



D1.1 Estudo de Vigilância

Tecnológica

No âmbito do projeto “BIO-WARE -
Programa de Sensibilização para a
Bioeconomia”

Conteúdo

Sumário Executivo	5
1. Enquadramento	8
1.1. O projeto Bioware.....	8
1.2. Bioeconomia – Conceito e relevância.....	9
1.2.1. Perspetiva biotecnológica	10
1.2.2. Perspetiva dos biorrecursos	11
1.2.3. Perspetiva bioecológica.....	11
2. A Bioeconomia em Números	14
2.1. Apontamento Metodológico.....	14
2.2. A Bioeconomia Nacional	15
2.3. Multiplicadores da Bioeconomia.....	18
2.3.1. Multiplicadores de formação bruta de capital fixo	18
2.3.2. Multiplicadores de produção	20
2.3.3. Multiplicadores na cadeia de valor	22
3. Tendências Tecnológicas.....	25
3.1. Tendências por Gama Tecnológica de I&D	25
3.1.1. Bioeconomia verde.....	26
3.1.2. Bioeconomia branca.....	29
3.1.3. Recolha de informação complementar.....	32
3.2. Exemplos de Resultados de I&D.....	32
3.2.1. Projetos de ID Nacionais.....	32
3.2.2. Projetos de ID internacionais	35
4. Conclusões	39
Bibliografia.....	42
Anexo I. Questionário	45

Índice de Figuras

Figura 1. Ciclos de produção integrados da agroindústria.	12
Figura 2. Evolução de variáveis económicas dos setores bioeconómicos em Portugal entre 2008 e 2015.....	16
Figura 3. Quociente de localização dos setores enquadráveis na bioeconomia 2015.....	17
Figura 4. Localização de setores enquadráveis na bioeconomia do cluster Mediterrâneo e Europa de Leste, segundo o seu efeito no investimento a montante e a jusante, 2014.	23

Índice de Tabelas

Tabela 1. Perspetivas da bioeconomia.	10
Tabela 2. Subsetores da bioeconomia de acordo com o Joint Research Centre e correspondência com o CAE-Rev.3.....	14
Tabela 3. Dados estatísticos sobre setores enquadráveis na bioeconomia em Portugal e na UE-28 em 2015.....	17
Tabela 4. Multiplicadores da formação bruta de capital fixo, em %, - economia portuguesa - 2013, para setores enquadráveis na bioeconomia (ajustados).	19
Tabela 5. Multiplicadores de produção para os setores enquadráveis na bioeconomia portuguesa em 2013.	21
Tabela 6. Agrupamentos de economias europeias de acordo com backwards linkages e forward linkages, 2014.	22
Tabela 7. Características económicas e bioeconómicas dos clusters.....	22

Sumário Executivo

Sumário Executivo

A Bioeconomia tem assumido uma importância crescente no contexto das políticas da União Europeia, decorrente não só do peso económico dos setores integrados neste domínio, como também da constatação de que as bioindústrias desempenham um contributo central para a exploração mais sustentável de recursos.

Diagnósticos efetuados previamente ao presente trabalho permitem aos responsáveis das subregiões de Lezíria do Tejo e Médio Tejo partilhar o interesse face à Bioeconomia dos decisores ao nível europeu. De facto, as indústrias alimentares e a agricultura – claramente inseridos no domínio da Bioeconomia, assumem um papel fundamental como base de sustentação económica das subregiões supramencionadas. Acresce ainda que, no mesmo domínio, ambas as subregiões possuem perfis complementares em termos de especialização do emprego e da produção de riqueza.

Ciente dessa relevância, a NERSANT e o Agrocluster decidiram desenvolver o projeto 'BIOWARE – Programa de Sensibilização para a Bioeconomia', com o intuito de sensibilizar o tecido empresarial das subregiões de Lezíria do Tejo e Médio Tejo para o benefício económico e ambiental da Bioeconomia e promover a inovação e o empreendedorismo de aplicações agroflorestais ("Bioeconomia Verde") e aplicações industriais ("Bioeconomia Branca"), que se consideram mais ajustadas ao atual tecido empresarial regional.

O presente documento respeita a um estágio inicial de recolha de informação que se pretende de valor estratégico para os atores regionais. Num primeiro momento, procedeu-se à definição de Bioeconomia. Discutindo-se as dificuldades inerentes à inexistência de um conceito perfeitamente delimitado, apresentaram-se diferentes opções associadas essencialmente a modelos distintos de desenvolvimento – a perspetiva (bio)tecnológica, a perspetiva de exploração dos (bio)recursos e a perspetiva (bio)ecológica. Atendendo à trajetória insustentável do planeta, assente na perene separação entre economia e ecologia, optou-se pela terceira via, de produção de valor com base na exploração sustentável dos recursos biológicos.

Num segundo momento, a realidade das subregiões é caracterizada de forma detalhada, recorrendo-se a métricas comumente utilizadas de análise económica. Essa análise revelou que Portugal apresenta especialização em alguns setores enquadráveis na Bioeconomia (na ótica do volume de negócios), tal como indicado pelo quociente de localização, uma métrica usualmente empregue para avaliar a especialização de atividades económicas em determinados territórios. Em Portugal, este quociente atinge 1,68, o que equivale a uma clara especialização naqueles setores no contexto da União Europeia a 28. Acresce que o volume de negócios e o volume de negócios por trabalhador na Bioeconomia têm assumido uma tendência historicamente positiva. Nas subregiões, os setores mais relevantes, de acordo com

o volume de emprego, número de trabalhadores, volume de negócios e volume de negócios por trabalhador, são a agricultura, a indústria alimentar, das bebidas e do tabaco e a bioeletricidade. Foi ainda possível inferir que os setores da Bioeconomia em Portugal estão fundamentalmente orientados para a exploração dos recursos biológicos e não como integrantes ou componentes em processos industriais a jusante.

Num terceiro momento são apresentados os resultados do trabalho de vigilância tecnológica a nível europeu. A pesquisa documental foi orientada para (i) uma análise das principais tendências de I&DT, utilizando para o efeito uma pesquisa de resultados científicos publicados na Elsevier de acesso livre, com base em algoritmos e palavras-chave do âmbito da Bioeconomia e (ii) a identificação de resultados científicos concretos, com maior aproximação ao perfil de especialização das regiões, tendo por base os projetos aprovados no Instrumento PME / SME Instrument do Programa Horizonte 2020. A partir da pesquisa foi possível concluir que, do ponto de vista das tendências tecnológicas, no âmbito da agricultura, silvicultura e exploração florestal existe um claro predomínio de projetos nas áreas de (i) técnicas de exploração sustentáveis; (ii) práticas de redução da erosão dos solos; (iii) técnicas de biotecnologia e (iv) aplicação de TIC, quer seja do ponto de vista do inventário florestal, quer do ponto de vista da agricultura de precisão através de monitorização remota. No que toca à produção de biocombustíveis, tem merecido particular interesse para a comunidade científica as técnicas de transesterificação e as técnicas de fermentação. Em termos de resultados científicos, foi ainda possível identificar um conjunto alargado de projetos nacionais em diferentes vertentes, tais como: robotização de processamento de morangos, propagação inVitro de cacau, tecnologia de campos elétricos pulsantes para processamento de sumo natural, sistema de controlo vegetal inteligente, bioreator de algas para tratamento de águas residuais e lixiviadas, tecnologias de monitorização em tempo real da fermentação em salmoura de azeitonas de mesa, entre outros.

Sociedade Portuguesa de Inovação,

Dezembro de 2017

Capítulo 1

1. Enquadramento

1.1. O projeto Bioware

Reconhecida pelo trabalho que tem realizado em prol das empresas do seu território de intervenção, a NERSANT – Associação Empresarial da Região de Santarém, enquanto agente dinamizador do empreendedorismo, pretende continuar a atuar ao nível do apoio ao desenvolvimento e maturação das PME. A NERSANT considera essencial o desenvolvimento de iniciativas no domínio da bioeconomia que, podendo ser intensificadas na subregião em que está diretamente presente, possam responder aos desafios comuns e tenham um efeito mobilizador e multiplicador em toda a Região do Centro e Alentejo. Entendendo-se a bioeconomia como a utilização sustentável de recursos biológicos, este domínio reveste-se de elevada importância para o tecido empresarial destas regiões, uma vez que partem de uma matriz produtiva assente na exploração de recursos naturais, conducentes a especializações económicas em atividades ligadas à atividade agroflorestal e agroindustrial.

O projeto Bioware – Programa de Sensibilização para a Bioeconomia assume-se assim claramente pertinente. O seu objetivo é a promoção de inovação e empreendedorismo associados à bioeconomia, contribuindo para a melhoria da exploração económica dos resultados científicos associados à bioeconomia “verde” (agroflorestal) e bioeconomia “branca” (aplicações industriais e ambientais). O mesmo operacionaliza-se então através de um conjunto de ações:

- I. Estudos de caso – exemplos de sucesso na bioeconomia;
- II. Identificação de oportunidades de atividades ligadas à bioeconomia na região;
- III. Sensibilização e disseminação da bioeconomia;
- IV. Desenvolvimento de plataforma digital em torno da bioeconomia – presença na *web/marketing* digital;
- V. Gestão, acompanhamento, controlo e dinamização do projeto.

O presente trabalho insere-se de forma preparatória na Ação II. Identificação de oportunidades ligadas à Bioeconomia. Pretende-se num primeiro momento delimitar com a precisão possível o âmbito da Bioeconomia, identificando setores e subsetores económicos que podem ser considerados e, num segundo momento, estruturar informação de elevado nível de complexidade em termos adequados para apresentação ao tecido empresarial relacionada com as tendências de desenvolvimento tecnológico na área da Bioeconomia. Este estudo fundamentará momentos subsequentes de realização de Roadmapping Tecnológico e indicação de possíveis oportunidades de valorização desse desenvolvimento tecnológico.

1.2. Bioeconomia – Conceito e relevância

Na sua estratégia “Bioeconomia – a Inovar para o Crescimento Sustentável”, a Comissão Europeia estabeleceu o rumo para uma economia sustentável e eficiente na utilização de recursos biológicos. O objetivo é uma economia mais inovadora e de baixa intensidade carbónica, reconciliando a necessidade de alcançar níveis mais elevados de sustentabilidade nos setores da agricultura e das pescas, maior segurança alimentar, e a utilização sustentável de recursos naturais para fins industriais, assegurando ao mesmo tempo a biodiversidade e a proteção dos valores naturais.

A constatação da importância e potencial da Bioeconomia para o crescimento sustentável é partilhada ao nível das instâncias nacionais. A visão da Estratégia Nacional de Especialização Inteligente (ENEI) para 2020 confere claro relevo à Bioeconomia (Biotecnologia), um dos quatro pilares que contribuem para a sua concretização. Na Estratégia Regional de Especialização Inteligente (EREI) da Região Centro, os setores correspondentes à Bioeconomia são caracterizados como “de caráter emergente, de caráter transversal e multidisciplinar, com aplicações em áreas tão diversas como a saúde, a agricultura, a floresta e o mar, a energia e o ambiente”. Por sua vez, a RIS3 do Alentejo, perspetiva oportunidades associadas ao “desenvolvimento de competências na área das energias renováveis *offshore* e de produção de biocombustíveis a partir das algas, assim como na utilização da robótica e de TIC associadas às atividades marítimas e marinhas que permitirão, entre outras áreas, o desenvolvimento de sistemas de observação da terra e a pesquisa e exploração de recursos vivos e não vivos, para a biotecnologia e a extração de recursos minerais”.

A Comissão Europeia define a Bioeconomia como as partes da economia que utilizam recursos biológicos renováveis da terra e do mar – tais como culturas agrícolas, florestas, peixe, animais e microrganismos – para produzir alimentos, materiais e energia¹. Assumindo-se esta definição, a realidade é que a forma de se concretizar e delimitar claramente em termos estatísticos tem apresentado alguns desafios. De acordo com Bugge et al² a Bioeconomia poder-se-á tipificar de acordo com três perspetivas distintas: a perspetiva biotecnológica, a perspetiva dos biorrecursos e a perspetiva bioecológica. O quadro seguinte as diferentes consequências das respetivas perspetivas.

¹ Comissão Europeia. O que é a Bioeconomia? Página Web da Comissão Europeia.

² M. M. Bugge, T. Hansen, and A. Klitkou, “What is the bioeconomy? A review of the literature,” *Sustain.*, vol. 8, no. 7, 2016.

Tabela 1. Perspetivas da bioeconomia.

Dimensão	Perspetiva biotecnológica	Perspetiva dos biorrecursos	Perspetiva bioecológica
Objetivos	Crescimento económico e criação de emprego	Crescimento económico e sustentabilidade	Sustentabilidade, biodiversidade, conservação de ecossistemas, evitar a degradação dos solos
Criação de valor	Investigação, aplicação e comercialização de biotecnologia	Conversão e evolução de biorrecursos (foco nos processos)	Desenvolvimento de sistemas de produção integrada e produtos de elevada qualidade e identidade territorial
Motores da inovação	I&D, patentes, <i>technology transfer offices</i> (TTOs), conselhos de investigação (modelos lineares de inovação)	Interdisciplinaridade, otimização do uso da terra, utilização de terra degradada na produção de biocombustíveis, disponibilidade e uso de recursos, gestão de resíduos, engenharia, ciência e mercado	Identificação de boas práticas agro-ecológicas, ética, risco, interações ecológicas, sustentabilidade transdisciplinar, reutilização e reciclagem de resíduos, utilização de terra (modelos circulares e autossustentáveis)
Foco espacial	<i>Clusters</i> globais vs <i>clusters</i> regionais	Regiões rurais vs regiões periféricas	Regiões rurais vs regiões periféricas

Fonte: Bugge et al, 2016.

1.2.1. Perspetiva biotecnológica

Esta perspetiva centra-se na importância da investigação, aplicação e comercialização da biotecnologia em diferentes setores da economia, de onde emerge a criação de valor. Os seus objetivos principais tendem a ser o crescimento económico e a criação de emprego, com a sustentabilidade ambiental como consequência desejável, mas não necessariamente procurada.

Os motores da inovação operam num modelo linear, isto é, nascentes na investigação científica. Nesta lógica as entidades relacionadas com a investigação científica assumem relevância central, dado serem elas as detentoras dos desenvolvimentos tecnológicos e consequentes momentos de integração no mercado. Dentro deste modelo as preocupações habituais com a produção de resíduos passam a ser secundárias, uma vez que os avanços tecnológicos se preveem como indutores de processos produtivos mais eficientes.

Sob o ponto de vista territorial, as organizações tendem a aglutinar-se em *clusters* em torno de centros de investigação e empresas farmacêuticas, empresas de biotecnologia e empresas de capital de risco que se assumem como os elos de criação de valor.

1.2.2. Perspetiva dos biorrecursos

A perspetiva dos biorrecursos tem como objetivos o crescimento económico e a sustentabilidade. Em termos de criação de valor, esta perspetiva foca o processamento e a conversão de biorrecursos em novos processos, sendo que neste contexto, a gestão de resíduos é mais proeminente comparativamente à visão biotecnológica. Nesta perspetiva os atores ambicionam além da redução da produção de resíduos, a integração dos resíduos inevitavelmente gerados em processos de produção de energia renovável.

As forças motrizes que impelem a inovação residem sobretudo na questão da utilização dos solos e respetiva produtividade, reservando os solos degradados para a produção de biocombustíveis. Esta visão afirma a importância da inovação em contexto aberto. Denota-se, no entanto, na extensão desta visão, pouca consideração sobre os efeitos climáticos das diferentes formas de utilização da terra (e.g. exploração florestal vs. agricultura).

No que diz respeito ao enfoque sobre o território, esta perspetiva concentra-se na importância dos territórios rurais, esperando-se que os desenvolvimentos da bioeconomia criem crescimento económico nestas localizações.

1.2.3. Perspetiva bioecológica

Esta perspetiva baseia-se no objetivo de sustentabilidade, podendo afirmar-se que a criação de emprego e o crescimento económico assumem papéis secundários em face da necessidade de garantir a subsistência das funções biológicas do planeta essenciais à vida. De facto, esta critica ao enfoque economicista das duas perspetivas anteriormente apresentadas pelo seu relativo alheamento à sustentabilidade dos recursos biológicos.

No que diz respeito à criação de valor, a ênfase é dada à promoção da biodiversidade, à conservação de ecossistemas, à manutenção da capacidade dos serviços do ecossistema (produção, regulação, culturais, de suporte) e à prevenção da degradação do solo. Nesta visão, admite-se a produção de biocombustíveis apenas no final da cadeia de valor, após todas as possíveis reutilizações e reciclagem. Em suma, esta perspetiva materializa-se numa abordagem de economia circular e autossustentável.

No que toca aos motores de inovação, as boas práticas bioecológicas do ponto de vista da produção, reutilização, reciclagem e eficiência na utilização dos solos são, por excelência, a principal força neste processo. A engenharia de sistemas agrícolas concentra-se assim na minimização da utilização de químicos e energia, socorrendo-se das interações ecológicas que maximizem a fertilidade, a produtividade e a proteção das culturas. Não se excluindo a

inovação tecnológica em geral, exclui-se especificamente inovações com efeitos indesejáveis ou indeterminados, tal como as culturas geneticamente modificadas. Defende-se a investigação em temas como a sustentabilidade dos focos de biomassa, o comércio justo, etc.

Em termos territorial, existe alguma sobreposição comparativamente à perspetiva dos biorrecursos, na medida que confere importância às zonas rurais e periféricas, identificando-se oportunidades no comércio de produtos de alta qualidade e imbuídos de identidade territorial. Este foco territorial defende também sistemas locais autossustentáveis.

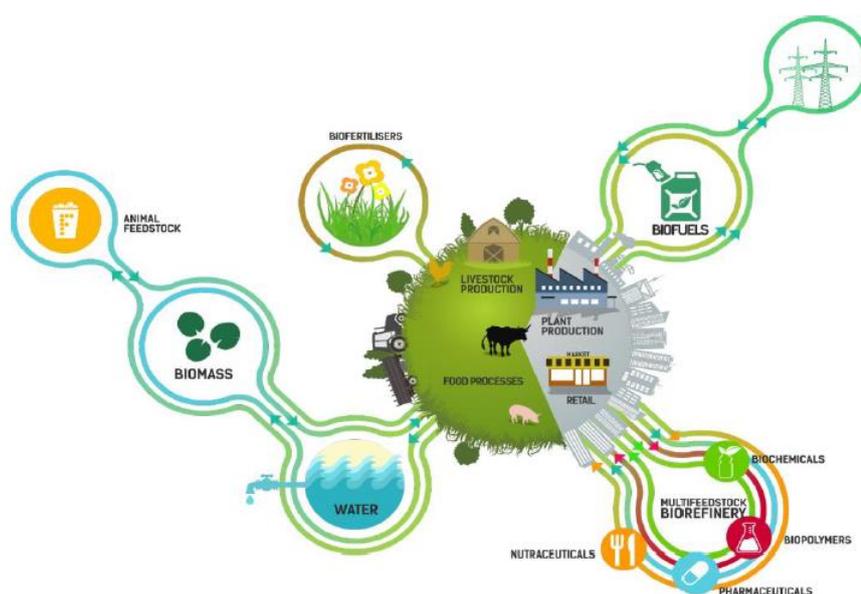


Figura 1. Ciclos de produção integrados da agroindústria.

Fonte: Agrocycle, Horizonte 2020.

Capítulo 2

2. A Bioeconomia em Números

2.1. Apontamento Metodológico

O primeiro passo para compreender a dimensão económica da Bioeconomia em Portugal deverá abranger uma tentativa de delimitar com precisão os setores económicos enquadráveis. Contudo, a principal barreira a essa intenção consiste no facto das normas de classificação estatística atualmente vigentes não permitirem estabelecer essa delimitação no imediato, seja ao nível nacional ou ao nível europeu. Acrescem ainda preocupações ao nível da disponibilidade de dados que permitam diferenciar claramente o que constitui uma atividade bioeconómica de outras atividades. O Centro de Investigação Partilhada / *Joint Research Centre* da Comissão Europeia desenvolveu um estudo recente onde se propôs resolver essas indefinições através da análise desagregada dos setores económicos ao nível da sua utilização de recursos biológicos. Este estudo constitui a referência do presente trabalho ao nível do entendimento do que constituem (sub)setores enquadráveis na Bioeconomia. Contudo, a sua concretização ao nível nacional (CAE ver.3) deparou-se desde logo com dificuldades para delimitar com precisão essas atividades integrantes da Bioeconomia. De facto, foi impossível isolar as atividades económicas exclusivas da Bioeconomia até à subdivisão do CAE. Adotou-se assim uma alternativa: isolaram-se os setores que integram em menor ou maior medida atividades económicas baseadas em recursos biológicos, procedendo-se à sua análise agregada. Esses subsectores da Bioeconomia estão identificados na tabela seguinte, de acordo com a Nomenclatura Geral das Atividades Económicas das Comunidades Europeias (NACE) e a CAE-Rev.3 (nacional).

Tabela 2. Subsetores da bioeconomia de acordo com o Joint Research Centre e correspondência com o CAE-Rev.3.

SETOR BIOECONOMIA	CÓDIGO NACE	SUBSETORES CAE-REV.3
Agriculture	A01	Agricultura, produção animal, caça e atividades dos serviços relacionados
Forestry	A02	Silvicultura e exploração florestal
Fishing (pesca e aquicultura)	A03	Pesca e aquicultura
Food, beverage and tobacco industry	C10, C11, C12	Indústrias alimentares; Indústria das bebidas; Indústria do tabaco
Bio-based textiles	C13, C14, C15	Fabricação de têxteis; Indústria do vestuário; Indústria do couro e dos produtos do couro
Wood products and furniture	C16, C31	Indústrias da madeira e da cortiça e suas obras, exceto mobiliário; Fabricação de obras de cestaria e de espartaria; Fabricação de mobiliário e de colchões
Paper and paper products	C17	Fabricação de pasta, de papel, cartão e seus artigos
Bio-based chemicals, pharmaceuticals and plastics, excluding biofuels	C20, C21, C22	Fabricação de produtos químicos e de fibras sintéticas ou artificiais, exceto produtos farmacêuticos; Fabricação de produtos farmacêuticos de base e de preparações farmacêuticas; Fabricação de artigos de borracha e de matérias plásticas
Liquid biofuels (bioethanol and	C2014; C2059	Fabricação de outros produtos químicos orgânicos de base;

SETOR BIOECONOMIA	CÓDIGO NACE	SUBSETORES CAE-REV.3
biodiesel)		Fabricação de outros produtos químicos, n.e.
Bio-based electricity	D3511	Produção de eletricidade de origem térmica (biomassa)

Fonte: Joint Research Centre/INE.

Entre parênteses, a designação em português utilizada durante este estudo para designar o setor/agregação de setores.

Delimitado o âmbito da Bioeconomia, procede-se no subcapítulo 2.2 a uma breve análise de diversos setores enquadráveis na Bioeconomia, sustentada em métricas comumente empregues na análise socioeconómica e orientada pela sua definição bioecológica, assente na perspetiva da sustentabilidade dos recursos biológicos.

No subcapítulo 2.3, prosseguindo a metodologia orientadora do documento do JRC, em particular, identificar-se-ão os setores bioeconómicos que maximizam em potencial o valor acrescentado económico, com o objetivo de aprofundar o entendimento sobre a sua capacidade para conciliar riqueza e/ou emprego com o uso sustentável dos recursos. Como ferramenta de análise para compreender as interrelações entre as atividades bioeconómicas (ecológicas) identificadas e o seu impacto na economia, seguir-se-á uma breve análise multifacetada assente em metodologias baseadas em multiplicadores de formação bruta do capital fixo e de produção e das interrelações ao longo da cadeia de valor, quer a jusante, quer a montante - conceitos de backward linkages e forward linkages. Estes conceitos são definidos como:

1. *Backward linkage*: quando a procura num projeto/área induz um aumento no investimento a montante na cadeia de valor.
2. *Forward linkage*: quando a procura num projeto/área induz um aumento no investimento a jusante na cadeia de valor

2.2. A Bioeconomia Nacional

O quadro seguinte ilustra a evolução histórica entre 2008 e 2015, de um conjunto de indicadores estatísticos referentes à totalidade dos setores enquadráveis na Bioeconomia, anteriormente enumerados.

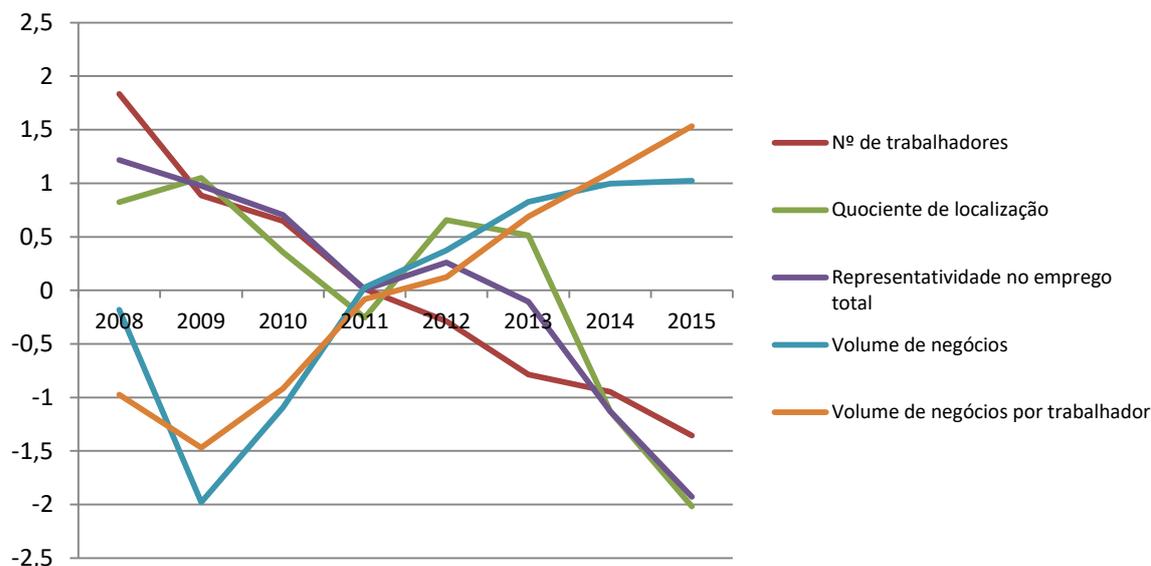


Figura 2. Evolução de variáveis económicas dos setores bioeconómicos em Portugal entre 2008 e 2015.

Fonte: Joint Research Centre, Cálculos SPI.

Do gráfico anterior é possível inferir que o volume de negócios e o volume de negócios por trabalhador nos setores enquadráveis na Bioeconomia exibiram uma tendência marcadamente positiva e sustentada entre 2008 e 2015. Contudo, os restantes indicadores – número de trabalhadores, quociente de localização e representatividade no emprego total, demonstram uma tendência globalmente negativa no mesmo período. A explicação para este comportamento contrastante entre emprego e volume de negócios não cabe no âmbito do presente estudo. Contudo poder-se-á adiantar alguns potenciais fatores explicativos, nomeadamente um maior grau de automatização e maior nível de produtividade e a consequente redução de mão-de-obra.

Portugal apresenta de facto especialização em setores enquadráveis na Bioeconomia. Como se evidencia na figura seguinte, o quociente de localização de Portugal ao nível do emprego em comparação com o nível europeu – uma métrica usualmente empregue para aferir esse nível de especialização - é igual a 1,68. Um valor acima de 1,5 é normalmente aceite como evidência de especialização.

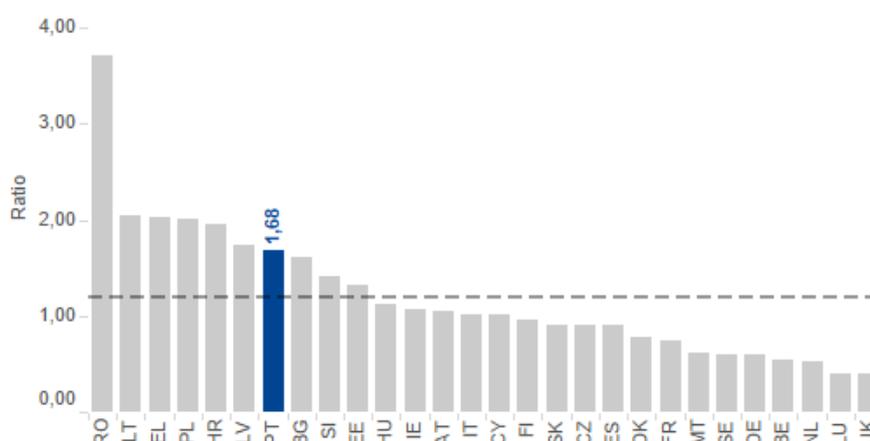


Figura 3. Quociente de localização dos setores enquadráveis na bioeconomia 2015.

Fonte: Joint Research Centre.

Portugal apresenta, aliás, uma concentração relativa do emprego superior à EU-28 em 6 dos 10 subsetores, com especial importância, deste ponto de vista, dos setores pesca e aquicultura e biotêxteis. Os setores menos relevantes, segundo esta métrica, correspondem a bioquímicos e biocombustíveis;

O quadro seguinte apresenta o retrato atual de Portugal no tocante a outros indicadores, relativo aos mesmos setores da Bioeconomia e para o ano de 2015.

Tabela 3. Dados estatísticos sobre setores enquadráveis na bioeconomia em Portugal e na UE-28 em 2015.

2015	TRABALHADORES [PESSOAS]		% NO EMPREGO TOTAL		VOLUME DE NEGÓCIOS [MILHÕES DE EUROS]		VOLUME DE NEGÓCIOS / TRABALHADOR [1000 EUR POR PESSOA]	
	EU-28	PT	EU-28	PT	EU-28	PT	EU-28	PT
Agricultura	9227100	317400	4,18%	6,98%	378463	6764	41,02	21,31
Silvicultura e exploração florestal	539200	12900	0,24%	0,28%	52652	1175	97,65	91,10
Pesca e aquicultura	219383	19349	0,10%	0,43%	11811	411	53,84	21,26
Indústria alimentar, das bebidas e do tabaco	4550030	108133	2,06%	2,38%	1136192	16134	249,71	149,20
Biotêxteis	981228	106467	0,44%	2,34%	107604	5937	109,66	55,77
Madeira e derivados	1588658	50275	0,72%	1,11%	188330	4163	118,55	82,81
Papel e seus artigos	640529	10145	0,29%	0,22%	184483	3879	288,02	382,35
Bioquímicos (excl. biocombustíveis)	412273	4485	0,19%	0,10%	133921	869	324,84	193,80
Biocombustíveis	50121	563	0,02%	0,01%	28733	286	573,27	509,17
Bioeletricidade	244818	4334	0,11%	0,10%	201306	4327	822,27	998,45
Total da esfera enquadrável na bioeconomia	18208522	629716	8,24%	13,84%	2222190	39620	122,04	62,92
Total da economia	220845400	4548700	-	-	-	-	-	-

Fonte: Joint Research Centre.

**Quociente de localização apresentado: rácio entre a representatividade do emprego nos setores enquadráveis na bioeconomia no emprego total em Portugal e a representatividade do emprego nos setores enquadráveis na bioeconomia no emprego total na UE-28.*

A leitura do quadro permite retirar um conjunto de conclusões. Assim, relativamente ao volume de negócios, os 3 setores mais relevantes enquadráveis na Bioeconomia a nível nacional são, por ordem decrescente:

- a) Indústria alimentar, das bebidas e do tabaco (16.134 M€).
- b) Agricultura (6.764 M€).
- c) Biotêxteis (5.937 M€).

Contudo, em termos relativos (volume de negócios por trabalhador - uma medida de produtividade), a bioeletricidade, os biocombustíveis e o papel são os setores mais produtivos. Esta divergência entre valores totais e per capita poderá significar apenas divergências em termos de intensidade capitalística de cada setor. Como se sabe a indústria alimentar e a agricultura carecem de mais trabalhadores por unidade de investimento, ao contrário de setores de produção de energia, por exemplo.

Numa tentativa de autonomizar estas diferenças entre setores e de apurar os setores verdadeiramente mais relevantes, procedeu-se à normalização dos diferentes indicadores - representatividade do emprego no emprego total, número de trabalhadores, volume de negócios e volume de negócios por trabalhador. Este processo de normalização favorece os setores que mais se afastem da média de todos os setores enquadráveis na bioeconomia para cada uma das métricas em análise. Deste cálculo identificaram-se como setores mais relevantes, por ordem decrescente, a agricultura, a indústria alimentar, das bebidas e do tabaco e a bioeletricidade. Quanto aos setores menos relevantes, surgem os bioquímicos, a silvicultura e a pesca e aqüicultura.

2.3. Multiplicadores da Bioeconomia

2.3.1. Multiplicadores de formação bruta de capital fixo

Neste subcapítulo são explorados os multiplicadores de formação bruta de capital fixo, tendo por base as matrizes simétricas *input-output* para a economia Portuguesa em 2013.

Não sendo possível um maior nível de desagregação, os “Produtos químicos e fibras sintéticas ou artificiais” agregam a categoria potencialmente enquadrável na Bioeconomia designada de biocombustíveis e bioquímicos. De igual modo, a “Eletricidade, gás, vapor de água quente e fria e ar frio”, contempla subcontas não pertencentes à Bioeconomia. Esclarece-se que se

considera a definição de formação bruta de capital fixo constante no INE, ou seja, “Valor que integra os bens duradouros novos de montante superior a 500 Euros destinados a fins não militares e produzidos/adquiridos pelas unidades produtoras residentes, para utilização por um período superior a um ano no seu processo produtivo (incluindo os que são adquiridos por recurso a contratos de *leasing* financeiro), e os serviços incorporados nos bens de capital fixo.”. Doravante, esta designação será abreviada por “investimento”.

A tabela seguinte ilustra o efeito da variação do investimento em cada setor da Bioeconomia num conjunto de componentes das Contas Nacionais e do Produto Interno Bruto (PIB) nacional.

Tabela 4. Multiplicadores da formação bruta de capital fixo, em %, - economia portuguesa - 2013, para setores enquadráveis na bioeconomia (ajustados).

Produtos	Formação Bruta de Capital Fixo					PIB
	Produção	Consumo intermédio (CI)		VAB	Importações Diretas	
		Interno	Importado			
01 - Produtos da agricultura, da produção animal, da caça e dos serviços relacionados	0,023	0,011	0,003	0,009	0,000	0,004
02 - Produtos da silvicultura, da exploração florestal e serviços relacionados	0,006	0,001	0,000	0,004	0,000	0,003
03 - Produtos da pesca e da aquacultura e serviços relacionados	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10 - Produtos alimentares	0,005	0,003	0,001	0,001	0,000	0,001
11 - Bebidas	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
12 - Produtos da indústria do tabaco	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13 - Produtos têxteis	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14 - Artigos de vestuário	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15 - Couro e produtos afins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
16 - Madeira e cortiça e suas obras, exceto mobiliário, obras de espartaria e cestaria	0,015	0,008	0,002	0,004	0,000	0,004
17 - Papel e cartão e seus artigos	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
20 - Produtos químicos e fibras sintéticas ou artificiais	0,008	0,003	0,004	0,001	0,000	0,001
21 - Produtos farmacêuticos de base, preparações e artigos farmacêuticos	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
22 - Artigos de borracha e de matérias plásticas	0,005	0,001	0,002	0,001	0,000	0,002
35 - Eletricidade, gás, vapor e água quente e fria e ar frio	0,018	0,011	0,003	0,004	0,000	0,004

Produtos	Formação Bruta de Capital Fixo					PIB
	Produção	Consumo intermédio (CI)		VAB	Importações Diretas	
		Interno	Importado			
Total	1,321	0,557	0,124	0,616	0,195	0,681

Fonte: INE, Matrizes simétricas input-output para a economia Portuguesa em 2013.

Da tabela acima é possível concluir que os cinco setores enquadráveis na Bioeconomia em que o investimento tem maior impacto na produção, são, por ordem decrescente: (i) Produtos da agricultura, da produção animal, da caça e dos serviços relacionados; (ii) Eletricidade, gás, vapor e água quente e fria e ar frio; (iii) Madeira e cortiça e suas obras, exceto mobiliário, obras de espartaria e cestaria; (iv) Produtos químicos e fibras sintéticas ou artificiais*; e, (v) Produtos da silvicultura, da exploração florestal e serviços relacionados.

Quanto ao PIB nacional, os setores enquadráveis na bioeconomia (ajustados) em que o investimento tem maior impacto são: (i) Produtos da agricultura, da produção animal, da caça e dos serviços relacionados; (ii) Papel e cartão e seus artigos, (iii) Produtos farmacêuticos de base, preparações e artigos farmacêuticos, (iv) Eletricidade, gás, vapor e água quente e fria e ar frio*, e (v) Couro e produtos afins.

2.3.2. Multiplicadores de produção

Prosseguindo o esforço de antecipar o impacto potencial do investimento em determinados subsectores da Bioeconomia, apresenta-se neste subcapítulo a análise efetuada ao nível dos multiplicadores de produção.

A seguinte tabela refere-se a multiplicadores da produção para setores enquadráveis na Bioeconomia. Cada elemento da matriz representa o efeito do aumento unitário da procura final de bens do setor j (coluna) na produção de bens do setor i (linha), e vice-versa. Para facilidade de consulta, são apresentados apenas os códigos de produtos (ver tabela anterior para designação completa); as linhas estão ordenadas de forma decrescente, segundo uma lógica de ordenação dos setores que mais variam a produção de acordo com alterações da procura final que lhes é dirigida.

Tabela 5. Multiplicadores de produção para os setores enquadráveis na bioeconomia portuguesa em 2013.

Código de produtos	01	02	03	10	11	12	13	14	15	16	17	20	21	22	35	Total
35	0,055	0,009	0,109	0,067	0,064	0,035	0,101	0,065	0,029	0,081	0,090	0,134	0,048	0,075	2,093	3,054
10	0,246	0,001	0,024	1,184	0,051	0,002	0,001	0,001	0,011	0,001	0,006	0,013	0,013	0,003	0,000	1,555
13	0,006	0,000	0,009	0,002	0,002	0,000	1,270	0,227	0,020	0,000	0,002	0,000	0,005	0,009	0,000	1,551
01	1,144	0,002	0,005	0,263	0,097	0,002	0,001	0,001	0,003	0,002	0,002	0,004	0,004	0,008	0,000	1,538
20	0,025	0,005	0,004	0,011	0,021	0,001	0,012	0,003	0,016	0,019	0,026	1,147	0,081	0,070	0,002	1,444
02	0,001	1,112	0,000	0,002	0,007	0,003	0,000	0,000	0,001	0,164	0,139	0,001	0,001	0,001	0,000	1,431
16	0,004	0,000	0,001	0,002	0,037	0,000	0,001	0,000	0,001	1,346	0,009	0,002	0,001	0,002	0,000	1,406
17	0,004	0,000	0,002	0,016	0,021	0,026	0,002	0,002	0,005	0,005	1,250	0,004	0,011	0,003	0,001	1,352
15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,142	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,143
22	0,003	0,000	0,002	0,012	0,031	0,002	0,002	0,002	0,008	0,006	0,002	0,008	0,010	1,034	0,001	1,123
03	0,001	0,000	1,080	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,084
14	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,079	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,080
11	0,001	0,000	0,000	0,002	1,053	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,006	0,001	0,000	1,073
12	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,035	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,035
21	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,028	0,000	0,000	1,029
Total	1,489	1,129	1,236	1,565	1,383	1,107	1,391	1,381	1,237	1,624	1,526	1,315	1,209	1,205	2,099	20,897

Fonte: INE, Matrizes simétricas input-output para a economia Portuguesa em 2013.

Da tabela anterior é possível concluir que o aumento da procura final unitária dirigida a todos os bens enquadráveis na bioeconomia induz um aumento da produção dos respetivos setores em cerca de 21 unidades. Contudo, este impacto inclui o setor “Eletricidade, gás, vapor e água quente e fria e ar frio”, muito embora inclua na sua maioria atividades económicas não englobadas na Bioeconomia.

Assim, excluindo a divisão 35 (Electricidade, etc.) o setor dos “Produtos Alimentares” é onde se observa um maior efeito de multiplicação da produção, seguindo-se os “Produtos têxteis” e “Produtos da agricultura, da produção animal, da caça e dos serviços relacionados”. Por sua vez, os setores que integram maior número de produtos da sua própria produção (células preenchidas a azul) são: “Madeira e cortiça e suas obras, exceto mobiliário, obras de espartaria e cestaria”; “Produtos têxteis”; “Papel e cartão e seus artigos”.

2.3.3. Multiplicadores na cadeia de valor

Neste subcapítulo, estende-se a análise ao impacto da bioeconomia para a avaliação dos efeitos na própria cadeia de valor. Como já foi referido, os conceitos de backward linkages e forward linkages estão relacionados com essa capacidade de avaliar efeitos benéficos na cadeia de valor de investimentos. Com esse intuito, o JRC aplicou esses conceitos a modelos de input / output, o que resultou num conjunto de agrupamentos de economias europeias divididas de acordo com as especificidades das atividades bioeconómicas e o seu impacto visível na respetiva cadeia de valor – a montante ou jusante.

Tabela 6. Agrupamentos de economias europeias de acordo com backwards linkages e forward linkages, 2014.

Cluster	Nome	Constituintes
Cluster 1	UE Norte	Dinamarca, Finlândia, Lituânia, Letónia, Polónia, Suécia, Reino Unido, Bélgica, Holanda
Cluster 2	Intermédio	Estónia, Irlanda, Eslovénia
Cluster 3	Luxemburgo	Luxemburgo
Cluster 4	Ilhas Mediterrâneas	Chipre, Malta
Cluster 5	Mediterrâneo e UE Este	Espanha, França, Grécia, Itália, Portugal, Bulgária, Roménia, Hungria
Cluster 6	UE Central	Áustria, República Checa, Alemanha, Eslováquia

Fonte: Joint Research Centre.

No quadro seguinte apresentam-se algumas estatísticas relevantes de cada um dos agrupamentos europeus supramencionados. É possível constatar que aqueles apontam para níveis de desenvolvimento económico e externalidades díspares, testemunhando a importância da composição dos setores enquadráveis na Bioeconomia para o seu impacto económico.

Tabela 7. Características económicas e bioeconómicas dos clusters.

	UE Norte	Intermédio	Luxemburgo	Ilhas Mediterrâneas	Mediterrâneo e UE Este	UE Central
PIB per capita [índice médio 2007-2012]	101,2	94,9	267,8	90	79	99,7
Taxa desemprego [% 07-12]	12,7	25	5,2	7,3	14,1	13,5
Área cultivada [% área total]	22,7	9,1	18,3	22,8	30,8	28,1
Área de floresta [% área total]	39,2	44,7	30,5	17,3	35,3	41,3
Área para pastagens [% área total]	1,5	1,8	0,3	18,2	7,2	1,2

Fonte: Joint Research Centre.

O agrupamento a que Portugal pertence está focado essencialmente na agroindústria. O quadro seguinte caracteriza este grupo em termos de ligações a jusante ou montante.

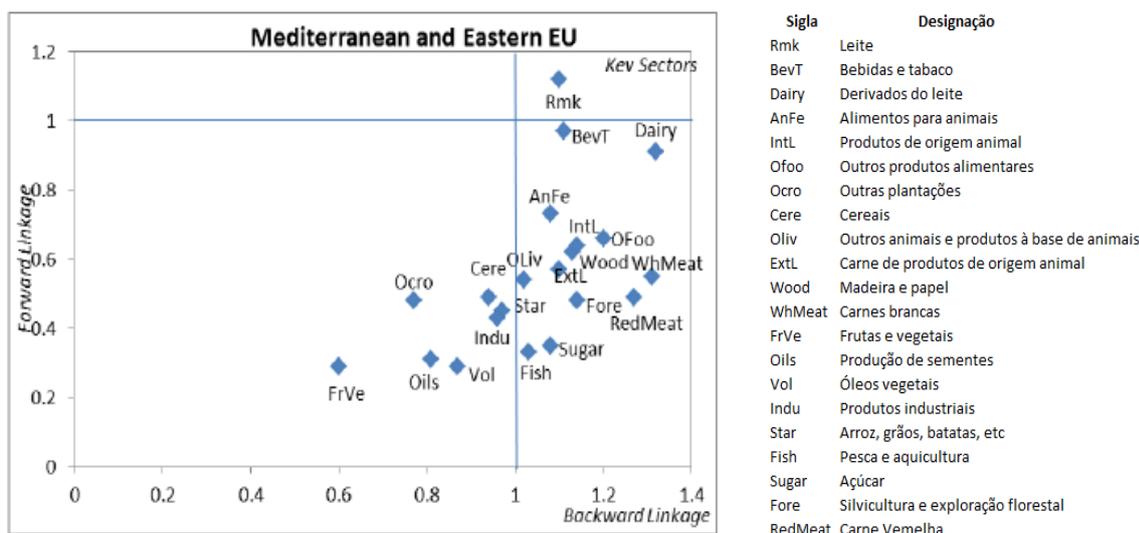


Figura 4. Localização de setores enquadráveis na bioeconomia do cluster Mediterrâneo e Europa de Leste, segundo o seu efeito no investimento a montante e a jusante, 2014.

Fonte: Joint Research Centre.

É possível inferir que os setores da Bioeconomia na categoria onde Portugal está inserido se organizam fundamentalmente em termos de ligações a montante (Backward Linkages). Por outras palavras, novos investimentos originam investimentos adicionais a montante – não trata assim fundamentalmente de componentes em processos industriais, mas o resultado da exploração dos recursos biológicos. O aumento do investimento implica obrigatoriamente um aumento de atividade a montante – ao nível de fornecimento de matérias-primas, insumos e outros serviços de apoio.

Esta conclusão torna-se clara recorrendo-se a um exemplo característico da indústria Portuguesa - uma indústria de tomate enlatado. Assim, se a empresa adquirir novas máquinas de acondicionamento de tomate nas latas, ganhando por essa via maior capacidade produtiva, esta obriga necessariamente a adquirir mais insumos agrícolas, nomeadamente tomate. Existe assim um efeito a montante, nomeadamente nas explorações de tomate. Contudo, tem impacto reduzido a jusante, uma vez que a maior produção de tomate carece apenas de um acréscimo da capacidade de escoamento para o comércio por grosso / retalho. Em alternativa, uma indústria assente na produção de biocomponentes tem claramente um efeito bastante mais visível a jusante.

Capítulo 3

3. Tendências Tecnológicas

3.1. Tendências por Gama Tecnológica de I&D

O presente capítulo apresenta as principais tendências de I&D tecnológica, tendo por base um levantamento exaustivo a diversas fontes de informação, considerando o âmbito amplo da Bioeconomia:

- A base de dados da *Joint Research Centre*, já referida. Norteando a análise pelos 3 pilares da Bioeconomia (alimentação para humanos e para animais; bioprodutos; bioenergia, incluindo biocombustíveis) observaram-se as tecnologias preponderantes na respetiva cadeia de valor.

Assumiram-se diferentes níveis de contributo de cada gama tecnológica para a bioeconomia, nomeadamente:

- a. Tecnologias que permitem um processo de utilização de recursos naturais mais sustentável (agricultura de precisão conducente a maior taxa de produtividade).
 - b. Tecnologias que substituem outras mais nocivas para a sustentabilidade do ecossistema em que se inserem, muitas vezes através da utilização de recursos biológicos de forma renovável (e.g. polímeros de base biológica biodegradáveis em substituição de polímeros sintéticos).
 - c. Tecnologias que incidem sobre a cadeia de valor, geralmente através de inovação organizacional (e.g. práticas da I4.0; práticas *lean*).
- Revistas científicas de acesso livre (*Open Access*) com publicação na Elsevier, onde o critério foi a sua relevância para o tema da bioeconomia (biotecnologia, ciências agrárias, etc.). A esta amostra, de milhares de artigos e em conjuntos definidos através de variações de escolha de ano, tema e revista, foi aplicado um algoritmo de processamento de linguagem natural, designado "*latent semantic analysis*", sendo possível extrair os temas mais relevantes para dada amostra. Este processo permitiu observar padrões e tecnologias mais relevantes e forneceu a matéria-prima de orientação do Roteiro Tecnológico (*Roadmap*), de execução posterior a este estudo.

Os resultados da pesquisa documental são descritos neste subcapítulo. As tendências foram divididas da seguinte forma:

- Bioeconomia Verde
 - Agricultura
 - Silvicultura e exploração florestal
 - Bioenergia
- Bioeconomia Branca
 - Aplicações industriais (incluindo indústrias alimentares) e ambientais.

Dada a por vezes complexa natureza das inovações tecnológicas, em particular nos casos em que a aproximação ao mercado é ainda distante, as tendências são descritas em termos de Nível de Prontidão Tecnológica ou *Technology Readiness Level* (TRL). Este conceito está relacionado com o grau de maturidade da investigação. Um nível próximo do TRL 1, significa que a investigação apenas evoluiu em termos teóricos e básicos. Um nível próximo do TRL 9 significa que a tecnologia está pronta a ser comercializada. Os níveis TRL foram determinados através da constatação explícita na revisão bibliográfica ou, por aproximação, consoante se verificou a existência ou inexistência de aplicações comerciais funcionais. Os patamares de TRL tidos em consideração são os seguintes:

- TRL 1 – Princípios básicos observados.
- TRL 2 – Formulação do conceito tecnológico.
- TRL 3 – Prova de conceito experimental.
- TRL 4 – Validação da tecnologia em laboratório.
- TRL 5 – Validação de tecnologia em ambiente relevante (semi-industrial).
- TRL 6 – Demonstração da tecnologia em ambiente relevante (semi-industrial).
- TRL 7 – Demonstração do protótipo do sistema em ambiente operacional.
- TRL 8 – Sistema completo e qualificado.
- TRL 9 – Sistema aprovado em ambiente de produção de série.

3.1.1. Bioeconomia verde

Agricultura

Gama tecnológica	Agricultura sustentável.
Tecnologia [TRL <8]	Sementeira orgânica direta.
Tecnologia [TRL ≥8]	Alguns exemplos: Cobertura de 100% do solo com vegetação, protegendo contra erosão do vento e da água. Utilização de plantas pereniais (raízes mais profundas). Gestão do crescimento de vegetação espontânea e posterior integração no solo. Utilização de compostagem. Práticas agroflorestais de regeneração, que combinam árvores, arbustos, agricultura e ou pecuária. Rotação de solos. Alternativas de base biológica à utilização de químicos sintéticos. Técnicas de permacultura. Utilização de compostos para potenciar a formação de húmus. Técnicas de maximização de retenção de água nos solos (Keyline, etc.). Utilização de sementeira direta com outras técnicas de gestão agrícola. Utilização de nitrogénio orgânico. Fitoremediação – utilização de plantas ou algas vivas <i>in situ</i> para limpeza e degradação de poluentes.
Observações	-
Aplicações	Produção agrícola.

Gama tecnológica	Monitorização remota.
Tecnologia [TRL <8]	Índices de vegetação através de imagens multiespectrais provenientes de satélites: (a) índice de vegetação de diferença normalizada (NDVI) com base em comprimentos de onda vermelhos e infra-vermelhos (NIR) (b) índice de vegetação verde com base em NIR e comprimentos de onda verdes (c) índice ajustado de vegetação no solo (SAVI) com base em comprimentos de onda vermelhos e NIR (d) índice de vegetação perpendicular (PVI) com base em comprimentos de onda vermelhos e NIR.
Tecnologia [TRL ≥8]	Algumas implementações de índices de vegetação (e.g. milho).
Observações	Embora existam aplicações disponíveis no mercado, a especificidade de cada contexto em que este índice é utilizado necessita de quantidades consideráveis de desenvolvimento a cada contexto, necessidades e disponibilidade de informação.
Aplicações	Agricultura (caracterização estrutural de plantas; deteção de plantas e frutos; avaliação fisiológica das plantas; apoio à decisão). Silvicultura e exploração florestal (avaliação fisiológica das plantas; apoio à decisão; etc.).

Silvicultura e exploração florestal

Gama tecnológica	Redução da erosão dos solos
Tecnologia [TRL <8]	-
Tecnologia [TRL ≥8]	Utilização de cabeças de corte que não tombam as árvores, eliminando o processo de arrastamento dos troncos das parcelas florestais. Utilização de geotêxteis de base biológica. Criação de canais de condução de água para mitigação de arrastamento de sedimentos por via dos rastos de máquinas e equipamentos de exploração florestal e de caminhos florestais. Técnicas de construção de valas para plantação (e.g. orientação paralela ao declive do terreno).
Observações	Nada a assinalar.
Aplicações	Exploração florestal.

Gama tecnológica	Monitorização e inventário florestal
Tecnologia [TRL <8]	Integração de informação proveniente de <i>airborne laser scanning</i> (ALS), <i>terrestrial laser scanning</i> (TLS), <i>vehicle based laser scanning</i> (VLS) e informação proveniente de <i>Synthetic Aperture Radar</i> .
Tecnologia [TRL ≥8]	ALS. TLS. VLS.
Observações	Tecnologias e temáticas particularmente relevantes no contexto do programa REDD - Reducing Emissions from Deforestation and Degradation.
Aplicações	Monitorização do estado fitossanitário da floresta, ordenamento florestal, otimização da exploração florestal (estimação de volume e qualidade da biomassa).

Gama tecnológica	Biotechnology
Tecnologia [TRL <8]	Propagação através de clones via embriogénese somática. Seleção e reprodução com base em marcadores moleculares. – genetic engineering, gene cloning and genomics technology
Tecnologia [TRL ≥8]	Engenharia genética. Propagação de clones através de outras técnicas.
Observações	-
Aplicações	Propagação através de clones: produção artificial de sementes; conservação de germoplasma; criopreservação; produção de biomassa; produção de substâncias químicas para a indústria farmacêutica, etc. Seleção e reprodução com base em marcadores moleculares: seleção de características desejáveis. Engenharia genética: redução do tempo de germinação, seleção de características desejáveis, aumento da resistência a pragas e doenças, aumento da resistência à seca, a temperaturas extremas.

Bioenergia

Gama tecnológica	Técnicas de transesterificação para produção de biodiesel
Tecnologia [TRL <8]	Utilização de microalgas. Métodos enzimáticos. Glicerólise.
Tecnologia [TRL ≥8]	Catálise ácida (ácido sulfónico orgânico). Catálise ácido seguida de catálise alcalina
Observações	Biomassa para produção de biodiesel: microalgas, resíduos agrícolas, resíduos industriais, resíduos urbanos, culturas energéticas (girassol, colza, cardo, soja).
Aplicações	Produção de biodiesel

Gama tecnológica	Técnicas de fermentação para produção de bioálcool
Tecnologia [TRL <8]	Fermentação e sacarificação simultânea (SSF). Bioprocessamento consolidado (CBP). Na generalidade dos tipos de biomassa utilizados para produção de bioálcool existe uma fase de hidrólise que antecede a fermentação. Neste contexto a tecnologia de interesse é a hidrólise ácida (concentrada).
Tecnologia [TRL ≥8]	Fermentação e sacarificação separada (SHF). Co Fermentação e sacarificação simultânea (SSCF). Na generalidade dos tipos de biomassa utilizados para produção de bioálcool existe uma fase de hidrólise que antecede a fermentação. Neste contexto, eis as tecnologias mais relevantes: hidrólise enzimática; hidrólise ácida (diluída).
Observações	Biomassa para produção de bioálcool: microalgas, resíduos agrícolas, resíduos industriais, resíduos urbanos, culturas energéticas (girassol, colza, cardo, soja, amiláceas (trigo, milho, batata, etc.)), biomassa florestal.
Aplicações	Produção de bioetanol, biometanol e biobutanol.

3.1.2. Bioeconomia branca

Aplicações industriais (incluindo indústrias alimentares) e ambientais

Gama tecnológica	Fermentação para produção de compostos orgânicos em alternativa à síntese química
Tecnologia [TRL <8]	<p>Síntese de propano-1,3-diol, (1,3 PDO) através de: fermentação de açúcares produzidos a partir de materiais lignocelulósicos; fermentação de glicerol obtido de culturas mistas de bactérias; síntese de 1,3-PDO através de fermentação de glicerol utilizando culturas puras de bactérias; síntese de 1,3-PDO através desoxigenação seletiva.</p> <p>Síntese de ácido láctico através de: fermentação de açúcares produzidos a partir de materiais lignocelulósicos; fermentação de solo láctico; eletrodialíse com membrana bipolar.</p> <p>Síntese de ácido poliláctico: As mesmas que no caso do ácido láctico; fusão sequencial e policondensação.</p> <p>Síntese de poliidroxicanoatos: a partir de <i>Panicum Virgatum</i>; através de culturas bacterianas mistas; a partir de resíduos urbanos líquidos; extração supercrítica; rutura celular através de métodos mecânicos, enzimáticos e químicos.</p>

	<p>Síntese de ácido adípico: fermentação de lenhina, fermentação de açúcares via ácido dicarboxílico, fermentação de açúcares via ácido sacárico, fermentação de ácidos gordos.</p> <p>Síntese de ácido acético: fermentação de açúcares produzidos a partir de materiais lignocelulósicos; produção através de fermentação anaeróbica; utilização de eletrodialise; utilização de pervaporação; utilização de extração líquido-líquido.</p> <p>Síntese de ácido succínico: fermentação a partir de culturas de amiláceas, cana-de-açúcar, beterraba. Fermentação de materiais lignocelulósicos. Fermentação de glicerol.</p>
Tecnologia [TRL ≥8]	<p>Síntese de 1,3-PDO através de fermentação de glicose com <i>E. Coli</i> modificadas. Síntese de ácido láctico a partir de fermentação de cereais, cana-de-açúcar, beterraba, etc; acidificação; filtração.</p> <p>Síntese de ácido poliláctico: as mesmas que no caso do ácido láctico; polimerização por abertura de anel; policondensação azeotrópica.</p> <p>Síntese de poliidroxicanoatos: extração com solventes; produção a partir de ácidos gordos e açúcares; através de culturas de bactérias puras.</p> <p>Síntese de ácido acético: produção a partir de fermentação de açúcares de culturas energéticas e culturas de amiláceas; produção a partir de fermentação aeróbia.</p>
Observações	-
Aplicações	<p>1,3-PDO: tintas, adesivos, revestimentos, laminados, hidrocarbonetos alifáticos, etc.</p> <p>Ácido láctico: indústria alimentar (produção de produtos lácteos; como conservante; descontaminante no processamento de carnes; produção de cerveja; vinificação), indústria química (detergentes), indústria farmacêutica, produção de fibras (hemicelulose).</p> <p>Ácido poliláctico: polímero termoplástico biodegradável com utilização na indústria alimentar (embalamento de alimentos frescos, garrafas, etc.) e na indústria de equipamentos médicos, onde a biodegradabilidade seja conveniente (6 a 12 meses).</p> <p>Poliidroxicanoatos: polímeros totalmente biodegradáveis, biocompatíveis e de origem biológica, com potencial para substituir polímeros sintéticos em revestimentos, embalagens e com aplicação também na área da saúde.</p> <p>Ácido acético: indústria química e indústria alimentar.</p> <p>Ácido adípico: produção de fibras de nylon-6,6. Utilizações várias na produção de resinas, adesivos, plastificantes, lubrificantes, indústria alimentar, indústria farmacêutica, poliuretanos.</p> <p>Ácido succínico: indústria alimentar, indústria farmacêutica, indústria de produtos de higiene pessoal, indústria química (pesticidas; corantes; lacas e vernizes, etc; bioplástico biodegradável).</p>

Gama tecnológica	Transesterificação
Tecnologia [TRL <8]	Catálise enzimática. Etanol supercrítico.
Tecnologia [TRL ≥8]	Catálise homogénea e heterogénea. Produção de glicerol através de plantações de oleaginosas, gorduras animais e óleos de cozinha usados.
Observações	-
Aplicações	Indústria alimentar. Indústria farmacêutica. Biocombustíveis.

Gama tecnológica	Produção de substâncias químicas através de algas e microalgas
Tecnologia [TRL <8]	Fotobiorreator horizontal tubular. Fotobiorreator tubular vertical. Fotobiorreatores planos. Produção em reservatórios abertos.
Tecnologia [TRL ≥8]	Nenhuma de registo.
Observações	-
Aplicações	Indústria alimentar. Indústria farmacêutica. Produção de biocombustíveis.

Gama tecnológica	Hidrogeneização para produção de ácido adípico
Tecnologia [TRL <8]	Fermentação a partir de ácidos gordos provenientes de óleos vegetais. Hidrogeneização de glicose proveniente de fases anteriores de fermentação de materiais lignocelulósicos, culturas amiláceas e para açúcar.
Tecnologia [TRL ≥8]	Nenhuma de registo.
Observações	Atualmente, a grande maioria do ácido adípico produzido mundialmente provém do benzeno. A síntese deste composto através desta via produz óxido nitroso, com um potencial de aquecimento global (GWP) 298 vezes superior ao dióxido de carbono.
Aplicações	Ácido adípico: produção de fibras (cerca de 60% do ácido adípico produzido mundialmente é utilizado na fabricação de nylon), poliuretanos, resinas, adesivos, lubrificantes, indústria alimentar e farmacêutica.

Gama tecnológica	Nanomateriais de base orgânica (floresta)
Tecnologia [TRL <8]	Nenhuma de registo.
Tecnologia [TRL ≥8]	Celulose nanocristalina (CNC) e celulose nanofibrilada (CNF).
Observações	-
Aplicações	Indústria têxtil, construção civil, eletrónica, aplicações médicas, etc.

3.1.3. Recolha de informação complementar

A informação respeitante ao presente subcapítulo resulta de pesquisa documental, através de métodos avançados baseados em palavras-chave. Muito embora esta metodologia apresente um elevado nível de fiabilidade face à investigação atualmente levada a cabo, a circunstância de se limitar a revistas científicas de acesso aberto pode levar a que se oculte investigação aplicada de elevado interesse nos setores da Bioeconomia. Por essa razão optou-se por complementar a informação obtida por via documental com a inquirição de partes interessadas regionais – maioritariamente empresários e investigadores, quanto a linhas de investigação recentemente levadas a cabo. O questionário que se integrou em anexo será essa ferramenta de recolha de informação, sem prejuízo de métodos adicionais considerados pertinentes pelos próprios atores.

3.2. Exemplos de Resultados de I&D

3.2.1. Projetos de ID Nacionais

De seguida, apresentam-se alguns projetos de Investigação e Desenvolvimento na área da Bioeconomia e que se julga terem elevada pertinência para o perfil de especialização das regiões, isto é, no âmbito da bioeconomia verde e bioeconomia branca. Foram considerados projetos provenientes de Portugal e de Espanha, pela proximidade geográfica. A fonte da informação são os projetos com aprovação ao Instrumento PME / *SME Instrument*.

Projeto	Máquina de processamento de morangos
Descrição	Observa-se uma insuficiente integração tecnológica de automação e visão artificial no segmento de processamento de frutas e vegetais, carecendo as soluções existentes, de pleno aproveitamento das potencialidades destas tecnologias. No caso dos morangos, o corte e extração da parte verde dos mesmos é feito com cadências de entre 5 a 6 morangos por segundo. As empresas Orizon Vision e AcessoMatic juntaram esforços para desenvolver uma solução de automação industrial com recurso a visão artificial que processe pelo menos 10 a 12 morangos por segundo de qualquer calibre, duplicando assim a capacidade de processamento. Este projeto pretende expandir o processamento a outros frutos e legumes.
Promotor	Acessomatic – Comércio Componentes Pneumáticos Hidráulicos e Elétricos Lda.
Data de conclusão	30/11/2015

Projeto	Máquina de processamento de morangos
Linha de Apoio	SME Instrument – Phase 1
Projeto	Propagação inVitro de cacau
Descrição	Tendo em conta a crescente procura por cacau, a Boereboom Invitro Portugal, especializada em micropropagação, lançou-se, de forma pioneira, na aplicação de técnica de embriogénese somática às plantas do cacau, dadas as correspondentes vantagens em termos de redução de custos e sustentabilidade do processo, comparativamente à propagação através de sementes.
Promotor	BOEREBOOM INVITRO PORTUGAL, UNIPessoal LDA (Coordinator)
Data de conclusão	30/09/2016
Linha de Apoio	SME Instrument – Phase 1

Projeto	PUREJUICE - Tecnologia de campos elétricos pulsantes para processamento de sumo natural
Descrição	O projeto PUREJUICE propõe um novo sistema de campos elétricos para processamento de fruta para sumos naturais (pera, frutos vermelhos, uvas, frutos tropicais, fruta com caroço, etc.). Esta tecnologia permite proceder a tratamentos microbianos com efeitos marginais nas qualidades organoléticas, sendo uma tecnologia considerada superior ao tratamento térmico.
Promotor	EnergyPulse Systems, Lda
Data de conclusão	31/08/2016
Linha de Apoio	SME Instrument – Phase 1

Projeto	CoolFarm – Sistema de controlo vegetal inteligente
Descrição	O projeto CoolFarm consiste num sistema de controlo inteligente de variáveis relevantes para o crescimento de plantas em cenários de agricultura de interior, quer vertical, quer horizontal. Esta solução de agricultura de precisão combina serviços na cloud, com monitorização e algoritmos de inteligência artificial para otimizar o crescimento de plantas, especialmente em contextos de aquaponia e hidroponia.
Promotor	Coolfarm SA
Data de conclusão	31/12/2016
Linha de Apoio	SME Instrument – Phase 1

Projeto	Bioreator de algas para tratamento de águas residuais e lixiviadas
Descrição	Este projeto consiste na utilização de algas para tratamento de águas residuais. O sistema Algamater, face a soluções convencionais, implica custos de energia 60% inferiores e custos operacionais 40% inferiores.
Promotor	Bluemater SA
Data de conclusão	31/05/2019
Linha de Apoio	SME Instrument

3.2.2. Projetos de ID internacionais

Projeto	Monitorização em tempo real da fermentação em salmoura de azeitonas de mesa
Descrição	O processo de fermentação em salmoura, apesar dos avanços nas restantes fases de processamento de azeitonas de mesa, continua a revestir-se de alguma subjetividade, socorrendo-se do <i>know-how</i> dos técnicos encarregados do processo. Neste contexto, surgiu o Teleoliva, um sistema de monitorização <i>online</i> e em tempo real da fase de fermentação em salmoura.
Promotor	Global Olive Consulting SL - Espanha
Data de conclusão	29/02/2016
Linha de Apoio	SME Instrument

Projeto	Monitorização fitossanitária para horticultura
Descrição	A horticultura assiste a perdas de produção de aproximadamente 35%, devido a doenças causadas por agentes patogénicos. Em parte, esta realidade é consequência da incapacidade de diagnosticar precocemente essas doenças. Esta lacuna é colmatada com a aplicação de pesticidas de largo espectro, que efetivamente falham na eliminação de alguns agentes patogénicos, aumentam os custos de produção e são ambientalmente nocivos. Este projeto consiste assim num conjunto de ferramentas de baixo custo de análise de ADN que permitem detetar e quantificar 200 doenças específicas das plantas de forma simultânea.
Promotor	Microgaia Biotech SL - Espanha
Data de conclusão	31/05/2018
Linha de Apoio	SME Instrument – Phase 1

Projeto		Monitorização fitossanitária para horticultura
Projeto		Produtos agrobiológicos para aumento da produção agrícola
Descrição		O projeto Biobooster consiste num bioestimulante que induz aumentos de produção na ordem dos 20-25%, permitindo uma redução de agroquímicos em 65%. Este bioestimulante não altera a estrutura do solo, baseado no conhecimento de que os compostos voláteis libertados pela fermentação de fungos estimulam o crescimento das plantas sem efeitos nocivos de longo prazo no solo ou plantas.
Promotor		IDEN Biotechnology SL - Espanha
Data de conclusão		29/02/2016
Linha de Apoio		SME Instrument – Phase 1

Projeto		Valorização de desperdícios de cebola
Descrição		A produção de cebola é uma das mais importantes do mundo (86 milhões de toneladas, FAO 2014). Na União Europeia, o processamento de cebola gera cerca de 500.000 toneladas de desperdício, principalmente em Espanha. Em alguns casos, o custo de gestão destes resíduos atinge os 40€/ton. O rápido crescimento de agentes patogénicos nestes desperdícios tornam-os desadequados para alimentação de animais. É neste contexto que surge o FIBRACEP, um suplemento alimentar obtido a partir destes desperdícios que reduz a absorção de colesterol em 20% e aumenta o colesterol HDL (colesterol bom) em 50%.
Promotor		Dietary Molecular Diagnostics SL - Espanha
Data de conclusão		31/01/2018
Linha de Apoio		SME Instrument – Phase 1

Projeto	Drones para aplicação em agricultura
Descrição	APMAV é um projeto que integra diversas tecnologias para monitorização e auxílio ao agricultor sobre as suas plantações, nomeadamente através de drones, visão artificial (térmica, multiespectral, hiperespectral), <i>deep learning</i> . Esta recolha de dados é depois processada e disponibilizada através de <i>cloud-based software</i> , aconselhando sobre aplicação de produtos fitossanitários, necessidade de fertilização, irrigação, deteção de pragas e doenças, etc.
Promotor	High Endurance Multipurpose Aerial Vehicles SL - Espanha
Data de conclusão	31/08/2017
Linha de Apoio	SME Instrument – Phase 1

Capítulo 4

4. Conclusões

A análise efetuada ao domínio da Bioeconomia permitiu retirar um conjunto de conclusões, que a seguir se apresentam de forma resumida.

- (I) Portugal apresenta, do ponto de vista do emprego, um perfil de especialização na Bioeconomia face à EU-28, sendo que as indústrias mais relevantes, do ponto de vista do volume de negócios, são: indústria alimentar, das bebidas e do tabaco, agricultura e biotêxteis. Considerando variáveis normalizadas (ponderação equitativa entre representatividade do emprego nos setores enquadráveis na bioeconomia no emprego total, n.º de trabalhadores, volume de negócios e volume de negócios por trabalhador), resulta no apuramento dos seguintes setores enquadráveis na bioeconomia como mais relevantes: agricultura, indústria alimentar, das bebidas e do tabaco e bioeletricidade.
- (II) É possível observar uma evolução histórica crescente em termos do volume de negócios e do volume de negócios por trabalhador dos setores enquadráveis na bioeconomia.
- (III) A agricultura é o setor com efeitos mais visíveis em termos de impacto no PIB nacional dos setores enquadráveis na bioeconomia em Portugal.
- (IV) Em termos agregados, o setor que mais varia a sua produção face a um aumento generalizado de procura de todos os setores enquadráveis na Bioeconomia é o dos produtos alimentares (agregado na indústria alimentar e das bebidas).

Relativamente às tendências tecnológicas foi levado a cabo um exercício abrangente de análise de publicações científicas, tendo por base a procura por palavras-chave associadas ao domínio da Bioeconomia. Em resultado desse trabalho identificaram-se um conjunto de novas tecnologias sobretudo relacionadas com a Bioeconomia Verde:

- (i) técnicas de exploração sustentáveis,
- (ii) práticas de redução da erosão dos solos,
- (iii) técnicas de biotecnologia,
- (iv) aplicação de TIC, quer seja do ponto de vista do inventário florestal, quer do ponto de vista da agricultura de precisão através de monitorização remota.
- (v) técnicas de transesterificação.
- (vi) técnicas de fermentação.

Na esfera da bioeconomia branca, sobressaíram as tecnologias de utilização de recursos biológicos para substituição de compostos químicos de síntese artificial.

Em momentos posteriores subsequentes ao presente documento, deverão tornar-se mais claros os roteiros tecnológicos da Bioeconomia em Portugal no futuro próximo. A análise já efetuada permite concluir que essa evolução deverá passar entre outros pelos seguintes vetores:

1. Induzir a migração de setores “tradicionais” do ponto de vista da exploração dos recursos biológicos, para uma incorporação cada vez mais sofisticada.
2. Criar e radicalmente alterar cadeias de valor associadas à plena concretização da Bioeconomia, com base na reutilização de desperdícios nos processos e através da utilização de novas tecnologias na maximização da eficiência produtiva.

Prevê-se por estas ou outras formas um movimento de crescente operacionalização e concretização do potencial económico da Bioeconomia, acompanhando e respondendo a previsíveis pressões regulatórias no sentido de incrementar a incorporação de recursos biológicos renováveis nos processos industriais. Ao mesmo tempo, assiste-se a uma progressiva tomada de consciência por parte dos atores regionais, quanto ao valor por explorar ao nível da incorporação de recursos biológicos.

Bibliografia

Bibliografia

- Associação dos Centros de Empresa e Inovação Portugueses. (2013). Caracterização do Setor: Biotecnologia. Estudo desenvolvido no âmbito do projeto "Promoção e Dinamização de Clusters Tecnológicos Emergentes".
- Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo. (2014). Uma Estratégia de Especialização Inteligente para o Alentejo. Documento de trabalho, Évora.
- Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro. (2014). RIS3 do Centro de Portugal. Estratégia de Investigação e Inovação para uma Especialização Inteligente.
- Comissão Europeia. (2012). Innovating for Sustainable Growth: a Bioeconomy for Europe. Bruxelas: Directorate-General for Research and Innovation.
- Directorate-General for Research and Innovation. (2012). Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe. Bruxelas: Comissão Europeia.
- Ernst&Young. (2015). Biotechnology Report 2015: Beyond Borders. Reaching New Heights.
- European Feed Technology Center et al. (s.d.). The European Bioeconomy in 2030.
- Fundação para a Ciência e Tecnologia. (2013). Diagnóstico do Sistema de Investigação e Inovação. Desafios, forças e fraquezas rumo a 2020. Lisboa: Fundação para a Ciência e Tecnologia.
- IAPMEI et al. (2014). Estratégia de Investigação e Inovação para uma Especialização Inteligente (ENEI). IAPMEI, Agência de Inovação, Fundação para a Ciência e Tecnologia e COMPETE.
- Industrial Biotech. (s.d.). A Roadmap to a thriving industrial biotechnology sector in Europe. Comissão Europeia.
- J. Xue and B. Su, "Significant remote sensing vegetation indices: A review of developments and applications," J. Sensors, vol. 2017, 2017.
- Karlen D.L., Mausbach M.J., Doran J.W., Cline R.G., Harris R.F., Schuman G.E. (1997). Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation, Soil Sci. Soc. Am. J. 61, 4–10.
- M. Akbarimehr and R. Naghdi, "Reducing erosion from forest roads and skid trails by management practices," J. For. Sci., vol. 58, no. 4, pp. 165–169, 2012.
- M. M. Bugge, T. Hansen, and A. Klitkou, "What is the bioeconomy? A review of the literature," Sustain., vol. 8, no. 7, 2016.

- Ronzon, T., Piotrowski, S., M'barek, R., and Carus, M. (2017). A systematic approach to understanding and quantifying the EU's bioeconomy. *Bio-based and Applied Economics*, 6(1), 1-17.
- Spatial Foresight; SWECO; ÖIR; t33; Nordregio; Berman Group; Infyde. (2017). *Bioeconomy development in EU regions: Mapping of EU Member States' / regions' Research and Innovation plans & Strategies for Smart Specialisation (RIS3) on Bioeconomy for 2014-2020*. Bruxelas: DG Research & Innovation.
- Y. Guan, S.-G. Li, X.-F. Fan, and Z.-H. Su, "Application of Somatic Embryogenesis in Woody Plants," *Front. Plant Sci.*, vol. 7, no. June, pp. 1–12, 2016.

ANEXOS

Anexo I. Questionário

Questionário a partes interessadas / sessões de mesa redonda

No âmbito dos trabalhos preparatórios, procedeu-se a um exercício de vigilância tecnológica a nível nacional, assente em pesquisa documental exaustiva a diversas fontes de informação, principalmente a (i) base de dados da Joint Research Centre, e (ii) revistas científicas de acesso livre (Acesso Aberto) com publicação na Elsevier; assente em métodos quantitativos avançados baseados na pesquisa por palavras-chave. Muito embora esta metodologia apresente um elevado nível de fiabilidade e abrangência face à investigação atualmente levada a cabo, a circunstância de se limitar a revistas científicas de acesso aberto pode levar a que se oculte investigação aplicada de elevado interesse para os atores dos setores da Bioeconomia. Por essa razão optou-se por complementar a informação obtida por via documental com a inquirição das partes interessadas regionais – maioritariamente empresários e investigadores, quanto a linhas de investigação recentemente levadas a cabo.

O presente questionário constitui essa ferramenta de recolha de informação adicional. Assim, agradecemos a resposta ao conjunto de questões apresentada, tendo por base o conhecimento que possui de alguns ou todos setores integrados no domínio da Bioeconomia.

1. Indique o setor onde se integra:

Setor	
Agricultura	
Silvicultura	
Produção de energia	
Indústria	

2. Preencha as seguintes tabelas de acordo com o grau de importância (1, nada importante -5, bastante importante) e o respetivo grau de maturidade (1 – Pouco madura; 5 – Pronta a aplicar) relativamente às tecnologias enumeradas.

i. Agricultura

Domínio	Tendência tecnológica	Importância	Grau de Maturidade
		1 – Pouco importante 5 – Muito importante	1 – Pouco madura; 5 – Pronta a aplicar
Agricultura sustentável	Técnicas de gestão do crescimento de vegetação espontânea e posterior integração no solo		
	Alternativas de base biológica à utilização de químicos sintéticos		
	Técnicas de permacultura		
	Técnicas de maximização de retenção de água nos solos (Keyline, etc.)		
	Fitoremediação – utilização de plantas ou algas vivas <i>in situ</i> para limpeza e degradação de poluentes		
Monitorização remota	Índices de vegetação através de imagens multiespectrais provenientes de satélites (para apoio à decisão, avaliação fisiológica das plantas, etc.)		
Observações:			

ii. Silvicultura

Domínio	Tendência tecnológica	Importância	Grau de Maturidade
		1 – Pouco importante 5 – Muito importante	1 – Pouco madura; 5 – Pronta a aplicar
Redução da erosão dos solos	Utilização de geotêxteis de base biológica		
	Técnicas de construção de valas para plantação (e.g. orientação paralela ao declive do terreno).		
Monitorização e inventário florestal	Integração de informação proveniente de <i>airborne laser scanning</i> (ALS), <i>terrestrial laser scanning</i> (TLS), <i>vehicle based laser scanning</i> (VLS) e informação proveniente de Synthetic Aperture Radar (técnicas de monitorização do estado fitossanitário da floresta ou otimização da exploração florestal (estimação de volume e qualidade da biomassa).		

Domínio	Tendência tecnológica	Importância	Grau de Maturidade
		1 – Pouco importante 5 – Muito importante	1 – Pouco madura; 5 – Pronta a aplicar
Biotecnologia	Propagação através de clones via embriogénese somática		
	Seleção e reprodução com base em marcadores moleculares		
	Engenharia genética de redução do tempo de germinação, seleção de características desejáveis, aumento da resistência a pragas e doenças, aumento da resistência à seca, etc.		
	Propagação de clones através de outras técnicas		
Observações:			

iii. Bioenergia

Domínio	Tendência tecnológica	Importância	Grau de Maturidade
		1 – Pouco importante 5 – Muito importante	1 – Pouco madura; 5 – Pronta a aplicar
Técnicas de transesterificação para produção de biodiesel	Utilização de microalgas.		
	Métodos enzimáticos.		
	Glicerólise		
	Catálise ácida (ácido sulfónico orgânico).		
	Catálise ácido seguida de catálise alcalina		
Técnicas de fermentação para produção de bioálcool	Fermentação e sacarificação simultânea (SSF)		
	Bioprocessamento consolidado (CBP)		
	Fermentação e sacarificação separada (SHF)		
	Cofermentação e sacarificação simultânea (SSCF)		

Observações:

iv. Aplicações industriais

Domínio	Tendência tecnológica	Importância	Grau de Maturidade
		1 – Pouco importante 5 – Muito importante	1 – Pouco madura; 5 – Pronta a aplicar
Fermentação para produção de compostos orgânicos em alternativa à síntese química	Síntese de propano-1,3-diol, (1,3 PDO) através de: fermentação de açúcares produzidos a partir de materiais lignocelulósicos; fermentação de glicerol obtido de culturas mistas de bactérias; síntese de 1,3-PDO através de fermentação de glicerol utilizando culturas puras de bactérias; síntese de 1,3-PDO através desoxigenação seletiva		
	Síntese de ácido láctico através de: fermentação de açúcares produzidos a partir de materiais lignocelulósicos; fermentação de solo láctico; eletrodialise com membrana bipolar		
	Síntese de ácido poliláctico: As mesmas que no caso do ácido láctico; fusão sequencial e policondensação		
	Síntese de poliidroxialcanoatos: a partir de Panicum Virgatum; através de culturas bacterianas mistas; a partir de resíduos urbanos líquidos; extração supercrítica; ruptura celular através de métodos mecânicos, enzimáticos e químicos.		
	Síntese de ácido adípico: fermentação de lenhina, fermentação de açúcares via ácido dicarboxílico, fermentação de açúcares via ácido sacárico, fermentação de ácidos gordos.		
	Síntese de ácido acético: fermentação de açúcares produzidos a partir de materiais lignocelulósicos; produção através de fermentação anaeróbica; utilização de eletrodialise; utilização de pervaporação; utilização de extração líquido-líquido		
	Síntese de ácido succínico: fermentação a partir de culturas de amiláceas, cana-de-açúcar, beterraba. Fermentação de materiais lignocelulósicos. Fermentação de glicerol		
	Síntese de 1,3-PDO através de fermentação de glicose com E. Coli modificadas. Síntese de ácido láctico a partir de fermentação de cereais, cana-de-açúcar, beterraba, etc; acidificação; filtração		

Domínio	Tendência tecnológica	Importância	Grau de Maturidade
		1 – Pouco importante 5 – Muito importante	1 – Pouco madura; 5 – Pronta a aplicar
	Síntese de ácido polilático: as mesmas que no caso do ácido láctico; polimerização por abertura de anel; policondensação azeotrópica.		
	Síntese de poli(hidroxicarboxilatos): extração com solventes; produção a partir de ácidos gordos e açúcares; através de culturas de bactérias puras.		
	Síntese de ácido acético: produção a partir de fermentação de açúcares de culturas energéticas e culturas de amiláceas; produção a partir de fermentação aeróbia.		
Transesterificação	Catálise enzimática.		
	Produção de biodiesel com etanol supercrítico.		
	Catálise homogénea e heterogénea.		
	Produção de glicerol através de plantações de oleaginosas, gorduras animais e óleos de cozinha usados		
Produção de substâncias químicas através de algas e microalgas	Fotobiorreator horizontal tubular		
	Fotobiorreator tubular vertical		
	Fotobiorreatores planos		
	Produção em reservatórios abertos		
Hidrogenização para produção de ácido adípico	Fermentação a partir de ácidos gordos provenientes de óleos vegetais.		
	Hidrogenização de glicose proveniente de fases anteriores de fermentação de materiais lignocelulósicos, culturas amiláceas e para açúcar.		
Nanomateriais de base orgânica (floresta)	Celulose nanocristalina (CNC) e celulose nanofibrilada (CNF).		
Observações:			

3. Conhece outras tecnologias neste domínio que considera relevantes? Na seguinte tabela, indique o nome dessas tecnologias, o seu campo de aplicação e o respetivo grau de maturidade.

Tecnologias	Campo de aplicação	Grau de maturidade (1 – pouco madura; 5 – pronta a aplicar)
1 –		
2 –		
3 -		
4-		
5-		
6-		
7-		
8-		
9-		
10-		

FIM

Muito obrigado!