas, R. (2015). *Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospects*. Journal of Integrative Agriculture, 222-233.
  - Kalla, A. M. e Devaraju, R. (2017). *Microwave energy and its application in food industry: A review*. Journal of dairying, foods & home sciences.
  - Kita, Y. e Rekimoto, J. (2013). *Spot-Light: Multimodal Projection Mapping on Food*. International Conference on Human-Computer Interaction, (pp. 652-655).
  - Koutchma, T. (2014). *Adapting High Hydrostatic Pressure (HPP) for Food Processing Operations*. Science Direct.
  - Liem, D.G. Miremadi, F. e Keast, R. (2011). *Reducing Sodium in Foods: The Effect on Flavor*. Nutrients.
  - Lima, F. Vieira, K., Santos, M. e Souza, P.M. (2018). *Effects of Radiation Technologies on Food Nutritional Quality*. Intech Open.
  - Macmillan, A. (2019). *Here's Everything You Need to Know About Gut Health*. TIME.
  - Mandal, A. (2019). *Biosensors and Food Industry*. News Medical Life Sciences.
  - Manikkam, V. (2018). *Natural alternatives to chemical food preservatives: Plant-based is the new trend*. Prescouter.
  - Maricato, J. (2020). *Tendências 2020: Alimentação, Nutrição e Saúde*. PortugalFoods.

- Martins-Lopes, P., Gomes, S., Pereira, L. e Guedes-Pinto, H. (2013). *Molecular Markers for Food Traceability*. Food Technol. Biotechnol., 51 (2) 198–207.
- McCrickerd, K. e Forde, C.G. (2017). *Sensory influences on food intake control: moving beyond palatability*. Wiley Online Library.
- Medical News Today. (2019). *10 ways to improve gut health*. Medical News Today.
- Mintel. (2017). *Mintel announces five global food and drink trends for 2018*. Mintel.
- Mintel. (2018). *2018 Global Food & Drink Trends: How did we do?* Mintel.
- Mintel e PortugalFoods. (2018). *Trends 2018*.
- Mintel e PortugalFoods. (2020). *Trends Report for the AgriFood Sector: Top Trends 2020*. Documento requisitado pelo Observatório PortugalFoods | Knowledge Division.
- Missy Green. (2020). *3D-printed food: A new frontier in personalized nutrition*. Food Ingredients First.
- Mogelonsky, M. (2019). *Sweets & snacks expo 2019: 5 snack trends you need to know right now*. Mintel.
- Mohan, C.O. et al. (2018). *Food process engineering and quality assurance*. Apple Academic Press, Inc. Waretown, NJ. USA.
- Moncada, M., Astete, C. e Sabliov, C., Olson, D., Boeneke, C. e Aryana, K.J. (2015). *Nano spray-dried sodium chloride and its effects on the microbiological and sensory characteristics of surface-salted cheese crackers*. PubMed.
- Murugaboopathi, G., Parthasarathy, V., Chellaram, C., Anand, T.P. e Vinurajkumar, S.. (2013). *Applications of Biosensors in Food Industry*. Biosciences Biotechnology Research Asia.
- Muschiolik, G. e Dickinson, E. (2017). *Double Emulsions Relevant to Food Systems: Preparation, Stability, and Applications*. Wiley Online Library.
- Nachal, N. J., Moses, A., Karthik, P. e Anandharamakrishnan, C. (2019). *Applications of 3D Printing in Food Processing*. Springer.
- Nestlé Portugal. (2011). *O benefício dos alimentos funcionais*. Nestlé Portugal.
- Olsen, N. (2018 de Abril de 2018). *Top 15 sources of plant-based protein*. Obtido de Medical News Today: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/321474>
- Pearson, S. et al. (2019). *Are Distributed Ledger Technologies the panacea for food traceability?* Elsevier.
- Piechnik, E., et al. (2019). *Experimental and numerical analysis of the hydrofluidisation freezing process*. Contemporary Problems of Power Engineering and Environmental Protection, pp. 141-152.
- PortugalFoods. (2017). *#Top 10 Trends & Talks*.
- Putnik, P., Lorenzo, J.M., Barba, F.J. e Roohinejad, S. (2018). *Novel Food Processing and Extraction Technologies of High-Added Value Compounds from Plant Materials*. Foods.
- Rebello, F. (2017). *Microencapsulação de ingredientes alimentícios*. Revista AgroGeoAmbiental.
- Revel Systems. (2020). *Top Food-on-the-Go Trends*.
- Salari, S. e Jafari, S.M. (2020). *The Influence of Ohmic Heating on Degradation of Food Bioactive Ingredients*. Em G. Barbosa-Cánovas, Food Engineering Reviews (pp. 191–208). Springer.
- Salem, M.A. e Ezzat, S.M. (2018). *Nanoemulsions in Food Industry*. Em Dispersed Food Systems. Intech Open.
- Sharma, S. (2019). *How Artificial Intelligence is Revolutionizing Food Processing Business?* Medium.
- Sharp, B. (2019). *How Industry 4.0 Affects Food Safety and Quality*

- Management*. Food Safety Tech. Em <https://foodsafetytech.com/column/how-industry-4-0-affects-food-safety-and-quality-management/> (acedido em Maio de 2020).
- Siemer, C. e Toepfl, S. (2020). *The benefits of Pulse Electric Fields*. New Food Magazine.
  - Skoda, E. (2017). *On-the-go: the trend that's here to stay*. Packaging Europe.
  - Smith, R. (2019). *Food Fraud and Adulteration Detection Using FTIR Spectroscopy*. Food Safety Tech.
  - SpecPage. *How Industry 4.0 is changing the food industry*. SpecPage, 2019.
  - SpendEdge. (2018). *Top Trends in the Natural Food Coloring Agents Market*. SpendEdge.
  - Stebel, M. et al. (2020). *Numerical investigation of the fluid flow distribution for the hydrofluidisation food freezing method*. International Journal of Thermal Sciences, Volume 151.
  - Teixeira, J. (2017). *Relatório de atividade profissional - Ao abrigo do Despacho RT-38/2011*. Universidade do Minho.
  - Thyssenkrupp. (Setembro de 2020). *What is HPP? All the relevant information about High Pressure Processing*. Obtido de Thyssenkrupp: <https://www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com/high-pressure-processing/en/what-is-hpp>
  - Ueland, O. et al. (2020). *Trends in Food Science & Technology*. Elsevier, Volume 102, August 2020, Pages 169-177.
  - Vasuja, S. e Kumar, V. (2018). *Ultra Violet Irradiation and its applications in Food Processing Industries: A Review*. International Journal of Trend in Research and Development.
  - Wubshet, S.G., Lindberg, D., Veiseth-Kent, E., Kristoffersen, K.A., Bocker, U., Washburn, K.E. e Afseth, N.K. (2019). *Bioanalytical Aspects in Enzymatic Protein Hydrolysis of By-Products*. Em C. M. Galanakis, *Proteins: Sustainable Source, Processing and Applications*. ScienceDirect.
  - Yadav, A., Mangaraj, S., Singh, R., Kumar, M.N. e Arora, S. (2018). *Biopolymers as packaging material in food and allied industry*. International Journal of Chemical Studies.
  - Zegler, J. (2019). *2019 Global Food & Drink Trends: How'd we do?* Mintel.





# PORTUGAL FOODS

Atlantic meets Mediterranean

