

# Bioeconomia Circular e digital

Oportunidades para a Transição  
e Desenvolvimento Sustentável  
da Economia e Indústria Portuguesa



## **Autores**

### **Leitão, Alexandra** (coordenador)

Licenciada em Economia e Mestre em Finanças pela Faculdade de Economia da Universidade do Porto. Doutorada em Economia, especialidade de Economia do Ambiente, pela Nova School of Business and Economics. Alexandra Leitão é Professora Auxiliar na Católica Porto Business School e consultora do CEGEA em projectos no domínio da Economia do Ambiente.

### **Pintado, Maria Manuela Estevez** (coordenador)

Licenciada em Farmácia pela Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto (1991) e doutorada em Biotecnologia pela Universidade Católica Portuguesa (1999). Manuela Pintado é Professora Associada, Directora do Centro de Biotecnologia e Química Fina, um laboratório associado, e Directora Adjunta da Escola Superior de Biotecnologia. Lidera o grupo de produtos biomédicos e biobaseados e coordena o Laboratório de Pesquisa em Bioactivos e Bioprodutos. Tem vindo a trabalhar nos bioactivos do azeite e na valorização dos subprodutos do azeite. Tem ampla experiência de colaboração com a indústria, predominantemente no sector alimentar.

### **Rebelo, Francisco**

Assistente Convidado da Católica Porto Business School. Mestre em Economia e Gestão Internacional pela Faculdade de Economia da Universidade do Porto.

### **Ribeiro, Tânia**

Tânia Ribeiro, licenciada em Bioquímica pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Mestre em Tecnologia e Segurança Alimentar. Actualmente, é aluna de doutoramento em Biotecnologia na Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa para desenvolver novos ingredientes bioactivos e funcionais a partir do resíduo proveniente da indústria de azeite. Ao longo do seu percurso tem estado envolvida em projectos nas áreas de tecnologia alimentar e valorização de subprodutos e recursos endógenos, assim como validação da sua bioactividade/ funcionalidade.

### **Disclaimer**

Este relatório foi preparado pelo Centro de Estudos de Gestão e Economia Aplicada da Católica Porto em resposta a uma solicitação da COTEC. O relatório foi produzido no âmbito do projecto “Plataforma Portugal i4.0: Qualificar PME para a indústria 4.0”. O seu conteúdo é confidencial: o acesso e a sua divulgação são da exclusiva responsabilidade da entidade promotora. As opiniões veiculadas neste documento só responsabilizam os autores e não vinculam a Universidade Católica Portuguesa nem a COTEC.

Porto, 30 de Dezembro de 2019

Alexandra Leitão

# **Bioeconomia Circular e digital**

Oportunidades para a Transição e Desenvolvimento Sustentável da Economia e Indústria Portuguesa

Portugal e a Europa vivem actualmente dois grandes desenvolvimentos – a criação de uma economia circular e uma revolução digital – com capacidade de transformar a nossa economia e sociedade. Este estudo analisa **a economia circular enquanto alavanca para o crescimento e desenvolvimento da economia portuguesa**. É colocada particular ênfase na bioeconomia circular, enquanto novo paradigma económico que tem o potencial para substituir materiais e produtos assentes em combustíveis fósseis por materiais e produtos renováveis, com maior potencial de utilização em ciclos fechados. O estudo pretende igualmente evidenciar o **papel determinante da digitalização para apoiar e potenciar a transição desejada**. Ambas as agendas devem ser geridas em simultâneo, com o objectivo último de contribuírem para a prosperidade sustentável de longo prazo, em termos económicos, sociais e ambientais.

Após uma breve clarificação dos conceitos de economia circular e bioeconomia, suas relações e sobreposições (capítulo 2), segue-se a sua caracterização na estrutura produtiva nacional e a análise do tecido empresarial português no que toca à implementação do modelo de economia circular (capítulo 3). O capítulo 4 estima o potencial macroeconómico da economia circular na economia portuguesa e o capítulo 5 foca o papel determinante da floresta para a bioeconomia circular. São identificados bioprodutos provenientes da biomassa florestal com elevado potencial e mercados muito atractivos. Também, são evidenciadas as implicações de sustentabilidade ambiental decorrentes da difusão destes novos biomateriais tendo em vista a descarbonização da economia. O capítulo 6 aborda o papel crucial da economia digital na transformação pretendida e, por fim, seguem-se recomendações com vista à transição definitiva para uma bioeconomia circular.

**A bioeconomia e a economia circular partilham o objectivo de um mundo mais sustentável e eficiente na utilização de recursos**, com uma reduzida pegada carbónica. Ambos procuram evitar a utilização de combustíveis fósseis para atingir os objectivos climáticos e

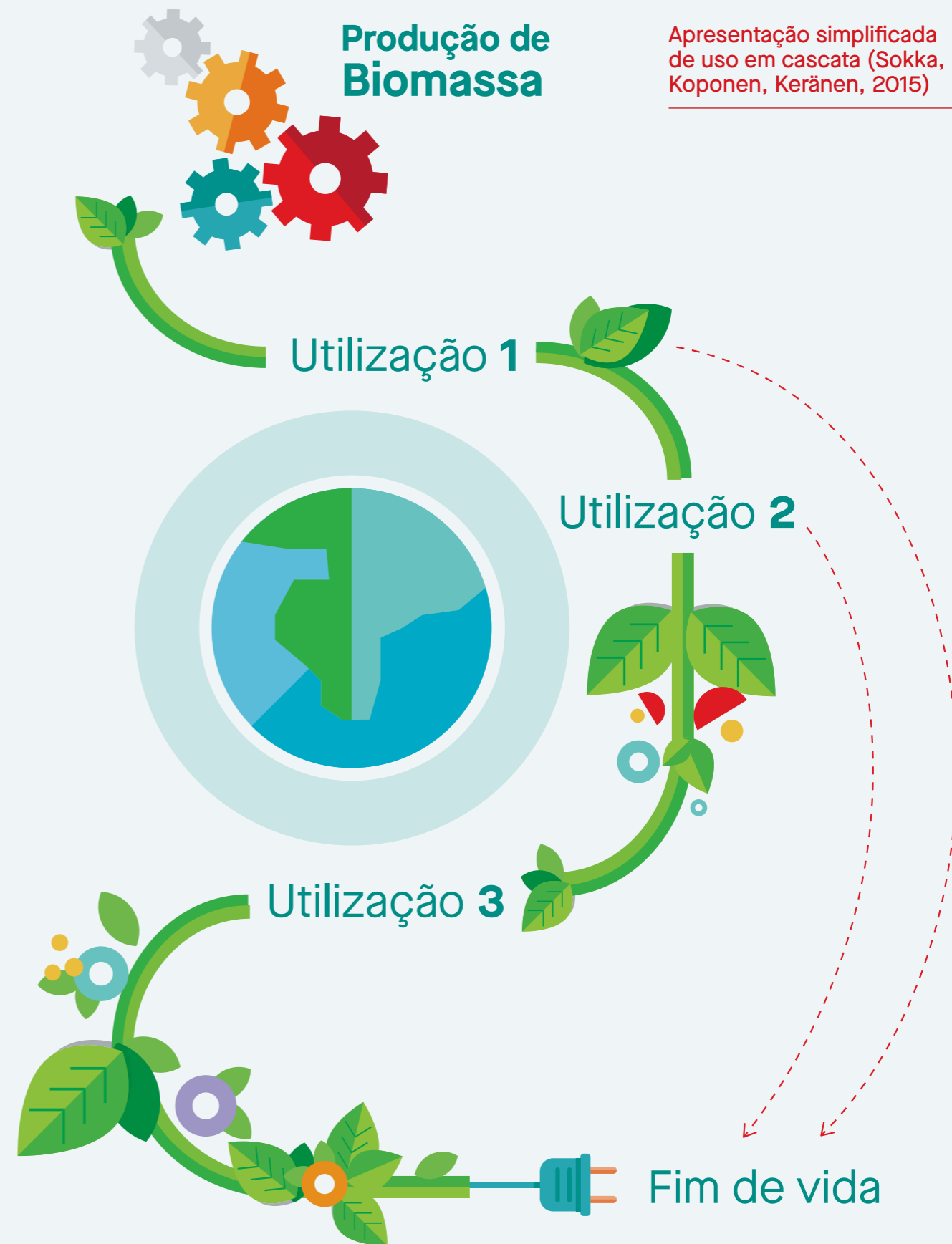
aliviar a pressão nas matérias-primas virgem. Os conceitos sobrepõem-se em certa medida, mas nenhum conceito faz integralmente parte do outro conceito.

A bioeconomia engloba a produção de recursos biológicos renováveis e a conversão desses recursos e fluxos de resíduos em produtos de valor acrescentado. Substitui carbono fóssil por carbono renovável da biomassa da agricultura, florestas e ambiente marinho, incluindo subprodutos e resíduos.

A economia circular é um modelo restaurador e regenerativo por design onde nada se perde e tudo alimenta um novo ciclo, e que pretende manter na economia produtos, materiais e recursos com a maior utilidade e o maior valor, pelo maior período de tempo possível. Simultaneamente, permite a minimização de resíduos gerados e o adiamento de nova produção, poupando-se em matéria-prima virgem e energia adicionais. A extensão do ciclo de vida de produtos e materiais, retendo o seu valor e funcionalidade por mais tempo, exige abordagens sistémicas como *ecodesign*, partilha, reutilização, manutenção, reparação e reciclagem. Também, a alteração de recursos não renováveis para biomateriais é um importante aspecto na agenda da economia circular.

Os princípios da economia circular devem ser aplicados à bioeconomia. O uso de biomassa em cascata sobrepõe-se fortemente com o conceito de economia circular e é uma parte integrante do conceito (bioeconomia circular). É uma estratégia *core* para manter o valor da biomassa em aplicações materiais de elevado valor acrescentado na economia, pelo maior tempo possível, antes de a enviar para a recuperação energética, garantido simultaneamente a preservação do capital natural.

**Uma visão mais ambiciosa para a bioeconomia circular é a transformação dos principais sectores económicos, alavancando e maximizando o potencial de tecnologias digitais, biotecnologias e nanotecnologias** para transformar a biomassa em biomateriais avançados, produtos e serviços, minimizando a utilização de recursos não renováveis.



A photograph showing two hands, one on the left and one on the right, gently touching the rough, textured bark of a tree trunk. The background is a soft-focus forest with sunlight filtering through the trees, creating a warm, golden glow. The text is overlaid in the bottom left corner.

**A Bioeconomia  
e a Economia Circular  
em Portugal**

## A Bioeconomia e a Economia Circular em Portugal

De um modo geral, os anos mais recentes ficam marcados por uma tendência de crescimento de indicadores como o valor acrescentado, volume de negócios e produtividade quer na bioeconomia, quer na economia circular no nosso país.

O **valor acrescentado da bioeconomia em Portugal tem crescido de forma praticamente contínua desde 2011, aproximando-se dos 12 000 milhões de euros em 2017, representando cerca de 7% do valor acrescentado português.** Na União Europeia, o seu peso na economia total é de apenas 4,9%. **Emprega cerca de 602 mil trabalhadores, correspondendo a 13,3% do emprego total em Portugal.**

Em termos de volume de negócios, as empresas portuguesas da bioeconomia são responsáveis por um valor superior a 43 mil milhões de euros em 2017, correspondendo a cerca de 12% do total de volume de negócios da economia, reflectindo uma taxa de crescimento de cerca de 17% face a 2011.

Entre 2011 e 2017, a produtividade (valor acrescentado por trabalhador) da bioeconomia em Portugal subiu 54,3%, situando-se actualmente em 19,7 mil euros por trabalhador. Ainda assim, corresponde a apenas cerca de metade da produtividade média da economia portuguesa (37,6 mil euros por trabalhador).

O **valor acrescentado da economia circular em Portugal cresceu substancialmente a partir de 2014. Estima-se que ultrapasse os 7 000 milhões de euros em 2017, correspondendo a 4,21% do valor acrescentado nacional.** Apesar do peso limitado da economia circular na economia portuguesa, este é ainda assim superior ao que se verifica ao nível da União Europeia (3,45%). Entre 2014 e 2017, o ritmo de crescimento do valor acrescentado da economia circular em Portugal foi nove pontos percentuais superior ao registado na União Europeia (20,7% comparativa-

mente com 11,7%). **Emprega cerca de 280 mil trabalhadores correspondendo a cerca de 6,21% do emprego total no nosso país, verificando-se uma tendência de crescimento desde 2011.**

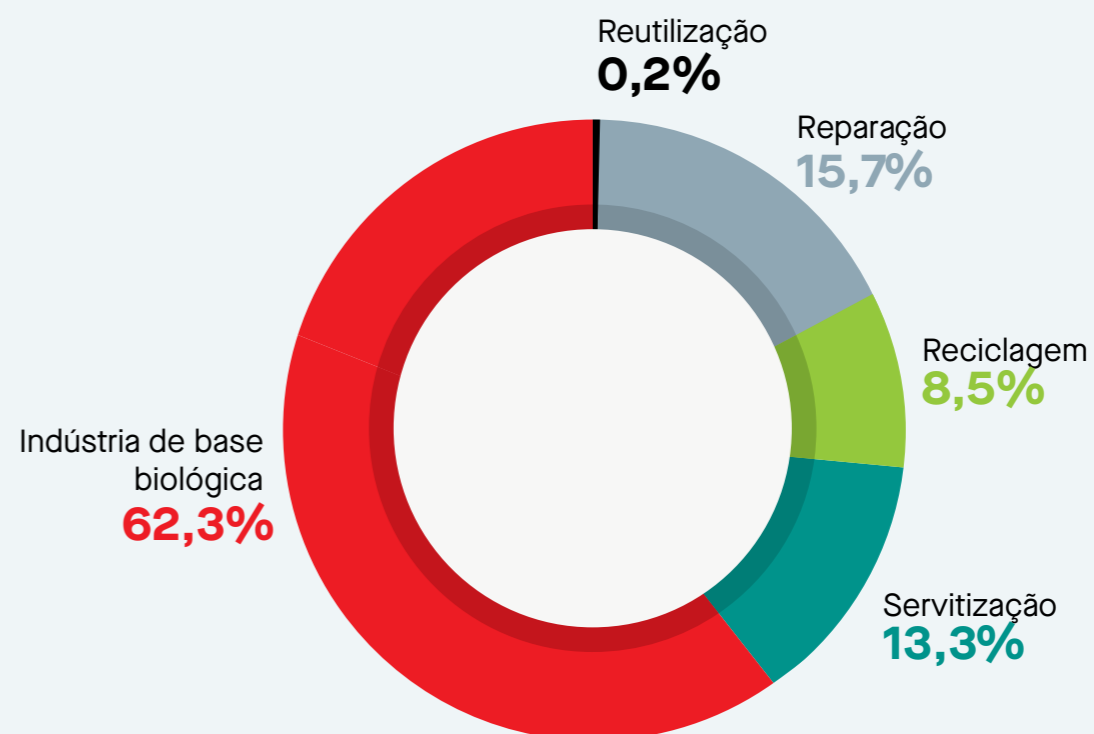
O grande contributo para a economia circular provém da indústria de base biológica, que representa 62,3% do valor acrescentado total gerado pela economia circular no nosso país, um peso significativamente superior ao que representa na União Europeia (41,1%), seguido a larga distância pela reparação e servitização.

O volume de negócios das empresas da economia circular tem vindo a aumentar desde 2012, com particular destaque no ano de 2017, aproximando-se já dos 25 mil milhões de euros. Esta tendência é semelhante à que se verifica na União Europeia, contudo, também aqui é de realçar o ritmo de crescimento mais elevado que se verificou em Portugal (21,4% comparativamente com 13,1%).

A produtividade média da economia circular em 2017 é de 25,5 mil euros por trabalhador, valor que apresenta uma tendência crescente desde 2011, resultado do crescimento do valor acrescentado a um ritmo superior ao do emprego. Apesar de superior à produtividade da bioeconomia em Portugal, corresponde a apenas 68% da produtividade média da economia portuguesa. As categorias mais produtivas são a servitização, seguido da reciclagem, ainda que muito afastada. A indústria de base biológica encontra-se muito próxima da produtividade média da economia circular, com 25,1 mil euros por trabalhador.

A comparação com a União Europeia permite concluir que a produtividade da economia circular nacional corresponde apenas a cerca de 46% da produtividade da economia circular na União Europeia (55,7 mil euros por trabalhador).

Valor acrescentado da economia circular em Portugal por categoria, 2017



7 000 M€

Valor Acrescentado da Economia Circular em Portugal (2017)

280 000 

Trabalhadores da Economia Circular em Portugal (2017)

25 000 M€

Volume de Negócios da Economia Circular em Portugal (2017)

**Segue-se a análise, junto do tecido empresarial português, do estágio de implementação do modelo de economia circular e da sua importância na estratégia das empresas.**

As empresas participantes neste estudo incorporam as preocupações ambientais e com a sustentabilidade na estratégia da organização e olham já para o modelo específico da economia circular.

**Verifica-se que muitas seguem uma visão estreita de circularidade, motivadas essencialmente pela redução de resíduos e eficiência na utilização de recursos.** Há um número significativo de iniciativas em curso no ciclo produtivo, com grande ênfase na redução de resíduos e maior eficiência material e energética de produtos e processos produtivos, e um menor número de iniciativas para transformar produtos, com retenção e criação de valor, ou para desenvolver proposições inovadoras para os clientes que permitam a utilização dos produtos por mais tempo, o que permitirá um novo tipo de relação com o cliente, ambas dimensões centrais para que as empresas possam maximizar o proveito do modelo de economia circular.

Assim, **embora o pensamento circular esteja na agenda das empresas, estas encontram-se ainda em diferentes estádios de pensamento estratégico.** Há ainda empresas focadas essencialmente em benefícios operacionais. À medida que vão ficando mais familiarizados com o conceito encontram igualmente a oportunidade de criar vantagem competitiva através de novos produtos, novos modelos de produto e acesso a novos mercados e clientes. Encaram a circularidade como um factor importante na competitividade futura, mantendo-se à frente de tendências disruptivas.

Sendo este ainda um conceito novo, as empresas estão conscientes dos desafios a enfrentar na adoção de tal modelo. Apontam a necessidade de repensar as cadeias de fornecimento. **Compreender o valor da colaboração é crucial pois a economia circular não é algo que pode ser atingido sozinho.** É preciso construir relações ao longo da cadeia de fornecimento. As empresas reconhecem a importância de garantia de transparência dos processos circulares dos parceiros da cadeia de abastecimento, a necessidade de estes estarem alinhados com os padrões de sustentabilidade da organização, garantindo o fornecimento contínuo de fluxos de materiais. Também, a maioria das empresas reconhece a importância do digital na implementação de mudanças operacionais fundamentais para o desenvolvimento de um modelo de economia circular.

“

...embora o **pensamento circular** esteja na agenda das empresas, estas encontram-se ainda em diferentes estádios de pensamento estratégico.

”

A hand in a blue sleeve is shown interacting with a glowing, circular arrow icon. The background is a dark blue, futuristic interface with various data visualizations, including bar charts, line graphs, and hexagonal patterns. The overall aesthetic is high-tech and digital.

# Potencial Macroeconómico da Economia Circular

## Potencial Macroeconómico da Economia Circular

Com base nas matrizes *input-output*, que descrevem as interações dos sectores da economia circular com o restante tecido económico, **é estimado o potencial macroeconómico da economia circular no nosso país, em termos de geração de valor acrescentado bruto e emprego.**

Estima-se que cada milhão de euros de acréscimo da procura final traduzir-se-á num aumento de valor acrescentado bruto português entre um mínimo de 880 mil euros e um máximo de 1,438 milhões de euros, dependendo da categoria da economia circular a que se destina a procura (indústria de base biológica ou reutilização, respectivamente). No que toca à indústria de base biológica, este trata-se de um valor médio dos diferentes sectores de actividade considerados, que encerra grandes disparidades: as indústrias da madeira e da cortiça e fabricação de mobiliário bio-baseado apresentam o maior impacto no valor acrescentado bruto (1,013 milhões de euros por cada milhão adicional de procura final), enquanto os biocombustíveis líquidos apresentam o menor impacto (595 mil euros). O conteúdo importado dos diferentes sectores é um factor determinante na explicação das diferenças encontradas. Destaca-se ainda o importante papel da fabricação de pasta, de papel e cartão na criação de riqueza na economia portuguesa, para além do próprio sector, por via das relações estabelecidas com o restante tecido empresarial.

Também, ao nível de criação de emprego são visíveis importantes disparidades entre sectores. Actividades de reutilização e reparação são mais mão-de-obra intensivas que a indústria de base biológica. Na indústria de base biológica evidenciam-se os elevados *spillovers* em termos de criação de emprego

pela restante economia, no que respeita à fabricação de pasta, papel e cartão, indústrias da madeira e da cortiça e fabricação de mobiliário bio-baseado e produção de bioeletricidade.

No que toca, em particular, à bioeconomia circular portuguesa, conclui-se que, genericamente, **as actividades de base biológica geram mais riqueza na cadeia de fornecedores de *inputs* do que na cadeia de aplicações dos produtos e materiais a jusante. Além disso, a montante, esse potencial de criação de riqueza é sempre superior ao que se verifica para a média da economia portuguesa. Também, o potencial de criação de riqueza face à média de todas as actividades económicas, é mais significativo em Portugal do que na UE28, quer a montante quer a jusante.**

Os produtos de madeira (em sentido lato) e têxteis de base biológica destacam-se dos restantes sectores de actividade económica nacional pela capacidade de criação de riqueza, quer a montante na cadeia de fornecimento, quer na cadeia de utilizadores a jusante. São, por isso, classificados como 'sectores chave'. A promoção destes sectores é, portanto, altamente recomendável numa perspectiva económica dado o seu elevado potencial de criação de valor.

Por exemplo, **o acréscimo unitário de procura adicional de produtos de madeira gera valor acrescentado na cadeia de fornecedores a montante 2,33 vezes superior ao efeito médio gerado por todos os sectores da economia nacional.** Por outro lado, o acréscimo unitário de oferta de *output* de produtos de madeira gera valor acrescentado de 1,21 vezes superior ao efeito médio gerado por todos os sectores da economia no que toca a cadeia de utilizadores a jusante.

A evidência encontrada que o output das actividades de base biológica está limitado em termos de alternativas de utilização e aplicações e com reduzido valor acrescentado é preocupante. Neste sentido, este trabalho pretende evidenciar o potencial económico de biomateriais e bioprodutos avançados com origem na biomassa florestal, com elevado valor acrescentado face às aplicações tradicionais, que se encontram ainda sub-explorados pelo mercado.





# A Floresta e a Bioeconomia Circular

## A Floresta e a Bioeconomia Circular

O sector florestal assume uma importância estratégica para o futuro sustentável da sociedade moderna. **A floresta assume um papel preponderante como fornecedora de produtos de base biológica mais eficientes na utilização dos recursos, com cadeias de abastecimento competitivas e hipocarbónicas que permitem acelerar a transição para uma bioeconomia europeia sustentável.**

**Em termos de novos biomateriais e bioprodutos é de salientar o potencial dos recursos florestais para a implementação da bioeconomia circular e competitividade em sectores chave como a Construção, Têxtil e Plásticos.** Os novos biomateriais, para além de serem produzidos por recurso a matérias-primas biológicas, são obtidos através de processos mais ecológicos, permitindo assim reduzir significativamente as emissões de carbono.

O sector da construção tem um elevado impacto ambiental. Na última década, o conceito de “construção verde” tornou-se mais popular devido aos actuais desafios globais em relação às emissões de gases com efeito de estufa e mudanças climáticas. **Um sector de construção mais sustentável requer maior uso de materiais com baixa energia incorporada, como madeira e cortiça, bem como melhor desempenho ambiental em novos edifícios e extensas reformas nas construções antigas.**

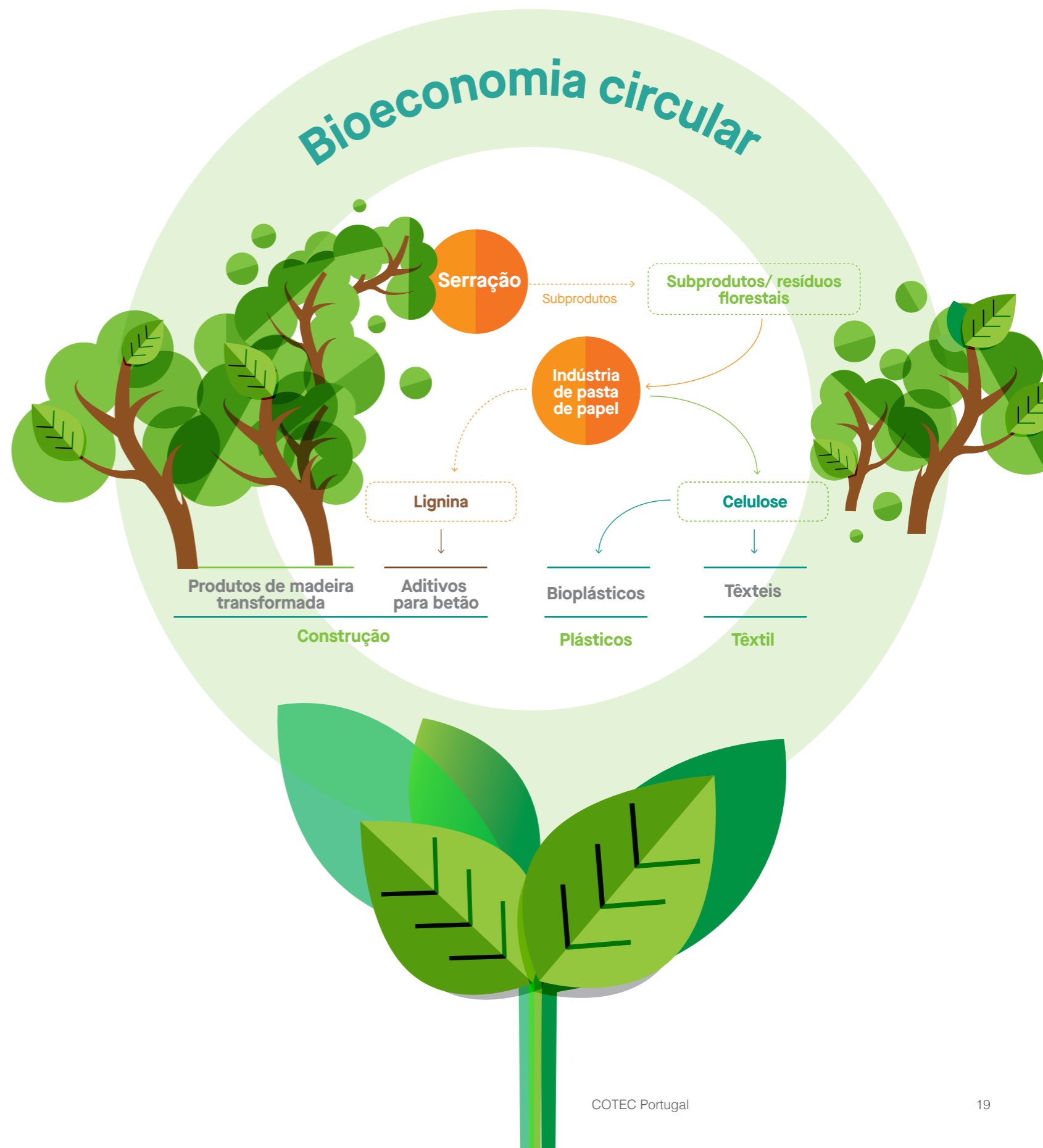
O sector têxtil é uma das maiores indústrias do mundo e a segunda mais poluente no planeta. A procura por fibras têxteis está a crescer rapidamente devido ao crescimento

da população global. A biomassa lenhocelulósica encontra-se já bem posicionada para substituir os têxteis com base em recursos fósseis por causa da qualidade das suas fibras e devido à sua menor pegada ambiental. O seu desempenho ambiental depende fortemente da fonte de biomassa e do processo de produção.

Por fim, a maior parte dos plásticos no mercado é de origem sintética, normalmente derivados de combustíveis fósseis. A produção e o uso de plásticos petroquímicos estão ligados aos principais desafios de sustentabilidade ambiental: emissões de gases com efeito de estufa, perturbação nos ecossistemas (por exemplo, oceanos) devido ao aumento de resíduos plásticos não biodegradáveis e problemas de resíduos. Estes tornam essencial encontrar alternativas para este material. A acção imediata passa por aumentar a reciclagem e reutilização dos plásticos. No entanto, **é também necessário substituir gradualmente os plásticos por materiais menos prejudiciais ao meio ambiente. Uma solução promissora é usar bioplásticos baseados em biomassa florestal.**

Em suma, a biomassa florestal proveniente de uma gestão florestal sustentável apresenta-se como uma ótima fonte de madeira para obter novos materiais de construção hipocarbónicos, assim como uma fonte privilegiada de celulose para obter novos biotêxteis e bioplásticos mais ecológicos. A lignina é outro dos maiores componentes da madeira que tem vindo a demonstrar um imenso potencial na obtenção de novos materiais mais sustentáveis, dos quais se pode salienta a sua aplicação no betão.

**Seleção dos biomateriais à base de biomassa florestal com potencial contributo para a Bioeconomia Circular**



No entanto, a floresta não é a única fonte de biomassa lenhoclulósica cujo potencial não tem sido devidamente valorizado. A quantidade de resíduos de biomassa gerados pelas actividades agrícolas, processamento alimentar e outros sectores da indústria tem vindo a aumentar consideravelmente como resultado do crescimento da população e da expansão da industrialização. **Os resíduos e subprodutos agroalimentares são ótimas fontes de compostos biológicos que podem ser explorados como matérias-primas substitutas dos combustíveis fósseis, complementando o uso de biomassa florestal e sendo uma mais-valia na obtenção de novos materiais bio-baseados mais versáteis e sustentáveis.** São grandes as oportunidades económicas e sociais, além de benefícios ambientais, na transformação dos subprodutos/resíduos biológicos em matéria-prima renovável e lucrativa para obter novos produtos em sectores como a Construção, Têxteis e Plásticos.

Para além destes sectores, outras aplicações promissoras ao nível da indústria alimentar e cosmética com base na biomassa florestal têm também surgido.

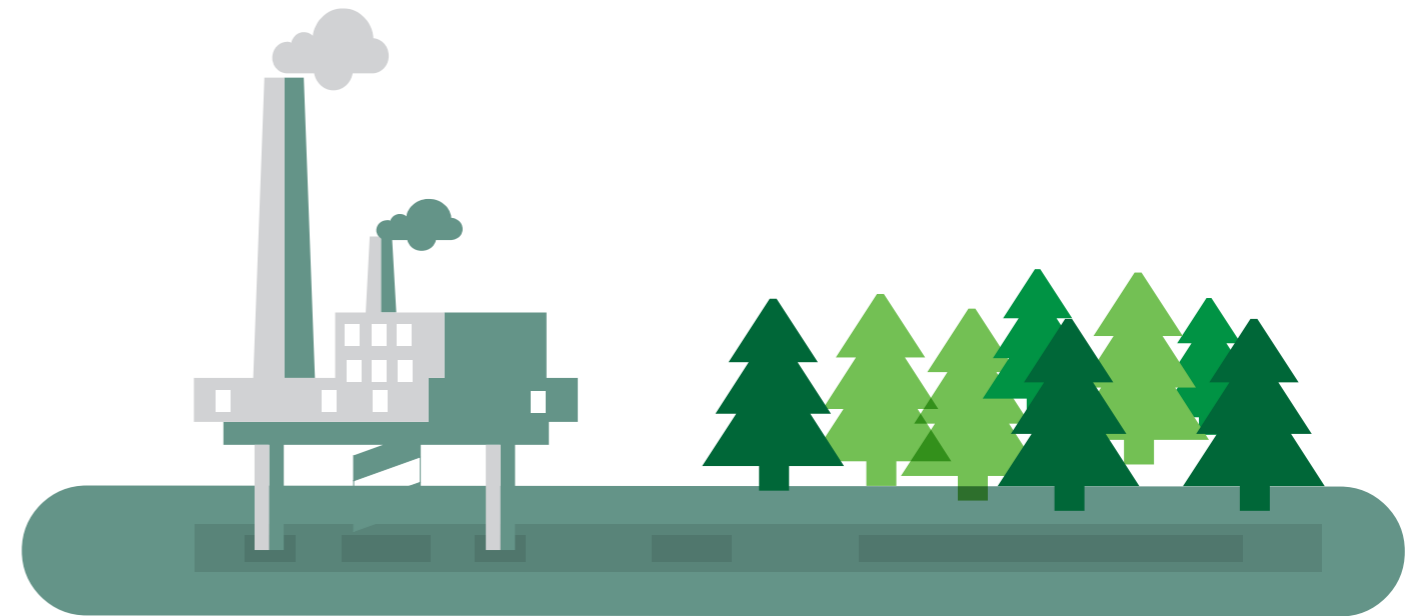
Os novos bioprodutos identificados apresentam elevado potencial e mercados atrativos. **Estima-se que uma quota de mercado de 5% destes bioprodutos nos mercados globais da Construção, Têxteis e Plásticos em**

**2030 corresponda a um aumento agregado de receitas de 260-579 milhões € por ano em Portugal.** A análise efetuada evidencia o potencial de criação de valor em produtos diferenciados e com elevado valor acrescentado.

Para além da dimensão económica, são também evidenciadas as implicações de sustentabilidade ambiental decorrentes da difusão destes novos biomateriais tendo em vista a descarbonização da economia.

São estimadas as externalidades ambientais associadas aos produtos convencionais utilizados nos sectores da Construção, Têxteis e Plásticos e aos bioprodutos alvo deste estudo. É dada particular ênfase às emissões de gases com efeito de estufa dado o actual contexto de emergência climática que muito facilmente se repercutirá em regulação ambiental mais exigente num futuro próximo, em particular na União Europeia, dada a meta estabelecida pela Comissão Europeia de a Europa se tornar o primeiro continente neutro em carbono em 2050.

Os custos ambientais externalizados dos produtos convencionais são significativamente superiores. As diferenças são muito relevantes num contexto de internalização das externalidades ambientais por via de regulação ambiental e não podem ser negligenciadas pelos produtores.



**2050 = 0 CO<sub>2</sub>**



#Digitalização  
#Inovação  
#Tecnologia  
#Inteligência Artificial  
#Big Data  
#IoT  
#Blockchain  
#5G  
#Cloud Computing  
#Cibersegurança  
#Automação  
#Indústria 4.0  
#Smart Cities  
#Educação Digital  
#Saúde Digital  
#Agricultura Digital  
#E-commerce  
#Marketing Digital  
#Gestão Digital  
#Transformação Digital  
#Iniciativa Nacional de  
#Tecnologia e Inovação  
#Programa de  
#Qualificação em  
#Tecnologia da Informação  
#Política Nacional de  
#Educação Digital  
#Estratégia Nacional de  
#Inteligência Artificial  
#Plano Nacional de  
#Cibersegurança  
#Lei de Proteção de  
#Dados Pessoais  
#Regulamento Geral de  
#Proteção de Dados  
#Diretiva de Privacidade  
#e Proteção de Dados  
#Europeia  
#GDPR  
#LGPD



# Digitalização



## Digitalização

A adoção da digitalização apresenta-se como a melhor estratégia para transitar definitivamente de uma economia fóssil linear para uma bioeconomia circular. **Aliar os princípios da bioeconomia circular com as mais-valias das tecnologias digitais e de informação apresenta-se como solução para tornar os processos produtivos e de recolha e utilização de biomassa mais eficientes, assim como reduzir os desperdícios e aumentar a aplicabilidade/utilização dos novos biomateriais pelo consumidor final.** A digitalização pode ser um elemento-chave e facilitador de todas as etapas envolvidas no desenvolvimento e comercialização das novas soluções bio baseadas.

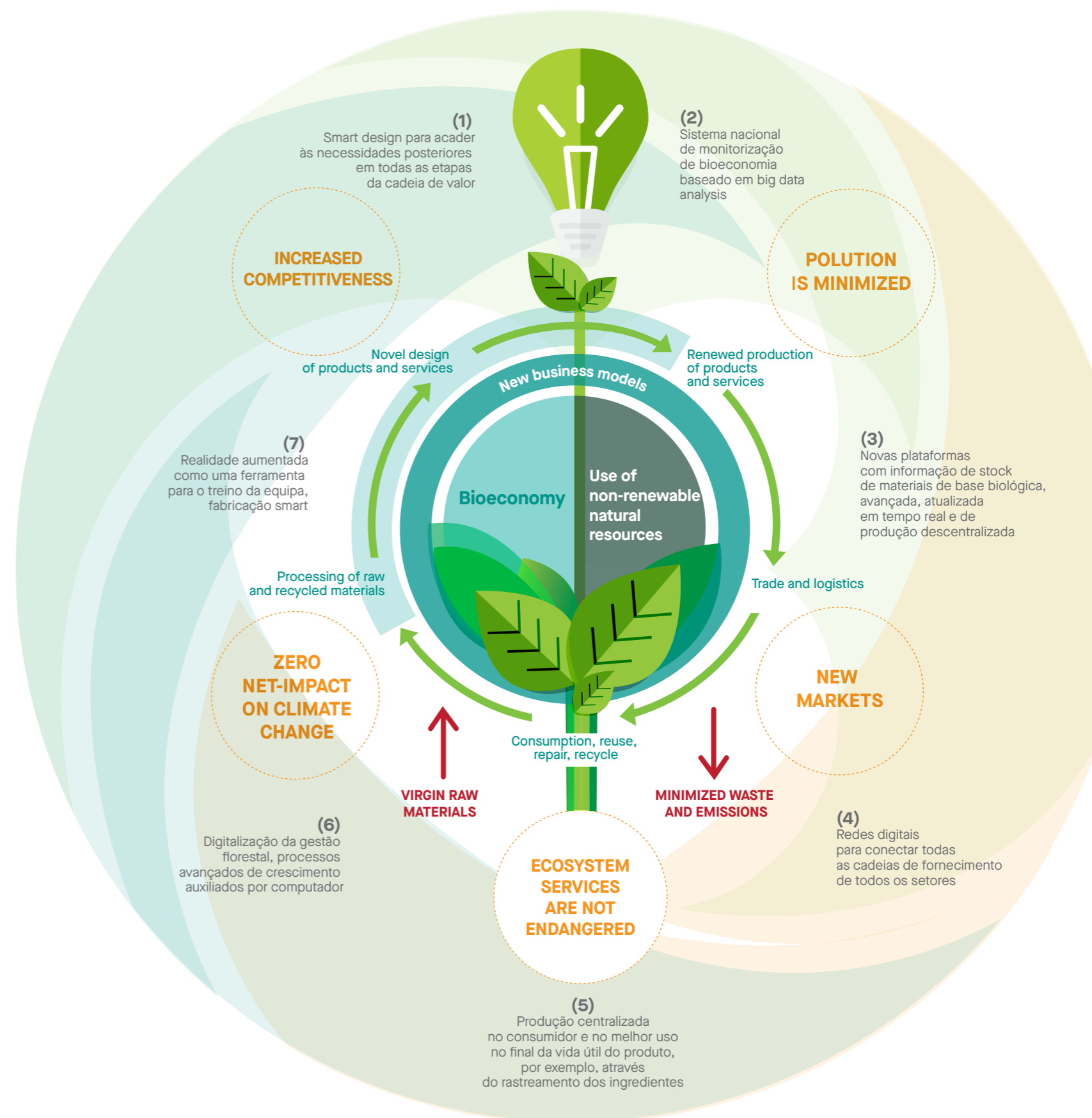
De um modo geral, os dados, a informação e as soluções ativadas digitalmente, como plataformas digitais, dispositivos inteligentes e *apps*, serviços digitais e tecnologias emergentes como a inteligência artificial, Internet das Coisas e *blockchain* são determinantes para enfrentar e ultrapassar algumas das principais barreiras à implementação de uma economia circular e acelerar a transição desejada. **Existem três grandes abordagens de como pode a digitalização ser usada nesta transição: melhorar a recolha e gestão de dados e informação e aumentar a conectividade e partilha de informação; tornar produtos, processos e serviços mais circulares; influenciar mentalidades e capacitar cidadãos e consumidores para contribuir para a transição.**

Em particular, no caso dos novos produtos derivados de biomassa florestal, a digitalização fornece ferramentas e tecnologias, tais como radiofrequência (RFID - *Radio-Frequency IDentification*), marcação de DNA e tecnologias de *blockchain*, para facilitar o desenvolvimento de sistemas de rastreabilidade que permitem proteger a cadeia de custódia em toda a cadeia de valor. A rastreabilidade

é uma vantagem competitiva, que pode ainda englobar a circularidade, e para isso as ferramentas digitais são essenciais, para desenvolver sistemas holísticos que incluam normas para a rastreabilidade das matérias-primas virgens e recicladas. Outro ponto essencial em que os sistemas digitais poderão desempenhar um papel fundamental é relativamente à normalização e certificação dos novos produtos obtidos a partir de biomassa florestal. A normalização e certificação são fundamentais para que a penetração no mercado destes novos biomateriais seja potencializada e/ou pelo menos equiparável aos produtos derivados de petróleo já estabelecidos.

Outras vantagens associadas à implementação de soluções digitais na bioeconomia circular florestal são: (i) *Smart design* para atender às necessidades posteriores em todas as etapas da cadeia de valor; (ii) Sistemas de monitorização da bioeconomia, permitindo avaliar tendências, o potencial de diferentes processos produtivos ou o cálculo das emissões poupadas, por exemplo; (iii) Novas plataformas com informação do stock de materiais de base biológica actualizada em tempo real, permitindo aumentar a disponibilidade e o fornecimento de maiores volumes de materiais de base biológica; (iv) Digitalização da gestão florestal e processos avançados de crescimento auxiliados por computador, de modo a garantir uma gestão florestal sustentável que compatibiliza as funções ecológicas, económicas e sociais da floresta; (v) Sistemas autónomos e/ou eletrificados de colheita de recursos florestais (que aumentem a precisão e produtividade) e transporte (para melhorar a eficiência e reduzir o impacto ambiental); entre outras.

**Aplicação da digitalização ao conceito de Bioeconomia circular no projeto RECIBI (Antikainen et al., 2017)**



## Recomendações

O trabalho conclui com recomendações com vista à promoção e implementação de uma bioeconomia circular de forma eficiente e definitiva, onde a digitalização desempenha um papel determinante:

- **Garantir a disponibilidade da biomassa florestal** através da melhoria do seu mapeamento e de uma gestão florestal sustentável é fundamental para garantir a produção competitiva dos novos biomateriais e bioprodutos.
- **Implementar o princípio do uso em cascata**, garantindo a avaliação dos impactos ambientais dos produtos ao longo do seu ciclo de vida, assim como a redução de subprodutos.
- **Apostar no desenvolvimento de simbioses industriais** que permitirão aumentar a segurança do fornecimento de matérias primas e gerar a transição para uma economia circular sustentável.
- **Inovar nos métodos e tecnologias para otimizar os fluxos de biomassa e os processos produtivos** e reduzir as lacunas na cadeia de valorização industrial de modo a compensar o possível maior custo dos bioprodutos devido à complexidade dos processos produtivos.
- **Apostar na normalização e certificação dos novos produtos obtidos a partir de biomassa florestal**, com vista ao aumento da confiança do mercado.
- **Melhorar a rastreabilidade e a cadeia de custódia em toda a cadeia de valor** para obtenção de vantagens competitivas.
- **Apostar na consciencialização dos consumidores para aumentar a penetração no mercado dos novos produtos.**

A transição não acontecerá por si só e se tal for deixado apenas a cargo do mercado. O Governo tem um papel crucial na identificação de áreas onde os incentivos podem ajudar a desbloquear o investimento necessário do sector privado.

**São necessárias novas políticas e legislação que criem um quadro regulatório e de apoio efetivo de modo a estimular o sector florestal no sentido de uma bioeconomia circular**, nomeadamente:

- Políticas de mitigação climática na qual se incluem políticas de aumento do uso do território florestal evitando matos e terrenos baldios sem função agrícola ou florestal;
- Políticas de gestão florestal sustentável destinadas a proteger e melhorar a biodiversidade por meio de instrumentos de política como normas e certificações, assim como políticas destinadas a aumentar a disponibilidade de biomassa;
- Políticas de conteúdo de base biológica e o desenvolvimento de indicadores e metas relacionadas com o conteúdo de base biológica dos produtos;
- Políticas relacionadas com os resíduos e sua valorização para promover o uso em cascata da biomassa florestal ultrapassando as barreiras existentes;
- Políticas de I&D para aumentar o investimento, quer público quer privado, em pesquisa na área da bioeconomia florestal;
- Políticas de apoio ao investimento na área;
- Políticas de apoio ao mercado destinadas a impulsionar uma maior necessidade do mercado por produtos sustentáveis baseados na floresta, incluindo políticas públicas de compras e aquisição;
- Políticas de consciencialização destinadas a melhorar a compreensão pela sociedade dos benefícios, económicos, sociais e ambientais de produtos de base biológica.

A combinação de um quadro regulatório e de apoio, preços ambientais adequados e investimento público devem ser orientadores na criação de bioeconomia circular assente na biomassa florestal.



#### **SEDE**

Edifício Porto INOVA  
Rua Eng.º Ferreira Dias, n.º 728, sala 1.05  
4100-246 Porto

**T.** +351 226 192 915

**F.** +351 226 192 919

#### **DELEGAÇÃO**

Avenida Eng.º Duarte Pacheco,  
n.º 19 - 12.º Esq.  
1070-100 Lisboa

**T.** +351 213 183 350

**F.** +351 213 183 359

geral@cotec.pt

**cotec.pt**

