ROTEIRO PARA A
DESCARBONIZAÇÃO DO SETOR AGROALIMENTAR

RELATÓRIO DE BENCHMARKING INTERNACIONAL

PORTUGAL FOODS
Atlantic meets Mediterranean
desde 2009
INOVCLUSTER
Associação do Cluster Agro-industrial do Centro
PRR
Plano de Recuperação e Resiliência
REPÚBLICA PORTUGUESA
Financiado pela União Europeia
NextGenerationEU

Índice de conteúdos

1. Enquadramento 1
1.1 Objetivo 2
1.2 Roteiros avaliados 2
1.3 Metodologias utilizadas na elaboração do documento 4
2. Análise de roteiros 5
2.1 Roteiro I 6
2.1.1 Objetivos e visão 6
2.1.2 Baseline 7
2.1.3 Medidas, implementação e financiamento 9
2.1.4 Barreiras à implementação 12
2.1.5 Metas a alcançar 13
2.2 Roteiro II 14
2.2.1 Objetivos e visão 14
2.2.2 Baseline 14
2.2.3 Medidas, implementação e financiamento 16
2.2.4 Barreiras à implementação 19
2.2.5 Metas a alcançar 20
2.3 Roteiro III 24
2.3.1 Objetivos e visão 24
2.3.2 Baseline 25
2.3.3 Medidas, implementação e financiamento 25
2.3.4 Barreiras à implementação 28
2.3.5 Metas a alcançar 29
2.4 Roteiro IV 31
2.4.1 Objetivos e visão 31
2.4.2 Baseline 31
2.4.3 Medidas, implementação e financiamento 32
2.4.4 Barreiras à implementação 36
2.4.5 Metas a alcançar 37
2.5 Roteiro V 38
2.5.1 Objetivos e visão 38
2.5.2 Baseline 39
2.5.3 Medidas, implementação e financiamento 40
2.5.4 Barreiras à implementação 43
2.5.5 Metas a alcançar 43
3. Conclusões 45

Índice de tabelas

Tabela 1- Roteiros selecionados para análise. 3
Tabela 2 - Planeamento para a neutralidade carbónica - Responsabilidade organizacional. 10
Tabela 3 - Sumário das ações necessárias nas diferentes etapas da cadeia de valor. 11
Tabela 4 - Guia de priorização de ações. 12
Tabela 5 - Medidas transversais ao processo de descarbonização e principais barreiras à sua implementação. 20
Tabela 6 - Sumário de custos e impactos dos cenários de descarbonização. 23

Índice de figuras

Figura 1 – O que significa atingir neutralidade carbónica. 6
Figura 2 - Padrões e Scopes de emissões de gases com efeito de estufa. 8
Figura 3 - Distribuição das emissões associadas aos alimentos consumidos no Reino Unido. .. 9
Figura 4 – Estratégia para alcançar zero emissões líquidas de gases com efeito de estufa. 13
Figura 5 - Redução das emissões de CO2 (kt CO2) no setor alimentar e de bebidas, no Reino Unido. 15
Figura 6 - Emissões do setor alimentar e de bebidas. 16
Figura 7 - Performance dos diferentes cenários. 22
Figura 8 - Grandes instalações de alimentos e bebidas em toda a Europa. 25
Figura 9 - Categorias de medidas e técnicas de descarbonização 26
Figura 10 - Redução das emissões de GEE para o setor europeu de alimentos e bebidas para os cenários identificados. 30
Figura 11 - Emissões de GEE a nível global, em 2020. 32
Figura 12 - Tendências de elevado impacto no setor alimentar e de bebidas. 33
Figura 13 - Soluções energéticas e serviços para a descarbonização da cadeia de valor. 35
Figura 14 - Principais forças de mercado para alcançar as metas definidas. 37
Figura 15 - Contribuição por categoria de produto para o valor gerado na indústria de alimentos e bebidas durante 2019. 39
Figura 16 – Mix de energia utilizada na indústria alimentar e de bebidas dos EUA, durante o ano de 2018. 40
Figura 17 – Previsão de emissões de CO2 para o setor alimentar e de bebidas dos EUA, por cenário, 2015-2050. 44

1. Enquadramento

1 Enquadramento

1.1 Objetivo

O presente documento tem como objetivo sistematizar informação recolhida a partir de roteiros para a descarbonização do setor alimentar e de bebidas, desenvolvidos por entidades de renome. Entre a informação a recolher na análise dos roteiros inclui-se: 1) a identificação das metodologias utilizadas para a elaboração dos roteiros; 2) perceção do estado atual do setor em termos de emissões de gases com efeitos de estufa (GEE) e consumos de energia; 3) as principais medidas de descarbonização apresentadas; e, 4) as principais barreiras à sua implementação.

1.2 Roteiros avaliados

Para a seleção dos roteiros a analisar definiram-se os seguintes parâmetros: ano de publicação igual ou mais recente do que 2015 e focado na cadeia de valor do setor agroalimentar, mais concretamente na etapa de processamento industrial.

Numa pesquisa inicial identificou-se um total de 15 roteiros com potencial para uma análise preliminar, tendo em conta o objetivo para desenvolvimento do presente documento. Abaixo estão identificados os títulos dos roteiros selecionados nesta primeira fase:

- The dairy roadmap climate ambition: supporting UK net-zero
- Decarbonising growth: Managing the transition
- Supply Chain Decarbonization: A Guide to Establishing a Successful Decarbonization Program
- Farm of the Future. Journey to Net Zero
- Decarbonisation of heat across the food and drink manufacturing sector
- Industrial Decarbonisation & Energy Efficiency Roadmaps to 2050
- Industrial Decarbonisation and Energy Efficiency Roadmap Action Plan
- Industrial Decarbonization Roadmap
- Decarbonising the Agriculture, Forestry and Land use sector in South Africa
- Net-Zero Europe: Decarbonization pathways and socioeconomic implications
- Decarbonisation options for the Dutch dairy processing industry
- Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 | Estratégia de longo prazo para a neutralidade carbónica da economia portuguesa em 2050
- A Roadmap towards Climate Neutrality

- Decarbonizing practices in the global food and beverage industry
- Working together toward more sustainable dairy production.

Após a análise preliminar dos roteiros fez-se uma seleção dos documentos com a estrutura e a informação apresentada necessárias para responder ao objetivo pretendido. Na Tabela 1 estão identificados os cinco roteiros selecionados para uma análise mais profunda, identificando ano de referência para a recolha de dados (baseline) e ano até ao qual apresentam potenciais ações e projeções de descarbonização para o setor alimentar e de bebidas (ano de projeção).

Tabela 1- Roteiros selecionados para análise.

Título	Ano de publicação	Autor	Ano de referência	Ano de projeção
Achieving Net Zero: A Handbook For The Food And Drink Sector	2021	Food & Drink Federation	2019	2040
Industrial Decarbonization & Energy Efficiency Roadmaps to 2050 - Food and Drink	2015	Department of Energy and Climate Change and the Department for Business, Innovation and Skills	2012	2050
Decarbonization road map for the European food and drink manufacturing sector	2021	Ricardo Energy & Environment on behalf of FoodDrinkEurope	1990	2050
Decarbonizing practices in the global food and beverage industry	2022	Siemens Switzerland	2018	N.A.
Industrial Decarbonization Roadmap	2022	U.S. Department of Energy	2019	2050

1.3 Metodologias utilizadas na elaboração do documento

Neste documento fez-se então um levantamento de roteiros para a descarbonização do setor agroalimentar a nível mundial. Foram selecionados os roteiros mais apropriados ao objetivo do documento, quer pela sua data de publicação quer pelo seu grau de análise que apresentavam especificamente para a etapa de processamento/produção da cadeia agroalimentar. Após a seleção de um total de cinco roteiros, procedeu-se à análise da sua estrutura e recolha de informação relevante procurando responder aos seguintes pontos:

- Objetivos e visão;
- Baseline;
- Medidas, implementação e financiamento;
- Barreiras à implementação;
- Metas a alcançar

2. Análise de roteiros

2 Análise de roteiros

2.1 Roteiro I

Achieving Net Zero: A Handbook for The Food and Drink Sector

Autor: **Food & Drink Federation**

Data de publicação: **novembro de 2021**

2.1.1 Objetivos e visão

Este roteiro foi desenvolvido com o objetivo de orientar os produtores de alimentos e bebidas que queiram contribuir para atingir a neutralidade carbónica do setor (Figura 1). Este documento foi publicado juntamento com o Roteiro para as Emissões Zero (*Roadmap for Net Zero Overview*) que sumariza os argumentos comerciais relacionados com a ação climática e é direcionado às diferentes partes interessadas, de uma forma mais ampla.

Apesar de ter sido desenhado para ajudar produtores de alimentos e bebidas, é essencial para todos aqueles que se encontram numa fase inicial do desenvolvimento da sua estratégia climática. Este roteiro apresenta diversas ações práticas e informação que abrangem diferentes fases da cadeia de produção numa abordagem do Prado ao Prato. A informação suplementar para cada segmento da cadeia de produção fornece contexto para as diferentes ações e sinaliza para outros recursos úteis que estão disponíveis online.

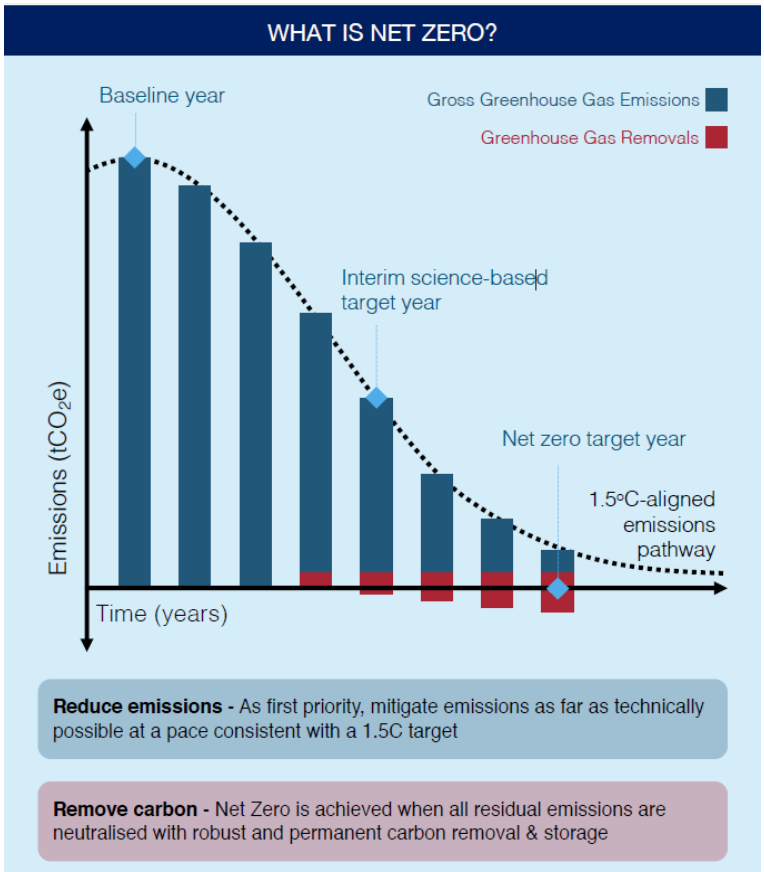

Figura 1 – O que significa atingir neutralidade carbónica.

Ao longo do documento analisado são abordados os quadros estratégicos em que se enquadram as diferentes ações; são apresentadas três ações principais para as partes *upstream* e *downstream* da cadeia de valor; são apresentadas várias de ações forma detalhada relativamente à fase de processamento, uma vez que é a área da cadeia de valor onde é possível exercer um maior controlo sobre as emissões; e, por fim, são fornecidos alguns conselhos sobre como utilizar as compensações de carbono.

Em abril de 2021, a *Food and Drink Federation* (FDF) estabeleceu a ambição de atingir a neutralidade carbónica até 2040 no setor alimentar e de bebidas do Reino Unido (UK). A FDF é considera a entidade de referência que representa a diversificada indústria de produção de alimentos e bebidas do país. Com mais de 1000 membros – desde marcas globais reconhecidas até start-ups – representa o maior setor industrial no UK. Durante os mais de 100 anos de existência, contribuiu para a elaboração de políticas e para o desenvolvimento legislativo.

2.1.2 Baseline

A avaliação da pegada de carbono pode ser um processo complexo e muito envolvente, tendo em conta todas as etapas de uma cadeia de produção. De forma a simplificar a avaliação da pegada de carbono, neste roteiro foi tomada a decisão de se classificar as emissões em três categorias, denominadas por "*Scope*" (Figura 2):

- *Scope* 1 – queima de combustível e perdas de refrigeração de locais próprios como instalações de produção/processamento.
- *Scope* 2 – eletricidade fornecida e utilizada em todas as instalações;
- *Scope* 3 – "todo o resto" – atividades *upstream*, como fornecimento de ingredientes ou embalagens, e atividades de *downstream*, como o uso por parte dos consumidores. Para os produtores de alimentos e bebidas, as emissões do *Scope* 3 são, tipicamente mais de 85% da sua pegada de carbono.

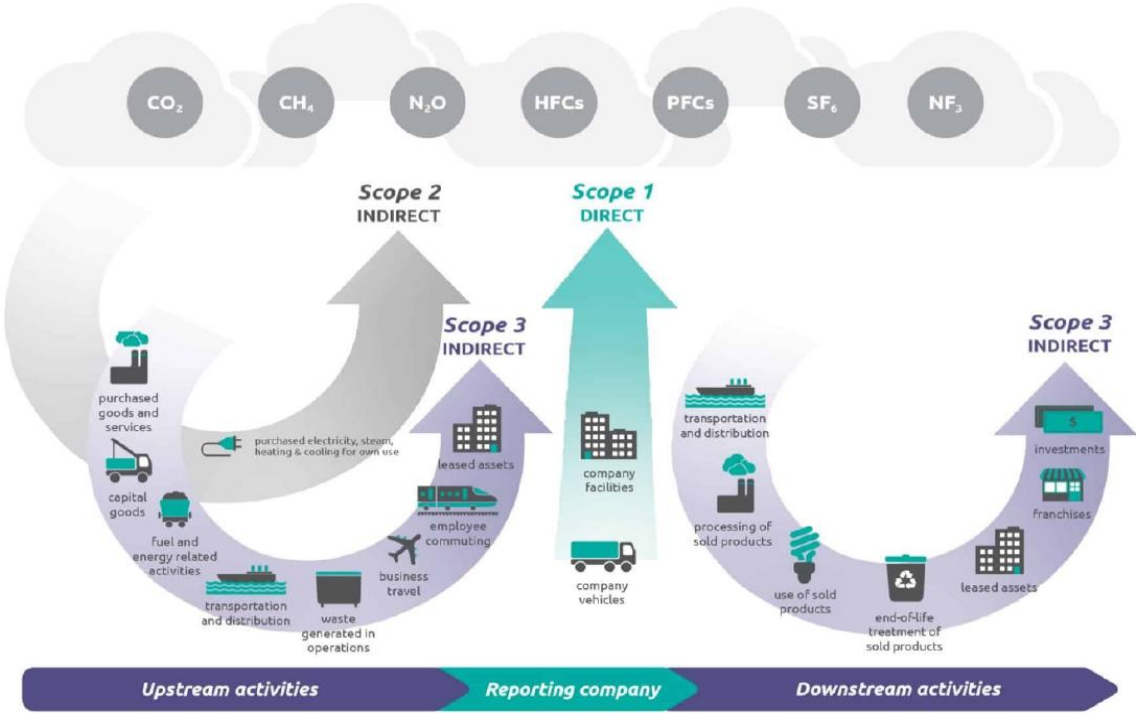

Figura 2 - Padrões e Scopes de emissões de gases com efeito de estufa.

De acordo com este roteiro, em 2020, as emissões totais associadas com o consumo de alimentos e bebidas no UK foram de 165 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente ($MtCO_2e$), contabilizando cerca de 21% da pegada de carbono total do UK.

A Figura 3 apresenta as emissões ao longo da cadeia de valor do setor alimentar e de bebidas no UK. Os produtores são diretamente responsáveis por uma pequena porção das emissões, nomeadamente as que estão associadas ao processamento. Como referido anteriormente, a maior parte das emissões está assim associada a atividades *upstream* ou *downstream* relativas à etapa de processamento, como são exemplos as atividades de compra e fornecimento de ingredientes, atividades do retalho e restauração e o uso final dado por parte dos consumidores. Apesar de não as controlarem diretamente, os produtores podem influenciar as emissões ao longo de toda a cadeia e este roteiro considera o seu papel na descarbonização em todas as diferentes etapas.

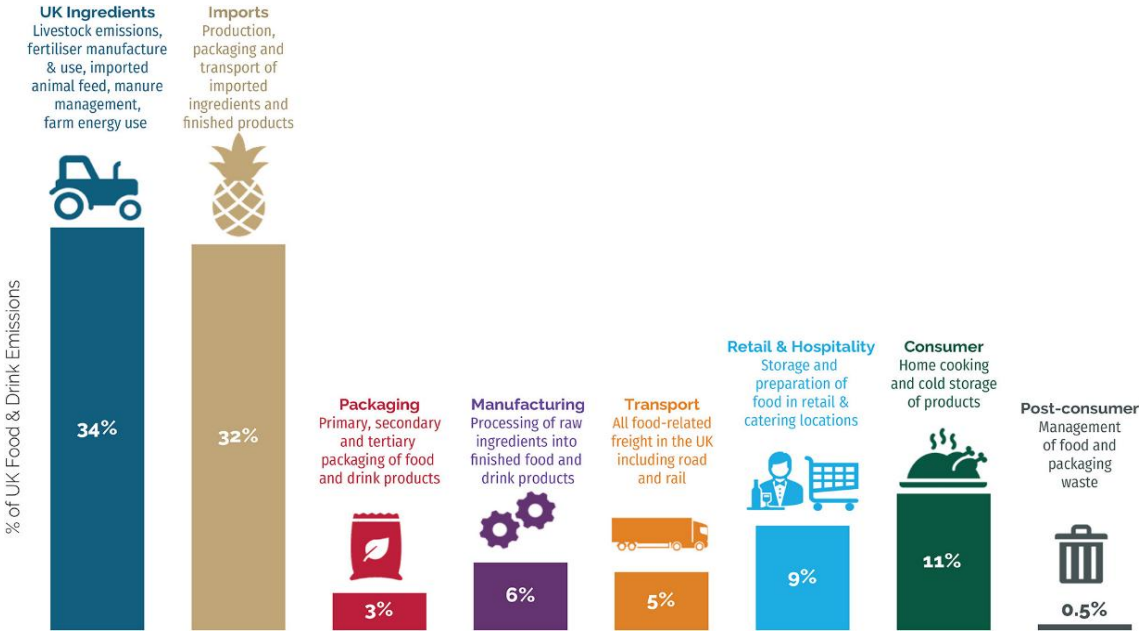

Figura 3 - Distribuição das emissões associadas aos alimentos consumidos no Reino Unido.

2.1.3 Medidas, implementação e financiamento

Atingir a neutralidade carbónica requer compromisso e contribuições de todos os departamentos das organizações. As transformações essenciais para atingir a neutralidade carbónica, normalmente, são vistas como “alterações técnicas”, mas para terem sucesso as transformações devem abranger todas as áreas de negócio e devem ser suportadas por todos os membros e colaboradores. A mudança deve partir da gestão de topo e enraizar-se em toda a organização. Abaixo, na Tabela 2, são apresentadas diferentes funções/papeis comuns a vários produtores de alimentos e bebidas:

Tabela 2 - Planeamento para a neutralidade carbónica - Responsabilidade organizacional.

Departamento/ Líder	Tarefa	Ações
CEO e Equipa Executiva	Incorporar estratégia de descarbonização	Demonstrar liderança climática Apoiar objetivos baseados em factos científicos Designar responsabilidades internas Promover uma cultura de descarbonização
Financeiro	Desbloquear investimento	Orçamento para ação climática Taxar carbono internamente Integrar o clima nas decisões
Recursos Humanos	Desenvolver capacidades climáticas	Vincular incentivos executivos ao clima Recrutar profissionais com competências relacionadas com sustentabilidade Integrar literacia carbónica
Aquisições/ Compras	Cadeia de abastecimento verde	Adquirir ingredientes de baixo carbono Ter em conta a desflorestação relacionada com a cadeia de abastecimento Procurar fornecimento de energia proveniente de fontes renováveis Envolver os fornecedores na ação climática
Gestão de Contas de Clientes	Utilizar o compromisso climático como um atrativo para clientes	Envolver os clientes com a ação climática Competir em concursos com credenciais climáticas Trabalhar com clientes na descarbonização
Distribuição e armazenamento	Descarbonizar o transporte de produtos	Otimizar práticas Estabelecer programa de descarbonização da frota Incluir a descarbonização nos contratos
Desenvolvimento de novos produtos	Desenvolver receitas de baixo carbono	Desenvolver receitas baixas em carbono Inovar com ingredientes baixos em carbono Introduzir indicador-chave de desempenho relacionados com carbono
Processamento	Abranger os Scopes 1 & 2	Implementar métodos de medição, modelação e gestão de energia Explorar tecnologias baixas em carbono Melhorar a eficiência do uso de recursos e energia
Marketing	Promover opções de baixo carbono	Perceber o contexto climático Promover ação climática social Promover uma dieta de descarbonização e redução de desperdícios em casa

O plano para a neutralidade carbónica exige uma estratégia planeada para atuar em todas as etapas da cadeia de valor. Na Tabela 3 são apresentadas medidas gerais para as diferentes partes da cadeia assim como o seu impacto em termos de emissões.

Tabela 3 - Sumário das ações necessárias nas diferentes etapas da cadeia de valor.

Cadeia de Valor	Ingredientes e importações *	Embalagem	Processamento	Distribuição e armazenamento	Clientes e Consumidores
Ações	1) Perceber as emissões dos ingredientes 2) Optar por ingredientes de baixo carbono 3) Reformular produtos para reduzir emissões	4) Atribuir responsabilidade interna para as emissões relacionadas com embalagem 5) Estabelecer políticas internas para a sustentabilidade das embalagens 6) Estimular os fornecedores para apresentarem embalagens mais baixas em carbono	7) Melhorar a eficiência energética 8) Descarbonizar a eletricidade 9) Descarbonizar processos de aquecimento 10) Optar por refrigerantes mais sustentáveis	11) Incluir o desempenho climático nos serviços de logística 12) Mudar para veículos elétricos os veículos ligeiros de mercadorias 13) Otimizar as rotas de transporte para os veículos pesados	14) Perceber as expectativas dos consumidores relativamente ao clima 15) Aumentar a oferta de produtos baixos em carbono 16) Envolver consumidores em questões climáticas e redução de desperdício
Peso nas emissões do setor alimentar	66%	3%	6%	5%	20%
*Esta categoria inclui emissões relacionadas com a produção de ingredientes no UK (emissões agrícolas), assim como emissões integradas na importação de ingredientes, alimento animal e produtos acabados (produção, embalagem e transporte para o UK).					

Como identificado, a implementação de ações para a descarbonização da indústria alimentar tem de ser realizada de forma transetorial abordando todas as etapas da cadeia de valor.

Além de ações diretas que contribuam para a emissão zero do setor, existem alternativas como a compensação carbónica.

Uma vez que é impossível eliminar todas as emissões relacionadas com os produtos obtidos, especialmente ingredientes, uma empresa pode adquiri crédito carbónico de modo a compensar emissões inevitáveis. As compensações carbónicas são atividades com o objetivo de reduzir as emissões, como por exemplo o uso de energias renováveis ou projetos relacionados com a conversão de resíduos em energia. No caso dos produtores alimentares e de bebidas, poderá ser apropriado adquirir compensações de carbono relacionadas com o uso da terra ou agricultura.

Entre os diferentes tipos de compensações carbónicas incluem-se:

- **Evitar carbono** - A compensação mais comum envolve evitar a libertação de dióxido de carbono, normalmente através da prevenção de desflorestação ou financiando projetos de energia renovável. Estas compensações podem ser adquiridas através do mercado global de compensações carbónicas.

- **Remoção de carbono** - Métodos capazes de remover o dióxido de carbono da atmosfera como reflorestação ou outras soluções baseadas na natureza. Também podem ser utilizadas tecnologias emergentes capazes de remover o CO_2 de forma mecânica, como a captura direta de ar.

- **Inserções de carbono** - Compensações dentro da cadeia de valor são denominadas inserções. Estas podem ser realizadas através de compromissos bilaterais com fornecedores ou através de consórcios. Por exemplo, podem ser estabelecidas relações bilaterais com produtores para a redução das emissões através de práticas de cultivo baixas em carbono.

Por fim, neste roteiro é apresentado um guia de priorização de atividades descrito na Tabela 4, tendo em conta as soluções apresentadas.

Tabela 4 - Guia de priorização de ações.

1.	**Emissões *Scope* 1 e 2** - primeira prioridade uma vez que se tem maior controlo sobre estas emissões e advêm maioritariamente da etapa de processamento.
2.	**Emissões *Scope* 3** - começar a trabalhar com fornecedores e clientes de forma conjunta para identificar e desenhar programas de modo a colmatar as emissões dos produtos.
3.	**Compensações carbónicas** - estas podem ser utilizadas para compensar emissões inevitáveis. Deve focar-se em projetos dentro da cadeia de valor (inserções de carbono), mas devem ser secundárias à redução das emissões.

2.1.4 Barreiras à implementação

Este documento identifica alguns obstáculos potenciais à implementação de algumas das ações propostas, com impacto direto na etapa de produção de alimentos e de bebidas.

A aquisição de energia renovável pode ser algo complexo. Neste processo deve ser tido em conta quais as melhores opções que contribuam para a competitividade de cada uma das empresas, mas também contribuam para o desenvolvimento integrado de novas infraestruturas de energia renovável.

Apesar das vantagens, existem barreiras à eletrificação de processos de calor. Estas incluem a grande disparidade no UK entre o preço do gás natural e da eletricidade; a potencial necessidade de atualizações na rede elétrica; uma fraca cadeia nacional de fornecimento de equipamentos de aquecimento elétrico e falta de experiência/competências neste tipo de projetos e instalações.

2.1.5 Metas a alcançar

Este roteiro posiciona-se como um documento de orientações práticas para os fabricantes de alimentos e de bebidas alcançarem zero emissões líquidas de carbono. Para alcançar esta meta, a primeira prioridade deve ser a mitigação de emissões tão longe quanto seja tecnicamente possível e a uma velocidade de implementação alinhada com o objetivo de 1.5 °C de aquecimento global - Figura 4. Assumindo que não se conseguirá eliminar todas as emissões associadas ao produto, especialmente aquelas relacionadas com os ingredientes, têm de ser tomadas ações em paralelo nas áreas da remoção de carbono e compensações de emissões de carbono. As zero emissões líquidas serão atingidas quando todas as emissões residuais forem neutralizadas através da remoção e armazenamento do carbono. Em alternativa, podem ser conseguidas pela compra de compensações de emissões de carbono, de preferência compensações dentro da respetiva cadeia de abastecimento.

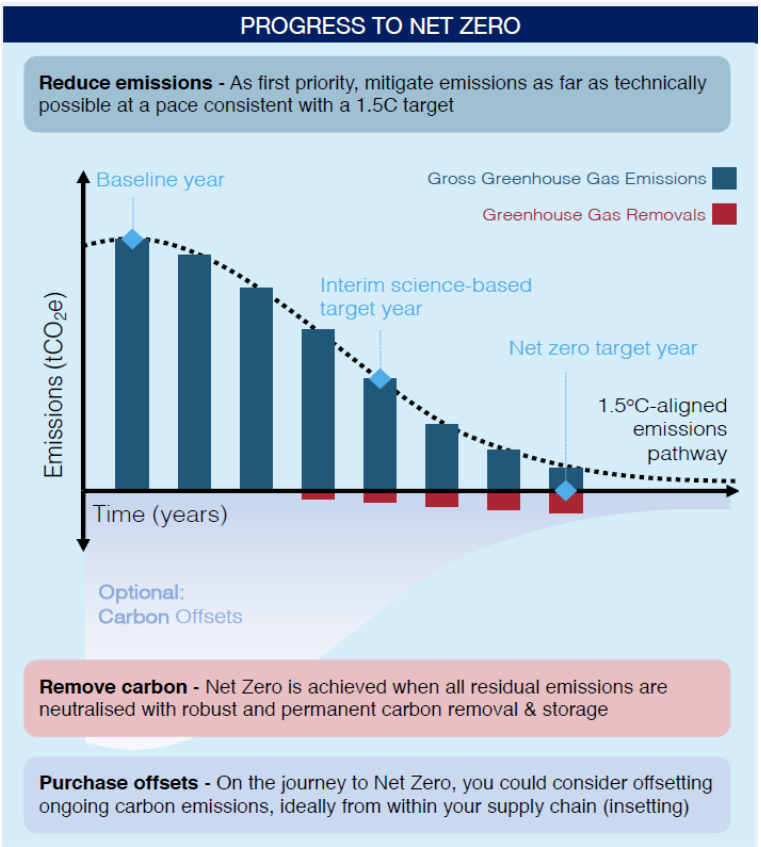

Figura 4 – Estratégia para alcançar zero emissões líquidas de gases com efeito de estufa.

2.2 Roteiro II

Industrial Decarbonisation & Energy Efficiency Roadmaps to 2050 - Food and Drink

Autor: **Department of Energy and Climate Change and the Department for Business, Innovation and Skills**

Data de publicação: **março de 2015**

2.2.1 Objetivos e visão

A indústria é responsável por cerca de um quarto das emissões do Reino Unido (UK) e estima-se que cerca de 70% da energia industrial é utilizada para gerar calor. As entidades governamentais esperam que até 2050 a indústria tenha levado a cabo uma série de cortes de emissões, esperando uma redução de cerca de 70% comparado com os níveis de 2009. No entanto, o governo reconhece que exista o risco de "fuga de carbono" e "perda de investimento" decorrente da necessidade de descarbonizar e está comprometido em garantir que as indústrias que utilizam energia de forma mais intensa são capazes de manter a competitividade durante a transição para uma economia baixa em carbono.

Neste sentido, em 2013, o consórcio do projeto *Parsons Brinckerhoff* e DNV GL foi nomeado pelo Departamento de Energia e Alterações Climáticas (DECC) e Departamento para os Negócios, Inovação e Competências (BIS) para trabalhar com diferentes partes interessadas, incluindo organizações industriais do UK, para estabelecer uma base de evidências detalhada para dar suporte ao processo de descarbonização.

Este roteiro tem como objetivo apresentar as evidências, análises e conclusões com um plano consensual para fornecer ações subsequentes com respeito a pontos como estratégia futura e política industrial em termos de energia e produção, descarbonização e eficiência energética, investimentos empresariais, investigação e desenvolvimento e competências.

2.2.2 Baseline

Desde 1990, o setor alimentar e de bebidas diminuiu a pegada de carbono consideravelmente, especialmente em relação ao consumo de combustíveis fósseis (resultando em emissões diretas). Enquanto o consumo de eletricidade (responsável por emissões indiretas) manteve-se relativamente constante.

Como apresentado na Figura 5, houve um declínio constante das emissões desde 16 244 kt CO_2, em 1990, para 9 482 kt, em 2012, resultando numa diminuição de emissões em cerca de 41%

num período de 22 anos. Esta redução das emissões está relacionada com a implementação de medidas como:

- Substituição de combustíveis com elevado carbono como o carvão e petróleo por gás nos locais de processamento, particularmente durante a década de 1990;
- Redução da intensidade de carbono para gerar eletricidade, particularmente com o aumento da utilização de gás e, mais recentemente, a utilização de energias renováveis;
- Maior racionalização, concentrando a produção em menos locais, mas mais eficientes, nomeadamente entre 1990 e 2002;
- Avanços na melhoria da eficiência energética.

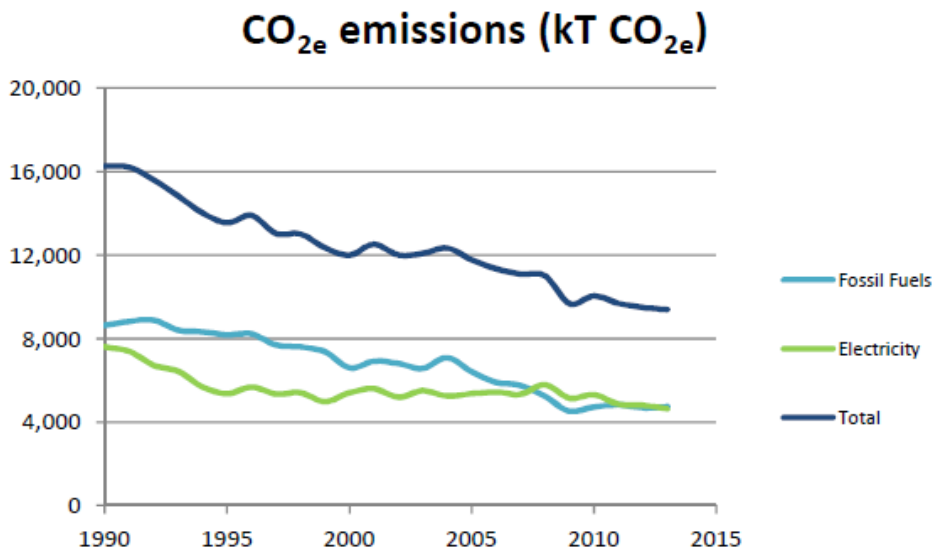

Figura 5 - Redução das emissões de CO2 (kt CO2) no setor alimentar e de bebidas, no Reino Unido.

No UK, a indústria de processamento alimentar e de bebidas é a quarta maior consumidora de energia no país. Em 2012, esta indústria consumiu cerca de 33.97 TWh e emitiu 9.48 milhões de toneladas de CO_2.

As principais fontes de emissões de gases com efeito de estufa (GEE) estão relacionadas com o uso de energia. Estas emissões estão relacionadas com:

- Queima de combustíveis fósseis, que gera emissões diretas, para produção de vapor como caldeiras e outros sistemas de aquecimento como fornos e secadores;
- O uso de rede elétrica, que gera emissões indiretas, para sistemas de refrigeração, ar comprimido, bombas, ventoinhas, processamento e equipamento de embalamento;

- Transporte de matérias-primas, produtos acabados e pessoal que contribui para emissões através do uso de veículos.

A Figura 6 apresenta a distribuição média em percentagem de emissões para todo o setor alimentar e de bebidas do UK.

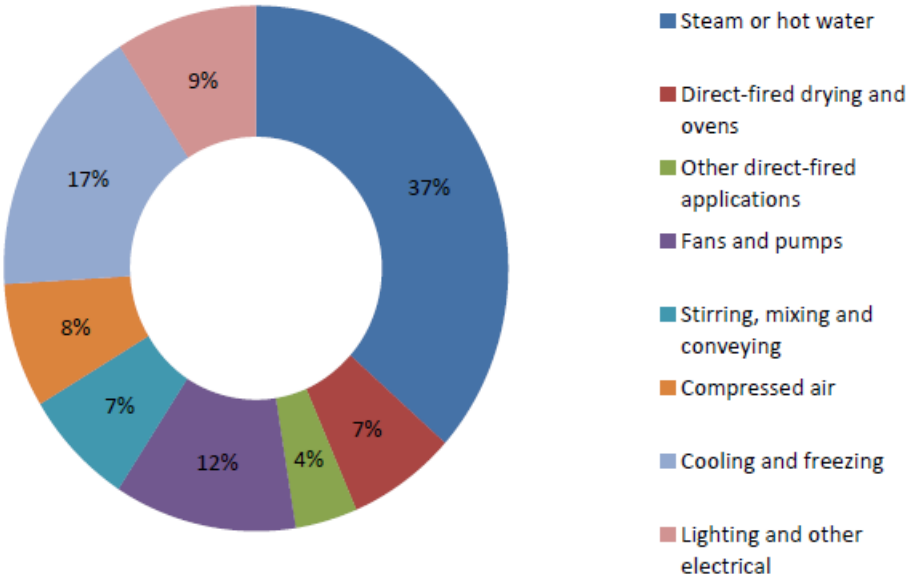

Figura 6 - Emissões do setor alimentar e de bebidas.

Processos como cozedura e na produção de conservas utiliza-se muito o calor. Enquanto na produção de alimentos congelados e em processos de moagem utiliza-se mais a eletricidade. A produção de conservas utiliza cerca de 70% da energia para as caldeiras; os processos de cozedura requerem grandes fornos utilizando 60% de energia; os alimentos congelados e refrigerados utilizam cerca de 60% de energia no processo de refrigeração; e, a moagem de farinha exige um grande consumo elétrico a rondar 80% da energia consumida.

2.2.3 Medidas, implementação e financiamento

O processo de descarbonização tem de ocorrer durante as próximas décadas e deverá ser o mais eficiente possível. As transformações necessárias para a descarbonização da indústria não são exclusivas à etapa de transformação e processamento, devendo incluir vários departamentos. De seguida são apresentadas as principais áreas de atuação e medidas abordadas neste roteiro.

Liderança, estratégia e organização

Como uma possível ação, poder-se-ia desenvolver um grupo de trabalho conjunto entre entidades governamentais e a indústria, com responsabilidade sobre as prioridades estratégicas do setor alimentar e de bebidas. Este grupo de trabalho poderia:

- Enfatizar o valor estratégico do setor alimentar e de bebidas no UK e a importância de encarar os obstáculos e desenvolver novas oportunidades;
- Desenvolver uma abordagem para as necessidades conjuntas de manter a competitividade das operações existentes no setor e também a necessidade de aumentar as atividades de I&D e suportar a inovação de tecnologias e produtos;
- Desenvolver um quadro de trabalho com elevada ligação entre indústria, governo e a união Europeia no qual as agendas da produção, tecnologia, eficiência energética e descarbonização possam avançar.

Barreiras de casos de negócio

Uma das barreiras mais importantes à descarbonização e à eficiência energética identificada neste roteiro, é a falta de financiamento para tais projetos. Possíveis ações para minimizar este obstáculo são:

- Investigar possíveis colaborações entre empresas fornecedoras de energia e uniões locais de crédito para utilizar o seu suporte financeiro;
- Usar fundos de terceiros, por exemplo fundos de investimento éticos.

Contexto da política energética industrial

Foi identificada a necessidade de uma política energética e de alterações climáticas a longo prazo como fundamental à confiança dos investidores. Frequentemente, estes sentem falta de que os regimes de incentivos se tornem compromissos a longo prazo e não dependentes de constantes mudanças nas políticas. As possíveis ações como próximos passos para ultrapassar esta barreira são:

- Apesar de já existir taxação do carbono, deve haver uma estratégia para que o valor da taxação seja alto o suficiente para estimular a mudança e baixo o suficiente para evitar fugas de carbono. As receitas devem ser aplicadas no desenvolvimento de fontes de energia renovável, que levaria a indústria a adotar opções como a eletrificação dos processos de calor;
- O governo devia explorar acordos de financiamento alternativos, de modo a reconhecer benefícios de descarbonização a médio/ longo prazo. Esta medida permitiria que os valores destes benefícios fossem considerados em decisões de investimento;

- Considerando o impacto da eletrificação de calor na diminuição das emissões, deveria ser estudado o impacto desta transição na produção, na rede local e na sua organização.

Colaboração na cadeia de valor

É necessária uma cooperação estreita na cadeia de valor para garantir a disponibilidade de recursos, melhorar as competências, incluindo a gestão eficiente dos recursos, criar soluções de sistema com produtos de menor impacto que melhor atendam às necessidades do consumidor e impulsionar melhorias em escala. Possíveis ações para responderem a esta necessidade são:

- A indústria e governo devem trabalhar em conjunto e criar ações baseadas em plataformas já existentes na área de avaliação do impacto do ciclo de vida de produtos como o Fórum de Sustentabilidade de Produtos da WRAP (*The Waste and Resources Action Programme*) e os Compromissos de 2025 de Courtauld;
- Para aumentar a cooperação são essenciais maiores incentivos. Devido à elevada competitividade do setor, as empresas são pouco abertas à partilha de informações relacionadas com inovação com parceiros da área. A indústria e governo devem discutir políticas e incentivos que permitam tal colaboração e como superar os obstáculos existentes relacionados com segredo comercial.

Investigação, Desenvolvimento e Demonstração

Existe uma grande dificuldade por parte da academia para liderar/ implementar projetos na indústria alimentar, o que pode levar a atrasos no desenvolvimento do setor. Neste ponto, as possíveis ações identificadas foram:

- Investigar, através de um programa de investigação aplicada, a oportunidade de colaborar e criar produtos de maior valor acrescentado com o setor do retalho;
- Ajudar no estabelecimento de agências de transferência de conhecimento, combinando conhecimento de processo, legal e financeiro em apenas num lugar, facilitando a avaliação das diferentes opções existentes por parte das empresas;
- Concordar numa visão partilhada para a inovação do setor.

Pessoas e Competências

Para implementar e utilizar tecnologias avançadas, é necessária mão de obra qualificada, mesmo ao nível do operador. O conhecimento é necessário para escolher entre equipamentos “padrão” e equipamentos com maior eficiência energética ao fazer investimentos. Esta aquisição e transferência de conhecimento é, e continuará a ser, fundamental para a descarbonização do setor. Possíveis ações para colmatar estas necessidades são:

- Utilizar investigação e projetos piloto para atrair estudantes de mestrado e doutoramento para o setor;
- Desenvolver melhores e mais eficientes práticas de gestão energética, de manutenção, de comportamentos e competências técnicas;
- Promover a interação entre o setor, governação e a sociedade em geral para aumentar a perceção sobre o setor e tornar a indústria mais atrativa para os jovens;
- Continuar a aposta na educação em "ciência, tecnologia, engenharia e matemática", com um currículo interdisciplinar;
- Aumentar a cooperação entre academia, o setor e governação e continuar a desenvolver iniciativas como desenvolvimento de aprendizagem a nível nacional e programas de desenvolvimento de competências focadas na energia e engenharia de calor.

2.2.4 Barreiras à implementação

Ao longo do roteiro foram analisados diferentes cenários de descarbonização tendo em conta o compromisso com o processo de descarbonização. Os principais cenários discutidos foram:

- Business as usual;
- Redução de 60-80% das emissões;
- Redução máxima sem eletrificação do calor;
- Redução máxima com eletrificação do calor.

Apesar de se considerarem diferentes cenários, independentemente da opção que a indústria irá seguir, existem áreas que terão de contribuir significativamente para o processo de descarbonização da indústria. É esperado e essencial um aumento da utilização de biomassa e bioenergia, eletrificação de processos para a produção de calor em alternativa aos combustíveis fósseis e, por fim, investimento em opções de baixo e médio custo como sistemas de gestão de energia e serviços utilitários como motores, bombas, ventoinhas, ar comprimido, iluminação e vapor.

No entanto, a implementação destas medidas tem barreiras associadas como as identificadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Medidas transversais ao processo de descarbonização e principais barreiras à sua implementação.

Medida	Barreiras
Biomassa e bioenergia	Disponibilidade de biomassa a longo prazo Incerteza regulatória Incerteza sobre o retorno de investimento Interrupção da produção
Eletrificação de calor	Incerteza regulatória Conservadorismo sobre tecnologias não comprovadas Incerteza sobre o retorno de investimento Incerteza sobre o impacto da tecnologia na operacionalidade dos equipamentos Aumento dos preços da energia no UK sendo considerados não competitivos Custo do calor eletrificado Capacidade de produção e capacidade e segurança da rede elétrica
Opções de baixo e médio custo	Mercado competitivo com menores margens de lucro Falta de consciencialização e informação imprecisa Falta de mão de obra qualificada Limitação no processo de implementação

Apesar das principais barreiras às medidas acima referidas, existem barreiras de âmbito geral ao processo de descarbonização e incluem:

- Elevado custo e grandes ciclos de investimento;
- Financiamento limitado;
- Risco de não se atingir ou manter a qualidade requerida para os produtos;
- Risco de disrupção da produção;
- Falta de tecnologias demonstradas;
- Falta de informação confiável e completa sobre os diferentes processos envolvidos.

2.2.5 Metas a alcançar

No presente roteiro foram avaliados vários cenários para a descarbonização do setor. Foram considerados os seguintes cenários:

- Manter as atividades e processos normais de descarbonização (*Business as Usual* – BAU), que representa um caminho no qual as tendências de descarbonização e aumento de eficiência energética continuam com a taxa atual de adoção. Neste cenário, a redução total estimada de emissões é de 41% em 2050, comparando com 2012, e as principais opções que contribuem para esta redução são:
    - Desenho de processo: implantado a 20% em 2050, representando 32% da redução total de emissões em 2050 resultante da implantação das opções consideradas;

  - Biomassa e bioenergia: implantado a 10%, respondendo por 28% do total da redução de emissões em 2050;
  - Produção, distribuição e utilização final de vapor: implantada a 25% em 2050, representando 18% da redução total estimada.
- Reduzir entre 60-80% as emissões de CO_2 com base nas tendências vigentes de descarbonização e aumento de eficiência energética, através de uma taxa maior de implementação de todas as opções anteriores e mais algum equipamento avançado, que requer investimento significativo. Neste cenário, as principais opções que contribuem para esta redução são:
  - Biomassa e bioenergia: implantado em 33% do potencial do setor em 2040, respondendo por 26% do total estimado da redução de emissões;
  - Desenho de processo: implantado a 30% em 2030 e 55% em 2050, representando 24% da redução total de emissões;
  - Produção, distribuição e utilização final de vapor: gradualmente implantado de 15% em 2030 a 75% em 2050, representando 15% da redução total estimada em 2050;
  - Eletrificação do calor: embora apenas implantado a 10% em 2050, pode representar 14% do total da redução de emissões de carbono.
- Caminho técnico máximo (*Max Tech*) sem eletrificação do calor, em que todas as opções são implementadas em pelo menos 33%, exceto a eletrificação do calor, que é mantido em zero. Este cenário representa a descarbonização máxima possível num caso onde não há tendência para a eletrificação do calor. Neste cenário, a redução total estimada de emissões é de 66% em 2050, comparando com 2012, e as principais opções que contribuem para esta redução são:
  - Desenho de processo: implantado a 30% em 2030 e 80% em 2050, representando 32% da redução total de emissões em 2050;
  - Biomassa e bioenergia: implantado em 33% do potencial do setor em 2050, respondendo por 24% do total estimado da redução de emissões;
  - Produção, distribuição e utilização final de vapor: implantado de 25% em 2020 a 100% em 2050, representando 19% da redução total estimada.
- Caminho técnico máximo (*Max Tech*) com eletrificação do calor, em tudo semelhante ao cenário anterior, mas considerando a eletrificação do calor. Neste cenário, a redução total estimada de emissões é de 77% em comparação com 2012, e as principais opções que contribuem para esta redução são:
  - Eletrificação do calor: implantado para 5% em 2030 e aumentando para 50% em 2050, representando 44% da redução total de emissões resultante da implantação de opções em 2050;

- Desenho de processo: começa em 10% em 2015 e aumenta para 80% em 2050, representando 22% da redução total de emissões;
- Biomassa e bioenergia: não afetado pela eletrificação do calor, começa com 5% em 2025 e chega a 33% em 2050, respondendo por 16% do total estimado da redução de emissões em 2050.

A Figura 7 ilustra as projeções dos diferentes cenários acima descritos.

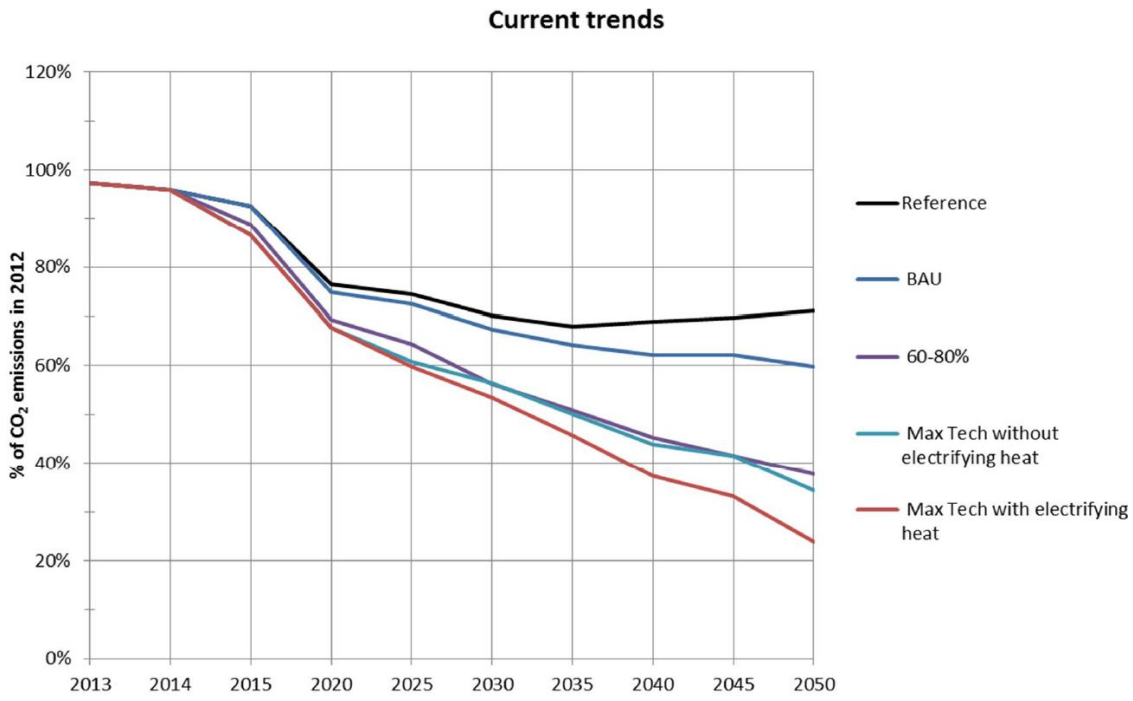

Figura 7 - Performance dos diferentes cenários.

A Tabela 6 apresenta um sumário dos custos e impactos dos diferentes cenários traçados para a descarbonização do setor.

Tabela 6 - Sumário de custos e impactos dos cenários de descarbonização.

Cenário	Custo de capital total 2014-2050 (milhões de euros)	CO_2 total abatido 2014-2050 (milhões de toneladas CO_2)	Impacto projetado no combustível ou energia utilizado e no custo do combustível ou energia
BAU	2 400	13	Este cenário inclui a implementação de desenhos de processo melhorados, transição de combustíveis (biomassa) e melhoria na produção e distribuição de vapor. No período de 2014-2050 este cenário resultará numa poupança em termos energéticos e de combustíveis utilizados. O valor projetado de poupanças depende da previsão do custo do combustível.
60-80%	12 000	53	Este cenário apresenta opções similares ao BAU, mas adiciona o processo de eletrificação do calor. No período de 2014-2050, este cenário resultará numa poupança generalizada de energia e combustíveis utilizados. O valor projetado de poupanças depende da previsão do custo do combustível.
Max Tech	15 400	70	As principais características deste cenário é a projetada transferência do uso de energia proveniente de gás natural para eletricidade, resultando num aumento generalizado do uso de energia e custos. A escala de aumento de custo irá depender da previsão do custo do combustível adotado.

2.3 Roteiro III

Decarbonisation road map for the European food and drink manufacturing sector

Autor: **Ricardo Energy & Environment on behalf of FoodDrinkEurope**

Data de publicação: **julho de 2021**

2.3.1 Objetivos e visão

O presente roteiro foca-se na descarbonização do sistema de produção de alimentos e bebidas europeu de modo a atingir a neutralidade carbónica em 2050.

Nesta análise são consideradas as emissões de gases libertadas dentro das instalações de produção (*gate-to-gate*). Deste modo, as emissões cobertas neste roteiro estão relacionadas com o *Scope 1* e *Scope 2*, como definido pelo Protocolo de Emissão de Gases de Estufa.

O roteiro foca-se em opções alternativas relacionadas com o fornecimento e uso de energia para a produção e o processamento de alimentos e de bebidas, baseado na assunção de que a oferta e procura por produtos alimentares mantem-se em linha com as tendências atuais e com os processos de produção atualmente utilizados.

O setor já tem feito esforços substanciais para a redução das emissões, diminuindo-as em cerca de 14% comparativamente aos níveis de 1990. As melhorias de eficiência no uso de energia, água, transportes e logística, contribuiu de forma preponderante para esta redução. Adicionalmente, o aumento da utilização de energias renováveis, redução do desperdício alimentar e a implementação do conceito de economia circular, incluindo o uso de embalagens mais sustentáveis, contribuíram para a redução da emissão de gases. Neste contexto, o roteiro baseia-se nestes esforços prévios, suportando uma transição para baixas emissões permitindo um acelerar da transição e mudança rumo à descarbonização.

Este roteiro centra-se na descarbonização do setor europeu de produção de alimentos e de bebidas, rumo a zero emissões líquidas de gases com efeito de estufa (GEE) até 2050.

2.3.2 Baseline

Estima-se que o setor de alimentos e de bebidas Europeu (incluindo o Reino Unido) gerou cerca de 94 Mt de equivalentes de CO_2, em 2020. Deste valor, aproximadamente 62% das emissões foram relacionadas com a utilização de calor durante a fase de processamento. A Figura 8 apresenta o número total de grandes instalações do sector alimentar e de bebidas em cada país europeu, contendo apenas as instalações abrangidas pela Diretiva Emissões Industriais.

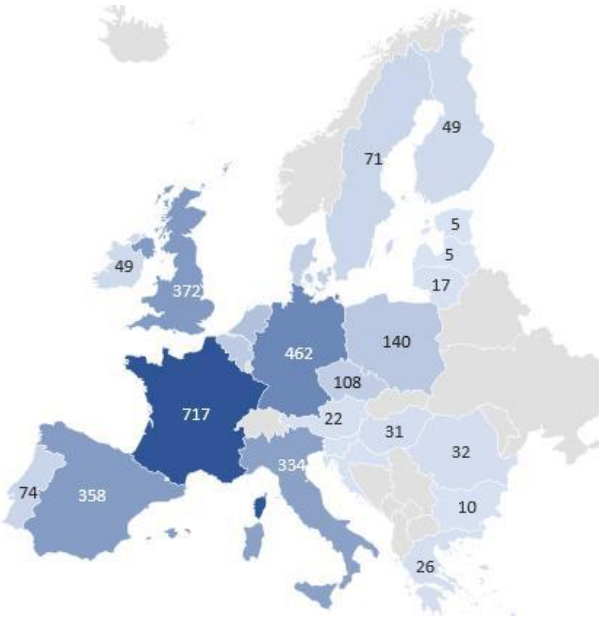

Figura 8 - Grandes instalações de alimentos e bebidas em toda a Europa.

A utilização de energia é a maior fonte de GEE neste setor, a nível europeu. Esta energia é consumida como eletricidade da rede ou como calor e energia gerados em unidades de combustão no local. CO_2 ou outros GEE não são gerados em processos de conversão ou de produção, com pequenas exceções como em processos de fermentação ou de adição de CO_2 a refrigerantes.

Os produtos fabricados pelo setor alimentar e de bebidas irão manter-se após a transição para uma economia neutra. Outros produtos, como os combustíveis fósseis, que geram diretamente emissões de GEE é expectável uma redução significativa da sua produção após a implementação das políticas do Acordo Verde (*Green Deal*). O processamento alimentar e de bebidas gera emissões de GEE utilizando energia para os produzir, não são os produtos em si que emitem estes gases. Desta forma, não é necessário alterar os produtos ou processos, mas apenas a forma como a energia é consumida.

2.3.3 Medidas, implementação e financiamento

Tendo em conta o Nível de Prontidão Tecnológica (TRL) para avaliação do grau de maturidade de uma determinada tecnologia, atualmente estão disponíveis tecnologias num grau de maturidade elevado que podem contribuir para o aumento da eficiência energética do setor. A transformação do setor baseia-se não só na aplicação destas tecnologias, mas também em

soluções inovadoras que apresentam potencial para se tornarem mais prevalentes ao longo dos próximos 20 anos.

De seguida serão identificadas diferentes áreas do setor de processamento e produção de alimentos e bebidas onde poderão ser aplicadas tecnologias mais eficientes, contribuindo para a redução da emissão de GEE. O roteiro em análise apresenta uma compilação de medidas para cada uma das áreas – Figura 9.

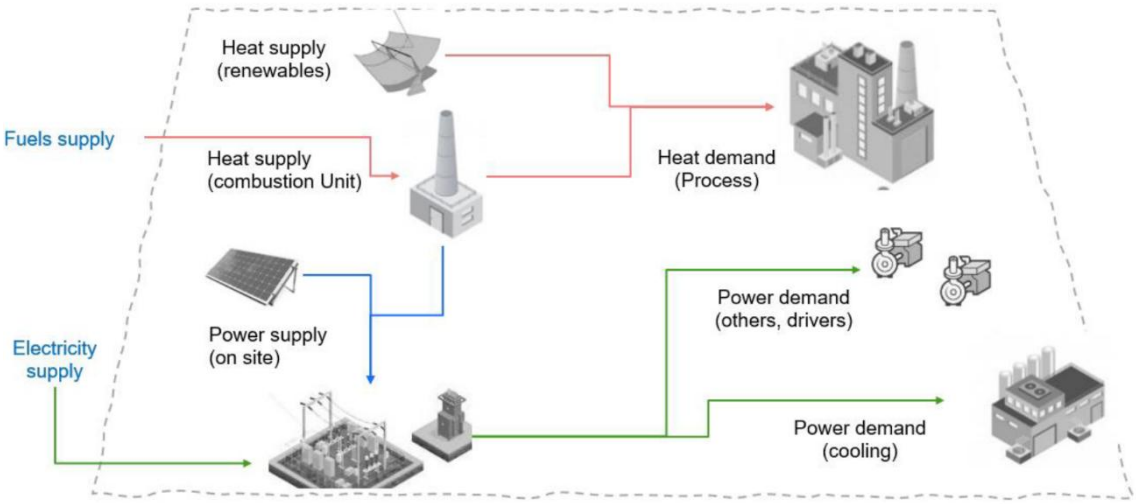

Figura 9 - Categorias de medidas e técnicas de descarbonização

Medidas de gestão de energia:

As ações aplicadas nesta área são, usualmente, de baixo custo, disponíveis para todos os subsetores e resultam na diminuição de consumos no local. As medidas apresentadas são um ponto de partida para outras intervenções. Apesar do baixo custo de algumas das medidas apresentadas, estas carecem de compromisso por parte da equipa técnica no local e necessitam de ser repetidas, numa base regular.

As medidas apresentadas para este ponto focam-se na otimização de processos e redução da intensidade de uso de energia. Alguns exemplos de ações/ intervenções são: sistemas de gestão de energia; uso de controlo e sensores adaptativos; manutenção regular de ativos de produção.

Descarbonização das unidades de combustão e eletrificação de calor:

Existe um enorme potencial de descarbonização na substituição de combustíveis fósseis por fontes de energia renováveis. A Agência Internacional de Energia Renovável projeta que 60% das necessidades atuais de calor podem ser suprimidas através do uso de energia proveniente de fontes renováveis, especialmente aquelas que requerem baixas ou médias temperaturas. As

fontes mais promissoras para a integração de fontes de energia renováveis são a biomassa, aquecimento solar térmico e bombas de calor geotérmicas.

Bombas de calor que utilizem eletricidade proveniente de fontes renováveis podem ser utilizadas para aumentar a eficiência de ar condicionados e simultaneamente atuar como desumidificadores.

A utilização de biomassa para gerar calor, é uma tecnologia de maturidade elevada, reconhecida pelo setor alimentar e de bebidas.

Neste ponto, o roteiro identifica soluções maduras e inovadoras para descarbonizar as unidades de combustão e uma mudança gradual para a geração renovável. Foi apresentada a seguinte seleção de ações/intervenções disponíveis para o setor: cogeração; bomba de calor para geração de água quente; biomassa; geração de biogás a partir de águas residuais; resíduos como combustível; captura e armazenamento de CO_2; gaseificação/pirólise; combustíveis mais limpos – hidrogénio e amónia.

Baixar procura de calor:

O calor para processos de produção pode representar entre 60-70% das necessidades energéticas totais do setor, sendo que alguns processos, como a cozedura, sofrem perdas significativas de calor. Alguns equipamentos utilizados no processamento e cozedura perdem cerca de 50% da energia para a atmosfera. Este facto está relacionado com as dificuldades em personalizar o controlo da operação de alguns fornos. Portanto, a redução da procura de calor mostra um grande potencial para a descarbonização do sector.

Processos como evaporação ou pasteurização, que operam a baixas temperaturas, podem beneficiar da recuperação de calor a partir de outros processos. Processos como a cozedura, fermentação, túneis de cozimento a vapor, esterilização e secagem são exemplos de processos em que pode ser feita a recuperação de calor ou vapor.

Neste ponto alguns exemplos de ações/ intervenções são: recuperação de calor; isolamento; otimização dos sistemas de distribuição de vapor; recompressão mecânica de vapor; substituição/novo dispositivo/unidade de cozimento; limpeza CIP sem calor; secagem com energia solar.

Descarbonização do arrefecimento:

A descarbonização dos sistemas de arrefecimento é um desafio muito específico do setor alimentar e de bebidas. As emissões geradas são significantemente superiores a qualquer outro

setor industrial. No entanto, medidas simples, como a instalação de controlos de bombas, operar a temperaturas superiores e ajustar as temperaturas de operação, pode reduzir a necessidade de arrefecimento entre 10-30%.

A seguinte seleção de ações/intervenções disponíveis para o setor foi apresentada: arrefecimento por fontes renováveis; recuperação de calor de refrigeração; substituição/novas unidade mais eficientes; eficiência operacional – tempo de armazenamento reduzido; pré-arrefecimento com água gelada.

Energia de processo (não utilizada para aquecimento ou arrefecimento)

A melhoria da eficiência energética utilizada no processamento é essencial para a descarbonização. Algumas tecnologias de eficiência energética são especificas para determinado subsetor e incluem intervenções em diferentes áreas do processo. Alguns exemplos de ações/intervenções gerais de descarbonização de energia de processo são: fontes renováveis; uso de motores de alta eficiência; conversores de frequência para motores; motores de velocidade variável.

2.3.4 Barreiras à implementação

O investimento total necessário associado ao processo de descarbonização para o setor de alimentos e bebidas na Europa é difícil de estimar uma vez que existem grandes incertezas associadas como: 1) quantas empresas vão decidir construir novas instalações em vez de investirem em remodelar as unidades existente; 2) quando teremos fontes alternativas de energia a um valor acessível, como o hidrogénio. No entanto, de uma forma geral, os investimentos em tecnologias alternativas baixas em carbono apresentam barreiras como:

- Elevados custos operacionais;
- Preço dos combustíveis;
- Longos ciclos de investimento;
- Financiamento limitado;
- Risco de não atingir a qualidade de produto esperada;
- Risco de interrupção da produção;
- Escassez de mão de obra qualificada;
- Escassez de demonstração tecnológica;
- Falta de informação concreta e de confiança para tomada de decisões de investimento;
- Incerteza política;
- Acesso a tecnologia energeticamente eficiente com elevado grau de maturidade.

2.3.5 Metas a alcançar

A União Europeia comprometeu-se a atingir a neutralidade carbónica até 2050. Como parte deste compromisso, espera-se atingir uma redução de 55% de emissões até 2030. Este objetivo é extremamente desafiante, uma vez que restam cerca de nove anos (aquando da escrita do roteiro) para cumprir este objetivo e algumas remodelações em instalações industriais podem levar entre 3-5 anos a ficar completas.

Neste roteiro foram comparados três cenários de descarbonização baseados em cenários de referência. Os cenários identificados são utilizados para fazer uma previsão do contexto real durante o processo de descarbonização do setor alimentar e de bebidas. As três versões da realidade futura podem ser resumidas da seguinte forma:

- **S1 – *Baseline, Business as Usual* (BAU):** Esta versão descreve um cenário sem o *Green Deal*. Mostra os resultados da política ambiental em curso no ano de 2020. Já existe um grande compromisso da União Europeia com um determinado grau de ambição para a redução de GEE e penetração de fontes de energia renováveis. Este pode ser considerado o pior cenário.
- **S2 – Descarbonização Rápida:** Este cenário demonstra um futuro com total implementação do *Green Deal* atingido todos os seus objetivos. Este cenário assume que a maioria das regiões a nível mundial (China, Índia, EUA, etc.) aplicam políticas similares em termos de ambição às suas fontes de emissões de GEE. Esta transformação a nível mundial permite que a médio ou longo prazo as tecnologias mais limpas (como caldeiras elétricas alimentadas a hidrogénio) se tornem economicamente viáveis devido à escala económica. Este pode ser considerado o melhor cenário.
- **S3 – Descarbonização lenta:** Este cenário demonstra a implementação completa do *Green Deal* e resultados mistos. Este cenário assume que regiões a nível mundial (China, Índia, EUA, etc.) não aplicam políticas similarmente ambiciosas às suas fontes de emissões de GEE ou fazem a um ritmo mais lento do que a União Europeia. As tecnologias limpas não se tornam economicamente viáveis a médio prazo.

As projeções feitas neste roteiro revelam que, no melhor cenário (S2), o setor alimentar e de bebidas seria capaz de reduzir as emissões de GEE em 92% em comparação com os níveis de 1990 – Figura 10. No pior cenário (S1), a redução de emissões alcançável na etapa de processamento/produção da cadeia de valor do sector europeu de alimentos e bebidas (*Scope 1* e *Scope 2*) seria de apenas 47% em comparação com os níveis de 1990.

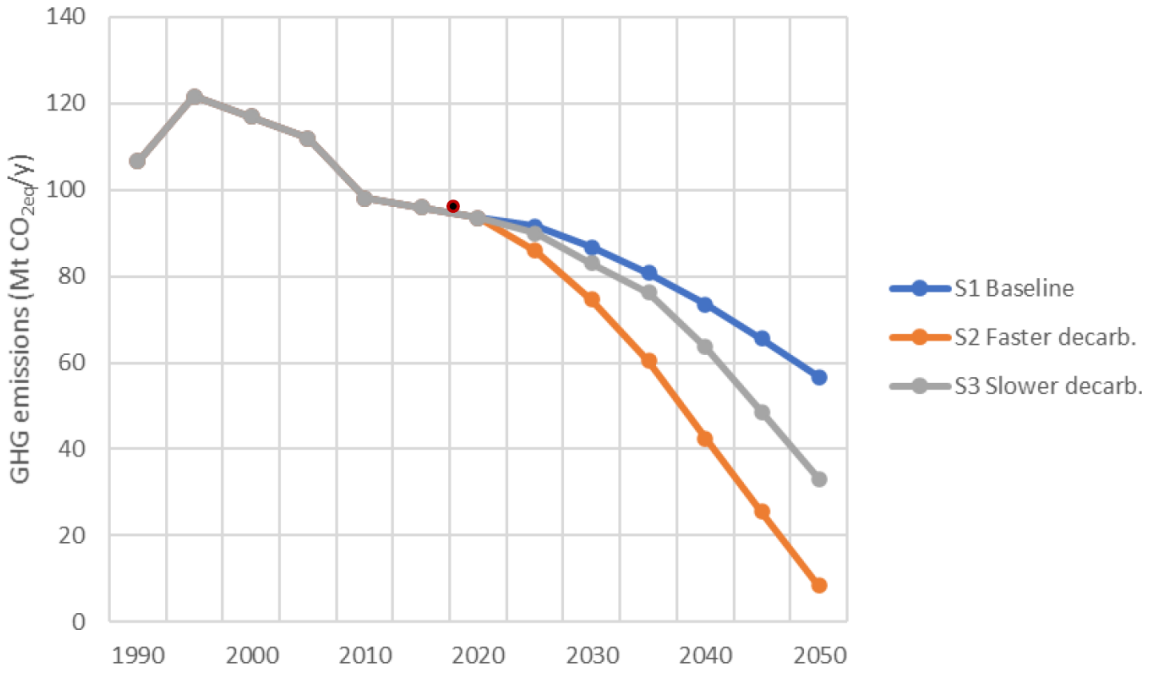

Figura 10 - Redução das emissões de GEE para o setor europeu de alimentos e bebidas para os cenários identificados.

2.4 Roteiro IV

Decarbonizing practices in the global food and beverage industry

Autor: **Siemens Switzerland**

Data de publicação: **maio de 2022**

2.4.1 Objetivos e visão

O documento examina o estado atual e a trajetória de descarbonização dentro do setor a nível global da indústria alimentar e de bebidas. Através da análise e definição de uma linha basal da ação da indústria, é possível definir medidas de curto-médio prazo e medidas a longo prazo que ajudem a informar os produtores e processadores sobre como se podem envolver e impulsionar para a descarbonização total da indústria. Este documento também permite realçar os desafios e complexidades no caminho para a descarbonização que é realmente complexo e envolve várias etapas.

2.4.2 Baseline

Em 2018 estimou-se que 26% do total de gases com efeito de estufa (GEE) produzidos à escala global poderiam ser diretamente ou indiretamente atribuídos ao setor de alimentos e bebidas, dos quais mais de 50% podem ser diretamente atribuídos à produção animal e associado uso e gestão de terra.

As emissões combinadas, relativas ao ano de 2020, do *Scope 1* e *Scope 2* para o setor de produção de alimentos e bebidas para as empresas do *top* 20 foram estimadas em 97.4 milhões de toneladas de CO_2 – Figura 11.

A produção alimentar, dentro de fábrica, produz 1% do total de emissões de GEE, o que representa um valor muito inferior comparado com outras partes da cadeia de valor de alimentos e bebidas.

Por outro lado, o transporte, embalamento e retalho, de produtos alimentares e bebidas a nível global representam um acréscimo de 4% ao total de emissões de GEE.

A pecuária e pesca são altamente poluente, principalmente devido à contínua produção de metano por ruminantes e pelo abate

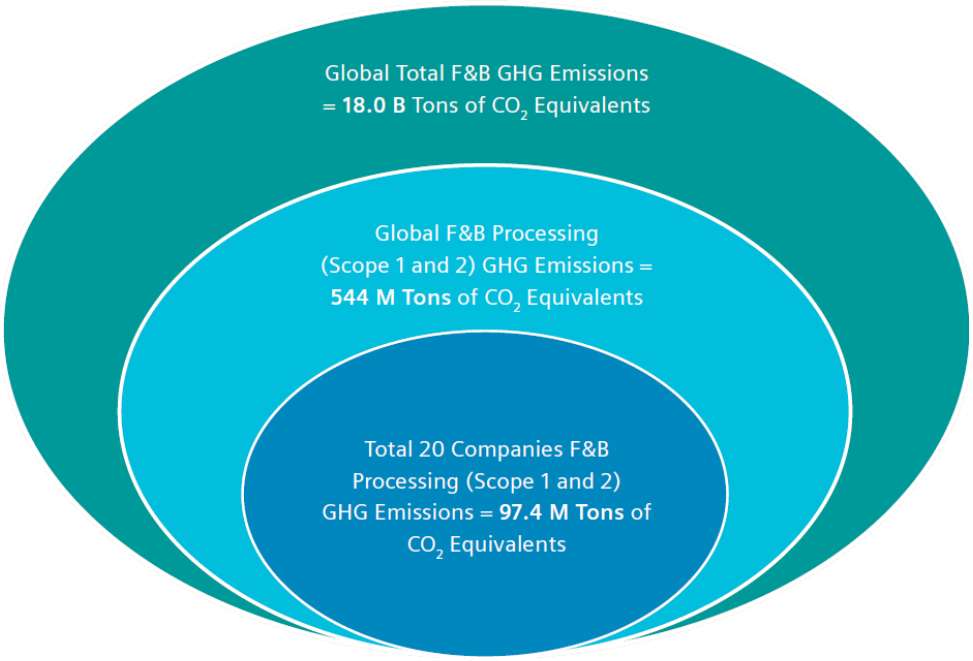

Figura 11 - Emissões de GEE a nível global, em 2020.

2.4.3 Medidas, implementação e financiamento

A descarbonização tornou-se um dos principais desafios para o setor alimentar e de bebidas e os diferentes intervenientes nesta área são cada vez mais proativos em desenvolver estratégias para antecipar eventuais requisitos das restantes partes interessadas.

Os principais impulsionadores da indústria para a descarbonização do setor de alimentos e bebidas são apresentados abaixo, juntamente com as tendências de elevado impacto na Figura 12.

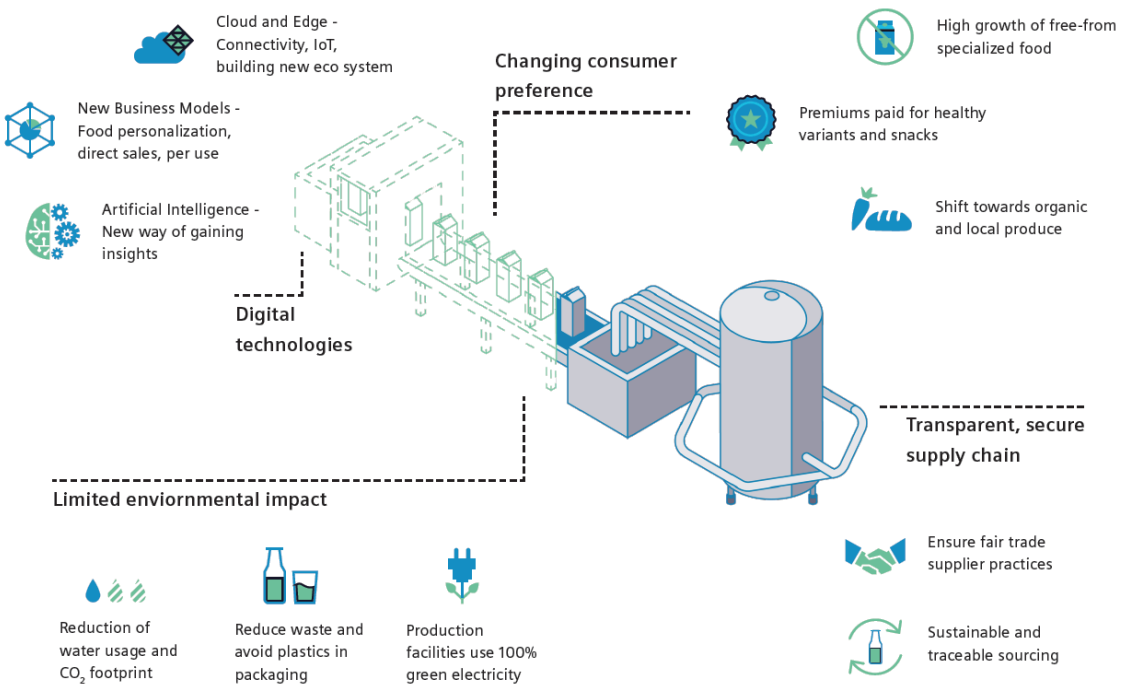

Figura 12 - Tendências de elevado impacto no setor alimentar e de bebidas.

Neutralidade carbónica – A neutralidade carbónica está no centro da sustentabilidade do setor alimentar, que implica minimizar o seu impacto de uma forma geral no ambiente.

Descarbonização da cadeia de valor – 34% do total de GEE produzidos podem ser atribuídos aos bens de consumo alimentares embalados, agricultura e nutrição, dos quais mais de 50% das emissões são atribuídas à produção animal.

Foco no que é controlável – O total de emissões de GEE relacionadas com os *Scope 1* e *Scope 2* que derivam do processamento alimentar são apenas 3.3% de todas as emissões do setor alimentar e de bebidas.

Descarbonização através de alterações nos hábitos alimentares – Menor consumo *per capita* de carne e lacticínios pode aliviar a emissão de GEE ao longo de toda a cadeia.

Aumentar a eficiência energética dentro das plantas de produção – O uso de energia térmica tem um elevado custo energético. A adoção de soluções que usam como fonte de energia a eletricidade tem vindo a crescer, uma vez que são mais eficientes energeticamente.

Aprender a ser responsável sobre o carbono – Algumas empresas já têm explorado estratégias para a mitigação da produção de GEE com o objetivo de minimizar os seus custos e responsabilidades.

Algumas das áreas a trabalhar de modo a atingir a neutralidade carbónica incluem:

- **Processos de produção:** Uma vez que os principais matérias-primas na indústria alimentar e de bebidas são compostos orgânicos, normalmente são gerados desperdícios na forma de matéria inutilizada que contem carbono assim como dióxido de carbono. Os materiais desperdiçados devem ser capturados e colocados de volta no ciclo através da agregação de valor.
- **Materiais de embalagem:** Os materiais de embalagem como garrafas de vidro, caricas, rótulos, papel e cartão, paletes de madeira, película aderente devem ser todos considerados sobre o ponto de vista da pegada de carbono que adicionam ao produto final.
- **Consumo de serviços públicos essenciais:** A indústria alimentar e de bebidas usa grandes quantidades de eletricidade e água nos seus diferentes processos. Parcerias com fornecedores destes serviços, provenientes de fontes "verdes" e renováveis, têm estado na linha da frente das iniciativas para a neutralidade carbónica.
- **Transporte e logística:** É estimado que o transporte e logística contribuem para cerca de 20% das emissões de carbono do setor alimentar e de bebidas. Parcerias com fornecedores de sistemas de transporte e logística "verdes" e negativos em carbono.

Mesmo existindo uma grande variedade de processos, é, contudo, essencial apoiar as organizações do setor alimentar e de bebidas a atingirem os objetivos de descarbonização através de medidas específicas como:

- **Roteiro de descarbonização:** auditorias energéticas, roteiros de conformidade com as Diretivas de Eficiência Energética (DEE), otimizar a capacidade de construção, serviços de fornecimento e aquisição de energia.
- **Otimização do consumo de energia:** consultoria na área de gestão de energia e eficiência energética, digitalização e conetividade, para otimização de desempenho e gestão de CO_2 e, contratualização de soluções baseadas no desempenho para a otimização de recursos.
- **Modernização de infraestruturas energéticas e do fornecimento:** acordos de compra de energia, otimização do processo de fornecimento de energia, redução dos custos e emissões de CO_2 com cogeração. Converter o excesso de energia renovável em hidrogénio. Reduzir e deslocar cargas para uma gestão mais eficiente dos picos de carga.
- **Modelos de negócio baseados em serviços:** eficiência energética como um serviço, contratação de serviços para aumentar o desempenho de poupança de energia, descarbonização como um serviço – Figura 13.

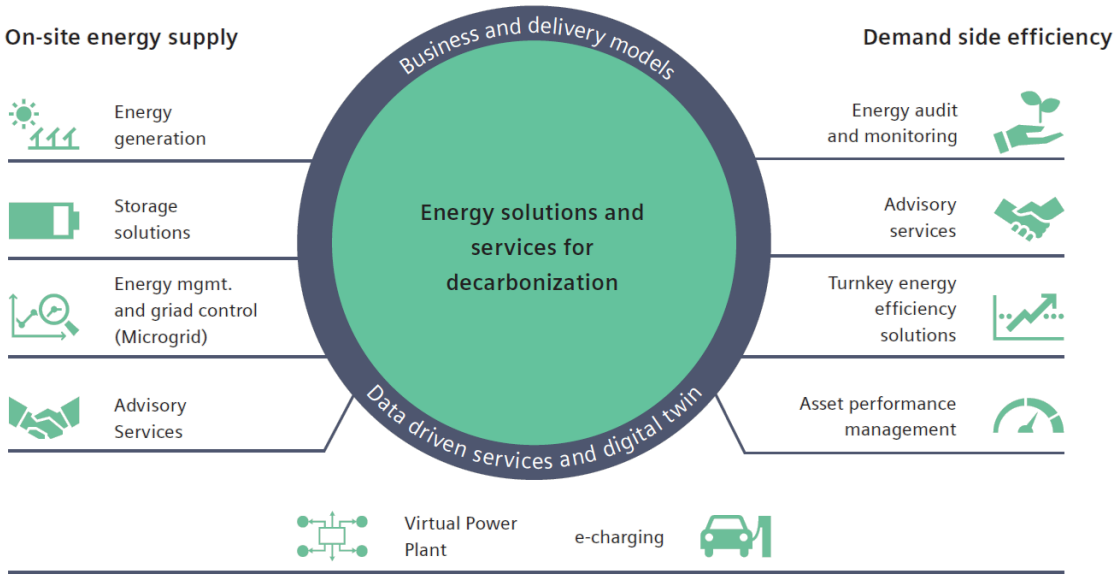

Figura 13 - Soluções energéticas e serviços para a descarbonização da cadeia de valor.

Segundo este roteiro, os principais pontos a reter para a descarbonização do setor são:

Foco nas emissões do *Scope* 3 em adição às resultantes dos *Scope* 1 e *Scope* 2

De modo a alcançar os ambiciosos objetivos e atingir a sustentabilidade industrial através da descarbonização, deve ser realizado um maior esforço. Isto requer que os fabricantes industriais aprofundem as medidas de descarbonização relacionadas com os *Scope* 1 e *Scope* 2. Enquanto trabalham também em estratégias para a redução de emissões provenientes do *Scope* 3.

A diminuição das emissões relacionadas com o *Scope* 3 vão requerer maior envolvimento com parceiros *upstream* e *downstream* que se pode revelar complexo, mas necessário para desenvolver economias industriais sustentáveis.

Foco e investimento no desenvolvimento de tecnologia

Devido à grande quantidade de tecnologias disponíveis como fontes de energia renováveis, soluções de armazenamento de energia, ferramentas de previsão, análise de dados e serviços de gestão, é possível otimizar operações, diminuir o uso de energia e criar poupança significativa de energia e recursos. Soluções para a gestão de energia incorporam estes aspetos para atingir os objetivos de uma organização e, ao mesmo tempo, suportar a parte financeira do negócio promovendo crescimento.

Envolver com a comunidade industrial

A interação entre organizações industriais existe a nível global. As suas atividades ajudam a dar o exemplo para outros seguirem e a partir do qual expandem as suas atividades de descarbonização. Este envolvimento é crítico para o sucesso.

Adicionalmente, é essencial procurar fora da comunidade industrial para alcançar mais sucesso estratégico e inovador. Este aspeto inclui o envolvimento de parceiros independentes para: avaliar instalações e organizações, desenvolver estratégias viáveis, impulsionar as organizações na descarbonização e, monitorizar e confirmar o sucesso das mesmas.

2.4.4 Barreiras à implementação

A um nível local existem regiões que têm problemas relacionados com o fornecimento de energia proveniente de fontes de energia renovável e elevados custos económicos associados a estas tecnologias. Este problema agrava-se devido a cenários competitivos fragmentados, fortemente influenciados pelas condições locais. Como resultado, os ambientes locais e regionais podem ser altamente variáveis. Assim, prevê-se que sejam essenciais instrumentos de suporte financeiros para impulsionar a descarbonização nestes locais.

O apoio externo de terceiros também pode ser essencial para ajudar os produtores a ultrapassarem estas dificuldades e a identificar oportunidades a curto prazo, bem como iniciativas de longo prazo que se reflitam em alterações nas condições locais, de modo a manter e promover as iniciativas de descarbonização.

2.4.5 Metas a alcançar

O mundo enfrenta um fosso cada vez maior entre os atuais níveis de emissões de gases com efeito de estufa e a redução dos níveis que devem ser alcançados para mitigar os piores impactos das alterações climáticas globais. Como documentado pelo Relatório sobre a Lacuna de Emissões 2021 das Nações Unidas, o planeta está atualmente no caminho para atingir um aumento médio da temperatura de 2,7°C, bem acima da meta de 1,5°C. Para alcançar esta meta, sustentabilidade, digitalização, saúde e bem-estar e modelos de negócios são vistos como os quatro fatores para impulsionar necessária transformação – Figura 14.

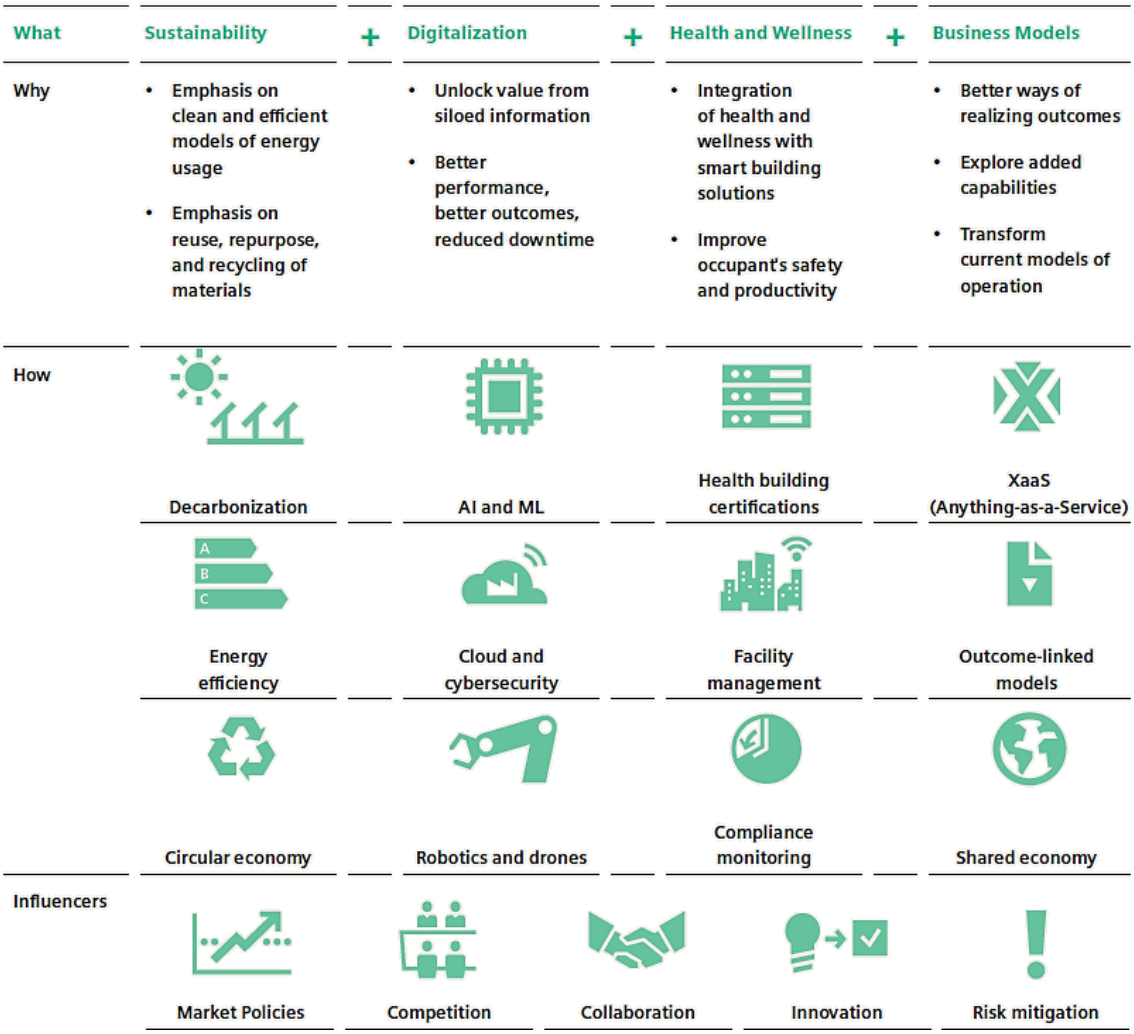

Figura 14 - Principais forças de mercado para alcançar as metas definidas.

2.5 Roteiro V

Industrial Decarbonization Roadmap

Autor: **U.S. Department of Energy**

Data de publicação: **setembro de 2022**

2.5.1 Objetivos e visão

Os dados científicos são claros quando demonstram que é necessária uma redução significativa da emissão de gases com efeito de estufa (GEE) para moderar os impactos severos das alterações climáticas. É necessária uma abordagem ousada para atingir os objetivos de descarbonização para obtenção de energia 100% livre de poluição carbónica até 2035 e emissões zero de GEE até 2050.

Este roteiro enquadra diferentes abordagens tecnológicas emergentes e transformadoras necessárias para atingir a neutralidade de emissões de GEE no setor industrial até 2050. Enquanto a análise se foca nas emissões relacionadas com combustíveis e eletricidade, a discussão também realça a importância de reduzir processos e emissões relacionadas com o ciclo de vida dos produtos, através de uma estratégia de descarbonização holística.

É feita uma análise objetiva e que destaca as principais necessidades e oportunidades tecnológicas, enquanto considera também a necessidade de manter e aumentar a competitividade industrial dos Estados Unidos da América (EUA).

Este roteiro preenche uma grande necessidade técnica e estratégica, apresentando uma abordagem prática concisa para a descarbonização do setor industrial dos EUA. O roteiro identifica quatro pilares essenciais para a descarbonização industrial: 1) eficiência energética; 2) eletrificação industrial; 3) combustíveis, matérias-primas e fontes de energia de baixo carbono (LCFFES); e, 4) captura, utilização e armazenamento de carbono (CCUS). Cada pilar representa um elemento de alto-nível de um plano de ação para a descarbonização industrial e uma estratégia coesa que requer que todos os quatro pilares sejam trabalhados em simultâneo. Esta estrutura inclui também abordagens transversais e importantes, como a necessidade de melhorar as operações térmicas e a eficiência dos materiais, assim como, abordagens de substituição de materiais e de economia circular.

As oportunidades de descarbonização são exploradas e quantificadas neste roteiro através do estudo de tecnologias, processos, práticas transversais e práticas setoriais específicas para

cinco dos subsetores industriais mais intensivos em carbono: ferro e aço, produtos químicos, alimentos e bebidas, refinação de petróleo e cimento.

Nas secções seguintes é feita a compilação e análise da informação deste roteiro do *U.S. Department of Energy* referente apenas ao subsetor dos alimentos e bebidas.

2.5.2 Baseline

O setor industrial de produção de alimentos e bebidas é um componente crítico da economia dos EUA. Em 2019, o setor gerou 412 biliões de dólares para a economia e emprega mais de 1.7 milhões de trabalhadores. Estes trabalhadores representam 14.7% de todos os trabalhadores industriais dos EUA. Em 2019 existiam 38 mil instalações de produção de alimentos e bebidas, sendo os estados com maior número a Califórnia (6 041), Nova York (2 611) e Texas (2 485).

A Figura 15 apresenta o peso de cada categoria de produto no valor total gerado no subsetor da produção de alimentos e bebidas. A figura demonstra a grande heterogeneidade de produtos dentro da indústria. O valor acrescentado é dividido em dez categorias, cada uma com as suas oportunidades e desafios para a descarbonização.

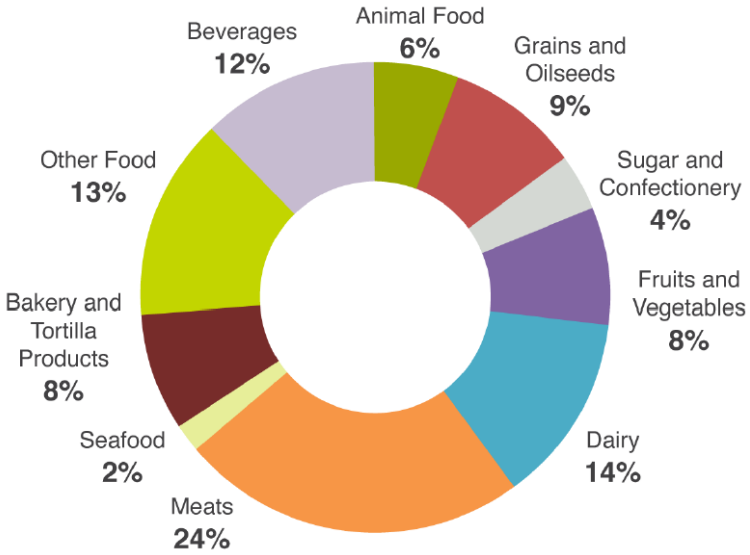

Figura 15 - Contribuição por categoria de produto para o valor gerado na indústria de alimentos e bebidas durante 2019.

A indústria de produção de alimentos e bebidas é uma das maiores consumidoras de energia e emissora de GEE nos EUA. É responsável por cerca de 6% do total de emissões industriais de CO_2 como uma quantidade estimada de 78 milhões de toneladas de CO_2 em 2020.

O subsector da produção alimentar e de bebidas é fundamental para os esforços de descarbonização industrial devido ao seu papel na economia, ao rápido crescimento projetado e à heterogeneidade mesmo dentro da indústria. Adicionalmente, esta indústria está distribuída geograficamente por todo o território dos EUA, o que significa que a diminuição de emissões afetará um grande número de diferentes comunidades.

O gás natural, a eletricidade da rede elétrica e a energia proveniente de fontes renováveis foram as principais fontes do setor de produção de alimentos e bebidas, durante o ano de 2020 (Figure 16).

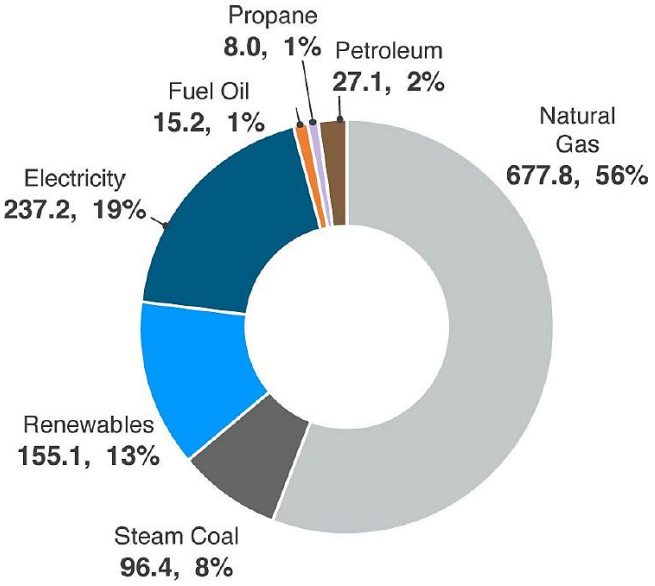

Figura 16 – Mix de energia utilizada na indústria alimentar e de bebidas dos EUA, durante o ano de 2018.

A redução da intensidade carbónica do setor de alimentos e bebidas é extremamente importante para mitigar as emissões do setor como um todo, especialmente porque o volume industrial e as emissões de GEE associadas são expectáveis que aumentem, na maioria dos cenários. Apesar do processo de descarbonização ser desafiante, único e complexo devido à diversidade do setor, existe um elevado potencial de redução de emissões.

2.5.3 Medidas, implementação e financiamento

A inovação tecnológica necessária para a descarbonização do setor alimentar e de bebidas inclui alterações passo a passo em processos de secagem e desidratação não-térmicos, separações inovadoras, eletrificação eficiente de fornos e fritadeiras, melhoria de rendimentos em agricultura *indoor* e *outdoor* e redução de resíduos e desperdícios (incluindo alimentos e embalagens).

As estratégias para a melhoria da eficiência energética da indústria alimentar e de bebidas, podem ser divididas em quatro áreas.

- **Eficiência de fornos:**
  Fornos mais eficientes são críticos para a melhoraria da eficiência energética do processamento alimentar. A eficiência de combustão pode ser aumentada através de práticas como a compensação de oxigénio e operações relacionadas com o queimador. Apesar de ser uma prática emergente, determinar o rácio ideal de ar/ combustível, pode ter um potencial significativo para a redução do consumo energético e consequentes emissões.

- **Eficiência da produção de vapor:**
  O investimento em I&D é fundamental para perceber como alinhar a necessidade de produção de vapor com a procura e apostar em tecnologias de recolha de energia como turbinas a vapor de contrapressão e turbo expansores. Adicionalmente, processos de integração e gestão de energia assim como aquecimento no ponto de uso, são potenciais métodos de melhoria da eficiência energética da produção de vapor.

- **Redução de desperdício:**
  O desperdício ao longo da cadeia de produção ronda os 30%. A melhoria das práticas de processamento, manuseamento e armazenamento ao longo de toda a cadeia podem reduzir significativamente as perdas de produtos não consumidos e, consequentemente, o uso desnecessário de energia, recursos e respetivas emissões associadas. A redução do desperdício alimentar contribui para a segurança alimentar de toda a cadeia e diminuição de custos. A embalagem dos produtos alimentares carece de avanços significativos a nível de I&D&I, pois utiliza energia e recursos de forma intensiva. É necessária a melhoria do desempenho dos materiais utilizados, nomeadamente em termos de tempo de prateleira dos produtos e redução do volume gerado, permitindo simultaneamente a sua reciclagem.

  A valorização de resíduos e a sua reintrodução no mercado alimentar para consumo humano pode ter um contributo significativo na melhoria geral das cadeias de produção. Por fim, também deve haver uma maior aposta na sensibilização dos consumidores para produtos com imperfeições. Apesar de não apresentarem o calibre ao qual o consumidor está normalmente habituado, a maior parte dos produtos apresentam todas as características essenciais a nível nutricional e de qualidade para consumo humano. Estes produtos correspondem a aproximadamente 40% de todo o desperdício gerado.

- **Outras tecnologias:**
  Existem tecnologias que devem ser consideradas como tecnologias de secagem alternativas, de separação avançadas e de tratamento de água. Atualmente existem técnicas mais eficientes para descascar e cortar alimentos assim como novas oportunidades na separação criogénica, revestimentos avançados para prevenir a formação de gelo, enzimas e leveduras com baixa produção de etanol. No Reino Unido identificaram-se técnicas de processamento de subprodutos animais a baixas temperaturas que demonstraram reduzir o consumo de energia térmica em 40% quando comparado com técnicas de processamento tradicionais.

Apesar das estratégias apresentadas para a melhoria da eficiência energética do setor, deve-se ter em mente a necessidade de eletrificação de todos os processos do setor e promover estratégias para a captura, utilização e armazenamento de carbono, tendo em conta o seu uso no setor.

No que diz respeito à necessidade de I&D, foi apresentada uma estratégia que inclui medidas específicas com impacto a curto, médio e longo prazo. Abaixo são identificadas algumas das medidas propostas.

Necessidades de investigação com impacto a **curto prazo (2020-2025)**:

- Desenvolver fornos, fritadeiras, caldeiras e outras tecnologias elétricas;
- Reduzir o desperdício alimentar ao longo da cadeia de produção através de métodos identificados em análises do ciclo de vida (LCA) e na colaboração entre produtores;
- Investir em estratégias de produção inteligentes como otimização de sistemas, integração de sistemas térmicos e otimização de refrigeração.
- Investir no desenvolvimento de combustíveis baixos em carbono e biocombustíveis como matérias-primas no fabrico de alimentos para redução das emissões.

Necessidades de investigação com impacto a **médio prazo (2025-2030)**:

- Aumentar a I&D em automação e modularização;
- Promover a eficiência da reciclagem e dos materiais através de métodos como embalamento alternativo e redução do desperdício relacionado com embalagem;
- Aumentar a I&D relativamente a bombas de calor para a recolha e fornecimento de calor a processos de produção de alimentos e bebidas.

Necessidades de investigação com impacto a **médio prazo (2030-2050)**:

- Desenvolver hidrogénio limpo para utilizar no processamento alimentar;
- Aprofundar conhecimento do que é necessário para rapidamente escalar tecnologias transformadoras;
- Incorporar novos processos, combustíveis e tecnologias em grande escala.

2.5.4 Barreiras à implementação

O setor alimentar enfrenta várias barreiras para a sua descarbonização. Algumas das barreiras existentes são específicas do setor enquanto outras são comuns a diferentes indústrias. Uma das principais características específicas do setor é o facto de este ser particularmente heterogéneo quer em termos geográficos quer em termos de produtos produzidos e processos utilizados. Adicionalmente, existe a necessidade de manter níveis de segurança e qualidade muito elevados dos produtos produzidos, comparando com outras indústrias. Existe ainda uma elevada pressão no setor que resulta da elevada procura por novos produtos e bebidas, especialmente por produtos que exigem gastos elevados de energia na sua produção, armazenamento ou transporte.

Entre os desafios transversais a várias indústrias incluem-se os elevados custos do processo de descarbonização, os riscos prováveis associados ao processo e a necessidade de integrar novas tecnologias em processos altamente otimizados.

2.5.5 Metas a alcançar

Entre as principais necessidades identificadas neste roteiro para alcançar as metas de descarbonização pretendidas inclui-se:

- I&D&I com foco na eficiência energética, eletrificação e captura, utilização e armazenamento de carbono: estas categorias incluem muitas das mais promissoras estratégias de descarbonização para o setor alimentar e de bebidas, incluindo fornos mais eficientes, caldeiras elétricas e híbridas e reutilização de CO_2 residual em embalagens, entre outros;
- I&D&I para diminuir as barreiras na incorporação de tecnologias transformadoras e mais eficientes em processos de produção e, na expansão das estratégias e oportunidades existentes para alcançar mais instalações de produção, permitindo assim atingir maiores poupanças energéticas e redução de emissões de GEE;
- I&D&I em práticas e tecnologias de processamento para aumento do tempo de prateleira de produtos alimentares, adiando a sua degradação.

No presente roteiro foram também identificados diferentes cenários para a descarbonização do setor (Figura 17) que incluem:

- *Business as usual* (BAU);

- Cenário moderado;

- Cenário avançado;

- Cenário de quase zero emissões de gases com efeito de estufa.

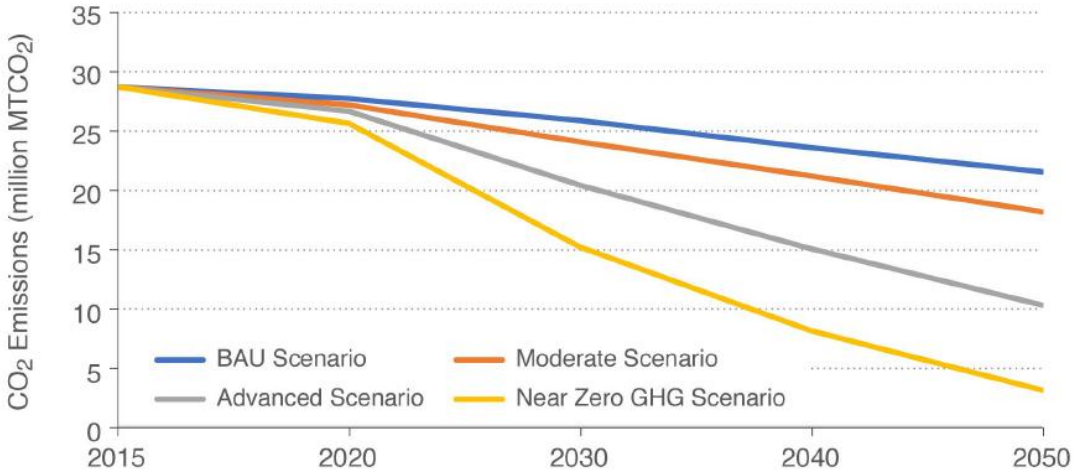

Figura 17 – Previsão de emissões de CO2 para o setor alimentar e de bebidas dos EUA, por cenário,

No cenário BAU as emissões de CO_2 diminuem 25% entre 2015 e 2050, devido à descarbonização da eletricidade e aumentos de eficiência. No cenário avançado, as emissões anuais do setor alimentar e de bebidas diminuem 65%, dos 29 milhões de toneladas de CO_2 para 10 milhões em 2050. Simultaneamente, durante o mesmo período a produção aumenta 25% para suprir as necessidades da crescente população. No cenário de quase zero emissões de GEE, realizaram-se assunções mais ambiciosas especialmente na melhoria da eficiência energética e eletrificação do calor.

Os cenários moderado e avançado são alcançáveis com tecnologias e medidas disponíveis comercialmente. Para alcançar o cenário de quase zero emissões de GEE, é necessária uma implementação mais agressiva das atuais tecnologias comercializadas, complementadas por I&D para responder às necessidades e oportunidades identificadas no roteiro.

3. Conclusões

3 Conclusões

Através da análise dos roteiros detalhados na Tabela 1 identificaram-se as metodologias de análise e recolha de dados para a elaboração destes roteiros. As metodologias usadas assentaram na pesquisa bibliográfica de dados através de agências/entidades de referência que fazem compilação de dados e estatística, artigos científicos ou publicações técnicas, a partir da qual foi realizada a recolha de medidas e tecnologias emergentes para a descarbonização, recomendações e pareceres técnicos de profissionais. Foram ainda realizadas entrevistas com produtores e diferentes partes interessadas do setor para recolha de dados e pareceres. Em cada um dos roteiros analisados, as metodologias utilizadas podem ser baseadas em alguns destes pontos identificados ou na combinação de todos.

A estrutura base dos roteiros examinados é semelhante, começando por estabelecer uma baseline que serve como ponto de partida e referência para os diferentes cenários traçados rumo à descarbonização do setor. De uma forma geral, os roteiros analisados apresentaram 2050 como o ano de referência para a descarbonização total do setor.

Entre as diferentes estratégias e medidas apresentadas para a descarbonização do setor, pode-se destacar a importância da descarbonização através da:

- eletrificação de processos, recorrendo a fontes de energia renováveis e, assim, procedendo à substituição de combustíveis fósseis como principal fonte de energia;
- otimização de processos para eliminar perdas de energia e calor;
- otimização da produção de calor;
- aposta em medidas/ sistemas de gestão de energia.

Apesar de este documento compilar medidas concretas que podem ser utilizadas para levar a cabo o processo de descarbonização, o setor agroalimentar é muito heterogéneo e, desta forma, cada caso deve ser analisado de forma independente procurando responder às necessidades de produção. Adicionalmente, continua a existir uma grande necessidade de I&D relacionada com automação de processos, tecnologias mais eficientes e demonstração das mesmas a uma escala que justifique o investimento associado.

Mesmo sendo uma compilação de informação feita a partir de roteiros de diferentes geografias e com diferentes perspetivas sobre a cadeia de valor, as principais barreiras identificadas relativas ao processo de descarbonização são semelhantes entre os documentos analisados e incluem:

- Elevado investimento;
- Risco de interrupção da produção;
- Escassez de mão de obra qualificada;

- Garantir a qualidade e manter os níveis de segurança dos produtos;
- Integração de novas tecnologias em processos altamente otimizados.

Tendo em conta o estudo efetuado, é possível concluir que atualmente existem muitos esforços para a descarbonização do setor e que será um processo moroso que necessitará de um investimento elevado. No entanto, para que o processo de descarbonização seja total, é necessário o envolvimento de todas as partes interessadas para encontrar soluções inovadoras para este setor heterogéneo. Uma das possíveis estratégias a adotar consiste na criação de grupos de trabalho/comissões por fileira que envolvam as diferentes partes interessadas para a partilha de conhecimento sobre as soluções mais adequadas para cada área de produção. Adicionalmente, é essencial olhar para outras áreas além da vertente energética e de calor, que sejam essenciais para a descarbonização do setor tal como a área de produtos e subprodutos gerados, apresentando estratégias para a valorização de subprodutos e diminuição de perdas ao longo da cadeia de valor.