

# INTRODUÇÃO À ECONOMIA CIRCULAR I

VALORIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS E RECICLAGEM



*Hinc  
Patriam  
Sustinet*

INSTITUTO  
SUPERIOR DE  
AGRONOMIA  
*Universidade de Lisboa*

# Modelo económico atual

- Vivemos num modelo económico linear que passa pelas etapas de extração, produção, consumo e descarte. Este estilo de vida está a levar-nos a atingir o limite de grande parte dos recursos naturais do planeta. Atualmente, os nossos sistemas tentam resolver os problemas de saneamento, saúde, água e agricultura isoladamente, não conseguindo, assim, concretizar quaisquer benefícios sinérgicos. É justamente essa congnição que deixa de considerar o ser humano e suas ações como parte de um sistema complexo, não linear, dinâmico e interconectado (Simha e Ganesapillai, 2017).



Figura 1 – Modelo económico linear (Greenturtle, 2021).



# Modelo económico atual

- Frans Timmermans (2020), vice-presidente executivo do Pacto Ecológico Europeu, afirmou que se pretende alcançar a neutralidade climática até 2050, preservar o ambiente natural e reforçar a competitividade económica na Europa, é necessário criar uma economia totalmente circular. Ainda segundo Timmermans, a economia europeia é, ainda, quase totalmente linear, e apenas 12% dos materiais e dos recursos secundários são reintroduzidos na economia.



Figura 2 – Modelo económico linear x Modelo económico circular (CTCV, 2020).

# Dados da Europa

- Existem grandes diferenças entre os Estados-Membros no que diz respeito ao tratamento dos resíduos municipais. Os resíduos municipais e as suas várias fracções são geralmente depositados em aterros, incinerados, reciclados ou compostados.
- A percentagem de reciclagem e compostagem entre os métodos de tratamento de resíduos varia entre 67% na Eslovénia e 8% em Malta, sendo que a média da UE é de 46%;
- Oito Estados-Membros depositam em aterro menos de 5% dos seus resíduos municipais, enquanto oito Estados-Membros depositam em aterro mais de 60% dos seus resíduos municipais, sendo que a média da UE é de 25%;
- A quantidade de resíduos municipais per varia entre 261 kg na Roménia e 777 kg na Dinamarca, sendo que a média da UE é de 483 kg.



# Dados de Portugal

- A geração per capita de resíduos municipais é de 453 kg;
- 49% são depositados em aterro sanitário;
- 21% são incinerados;
- 30% são reciclados e compostados.

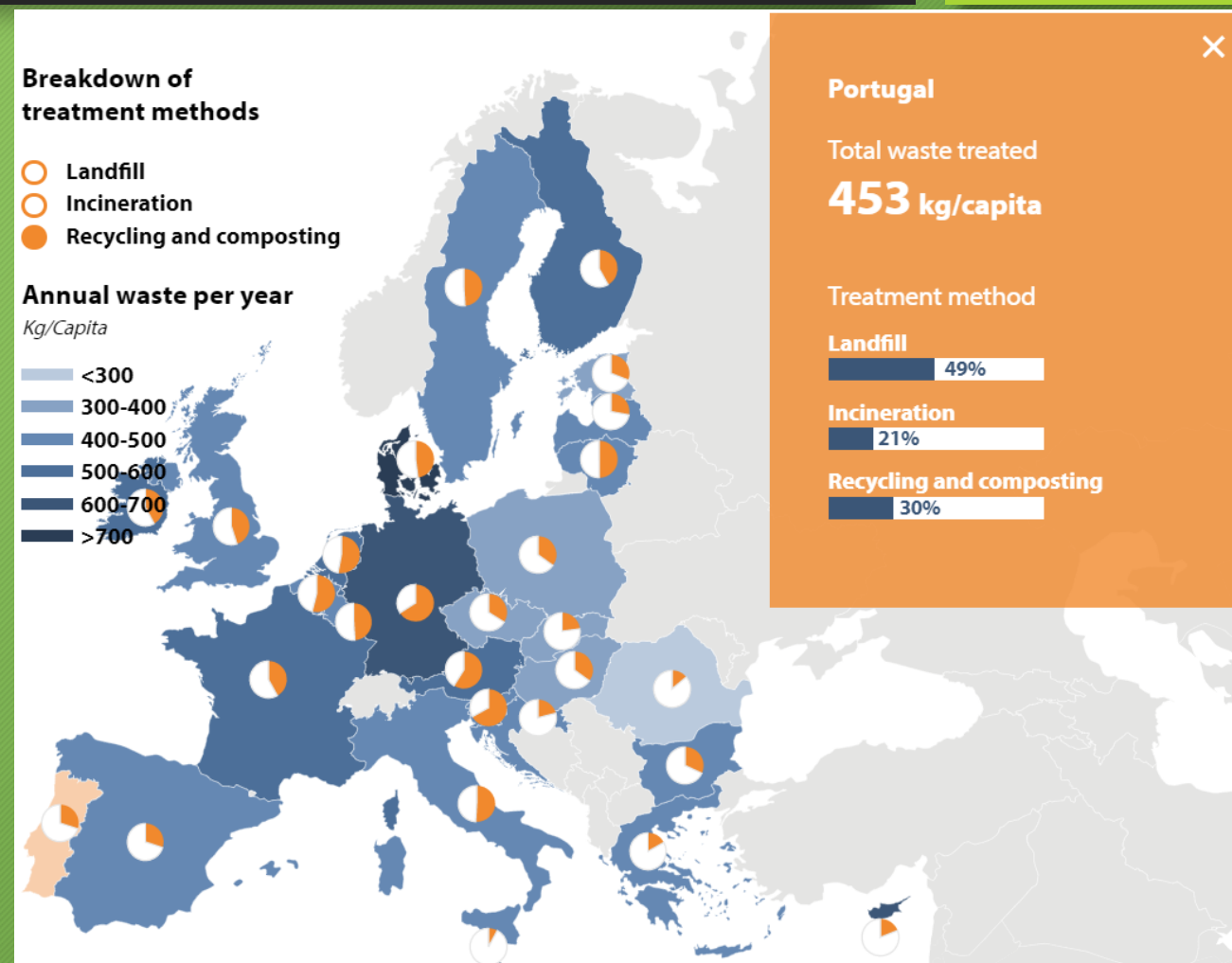


Figura 3 – Total de resíduos tratado e as percentagens de cada método utilizado (Circular Economy | EPRS | European Parliament, 2022)

# Economia circular



Vídeo 1 – Circular economy: Europe cleans up its act (Parlamento Europeu, 2018).

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-WF1yh3rftg>



# Economia circular

- A economia circular é uma alternativa que busca redefinir a noção de crescimento, com foco em benefícios para toda a sociedade, dissociando a atividade económica do consumo de recursos finitos. Dessa forma, o modelo circular representa uma mudança sistémica que constrói resiliência a longo prazo, gera oportunidades económicas e de negócios e proporciona benefícios ambientais e sociais, ou seja, constrói capital económico, natural e social, baseando-se em três princípios (Ellen Macarthur Foundation, 2019):
  1. Eliminar resíduos e poluição desde o princípio;
  2. Manter produtos e materiais em uso; e
  3. Regenerar sistemas naturais.

# Economia circular

- O diagrama sistémico proposto pela Ellen Macarthur Foundation ilustra o fluxo contínuo de materiais técnicos e biológicos através do “círculo de valor”. Para este efeito, a **separação na fonte, recirculação de recursos** presentes em resíduos do ambiente construído para o natural, onde podem ser usados como fertilizante agrícola ou para a produção de energia, por exemplo, tem sido defendida como uma solução sustentável para os problemas que envolvem o *nexus* saneamento, água, saúde e agricultura (Rose et al., 2015).



# Economía circular

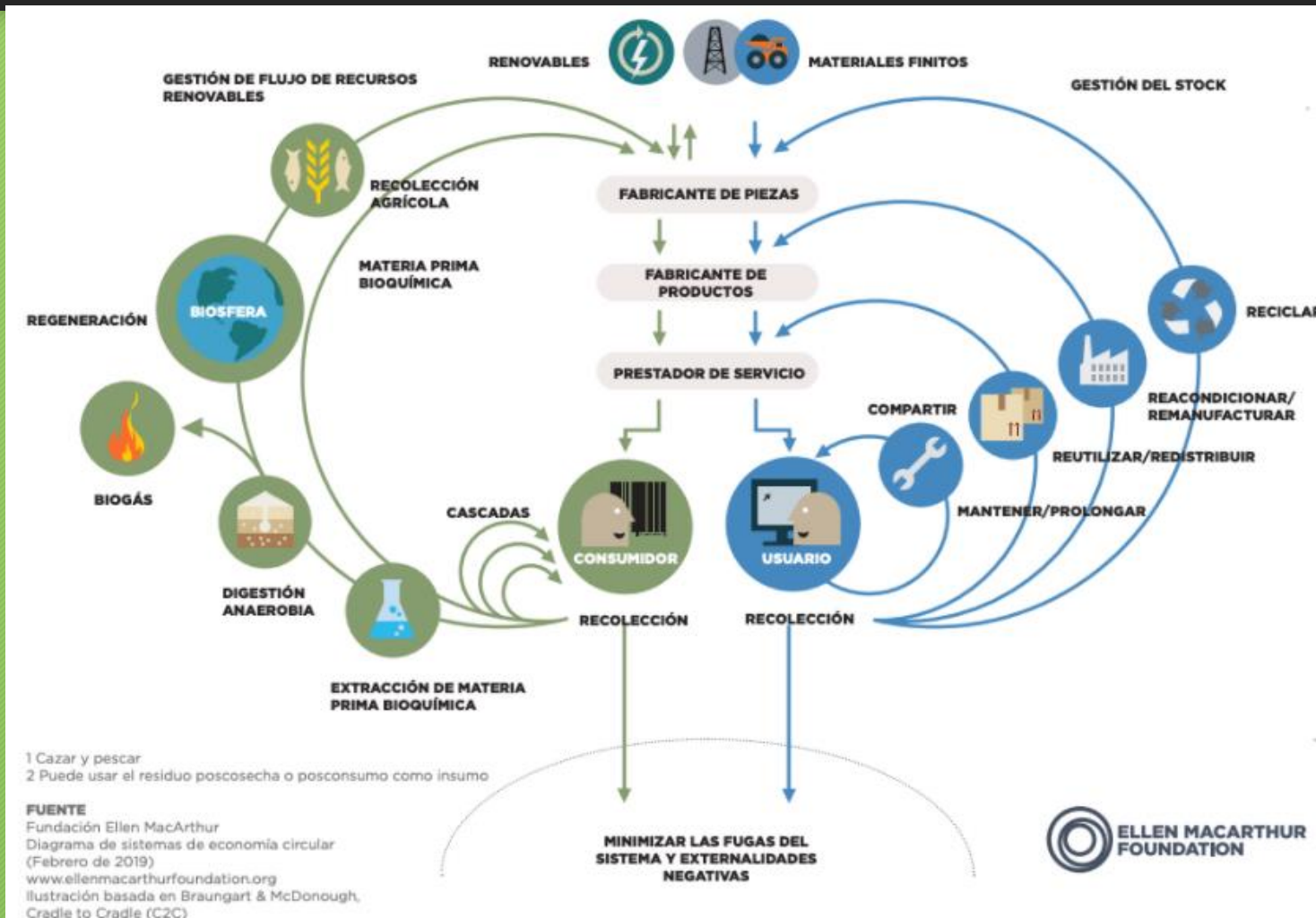


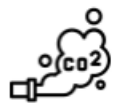
Figura 4 - Diagrama sistémico propuesto pela (Ellen Macarthur Foundation, 2019)

# Economia circular

- Muitos esforços vem sendo feitos para tornar a economia da Europa verde e sustentável. Pactos, Regulamentos e Estratégias vem sendo traçadas para atingir as metas ambiciosas previstas para os próximos anos.

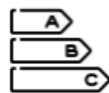
## METAS 2030

Com o objetivo de alcançar a neutralidade carbônica em 2050 e em linha com as meta da UE são estabelecidas metas e objetivos para Portugal para o horizonte 2030.



EMISSÕES GEE

-45% -55%



EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

35%



RENOVÁVEIS

47%



RENOVÁVEIS NOS  
TRANSPORTES

20%



INTERLIGAÇÕES  
ELÉTRICAS

15%



# Pacto Ecológico Europeu (*Green Deal*)

- O **Pacto Ecológico Europeu** tem a ambição de transformar a UE numa economia moderna, eficiente na utilização dos recursos e competitiva, garantindo que:
  - as emissões líquidas de gases com efeito de estufa sejam nulas em 2050
  - o crescimento económico esteja dissociado da utilização de recursos
  - ninguém nem nenhuma região seja deixado para trás.
- Em 17 de novembro de 2021 a Comissão Europeia adotou 3 novas iniciativas essenciais para o tornar uma realidade. Propõe novas regras para travar a desflorestação, bem como novas **regras para facilitar as transferências de resíduos dentro da UE**, a fim de promover a **economia circular** e combater a exportação de resíduos ilegais e de problemas associados aos resíduos para países terceiros. Apresenta ainda uma nova estratégia de proteção do solo, com o objetivo de que todos os solos europeus sejam recuperados, resilientes e adequadamente protegidos até 2050.

# Pacto Ecológico Europeu (*Green Deal*)

- O regulamento relativo às transferências de resíduos dá seguimento às ambições em termos de economia circular e de poluição zero, propondo regras mais rigorosas para as exportações de resíduos, um sistema mais eficiente para a circulação de resíduos enquanto recursos e uma ação determinada contra o tráfico de resíduos. Propõe simplificar consideravelmente os procedimentos estabelecidos para as transferências dentro da UE, facilitando a reintrodução dos resíduos na economia circular, sem reduzir o nível de controlo necessário. Isso ajudará a reduzir a dependência da UE de matérias-primas primárias e apoiar a inovação e a descarbonização da indústria da UE com vista a cumprir os objetivos climáticos da UE.



# Pacto Ecológico Europeu (*Green Deal*)



Vídeo 2 – Parliament and the European Green Deal (Parlamento Europeu, 2020).

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=W6MzP3nsKy8>



**fresh air, clean water,  
healthy soil and  
biodiversity**



**renovated, energy  
efficient buildings**



**healthy and affordable  
food**



**more public transport**



**cleaner energy and  
cutting-edge clean  
technological  
innovation**



**longer lasting  
products that can be  
repaired, recycled and  
re-used**



**future-proof jobs and  
skills training for the  
transition**



**globally competitive  
and resilient industry**





Climate



Environment and oceans



Energy



Transport



Agriculture



Finance and regional development



Industry



Research and innovation

Transforming the EU's economy for a sustainable future

The European Green Deal



The EU as a global leader

A European Climate Pact



# Horizon Europe - Cluster 6

- No seu cerne está a economia circular, que visa **manter o valor** da terra, produtos, materiais e recursos durante o maior tempo possível através de uma cascata de desmaterialização e utilização sustentável por concepção, reutilização, remanufaturação e reciclagem de materiais. É uma contribuição essencial para os esforços da UE no sentido de desenvolver uma economia sustentável, de baixo carbono, eficiente em termos de recursos e competitiva. **Uma bioeconomia sustentável é o segmento renovável da economia circular.**

# Regime Geral de Gestão de Resíduos

- O Regime Geral de Gestão de Resíduos (RGGR) encontra-se estabelecido no **Decreto-Lei n.º 102-D/2020**, de 10 de dezembro, alterado pela **Lei n.º 52/2021**, de 10 de agosto, e estabelece medidas de **proteção do ambiente e da saúde humana**, necessárias para prevenir ou reduzir a produção de resíduos e os impactes adversos decorrentes da produção e gestão de resíduos, para diminuir os impactes globais da utilização do recursos e para **melhorar a eficiência** dessa utilização, com vista à **transição para uma economia circular** e para garantir a competitividade a longo prazo.



# Regime Geral de Gestão de Resíduos

- Muitos resíduos consubstanciam materiais que podem ser recuperados e de novo integrados nos circuitos de mercado, como é o exemplo dos metais recuperados a partir de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos (REEE) e Veículos em Fim de Vida (VFV), do plástico e papel recuperado a partir de Resíduos de Embalagem ou a borracha recuperada de pneus em fim de vida (APA, 2020).
- Numa transição para a economia circular, deve-se trabalhar sobretudo os níveis superiores da **hierarquia de gestão de resíduos** potenciando a reutilização ou a reparação, a reciclagem que permite transformar matérias-primas secundárias em produtos promovendo a reintrodução de materiais na economia e a valorização de resíduos que quer seja energética quer seja material promove, através da substituição de materiais primários por resíduos a poupança de recursos (APA, 2020).

# Hierarquia dos resíduos

- O Artigo 7º do RGGR trata do princípio da **hierarquia dos resíduos**. Com vista à transição para uma economia circular a política e legislação em matéria de resíduos devem respeitar, no que se refere às opções de prevenção e gestão de resíduos, a seguinte ordem de prioridade:

- Prevenção;
- Preparação para a reutilização;
- Reciclagem;**
- Outros tipos de **valorização;**
- Eliminação.



Figura 6 – Hierarquia dos resíduos (Circular Economy Portugal, 2020)



# Reciclagem e valorização

- **Reciclagem:** *“qualquer operação de valorização, através da qual os materiais constituintes dos resíduos são novamente transformados em produtos, materiais ou substâncias para o seu fim original ou para outros fins, incluindo o reprocessamento de materiais orgânicos, mas excluindo a valorização energética e o reprocessamento em materiais que devam ser utilizados como combustível ou em operações de enchimento”.*
- **Valorização:** *“qualquer operação de tratamento de resíduos, nomeadamente as constantes do Anexo II ao presente regime, cujo resultado principal seja a utilização, com ou sem transformação, dos resíduos de modo a servirem um fim útil, substituindo outros materiais que, caso contrário, teriam sido utilizados para um fim específico ou a preparação dos resíduos para esse fim na instalação ou conjunto da economia”*

# Valorização

## Anexo II

### Operações de tratamento por valorização

(a que se refere o artigo 3.º)

As operações de valorização incluem, designadamente, as seguintes operações específicas:

- R 1 - Utilização principal como combustível ou outro meio de produção de energia(1).
- R 2 - Recuperação/regeneração de solventes.
- R 3 - Reciclagem/recuperação de substâncias orgânicas não utilizadas como solventes (incluindo compostagem e outros processos de transformação biológica)(2).
- R 3 A - Preparação para reutilização de substâncias orgânicas.
- R 3 B - Compostagem.
- R 3 C - Digestão anaeróbia.
- R 3 D - Gaseificação e pirólise que utilizem componentes como produtos químicos.
- R 3 E - Reciclagem/recuperação de plásticos.
- R 3 F - Reciclagem/recuperação de papel.
- R 3 G - reciclagem de óleos alimentares usados.
- R 3 H - Valorização de materiais orgânicos em operações de enchimento
- R 3 I - Valorização associada a um Fim de Estatuto de Resíduos
- R 3 J - Reciclagem/recuperação de madeira
- R 3 K - outras operações R 3 não previstas.
- R 4 - Reciclagem/recuperação de metais e compostos metálicos(3).
- R 4 A - Preparação para reutilização de resíduos de metal e compostos metálicos.
- R 4 B - Reciclagem/recuperação de sucatas de ferro, aço e alumínio.
- R 4 C - Reciclagem/recuperação de sucata de cobre.
- R 4 D - Valorização associada a um Fim de Estatuto de Resíduos.
- R 4 E - Outras operações R 4 não previstas.
- R 5 - Reciclagem/recuperação de outros materiais inorgânicos(4).
- R 5 A - Preparação para reutilização de resíduos inorgânicos.
- R 5 B - Reciclagem de materiais de construção inorgânicos.
- R 5 C - Reciclagem/ de resíduos de vidro para a fabricação de vidro.
- R 5 D - Valorização de materiais inorgânicos em operações de enchimento.
- R 5 E - Remediação de solos para efeitos da sua valorização.
- R 5 F - Incorporação de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) em obra.
- R 5 G - Valorização associada a um Fim do Estatuto de Resíduos.
- R 5 H - Reciclagem de resíduos inorgânicos em substituição de matérias-primas para a fabricação de cimento.
- R 5 I - Reciclagem de resíduos inorgânicos em substituição de matérias-primas em outros processos de fabrico.
- R 5 J - outras operações R 5 não previstas.

- R 6 - Regeneração de ácidos ou bases.
- R 7 - Valorização de componentes utilizados na redução da poluição.
- R 8 - Valorização de componentes de catalisadores.
- R 9 - Refinação de óleos e outras reutilizações de óleos.
- R 9 A - Regeneração de óleos minerais usados para obtenção de óleos base lubrificantes
- R 9 B - Reciclagem de óleos minerais usados para outros usos
- R 9 C - Produção de combustíveis
- R 9 D - Outras operações R 9 não previstas
- R 10 - Tratamento do solo para benefício agrícola ou melhoramento ambiental.
- R 10 A - Valorização de resíduos em solos agrícolas, florestais e na jardinagem
- R 10 B - Cobertura e/ou regularização de caminhos nos aterros.
- R 10 C - Enchimento de vazios de escavação.
- R 10 D - Valorização de resíduos para a recuperação de solos degradados.
- R 10 E - Utilização de resíduos como matérias-primas subsidiárias
- R 10 F - Outras operações R 10 não especificadas.
- R 11 - Utilização de resíduos obtidos a partir de qualquer das operações enumeradas de R 1 a R 10.
- R 12 - Troca de resíduos com vista a submetê-los a uma das operações enumeradas de R 1 a R 11(5).
- R 12 A - Tratamentos mecânicos (
- R 12 B - Triagem
- R 12 C - Mistura de resíduos
- R 12 D - Tratamentos químicos
- R 12 E - Produção de combustível derivado de resíduos.
- R 12 F - Despoluição e desmantelamento de veículos em fim de vida, incluindo a remoção das substâncias perigosas
- R 12 G - Desmantelamento dos resíduos de equipamento elétrico e eletrónico, incluindo a remoção das substâncias perigosas
- R 12 H - Outros desmantelamentos.
- R 12 I - Reembalamento, com alteração de Lista Europeia de Resíduos (LER)
- R 12 J - Compactação, com alteração de LER
- R 12 K - Secagem e evaporação prévia à valorização dos resíduos
- R 12 L - Estabilização biológica aeróbia
- R 12 M - Estabilização biológica anaeróbia
- R 12 N - Peletização.
- R 12 O - Valorização de RCD
- R 12 P - Valorização de RCD caracterizados de acordo com normas ou especificações técnicas.
- R 12 Q - Outras operações R 12 não especificadas
- R 13 - Armazenagem de resíduos destinados a uma das operações enumeradas de R 1 a R 12 (com exclusão da armazenagem preliminar).



# Valorização

R 13 A - Armazenagem de resíduos no âmbito da recolha

R 13 B - Armazenagem de resíduos no âmbito do tratamento.

R 13 C - Armazenagem de resíduos com compactação sem alteração de LER;

R 13 D - Reembalamento de resíduos, com vista a agrupar os resíduos em recipientes adequados para preparar resíduos para tratamentos posterior e mais distante, sem alteração de LER

R 13 E - Outra armazenagem de resíduos

Podem ser criados novos códigos de operações de tratamento por valorização por Deliberação do conselho diretivo da Agência Portuguesa do Ambiente, I. P.

(1) Inclui instalações de incineração dedicadas ao processamento de resíduos sólidos urbanos apenas quando a sua eficiência energética é igual ou superior aos seguintes valores:

0,60 para instalações em funcionamento e licenciadas nos termos da legislação comunitária aplicável antes de 1 de janeiro de 2009;

0,65 para instalações licenciadas após 31 de dezembro de 2008, por recurso à fórmula:

Eficiência energética =  $[E_p - (E_f + E_i)] / [0,97 \times (E_w + E_f)]$

em que:

$E_p$  representa a energia anual produzida sob a forma de calor ou eletricidade. É calculada multiplicando por 2,6 a energia sob a forma de eletricidade e por 1,1 o calor produzido para uso comercial (GJ/ano);

$E_f$  representa a entrada anual de energia no sistema a partir de combustíveis que contribuem para a produção de vapor (GJ/ano);

$E_w$  representa a energia anual contida nos resíduos tratados calculada utilizando o valor calorífico líquido dos resíduos (GJ/ano);

$E_i$  representa a energia anual importada com exclusão de  $E_w$  e  $E_f$  (GJ/ano);

0,97 é um fator que representa as perdas de energia nas cinzas de fundo e por radiação.

Esta fórmula é aplicada nos termos do documento de referência sobre as melhores técnicas disponíveis para a incineração de resíduos.

(2) Esta operação inclui a preparação para reutilização, a gaseificação e pirólise que utilizem os componentes como produtos químicos e a valorização de materiais orgânicos sob a forma de enchimento.

(3) Esta operação inclui a preparação para reutilização.

(4) Esta operação inclui a preparação para reutilização, a limpeza dos solos para efeitos de valorização, a reciclagem de materiais de construção inorgânicos e a valorização de materiais inorgânicos sob a forma de enchimento.

(5) Se não houver outro código R adequado, este pode incluir operações preliminares anteriores à valorização, incluindo o pré-processamento, tais como o desmantelamento, a triagem, a trituração, a compactação, a peletização, a secagem, a fragmentação, o acondicionamento, a reembalagem, a separação e a mistura antes de qualquer das operações enumeradas de R 1 a R 11.

# Produtividade dos recursos

- O consumo de matérias-primas tende a aumentar durante períodos de crescimento económico, mas a um ritmo mais lento do que o Produto Interno Bruto (PIB). Como resultado, o consumo de material é parcialmente dissociado do crescimento económico. Uma queda significativa no consumo de matérias-primas desde 2008, em parte devido à crise económica, impulsionou o aumento da produtividade dos recursos para **2,4% por ano**, em média, desde 2000 (EPRS, 2022).
- As previsões da Comissão Europeia sugerem que a produtividade dos recursos continuará a aumentar num cenário de "*business as usual*", mas a um ritmo mais lento (0,9% ao ano ou 15% até 2030).



# Produtividade dos recursos

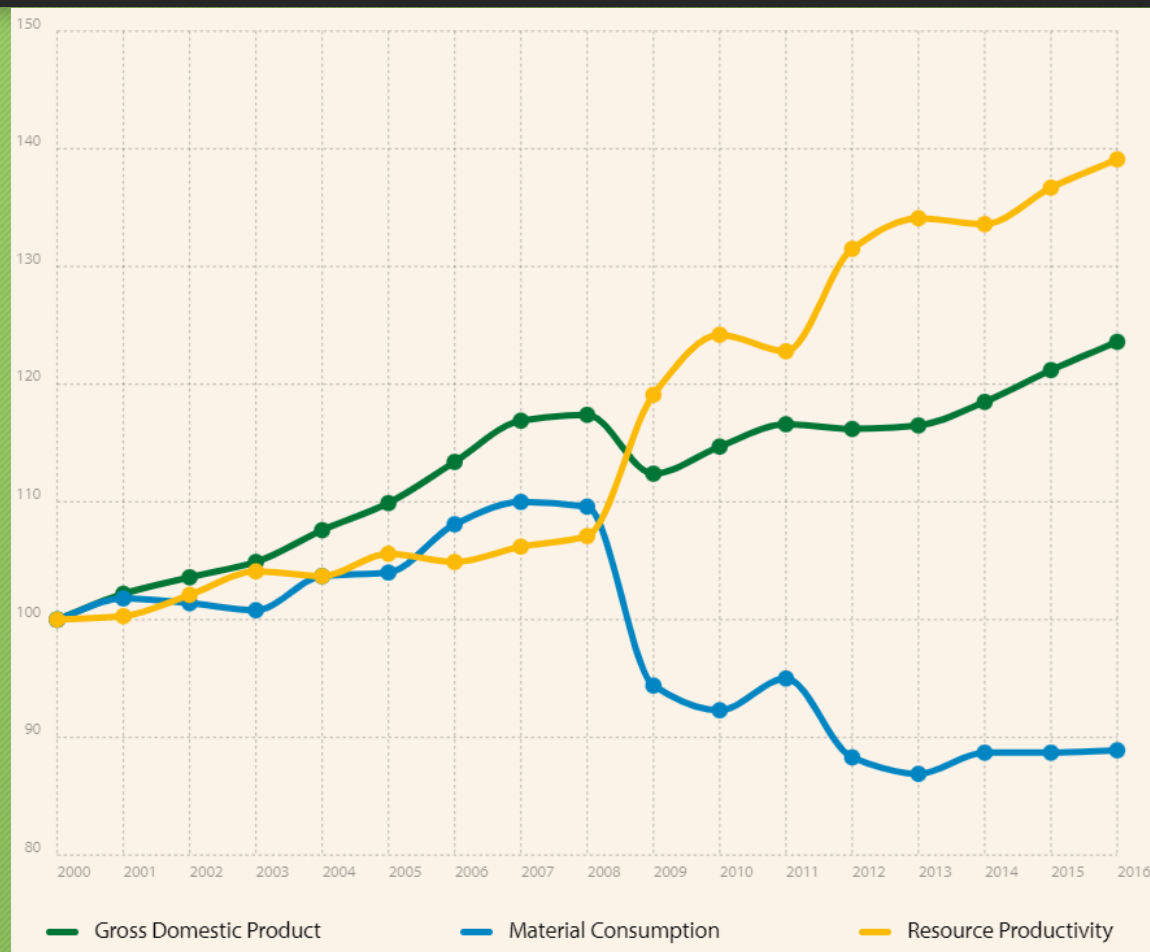


Figura 7 – Towards a circular economy / more with less.  
(Circular Economy | EPRS | European Parliament, 2022)

# Desclassificação de resíduos

- O Artigo 91º do RGGR define que são considerados subprodutos quaisquer substâncias ou objetos resultantes de um processo produtivo cujo principal objetivo não seja a sua produção, quando verificadas, cumulativamente, as seguintes condições:
  - a) Existir a certeza de posterior utilização lícita da substância ou objeto;
  - b) Ser possível utilizar diretamente a substância ou objeto, sem qualquer outro processamento que não seja o da prática industrial normal;
  - c) A produção da substância ou objeto ser parte integrante de um processo produtivo;
  - d) A substância ou objeto cumprir os requisitos relevantes como produto em matéria ambiental e de proteção da saúde e não acarretar impactes globalmente adversos do ponto de vista ambiental ou da saúde humana, face à posterior utilização específica.



# Fim do estatuto de resíduos

- O Artigo 92º do RGGR prevê que os resíduos que tenham sido submetidos a uma operação de valorização, incluindo a reciclagem, devem deixar de ser considerados resíduos, se estiverem reunidas as seguintes condições:
  - a) A substância ou objeto destinar-se a ser utilizada para fins específicos;
  - b) Existir um mercado ou procura para essa substância ou objeto;
  - c) A substância ou objeto satisfazer os requisitos técnicos para os fins específicos e respeitar a legislação e as normas aplicáveis aos produtos; e
  - d) A utilização da substância ou objeto não acarretar impactes globalmente adversos do ponto de vista ambiental ou da saúde humana.

# Fim do estatuto de resíduos

- Conforme Decreto-Lei n.º102-D/2020, as políticas relativas à **gestão de resíduos** têm evoluído no sentido da gestão sustentável dos materiais para proteger e melhorar a qualidade do ambiente, a saúde pública, assegurar uma utilização eficiente e racional dos recursos naturais, reduzir a pressão sobre a capacidade de regeneração dos ecossistemas, proporcionar novas oportunidades económicas e contribuir para a competitividade a longo prazo, entre outros fatores.



# Referências

APA. Plano Nacional Energia e Clima 2021-2020 (PNEC 2030). Portugal. Dez. 2019. Disponível em:

[https://apambiente.pt/zdata/Alteracoes\\_Climaticas/Mitigacao/PNEC/PNEC%20PT\\_Template%20Final%202019%2030122019.pdf](https://apambiente.pt/zdata/Alteracoes_Climaticas/Mitigacao/PNEC/PNEC%20PT_Template%20Final%202019%2030122019.pdf).

CALDEIRA, Carlos. Economia circular. Lamas das ETAR fertilizam gratuitamente explorações agrícolas. Agricultura e Mar, [s. l.], 15 jun. 2020. Disponível em: <https://agriculturaemar.com/economia-circular-lamas-das-etar-fertilizam-gratuitamente-exploracoes-agricolas/>.

DIÁRIO DA REPÚBLICA. Decreto-Lei nº 103/2015, de 15 de junho de 2015. Estabelece as regras a que deve obedecer a colocação no mercado de matérias fertilizantes, assegurando a execução na ordem jurídica interna das obrigações decorrentes do Regulamento (CE) n.º 2003/2003, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de outubro de 2003, relativo aos adubos. [S. l.], 15 jun. 2015. Disponível em: <https://dre.pt/home/-/dre/67485179/details/maximized>.

DIÁRIO DA REPÚBLICA. Lei nº 52/2021, de 10 de agosto de 2021. Alteração, por apreciação parlamentar, ao Decreto-Lei n.º 102-D/2020, de 10 de dezembro, que aprova o regime geral da gestão de resíduos, o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro e altera o regime da gestão de fluxos específicos de resíduos, transpondo as Diretivas (UE) 2018/849, 2018/850, 2018/851 e 2018/852. [S. l.], 10 ago. 2021. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/lei/52-2021-169360995>

DIÁRIO DA REPÚBLICA. Decreto-Lei nº 279/2009, de 2 de outubro de 2009. Estabelece o regime de utilização de lamas de depuração em solos agrícolas, de forma a evitar efeitos nocivos para o homem, para a água, para os solos, para a vegetação e para os animais, promovendo a sua correcta utilização, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 86/278/CEE, do Conselho, de 12 de Junho. [S. l.], 2 out. 2009. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/276-2009-490974>

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Economia Circular. In: Economia Circular. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular/conceito>.

JAIN, S.; NEWMAN, D.; CEPEDA-MÁRQUEZ, R.; ZELLER, K. Global food waste management: an implementation guide for cities. World biogas association, London, p. 08-143, 2018. Disponível em: [www.worldbiogasassociation.org](http://www.worldbiogasassociation.org).

ROSE, C.; PARKER, A.; JEFFERSON, B.; CARTMELL, E. The Characterization of Feces and Urine: A Review of the Literature to Inform Advanced Treatment Technology. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 45, n. 17, p. 1827-1879, Sep 2015. Review.