



UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA

Como mensurar o progresso de implementação da Economia Circular?

Ana Magda da Cunha Vieira

Católica Porto Business School
2021



UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA

Como mensurar o progresso de implementação da Economia Circular?

Trabalho Final na modalidade de Dissertação
apresentado à Universidade Católica Portuguesa
para obtenção do grau de mestre em Business Economics

por

Ana Magda da Cunha Vieira

sob orientação de
Professora Doutora Alexandra Leitão

Católica Porto Business School
Abril, 2021

Resumo

Este estudo pretende analisar os diferentes indicadores desenvolvidos para medir o progresso de transição para o modelo económico de Economia Circular num país. Este modelo surge como alternativa ao panorama económico atual que assenta na extração-transformação-utilização-descarte e que ameaça os limites naturais do planeta Terra.

Considerando que, nos últimos anos, este modelo tem vindo a ser ponderado como alternativa importa avaliar os progressos que são feitos ao nível mundial e mais especificamente no caso europeu. Neste trabalho são referidos os casos da China, da União Europeia, da Holanda e de Portugal ao nível de indicadores desenvolvidos.

Opta-se depois por utilizar o quadro de monitorização de transição para a Economia Circular adotado no âmbito do Plano de Ação para a Economia Circular da Comissão Europeia. Neste sentido, são analisados os indicadores nele considerados para fazer uma comparação entre a média europeia, a Holanda e Portugal.

Os países analisados demonstraram uma forte consciência para o tema e encaram a Economia Circular como uma oportunidade para criar um futuro sustentável.

Contudo, tornou-se visível que este será um processo lento, faseado e que exige o trabalho e a cooperação de todos os agentes económicos ao nível nacional e internacional.

Palavras-chave: Economia Circular, Indicadores, Comissão Europeia

Abstract

This study intends to analyze the different indicators developed to measure the progress to Circular Economy in a country. Circular Economy is an alternative to the current linear model that is based in a take-transform-use-dispose model and threatens the natural limits of planet Earth.

Considering that, in recent years, Circular Economy has been considered as an alternative, it is important to evaluate the progress that is made worldwide and more specifically in the European case. In this work, the cases of China, the European Union, the Netherlands, and Portugal are referred to in terms of developed indicators.

Then, the monitoring framework for the transition to the Circular Economy, adopted under the Action Plan for the Circular Economy of the European Commission, was chosen. In this sense, the indicators considered by the monitoring framework are analyzed to make a comparison between the European average, the Netherlands and Portugal.

The countries analyzed showed a strong awareness of the issue and see the Circular Economy as an opportunity to create a sustainable future.

However, it became clear that this will be a slow, phased process that requires the work and cooperation of all economic agents at national and international levels.

Key Words: Circular Economy, Indicators, European Commission

Índice

Resumo.....	iv
Abstract.....	vi
Índice.....	viii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas.....	xv
Introdução.....	18
I. Revisão de Literatura.....	23
1. O Modelo linear e a necessidade de mudança.....	23
2. Desenvolvimento Sustentável e a Economia Circular.....	24
3. Economia Circular: origem, conceitos e definições.....	27
3.1 A origem do conceito.....	27
3.2 O conceito de Economia Circular.....	28
3.3 Princípios dos 3Rs.....	32
4. A implementação da Economia Circular: nível micro, meso e macro.....	34
4.1 Economia Circular ao nível Micro.....	34
4.2 Economia Circular ao nível Meso.....	36
4.3 Economia Circular ao nível Macro.....	36
II. Indicadores de Economia Circular.....	38
1. A crescente necessidade de medição de progresso.....	38
1.1 China.....	40
1.2 União Europeia.....	59
1.3 Holanda.....	70
1.4 Portugal.....	80
2. Análise de indicadores.....	87
2.1 Produção e Consumo.....	88
2.1.1 Autossuficiência da UE em matérias-primas.....	88
2.1.2 Geração de resíduos.....	92
2.1.2.1 Geração de resíduos urbanos (kg per capita).....	93
2.1.2.2 Geração de resíduos, excluindo grandes resíduos minerais, por unidade de PIB (kg por mil euros).....	95

2.1.2.3	Geração de resíduos, excluindo grandes resíduos minerais, por consumo interno de materiais (percentagem).....	97
2.2	Gestão de Resíduos	99
2.2.1	Taxas globais de reciclagem.....	99
2.2.2	Taxas de reciclagem de fluxos específicos de resíduos.....	102
2.2.2.1	Taxa de reciclagem de embalagens (percentagem)	102
2.2.2.2	Taxa de reciclagem de embalagens de plástico (percentagem)	104
2.2.2.3	Taxa de reciclagem de embalagens de madeira (percentagem)	105
2.2.2.4	Taxa de reciclagem de resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (percentagem)	107
2.2.2.5	Reciclagem de resíduos orgânicos (kg per capita).....	110
2.2.2.6	Taxa de valorização de resíduos da construção ou demolição (RCD) (em percentagem).....	111
2.3	Matérias-primas secundárias.....	112
2.3.1	Contribuição dos materiais reciclados para satisfazer a procura de matérias-primas	113
2.3.2	Comércio de matérias-primas recicláveis	117
2.4	Competitividade e inovação	121
2.4.1	Investimento bruto em bens tangíveis.....	121
2.4.2	Pessoas empregadas em EC (percentagem do emprego total)	122
2.4.3	Valor acrescentado a custo de fatores (percentagem do PIB a preços correntes)	124
2.4.4	Número de patentes relacionadas com a reciclagem e matérias-primas secundárias.....	125
2.5	Conclusões gerais	126
3.	A pandemia e a Economia Circular	134
	Conclusão.....	137
	Bibliografia.....	139
	Anexos.....	154

Índice de Figuras

Figura 1: Earth Overshoot Day: tendência entre 1970-2020

Figura 2: Conceito atual de Economia Circular. Fonte: Korhonen et al. (2018)

Figura 3: Descrição do sistema circular. Fonte: Ellen MacArthur Foundation (2014)

Figura 4: As quatro partes do fluxo dos recursos naturais no sistema económico e social. Fonte: Yuan et al. (2018)

Figura 5: Consumo aparente dos principais recursos primários na China. Fonte: National Bureau of Statistics (2002-2016); Yuan et al. (2018)

Figura 6: Produtividade dos Recursos Primários (PRP). Fonte: National Bureau of Statistics (2002-2016); Yuan et al. (2018)

Figura 7: Variação anual da PRP nos períodos do 11th Five-year plan e 12th Five-year plan. Fonte: Yuan et al. (2018)

Figura 8: Utilização abrangente de resíduos sólidos industriais entre 2000 e 2015. Fonte: National Bureau of Statistics (2002-2016); Yuan et al. (2018)

Figura 9: Reciclagem dos principais recursos. Fonte: Department of Circulation Industry Development Division of Ministry of Commerce (2013-2015); Ministry of Commerce (2015); Xie, Z.H.; Zhang, Y. (2008-2010; 2011-2013; 2014-2015); National Bureau of Statistics (2000-2016); Yuan et al. (2018)

Figura 10: Taxa de reciclagem de água industrial. Fonte: National Bureau of Statistics (2000-2016); Yuan et al. (2018)

Figura 11: Taxa de reciclagem dos recursos secundários (TRRS). Fonte: Yuan et al. (2018)

Figura 12: Descargas totais dos principais poluentes e Eficiência Ambiental. Fonte: National Bureau of Statistics (2000-2016); National Bureau of Statistics and Ministry of environmental Protection (2000-2016); Yuan et al. (2018)

Figura 13: Alterações na eficiência ambiental dos recursos (EAR). Fonte: Yuan et al. (2018)

Figura 14: Evolução do Grau de circularidade abrangente (GCA) na China Fonte: Yuan et al. (2018)

Figura 15: Fluxo de materiais na economia (UE-27, 2018). Fonte: Eurostat (consultado a 10 de março de 2021)

Figura 16: Grau de circularidade da economia. Fonte: PBL (2018)

Figura 17: Fluxo de materiais na economia (Portugal, 2018). Fonte: Eurostat (consultado a 10 de março de 2021)

Figura 18: Autossuficiência da UE (27 Estados-Membros) em matérias-primas entre 2015 e 2018. Fonte: Eurostat

Figura 19: Importações e Exportações de Minerais não metálicos, minérios metálicos e materiais energéticos fósseis para Portugal entre 2015 e 2019 (em milhares de toneladas). Fonte: INE

Figura 20: Hierarquia de Resíduos (Diretiva 2008/98/CE) Fonte: Comissão Europeia

Figura 21: Geração de resíduos municipais (kg per capita). Fonte: Eurostat

Figura 22: Geração de resíduos, excluindo grandes resíduos minerais, por unidade de PIB (kg por mil euros). Fonte: Eurostat

Figura 23: Geração de resíduos, excluindo grandes resíduos minerais, por consumo interno de materiais (percentagem). Fonte: Eurostat

Figura 24: Taxa de reciclagem de resíduos urbanos (percentagem). Fonte: Eurostat

Figura 25: Taxa de reciclagem de todos os resíduos, excluindo os principais resíduos minerais (percentagem). Fonte: Eurostat

Figura 26: Taxa de reciclagem de embalagens (percentagem). Fonte: Eurostat

Figura 27: Taxa de reciclagem de embalagens de plástico (percentagem). Fonte: Eurostat

Figura 28: Taxa de reciclagem de embalagens de madeira (percentagem). Fonte: Eurostat

Figura 29: Taxa de reciclagem de resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (percentagem). Fonte: Eurostat

Figura 30: Reciclagem de resíduos orgânicos (kg per capita). Fonte: Eurostat

Figura 31: Taxa de valorização de resíduos da construção ou demolição (percentagem). Fonte: Eurostat

Figura 32: Contribuição de materiais reciclados para a procura de matérias-primas – taxas de entrada de reciclagem em fim de vida (2016). Fonte: Eurostat

Figura 33: Taxa de utilização circular de material (percentagem). Fonte: Eurostat

Figura 34: Exportações para países não pertencentes à UE (toneladas). Fonte: Eurostat

Figura 35: Importações de países não pertencentes à UE (toneladas). Fonte: Eurostat

Figura 36: Comércio intracomunitário (toneladas). Fonte: Eurostat

Figura 37: Investimento bruto em bens tangíveis (percentagem do PIB a preços constantes). Fonte: Eurostat

Figura 38: Pessoas empregadas em EC (percentagem do emprego total). Fonte: Eurostat

Figura 39: Valor acrescentado a custo de fatores (percentagem do PIB a preços correntes). Fonte: Eurostat

Índice de Tabelas

Tabela 1: Estrutura de práticas de EC na China. Fonte: Biwei et al. (2013)

Tabela 2: Indicadores para a EC na China ao nível macro (2007 e 2017). Fonte: NRDC (2007, 2017)

Tabela 3: Sistema de indicadores de avaliação do grau de circularidade da economia nacional chinesa. Fonte: Yuan et al. (2018)

Tabela 4: Quadro de monitorização da transição para a Economia Circular – Indicadores de Produção e Consumo. Fonte: Comissão Europeia (2018)

Tabela 5: Quadro de monitorização da transição para a Economia Circular – Indicadores de gestão de resíduos. Fonte: Comissão Europeia (2018)

Tabela 6: Quadro de monitorização da transição para a Economia Circular – Indicadores relativos a matérias-primas secundárias. Fonte: Comissão Europeia (2018)

Tabela 7: Quadro de monitorização da transição para a Economia Circular – Indicadores relativos a competitividade e inovação. Fonte: Comissão Europeia (2018)

Tabela 8: Sumário dos indicadores desejados para efeitos, fatores autónomos e efeitos alcançados. Fonte: PBL (2018)

Tabela 9: Metas para as quais contribuem as ações do PAEC. Fonte: Conselho de Ministros (2017)

Tabela 10: Indicadores de Economia Circular no Relatório do Estado do Ambiente 2018. Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente.

Tabela 11: Peso das Exportações da Holanda e de Portugal no total das exportações da UE. Fonte: Eurostat.

Tabela 12: Peso das importações da Holanda e de Portugal no total das importações da UE. Fonte: Eurostat.

Tabela 13: Peso do comércio intracomunitário da Holanda e de Portugal no total da UE. Fonte: Eurostat.

Tabela 14: Número de patentes relacionadas com a reciclagem e matérias-primas secundárias. Fonte: Eurostat.

Introdução

Os padrões de consumo tradicional linear assentes na extração-transformação-utilização-descarte, adotados nas sociedades modernas enfrentam atualmente restrições em termos de disponibilidade de recursos naturais. Estas restrições são impostas pela procura crescente por parte de uma população cada vez maior e mais rica. Como resultado, verifica-se uma utilização excessiva e insustentável de recursos, preços elevados e maior volatilidade nos mercados (Ellen McArthur Foundation, 2013).

Além disso, o *International Resource Panel* (2019), refere que o atual modelo de produção e consumo e posterior descarte tem efeitos devastadores para o nosso Planeta, estimando que 90% da perda de biodiversidade e recursos hídricos é causada pela extração e processamento de recursos. A mesma fonte refere que estas atividades contribuem para cerca de metade das emissões globais de gases de efeito de estufa.

De acordo com (Kobza & Schuster, 2016), durante décadas os economistas negligenciaram o facto de que produzir mais não significa produzir bens de qualidade e ter sistemas de produção melhores ou otimizar recursos. Esta perspetiva baseia-se no conceito básico de Microeconomia, no qual produzir mais aumenta os benefícios, mais precisamente, benefícios marginais aumentam mais rápido do que os custos marginais (Kobza & Schuster, 2016). Contudo, se considerarmos que a economia global faz parte de um planeta com recursos finitos, inferimos que o crescimento económico tem também os seus limites.

A OCDE (2018) estima que, a utilização global de materiais quase duplicará até 2060 (de 89 giga toneladas em 2017 para 167 giga toneladas em 2060) se mantivermos a utilização do modelo linear. O crescimento mais acentuado em

materiais é projetado para economias desenvolvidas e em desenvolvimento. No caso dos países que pertencem à OCDE, onde as taxas de crescimento económico são modestas, a utilização de materiais cresce, em média entre 1% e 2% ao ano.

Considerando a realidade da União Europeia, estima-se que cada indivíduo utilize cerca de 15 toneladas de materiais por ano, enquanto cada cidadão da UE gera no mesmo período, em média, mais de 4,5 toneladas de resíduos sendo que metade é depositada em aterro (Comissão Europeia, 2014). No caso português, a produção total de resíduos urbanos foi cerca de 4,94 milhões de toneladas em 2018, o que significa uma produção diária de resíduos urbanos de 1,38kg por habitante (Agência Portuguesa do Ambiente, 2019).

Adicionalmente, prevê-se que em 2050 a população mundial atinja os 9 mil milhões de pessoas, o que vai levar a um consumo de recursos três vezes maior do que o consumo atual (Planing, 2014). Assim, considerando estes números juntamente com a volatilidade do mercado, aumento dos preços das matérias-primas e a escassez de recursos percebemos que vivemos no limiar das capacidades do Planeta.

O consumo e produção baseados num modelo linear, em que se assume que os recursos estão sempre disponíveis deixa de ser a realidade atual. Percebe-se aqui a urgência em procurar soluções mais responsáveis que permitam que os recursos permaneçam na economia pelo maior tempo possível, preservando os limites do Planeta.

Nos últimos anos o conceito de Economia Circular (EC) tem recebido atenção crescente ao nível mundial como forma de ultrapassar as limitações impostas pelo modelo de produção e consumo atuais (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016). Este conceito implica uma mudança de perspetiva, onde os bens utilizados hoje são os recursos de amanhã formando um ciclo que promove a prosperidade num planeta de recursos finitos (Ellen McArthur Foundation, 2013).

Alguns autores abordam este conceito como um sistema económico sustentável onde o crescimento económico aparece dissociado da utilização de recursos, através da redução e circularidade dos recursos naturais (Corona et al, 2019).

O conceito tem recebido crescente atenção por parte de governos, investigadores e empresas, tal como é evidenciado pelo Programa de Economia Circular da Comissão Europeia (CE). Para a CE, a transição para a EC é uma oportunidade para transformar a economia e gerar vantagens sustentáveis para a Europa. Permitirá criar oportunidades de negócio e formas de produção e consumo inovadoras e eficientes. A CE também refere vantagens para a sociedade, através da criação de empregos e oportunidades de integração e coesão social. Ao mesmo tempo são poupados os recursos naturais, diminuindo os danos provocados ao meio ambiente (Comissão Europeia, 2015).

De acordo com a Ellen MacArthur Foundation (2015), a adoção da EC pode trazer benefícios de 1.8 triliões de Euros até 2030, o que representa o dobro do que o desenvolvimento linear traria, representando um crescimento adicional de 7 pontos percentuais no PIB (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

O presente estudo realizado no âmbito do Trabalho Final do Mestrado (TFM) em Business Economics na Católica Porto Business School foi desenvolvido para responder à seguinte questão de investigação: “Como mensurar o progresso de implementação da Economia Circular?”.

Pretende-se analisar os diferentes indicadores desenvolvidos para avaliar em que ponto se encontra Portugal nesta transição e como se compara com a evolução verificada na União Europeia. Nesse sentido, utilizou-se o quadro de monitorização da transição para a Economia Circular desenvolvido no âmbito do Plano de Ação para a Economia Circular implementado pela Comissão Europeia em 2015.

Optou-se por analisar, de forma geral, o caso da China já que, ao longo da investigação, este país pareceu surgir como referência na implementação da EC. Além disso, iniciei um projeto laboral numa empresa de origem chinesa aquando da realização deste trabalho pelo que me foi despertada curiosidade em perceber mais sobre este país em termos do assunto que iria desenvolver neste Trabalho final de Mestrado (TFM).

De seguida, o caso da União Europeia, foi escolhido pelo facto de ter sido desenvolvido, nos últimos anos, um conjunto de medidas no sentido de transição para a EC. Mais precisamente o Plano de Ação para Economia Circular (PAEC) lançado em 2015 pela Comissão Europeia (CE). Neste âmbito, em 2018, a CE lançou o quadro de monitorização de transição para a EC. Este quadro é constituído por um conjunto de indicadores que tem como objetivo mensurar o progresso dos Estados-Membros, considerados individualmente, e da União Europeia, como um todo, para a implementação da Economia Circular. Mais recentemente, em 2020, foi lançado um novo PAEC pela CE.

O TFM inicia-se com uma revisão de literatura relativo ao conceito de Economia Circular. Posteriormente, faz-se um enquadramento das políticas desenvolvidas no âmbito da implementação da Economia Circular ao nível da China, da União Europeia, da Holanda e de Portugal. Escolheu-se focar também o caso da Holanda por aparentar, ao longo da investigação, um país com diversas medidas e ações no sentido de implementação da Economia Circular. Assim, considerou-se pertinente avaliar se tais medidas e ações estão refletidas nos indicadores.

Exploram-se depois os indicadores utilizados ao nível europeu, fazendo uma análise comparativa da média europeia, Portugal e Holanda. Por fim, é referida a situação que atualmente vivemos, a pandemia mundial pelo Covid-19 e a Economia Circular como oportunidade de reconstrução de uma economia global mais resiliente.

I. Revisão de Literatura

1. O Modelo linear e a necessidade de mudança

Desde a Revolução Industrial (século XVIII), a economia industrial está assente no modelo linear de produção e consumo. Este é baseado na extração de recursos, transformação em produtos, posterior venda e, no final da sua vida útil, o descarte. As empresas extraem os materiais, aplicam energia e trabalho para produzir um produto e depois vendem-no a um consumidor. Este último descarta o produto assim que este alcance o fim de vida útil (Ellen MacArthur Foundation, 2013; Kobza & Schuster, 2016).

O *International Resource Panel* (2019), refere que o atual modelo de produção e consumo e posterior descarte tem efeitos devastadores para o nosso Planeta, estimando que 90% da perda de biodiversidade e recursos hídricos é causada pela extração e processamento de recursos. A mesma fonte refere que estas atividades contribuem para cerca de metade das emissões globais de gases de efeito de estufa.

Compreende-se aqui a necessidade de uma mudança fundamental na forma como os recursos naturais são utilizados ao nível global. Estes são utilizados para construir infraestruturas e impulsionar o crescimento económico, mas também têm consequências em termos de impactos negativos para o ambiente e bem-estar da humanidade (*International Resource Panel*, 2019).

2. Desenvolvimento Sustentável e a Economia Circular

O *Earth Overshoot Day* assinala a data em que a procura da humanidade por recursos naturais atinge o limite do ano vigente e passa a consumir os recursos do ano seguinte. Este dia é calculado pela Global Footprint Network, uma organização internacional de pesquisa que dá a conhecer as ferramentas necessárias para que a economia humana opere dentro dos limites naturais do Planeta (Earth Overshoot Day, 2021). De acordo com esta organização, o *Earth Overshoot Day* passou de 23 de setembro em 2000 para 22 de agosto em 2020. A Figura 1 ilustra a tendência de que este dia chega cada vez mais cedo.

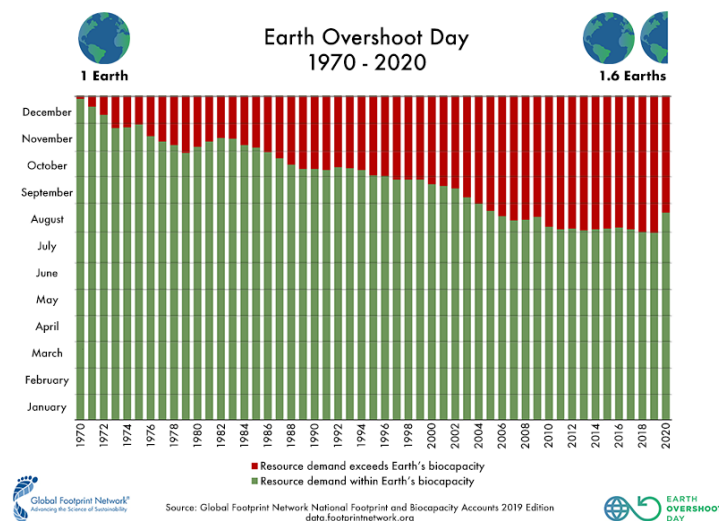


Figura 1: Earth Overshoot Day: tendência entre 1970-2020

Atualmente, a Humanidade utiliza o equivalente a 1,6 Planetas para conseguir os recursos que utilizamos e absorver os resíduos gerados. Isto significa que o nosso Planeta demora um ano e oito meses para regenerar o que utilizamos num ano (WWF, 2021).

Os autores Kobza & Schuster (2016) referem que o crescimento económico teve como objetivo principal o desenvolvimento global na segunda metade do século 20. Todas as empresas tinham como foco a necessidade de maximizar os seus

benefícios. A noção básica de Microeconomia refere que maior produção aumenta os benefícios, mais precisamente os benefícios marginais aumentam mais rapidamente do que os custos marginais (Kobza & Schuster, 2016). Assim, o crescimento económico aconteceu dissociado do facto de pertencer a um Planeta com recursos finitos. Contudo, desde a Revolução Industrial (século XVIII), quando os limites do crescimento económico foram reconhecidos, tornou-se claro que o seu descontrolo pode prejudicar a sociedade e o ambiente (Kobza & Schuster, 2016).

O conceito de Desenvolvimento Sustentável (DS) foi originalmente definido como o desenvolvimento que tem em consideração as necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade de as gerações futuras satisfazerem as suas necessidades (Brundtland, 1987). Este conceito compreende três dimensões: o desenvolvimento económico, a inclusão e desenvolvimento social e a proteção ambiental. Assim, é necessário garantir a qualidade de vida de toda a humanidade, tendo em conta a geração atual e as gerações futuras, através da reconciliação do progresso económico e social sem prejudicar o ambiente.

Muitos autores, estão de acordo com o facto de que a Economia Circular é parte da solução para alcançar um DS (Prieto-Sandoval et al., 2018). Korhonen et al. (2018) defendem que uma implementação bem-sucedida da Economia Circular contribui para as três dimensões do DS. A EC limita o fluxo de produção a um nível tolerável pela natureza e utiliza os ciclos do ecossistema em ciclos económicos, respeitando as suas taxas de reprodução natural.

A definição de EC para o desenvolvimento sustentável de Korhonen et al. (2018) considera três objetivos:

- **Objetivo Ambiental:** a EC deve reduzir a utilização de material virgem nos sistemas de produção e consumo, bem como as entradas de energia e a saída de resíduos e emissões (transferências físicas). Isto é feito

através da aplicação de ciclos de materiais e de utilização de energias renováveis.

- **Objetivo Económico:** reduzir os custos das matérias-primas, da energia, da gestão de resíduos, controlo de emissões e riscos de legislação ou tributação (ambiental) e imagem pública. E ainda desenvolver projetos inovadores para criar produtos e oportunidades de negócio.
- **Objetivo Social:** adotar uma economia de partilha onde a sociedade coopera tendo em vista uma utilização mais eficiente dos materiais físicos existentes na comunidade (utilização por grupos tirando partido do valor, serviço e função), ao invés da cultura de consumo (indivíduos consomem produtos físicos). O aumento de oportunidades de emprego representa outro objetivo.

Finalmente, importa referir que entrou em vigor a Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável, com os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), adotada em 2015 pela Organização das Nações Unidas (ONU). O foco destes ODS é promover a prosperidade protegendo em simultâneo o planeta. Reconhecem que a erradicação da pobreza no mundo deve ser acompanhada de estratégias que melhorem os sistemas de saúde e de educação, reduzam as desigualdades e impulsionem o crescimento económico. Tudo isto respeitando os limites naturais do Planeta (Instituto Nacional de Estatística, 2020).

3. Economia Circular: origem, conceitos e definições

3.1 A origem do conceito

O conceito de EC foi abordado por diferentes escolas de pensamento. Este conceito foi introduzido por Pearce and Turner (1989) a partir de estudos feitos previamente por Boulding (1966). A ideia da economia como um sistema circular é vista por Boulding (1966) como uma imposição estabelecida pelos limites naturais do Planeta para permitir a manutenção da vida humana sustentável (um sistema fechado com poucas trocas de matéria com o sistema exterior). Os autores Pearce and Turner (1989) utilizam esta ideia e abordam a mudança do tradicional sistema económico aberto para o sistema económico circular como uma consequência da Primeira Lei da Termodinâmica. Esta lei refere que não é possível criar ou destruir energia ou matéria e por isso, tudo o que utilizamos como recurso vai terminar em algum ponto do sistema, não podendo ser destruído, apenas convertido ou dissipado.

Podem também ser encontradas raízes da EC na Teoria dos Sistemas Gerais (Von Beranlaffy 1967, 1968) e na Ecologia Industrial (Preston, 2012).

Von Beranlaffy (1967) propôs que todos os organismos devem ser considerados como sistemas tendo como principal característica as relações entre os seus componentes. A relação entre as organizações e o ambiente em que se encontram pode ser vista como a fonte principal de complexidade e interdependência. Muitas vezes o todo tem propriedades que não são conhecidas se analisarmos os elementos que o constituem separadamente, já que o todo determina o comportamento das partes e não o inverso. Consequentemente, o comportamento de um agente económico ou organização deve ser investigado no contexto dos sistemas de relações económicas com outros agentes. Assim, a Teoria dos Sistemas Gerais promove o holismo, pensamento sistémico, complexidade, aprendizagem organizacional e desenvolvimento dos recursos

humanos, (Capra, 1995; Swanson, 2001; Jackson, 2003, Senge et al., 2010), que são consideradas premissas importantes para a EC (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016).

O conceito atual de que os impactos ambientais dos sistemas industriais devem ser estudados mantendo separada a fonte “sistema industrial” e o recetor dos impactos, “o ambiente” foi posto em causa pelo conceito de Ecologia Industrial (EI) (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016). De acordo com Erkman (1997), a Ecologia Industrial introduz uma perspetiva diferente ao analisar o sistema industrial e o seu ambiente como um ecossistema conjunto caracterizado pelos fluxos de material, energia e informação bem como pela provisão de recursos e serviços da Biosfera. A EI promove a transição de ciclos abertos para ciclos fechados de materiais e energia resultando em processos industriais com menor desperdício. A EC parte deste conceito de EI para um sistema que abrange toda a economia estabelecendo um novo modelo de desenvolvimento económico, de produção, distribuição e recuperação de produtos (Chiaroni and Chiesa, 2014). Na EC, os produtos e processos são redesenhados para maximizar o valor dos recursos ao longo da economia com a ambição de dissociar o crescimento económico da utilização de recursos (UTS 2015).

3.2 O conceito de Economia Circular

Nos últimos anos a Economia Circular tem recebido atenção crescente a nível mundial como forma de ultrapassar o modelo de produção e consumo atuais (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016).

A EC é vista como uma forma de promover a prosperidade da sociedade, enquanto reduz a dependência dos bens primários e energia (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Procura-se maximizar a eficiência dos recursos e minimizar a extração de matérias-primas e produção de resíduos.

De acordo com Ghisellini, Cialani, & Ulgiati (2016), a EC requer uma visão ampla e abrangente no design de soluções radicalmente alternativas, ao longo de todo o ciclo de vida de qualquer processo, bem como na interação entre o processo, o meio ambiente e a economia em que está inserido. Assim, a regeneração não é apenas ambiental, mas também reflete uma melhoria ao nível da sociedade e economia, quando comparado com o atual modelo económico e a gestão de resíduos. Os objetivos finais da promoção da EC são: dissociar a pressão ambiental do crescimento económico e fazer com que a humanidade opere dentro dos limites ecológicos impostos pelo nosso Planeta (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016).

Para Korhonen et al. (2018), a EC tem subjacente a mensagem de que os ciclos internos, como a reutilização, remanufactura e reforma de produtos, exigem menos recursos e energia. São também mais económicos quando comparados com a reciclagem convencional de materiais. O aproveitamento dos recursos dentro do ciclo deve ser maximizado. Os materiais devem ser, em primeiro lugar, recuperados para a reutilização, reforma e reparação e depois para a remanufactura e só depois para utilização como matéria-prima - o que é o maior foco da reciclagem, atualmente. Estes autores referem ainda que a combustão para energia deve estar entre a segunda ou última opção, enquanto o descarte em aterro deve ser a última opção. Desta forma, a cadeia de valor do produto e ciclo de vida retêm o valor e qualidade do produto o maior tempo possível e é o mais eficiente ao nível energético. A Figura 2 ilustra os ciclos internos que devem fazer parte do ciclo de vida dos produtos no âmbito do conceito de EC.

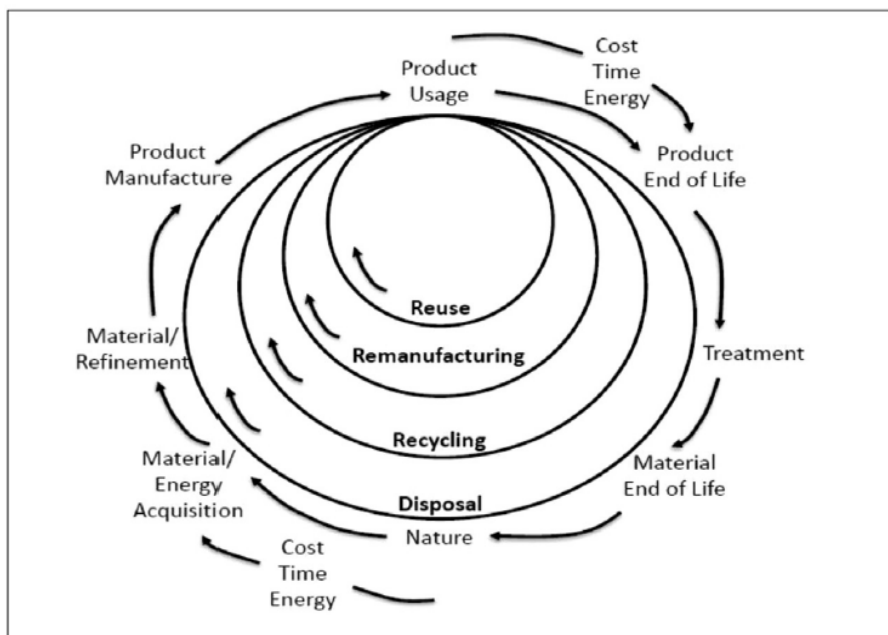


Figura 2: Conceito atual de Economia Circular. Fonte: Korhonen et al. (2018)

Segundo a Ellen MacArthur Foundation, a EC é um sistema industrial restaurativo ou regenerativo por intenção e *design*. Substitui o conceito de fim de vida pelo conceito de restauração, faz a transição para a utilização de energias renováveis, elimina a utilização de químicos tóxicos, que prejudicam a reutilização e retorno para a biosfera e tem como objetivo a eliminação do desperdício permitido pelo *design* de materiais, produtos, sistemas e modelos de negócio (Ellen MacArthur Foundation, 2014, 2015).

A EC é baseada em alguns princípios, ilustrados pela Figura 3 (Ellen MacArthur Foundation, 2014):

1. O princípio central é que o desperdício não existe. Os produtos são desenhados e otimizados para um ciclo de desmantelamento e reutilização. Estes ciclos restritos definem a EC e tornam-na diferente do descarte e até da reciclagem, onde grande quantidade da energia e trabalho são desperdiçados.

2. De seguida, a circularidade introduz uma diferenciação precisa entre componentes consumíveis e duradouros de um produto. Os consumíveis são feitos de ingredientes biológicos ou “nutrientes” caracterizados por serem não tóxicos e possivelmente até benéficos, podendo regressar à biosfera de forma segura. Os duradouros (como motores ou computadores), por sua vez, são feitos de nutrientes técnicos inadequados para a biosfera, tal como metais e a maioria dos plásticos. Estes devem ser desenhados desde o início da sua conceção para a reutilização e os produtos sujeitos a um rápido avanço tecnológico devem ser desenhados para serem melhorados.
3. Por último, a energia necessária para alimentar este ciclo deve ser renovável por natureza, mais uma vez para reduzir a dependência de recursos e aumentar a resiliência dos sistemas (por exemplo, a choques de petróleo).

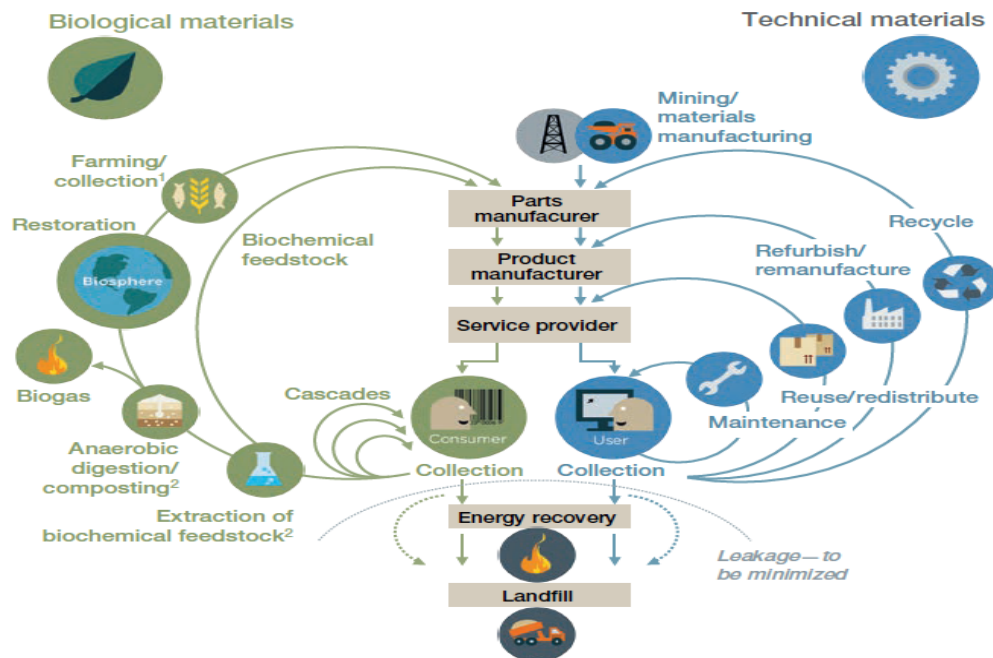


Figura 3: Descrição do sistema circular. Fonte: Ellen MacArthur Foundation (2014)

A Ellen MacArthur Foundation (2014) refere ainda que, para os nutrientes técnicos, a EC substitui o conceito de consumidor pelo conceito de utilizador. Ao invés da economia de compra e consumo que temos atualmente, os produtos são alugados ou partilhados sempre que possível. Se forem vendidos, devem existir incentivos ou acordos em vigor para assegurar a devolução e a partir daí a reutilização do produto ou dos seus componentes e materiais no final do período da sua utilização primária.

3.3 Princípios dos 3Rs

A Economia Circular aparece na literatura tendo por base três princípios: Reduzir, Reutilizar e Reciclar (Feng and Yan 2007; Ren 2007; Sakai et al. 2011; Preston 2012; Reh 2013; Su et al. 2013).

O princípio da Redução tem como principal objetivo minimizar a entrada de energia primária, matérias-primas e o desperdício através da produção e consumo mais eficientes, por exemplo através da adoção de tecnologias melhores, produtos mais compactos e leves, embalagens simplificadas, eletrodomésticos mais eficientes, um estilo de vida mais simples, entre outros (Feng and Yan 2007; Su et al. 2013).

Importa aqui referir o conceito de Ecoeficiência (produção mais eficiente) como um conceito de negócio, focado nas dimensões económicas e ambientais de sustentabilidade, negligenciando a dimensão social. Contrariamente, o conceito de eficiência de recursos valoriza também o bem-estar social (Ness, 2008).

Figge et al. (2014) apontam duas formas básicas segundo as quais as empresas podem ampliar a sua ecoeficiência nos processos de produção, ou seja, manter ou aumentar o valor dos produtos enquanto reduzem os impactos ambientais. Segundo estes autores, maior ecoeficiência é conseguida através da utilização de menos recursos por unidade de valor produzido e substituir materiais prejudiciais por materiais menos prejudiciais por unidade de valor produzido.

O princípio da Reutilização, refere-se a qualquer operação através da qual os produtos ou componentes que não são resíduos são utilizados novamente para a mesma finalidade para a qual foram concebidos (Comissão Europeia, 2008). A reutilização de produtos é bastante apelativa em termos de benefícios ambientais já que implica a utilização de menos recursos, menos energia e trabalho quando comparado com a produção de novos produtos feitos de materiais virgens (Castellani et al. 2015; WRAP 2011).

De acordo com Prendeville et al. (2014), a disseminação da reutilização envolve os seguintes aspetos:

- Aumento da procura por parte dos consumidores de produtos reutilizados ou de remanufactura;
- O *design* de produtos, permitindo que estes se mantenham durante múltiplos ciclos de utilização;
- Incentivos para as empresas favorecerem a devolução de produtos e publicitar produtos de remanufactura.

Por último, o princípio da Reciclagem refere-se a qualquer operação de recuperação através da qual os resíduos são reprocessados em produtos, materiais ou substâncias, quer para o propósito original, quer para outro propósito (Comissão Europeia, 2008). A reciclagem de resíduos oferece a oportunidade de beneficiar de recursos que ainda podem ser utilizados e permite reduzir a quantidade de desperdício que necessita de tratamento ou descarte contribuindo, desta forma, para a diminuição dos impactos ambientais (Cagno et al. 2005; Zhu 2008; Birat 2015).

Contudo, pela perspetiva de Gwehenberger et al. (2003), se uma sociedade é capaz de reciclar todo o seu desperdício, pode não ser motivada a reduzir a quantidade de desperdício que gera.

De realçar ainda que, apesar da EC ser muitas vezes identificada pelo princípio da Reciclagem, este é a solução menos sustentável quando comparada com os

outros princípios de EC (Redução e Reutilização) em termos de eficiência e rentabilidade de recursos (Stahel 2013; 2014). A reciclagem é limitada por natureza (lei da entropia), complexidade material e abuso (Stahel 2013). Alguns materiais apenas podem ser reciclados até certo ponto.

4. A implementação da Economia Circular: nível micro, meso e macro.

A implementação do modelo de Economia Circular pode ser feita a três níveis diferentes: nível micro, meso e macro. O nível micro descreve a implementação ao nível das empresas, do consumidor e gestão de resíduos; o nível meso descreve a implementação de simbioses industriais e finalmente, o nível macro aborda a aplicação do modelo circular em cidades, províncias, regiões e modelos de consumo colaborativo (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016).

4.1 Economia Circular ao nível Micro

O nível micro é implementado em três dimensões: no setor da produção, as empresas são encorajadas a adotar políticas de produção mais limpa e padrões de *ecodesign* (Yuan et al., 2006); no setor do consumidor aborda-se o consumo responsável a nível individual e público. Por último, a gestão de resíduos envolve a recuperação de recursos e a prevenção de impactos ambientais (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016).

Para adotar a EC, as empresas devem definir estratégias no sentido de aumentar a circularidade do seu sistema produtivo. Estas passam pelo *design* ecológico (Wrinkler, 2011), *design* para o ambiente (Van Berkel et al. 1997; Ramani et al. 2010) e ainda pela produção mais limpa. A última estratégia tem sido adotada por muitas empresas visto permitir o controlo sobre a criação de

resíduos e a análise da eficiência dos recursos ao longo de todo o processo produtivo (Geng, Xinbei, Qinghua, & Hengxin, 2010; Su et al., 2013).

O *design* ecológico (*ecodesign*) e o *design* para o ambiente envolvem aspetos ambientais no desenho e desenvolvimento do produto na fase da sua conceção para melhorar o desempenho ambiental do produto ao longo do seu ciclo de vida (Ramani et al., 2010).

Ao nível do consumidor, a circularidade é implementada através da promoção de um consumo responsável. Este é crucial para aumentar a compra e utilização de produtos e serviços sustentáveis (Feng and Yan 2007; Geng and Doberstein 2008; Su et al. 2013). O consumo verde pode ser impulsionado através de instrumentos funcionais como sistemas de informação ou etiquetas que abrangem produtos alimentares e não alimentares, bem como serviços (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016). Os autores Sonderskov e Daugbjerg (2011) referiram a importância da participação dos governos no sistema de etiquetagem de produtos e serviços no sentido de dar mais confiança aos consumidores na procura dos mesmos.

O consumo verde ao nível do setor público é também uma ferramenta importante para estimular a procura de produtos e serviços ambientalmente aceitáveis (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016).

A gestão de resíduos tem sido considerada como uma forma simples de descartar os resíduos utilizando aterros ou incineração. De acordo com Ghisellini, Cialani, & Ulgiati (2016), este ainda é um padrão utilizado ao nível mundial, originando grandes perdas em termos de recursos de valor e com pesadas consequências ambientais. Recentemente, surgiu como alternativa a esta gestão de resíduos a recuperação dos mesmos transformando-os em recursos, prevenindo os impactos ambientais. Desta forma, a gestão de resíduos torna-se muito importante no âmbito da EC por permitir às empresas extrair recursos a

partir de resíduos ao aplicar inovadoras tecnologias de recuperação (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016).

4.2 Economia Circular ao nível Meso

As ações de Economia Circular ao nível meso referem-se apenas à produção, envolvendo o desenvolvimento de parques eco industriais e redes de simbiose industrial (Yuan et al. 2006; Chertow 2012, 2000; Su et al. 2013). Nestes sistemas industriais, as indústrias que normalmente trabalham como entidades separadas, envolvem-se em redes complexas de troca de recursos (matéria-prima, água, energia e *by-products*), a chamada simbiose industrial, com o objetivo de alcançar benefícios económicos e ambientais (Lowe et al. 1995; Chertow 2000). De acordo com Zhu et al. (2007), a essência da simbiose industrial é tirar o máximo proveito da utilização de *by-products*, enquanto são reduzidos os resíduos ou estes são tratados eficazmente. O termo é normalmente aplicado a uma rede de empresas independentes que trocam *by-products* e partilham outros serviços como infraestruturas e serviços (Zhu et al., 2007).

Relativamente aos parques eco industriais, têm como principal objetivo a concretização de ciclos fechados, com a minimização de resíduos e melhoria geral da ecoeficiência através da aplicação de princípios de produção mais limpa, ecologia industrial e economia circular (Geng et al. 2008).

4.3 Economia Circular ao nível Macro

O desenvolvimento da EC em cidades, províncias e regiões envolve a integração e *redesign* de quatro sistemas: 1) o sistema industrial (por exemplo: mudar o tamanho das empresas de pequeno para grande e acabar com empresas muito poluidoras, favorecendo atividades económicas mais leves como aquelas relacionadas com indústrias de alta tecnologia, turismo ou cultura); 2) o sistema de infraestrutura dos serviços de entrega (sistema de transporte e comunicação,

sistema de reciclagem de água, linhas de energia elétrica limpa, etc.); 3) o enquadramento cultural e 4) o sistema social (Mirata and Emtairah 2005; Feng and Yan 2007; Ness 2008; Naustalslid 2014).

O conceito de cidade ecológica é muitas vezes associado ao livro de Richard Register (1987), que a define como uma cidade onde os seres humanos existem em harmonia com a natureza e desta forma reduzem a sua pegada ecológica. Este conceito, desenvolvido por Rees e Wackernagel (1996), mede a área total de terra necessária para que uma determinada população exista de forma sustentável. Richard Register foi ainda fundador da *Ecocity Builders*, uma organização sem fins lucrativos que trabalha para promover a prática de *ecocities*. O *World Eco-City Summit* (San Francisco Eco-City Declaration, 2018) referiu que uma *Eco-City* é uma cidade ecologicamente saudável. O desenvolvimento destas cidades requer a compreensão das interações complexas entre os fatores ambientais, económicos, políticos e socioculturais baseados em princípios ecológicos. O *World Eco-City Summit* refere ainda que as cidades devem ser concebidas para preservar a saúde e qualidade de vida dos seus habitantes e conservar os ecossistemas nos quais estão inseridos.

De referir ainda os modelos de consumo colaborativo, que são reconhecidos como uma das melhores opções do lado do consumidor para implementar a EC (Ness 2008; Preston 2012; Van Meter 2013). Estes consistem, por exemplo, em partilhar, trocar, alugar, e são baseados numa ideia de partilha entre vários consumidores. Por exemplo, quando um consumidor aluga não se torna proprietário do produto, mas tem apenas o direito de utilizá-lo mediante o pagamento de determinado valor (Ness 2008; Ellen MacArthur Foundation 2010; Preston 2012; Van Meter 2013).

II. Indicadores de Economia Circular

1. A crescente necessidade de medição de progresso

A implementação de princípios de Economia Circular é, segundo Saidani et al. (2018), cada vez mais recomendada como solução conveniente para alcançar os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS). De acordo com os mesmos autores, em todo o mundo, investigadores, industriais e políticos concordam com a necessidade de utilizar instrumentos para medir a EC e, desta forma, gerir a transição a diferentes níveis. Neste contexto, foram desenvolvidos vários indicadores de circularidade nos últimos anos (Saidani et al., 2018).

Para Blomsma e Brennan (2017), avançar na discussão da EC para um nível superior requer alcançar uma compreensão partilhada e uma linguagem comum. Por exemplo, métodos de avaliação como a utilização de indicadores pode representar um papel chave na criação de um conhecimento mais profundo e integração da EC, isto é, pode ajudar os agentes económicos a definirem objetivos adequados à EC (Saidani et al., 2018).

Para Haas et al. (2015), é imperativo determinar o estado atual de circularidade para que seja possível aferir um *benchmark* a partir do qual seja possível monitorizar o progresso. Nesta base, é agora amplamente aceite que, para promover a EC, é essencial a introdução de ferramentas de monitorização e avaliação como indicadores para medir e quantificar progresso (Walker et al. 2018; Acampora et al. 2017; Cayzer et al. 2017; Akerman, 2016; Di Maio and Rem, 2015; Su et al. 2013; Geng et al., 2012).

O conceito de indicador é definido pela OCDE (2014) como um fator ou variável quantitativa ou qualitativa que permite uma forma simples e confiável

de medir o desempenho, para refletir as mudanças ligadas a uma intervenção, ou para ajudar a avaliar o desempenho de um ator de desenvolvimento.

Os indicadores têm a capacidade de sintetizar, destacar e condensar algo complexo num conjunto de informação capaz de ser facilmente compreendida e avaliada (Singh et al., 2012; Wisse, 2016). Podem ser utilizados para comunicar, aumentar a consciência pública para problemas importantes (por exemplo, impactos ambientais potenciais) e indicar se as metas vão ser alcançadas ou não (EEA, 1999). Especificamente, para a EC, os indicadores podem funcionar como um ponto de partida para uma transição para práticas circulares (Kalmykova et al., 2018).

Preston (2012) refere que para conseguir monitorizar o progresso face à EC é necessário desenvolver um mapeamento rigoroso do fluxo de recursos no sistema económico. Adicionalmente, considerando que a troca de recursos e resíduos é crescente entre países, medidas nacionais não serão suficientes para resolução de problemas, pelo que o mesmo autor afirma que será necessária a cooperação internacional para conseguir uma transição bem-sucedida.

Tendo por base o exposto, a seguinte parte deste TFM consiste numa ilustração das políticas e indicadores desenvolvidos no âmbito da implementação da Economia Circular ao nível da China, Holanda, União Europeia e Portugal.

Optou-se por referir o caso da China visto ter iniciado um projeto profissional numa empresa ligada a uma empresa nacional chinesa. No âmbito do meu dia-dia de trabalho surgem várias iniciativas por parte da empresa ao nível de sustentabilidade, pelo que me foi suscitada a curiosidade em perceber o nível de implementação da EC neste país. devido à importância que a Economia Circular tem tido neste país. De realçar que a China é o país com maior número de publicações académicas ao nível macro. Ainda a referir que, ao longo da investigação para este TFM a China surgiu em inúmeras publicações. De acordo com um estudo desenvolvido por (Sacchi et al. (2018), autores de origem chinesa

são os que têm maior número de publicações acadêmicas relacionadas com a implementação da EC ao nível macro.

A União Europeia, é analisada no sentido de perceber o que está a ser feito no contexto colaborativo dos diferentes Estados-Membros.

De seguida, é ilustrado o caso holandês. visto este ser um país que adotou políticas de Economia Circular a diversos níveis. Segundo Savini (2019), o contexto holandês é um caso ideal para explorar os impactos institucionais e políticos do modelo de EC na economia europeia contemporânea. A Holanda, promulgou políticas abrangentes a todas as escalas, combinando metas climáticas com uma estratégia nacional para o crescimento sustentável. Além disso, essas políticas são aplicadas a um país densamente povoado, no qual as aglomerações urbanas estão a expandir-se e a energia, matérias-primas e terra são cada vez mais escassas (Savini, 2019). Por último, apresenta-se o caso nacional.

1.1 China

O rápido crescimento económico ajudou a China a tornar-se uma das mais importantes potências económicas ao nível mundial, aumentando a riqueza da população e permitindo mais oportunidades de emprego (Yuan et al., 2006). Contudo, de acordo com os mesmos autores, este crescimento económico, aliado ao aumento contínuo da população, resultou em problemas sérios ao nível da escassez de recursos e poluição ambiental.

Para lutar contra os inúmeros problemas ambientais, incluindo o aquecimento global, escassez de recursos e poluição ambiental, e ao mesmo tempo manter o forte estado de desenvolvimento, as autoridades chinesas iniciaram inúmeros esforços (Geng, Fu, Sarkis, & Xue, 2012). Neste sentido, a EC foi adotada na China como um objetivo político por ser considerada como uma estratégia que não contraria o objetivo de desenvolvimento económico e industrialização do país,

contrariamente às medidas de proteção ambiental normalmente adotadas (Zhu et al., 2018). De acordo com Biwei et al. (2013), a EC é vista como uma estratégia de desenvolvimento proposta pelo governo central da China, tendo como objetivo aumentar a eficiência na utilização de materiais e energia.

O conceito de EC na China aproxima-se do conceito de ecologia industrial, o qual enfatiza os benefícios de utilizar os resíduos materiais, a energia, a água, os *by-products* e a informação (Jacobsen, 2006; Yuan et al., 2006). O exemplo mais comum deste conceito é a simbiose industrial onde são verificados benefícios coletivos ao nível económico e social. Ao nível económico, a proximidade de empresas permite inúmeros fatores de produção comuns como o trabalho, capital e energia, o que pode diminuir os preços dos fatores ou aumentar a produtividade (Anderson, 1994). Além dos custos de transporte e transação serem reduzidos através da proximidade física, as empresas podem ainda partilhar tecnologia mais facilmente (Coe et al., 2004). Ao nível ambiental, os benefícios são conseguidos não só através da minimização de desperdício, e ainda através da menor utilização de materiais virgens na atividade económica (Andersen, 2007).

Uma implementação de EC bem-sucedida requer esforços a três níveis diferentes: micro, meso e macro (Yuan et al., 2006; Geng and Doberstein, 2008; Zhu and Huang, 2005). De acordo com Biwei et al. (2013), as práticas de EC podem ser divididas em quatro áreas: produção, consumo, gestão de resíduos e outros apoios. A Tabela 1 refere a estrutura de práticas desenvolvidas na China, divididas pelos três níveis de implementação (Biwei et al. 2013).

	Micro (individual)	Meso (associação simbiótica)	Macro (cidade, província, estado)
Produção (setor primário, secundário e terciário)	Produção limpa <i>Eco-design</i>	Parques eco industriais Sistema eco agrícola	Rede regional eco industrial
Consumo	Compra e consumo verdes	Parques amigos do ambiente	Serviço de aluguer
Gestão de Resíduos	Sistema de reciclagem de produtos	Mercados de comércio de resíduos Parque industrial venoso	Simbiose urbana
Outros apoios	Políticas e leis; plataforma de informação; <i>Capacity-building</i> ; ONGs		

Tabela 1: Estrutura de práticas de EC na China. Fonte: Biwei et al. (2013)

De acordo com Geng et al. (2010), a produção mais limpa é a prática mais eficaz e amplamente desenvolvida, quando comparada com outras práticas, especialmente após o decreto da *Cleaner Production Promotion Law* em janeiro de 2003 na China. Esta política adequa-se a empresas muito poluidoras que são obrigadas a cumprir requisitos apertados ao nível da utilização de recursos, produção mais limpa e redução na criação de poluentes (Yuan et al., 2006).

Os autores Biwei et al. (2013), referem outras leis que foram posteriormente promulgadas, como a *Law on Pollution Prevention and Control of Solid Waste*, em 2005. No mesmo ano, a *National Development and Reform Commission (NDRC)* – comissão apontada pelo governo chinês como responsável pelo dever de promover e implementar a EC no país (Geng et al., 2009) - anunciou oito iniciativas para facilitar a implementação da EC incluindo: 1) o início do processo legislativo; 2) projetos piloto; 3) a aplicação de instrumentos económicos; 4) esforços ao nível de investigação e desenvolvimento (I&D); 5) reestruturação industrial; 6) indicadores de desempenho; 7) mecanismos financeiros e 8) formação e educação. Em 2009 foi ainda promulgada a *Circular Economy Promotion Law* considerada como uma lei fundamental para orientar as políticas de EC na China (Biwei et al., 2013). De acordo com os autores Geng et al. (2008),

na China têm sido feitos inúmeros esforços de investigação no sentido da implementação da EC ao nível nacional, especialmente na implementação da EC ao nível social e empresarial.

Considerando que a *Circular Economy Promotion Law* foi emitida com a elevada expectativa de promover a transição do modelo de desenvolvimento da economia chinesa, e que esta está em vigor desde 2009, importa avaliar se esta lei contribuiu de forma significativa para a aumentar o grau de circularidade da economia chinesa (Yuan et al., 2018). Os mesmos autores estudam a hipótese de que: se a *Circular Economy Promotion Law* ajudou o desenvolvimento da EC na China, depois da sua adoção em 2009, então os indicadores de circularidade devem demonstrar melhorias significativas. Assim, se for possível avaliar esta mudança, é possível perceber se esta lei teve um papel importante na promoção da transição para um modelo de desenvolvimento económico diferente. Yuan et al. (2018) referem ainda que pouca informação sobre evolução concreta do nível de circularidade da economia chinesa e reforma legislativa da *Circular Economy Promotion Law* foi comunicada a comunidades internacionais.

A NDRC publicou *The Evaluation Index System of Circular Economy Development* em 2007 (atualizado em 2017) onde constam índices de avaliação nacionais focados na EC. A Tabela 2 descreve os indicadores calculados ao nível do país das duas versões (2007 e 2017) de índices de avaliação da EC:

	Grupo	Indicadores
<i>Evaluation Index System of Circular Economy Development (2007)</i>	1) Produtividade dos recursos	1.1) Produtividade dos principais recursos minerais; 1.2) Produtividade energética
	2) Taxa de consumo de recursos	2.1) Consumo de energia por unidade de PIB; 2.2) Consumo de energia por valor industrial acrescentado; 2.3) Consumo de energia por unidade de produto em setores industriais chave; 2.4) Recolha de água por unidade de PIB;

		<p>2.5) Recolha de água por valor industrial acrescentado;</p> <p>2.6) Consumo de água por unidade de produto em setores industriais chave;</p> <p>2.7) Coeficiente de utilização de água para irrigação</p>
	3) Taxa de utilização integrada de recursos	<p>3.1) Taxa de reciclagem de resíduos sólidos industriais;</p> <p>3.2) Rácio de reutilização industrial de água;</p> <p>3.3) Taxa de reciclagem de água residual urbana;</p> <p>3.4) Tratamento seguro de resíduos sólidos domésticos;</p> <p>3.5) Taxa de reciclagem de sucata de ferro;</p> <p>3.6) Taxa de reciclagem de metais não-ferrosos;</p> <p>3.7) Taxa de reciclagem de papel;</p> <p>3.8) Taxa de reciclagem de plásticos;</p> <p>3.9) Taxa de reciclagem de borracha.</p>
	4) Deposição de resíduos e emissão de poluentes	<p>4.1) Quantidade total de resíduos sólidos depostos;</p> <p>4.2) Quantidade total de efluentes industriais descarregados;</p> <p>4.3) Emissões totais de SO₂;</p> <p>4.4) Carência química de oxigénio total.</p>
	Grupo	Indicadores
<i>Evaluation Index System of Circular Economy Development (2017)</i>	1) Abrangente	<p>1.1) Produtividade dos recursos primários;</p> <p>1.2) Taxa de reciclagem dos principais recursos secundários</p>
	2) Singular	<p>2.1) Taxa de utilização dos resíduos sólidos industriais;</p> <p>2.2) Taxa de valorização dos principais recursos renováveis;</p> <p>2.3) Taxa de utilização de resíduos de colheita;</p> <p>2.4) Taxa de reciclagem de resíduos urbanos alimentares e de cozinhas;</p> <p>2.5) Taxa de processamento de recursos provenientes de resíduos de construção;</p> <p>2.6) Produtividade energética;</p> <p>2.7) Produtividade dos recursos hídricos;</p> <p>2.8) Produtividade do solo para construção;</p> <p>2.9) Taxa de utilização circular de água em empresas de consumo acima da média;</p> <p>2.10) Taxa de utilização de água recuperada em meio urbano;</p> <p>2.11) Produto da indústria de reciclagem de resíduos.</p>
	3) Referência	<p>3.1) Quantidade de resíduos sólidos industriais depostos;</p> <p>3.2) Emissões de água residual industrial;</p> <p>3.3) Capacidade de processamento de resíduos sólidos urbanos;</p> <p>3.4) Emissões dos principais poluentes.</p>

Tabela 2: Indicadores para a EC na China ao nível macro (2007 e 2017). Fonte: NRDC (2007, 2017)

De acordo com Yuan et al. (2018), os indicadores do *Evaluation Index System of Circular Economy Development* (EIS) de 2007 não devem ser interpretados da mesma forma que os de 2017 (NRDC 2007). Os quatro tipos de indicadores do EIS 2007 devem ser utilizados em conjunto para fazer uma avaliação, enquanto no EIS 2017, o indicador “Abrangente” representa o papel mais importante (Yuan et al., 2018).

Segundo o EIS 2017 (NRDC 2017), os seguintes cinco sub-indicadores (do grupo “Singular”) são utilizados para calcular taxa de reciclagem dos principais recursos secundários (um dos sub-indicadores do indicador “Abrangente”):

- 1) Taxa de utilização dos resíduos sólidos industriais;
- 2) Taxa de valorização dos principais recursos renováveis;
- 3) Taxa de utilização de resíduos de colheita;
- 4) Taxa de reciclagem de resíduos urbanos alimentares e de cozinhas;
- 5) Taxa de processamento de recursos provenientes de resíduos de construção.

Ainda no EIS 2017, o método de cálculo dos outros sub-indicadores do segundo indicador “Singular” é apresentado, mas não existe explicação detalhada sobre a utilização do mesmo.

A produtividade dos recursos primários (sub-indicador que pertence ao grupo “Abrangente”), é definida como o rácio do PIB do consumo real dos principais recursos.

O terceiro indicador “Referência”, que diz respeito à capacidade de processamento de resíduos sólidos urbanos, inclui preocupações ao nível ambiental no final do ciclo de vida, não tendo, contudo, um papel na avaliação, estando apenas listado para referência (NRDC 2017; Yuan et al.,2018).

Assim, apesar de existirem indicadores de avaliação, o EIS 2007 e 2017 não demonstram como é que estes indicadores funcionam em conjunto e como fazer uma avaliação integrada dos mesmos (NRDC 2007,2017; Yuan et al.,2018).

Considerando que a EC foi considerada como estratégia chave, ao nível nacional, para o desenvolvimento económico e social, pelo governo chinês (Liu et al., 2017), torna-se essencial desenvolver uma metodologia que permita avaliar o grau de circularidade na economia chinesa (Yuan et al., 2018).

Num estudo realizado por Yuan et.al (2018), foi proposta uma análise à eficácia da *Circular Economy Promotion Law* tendo por base os indicadores desenvolvidos no EIS 2007 e 2017. Admitindo a falta de metodologia para conseguir avaliar estes indicadores, os autores adotaram o método de Análise de Fluxos Materiais (AFM). Este é amplamente aceite como metodologia entre as várias ferramentas de avaliação disponíveis para o desenvolvimento de EC, sendo ainda, geralmente utilizado como mais adequado para indicadores a nível nacional (Bringezu et al., 2003; Wang et al., 2018). De acordo com Pintér (2006), o método AFM fornece uma ferramenta de diagnóstico para monitorizar os fluxos de materiais em unidades de medida físicas, ao longo de toda a cadeia de valor. Além disso, o autor considera que esta ferramenta tem a capacidade de ser utilizada com o objetivo de compreender os impactos associados à utilização de materiais numa economia.

Para avaliar o grau de circularidade na economia chinesa, os autores Yuan et al. (2018), dividem o sistema económico em quatro partes, ilustradas na Figura 4.

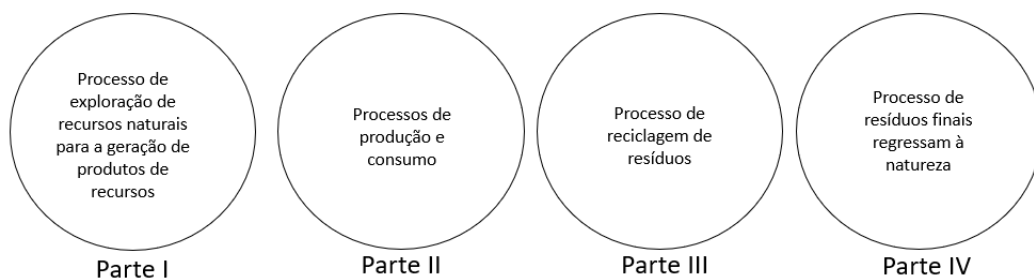


Figura 4: As quatro partes do fluxo dos recursos naturais no sistema económico e social. Fonte: Yuan et al. (2018)

Os autores referem que uma economia caracterizada pela circularidade significa que nas quatro partes definidas na Figura 4, a entrada de recursos e a geração de resíduos devem ser minimizados e os resíduos devem ser reciclados.

Desta forma, para analisar o caso da China, Yuan et al. (2018) desenvolveram indicadores que correspondem a cada uma das partes, podendo ser utilizados para avaliar o grau de circularidade em cada uma delas, e ainda um indicador abrangente que permitisse a avaliação de circularidade ao nível nacional. De referir ainda que, no estudo de Yuan et al. (2018), são considerados diferentes níveis de indicadores e é definido o seu peso considerando a importância relativa de cada indicador com base em discussões anteriores sobre práticas de EC na China e ainda através da consulta de especialistas em EC.

Na parte I, para determinar a eficiência de utilização dos recursos naturais, estão envolvidos dois indicadores: a taxa de recuperação total dos recursos minerais e a taxa de utilização abrangente dos recursos minerais associados (*“Comprehensive utilization rate of associated mineral resources”*, dados obtidos pelos autores através de relatórios governamentais e artigos publicados). Os autores consideraram que a contribuição dos dois indicadores é diferente. Mais ainda, atribuíram à taxa de recuperação total dos recursos minerais maior importância (70%), quando comparada com a importância dos recursos minerais associados (30%). Assim, utilizaram a média ponderada destes dois indicadores para servir de indicador de medida para a eficiência de utilização dos recursos.

Para a parte II, a produtividade dos recursos primários (petróleo, gás natural, carvão, ferro, metal não ferroso, recursos não metálicos e recursos de biomassa, entre os quais petróleo, gás natural e carvão são todos combustíveis fósseis, em consumo aparente – calculado pelo *output* adicionado à receita líquida) é utilizada para medir a eficiência de recursos.

Na parte III, os autores utilizam a média ponderada da taxa de utilização abrangente dos resíduos sólidos industriais (50%), a taxa de reciclagem de águas

residuais industriais (20%) e a taxa de reciclagem de recursos renováveis (30%) para medir a eficiência da utilização de recursos. Daqui resulta a taxa de reciclagem dos recursos secundários. Finalmente, a parte IV utiliza a eficiência ambiental para refletir a relação entre as emissões no ambiente natural e os resultados económicos (Yuan et al., 2018). A Tabela 3 ilustra o sistema de indicadores de avaliação do grau de circularidade da economia nacional chinesa. O Grau de circularidade abrangente, combina a taxa de utilização abrangente de recursos minerais, a eficiência ambiental dos recursos e a taxa de reciclagem de recursos secundários.

Indicador	Método de cálculo
Taxa de eficiência de utilização dos recursos (TEUR)	$TEUR = 0.7 \times \text{taxa de recuperação total dos recursos minerais} + 0.3 \times \text{taxa de utilização abrangente dos recursos minerais associados}$
Produtividade dos recursos primários (PRP)	$PRP = \text{PIB (preços constantes)} / \text{quantidade total de consumo dos principais recursos primários}$
Taxa de reciclagem dos recursos secundários (TRRS)	$TRRS = 0.5 \times \text{taxa de utilização abrangente dos resíduos sólidos industriais} + 0.3 \times \text{taxa de reciclagem de recursos} + 0.2 \times \text{taxa de reciclagem de águas residuais industriais}$
Eficiência ambiental (EA)	$EA = \text{PIB (preços constantes)} / \text{descargas totais dos principais poluentes (procura química de oxigénio, amoníaco, dióxido de enxofre, fumo, pó e resíduos sólidos)}$
Grau de circularidade abrangente (GCA)	$GCA = \sum(\text{TEUR} + \text{eficiência ambiental dos recursos (EAR)} + \text{TRRS}) / 3$
Eficiência Ambiental dos Recursos (EAR)	$EAR = (\text{quantidade total de consumo dos principais recursos primários} - \text{descarga total dos principais poluentes industriais}) / \text{quantidade total de consumo dos principais recursos primários}$

Tabela 3: Sistema de indicadores de avaliação do grau de circularidade da economia nacional chinesa. Fonte: Yuan et al. (2018)

Os indicadores selecionados pelos autores Yuan et al. (2018), são baseados nas duas versões nacionais do sistema de avaliação de EC na China. Com a utilização do método AFM, e a seleção dos indicadores-chave, tentaram ter em consideração os diferentes aspetos da EC. Referem, contudo, o facto de existir

falta de informação no que diz respeito a alguns indicadores. O objetivo do estudo desenvolvido por Yuan et al. (2018) é avaliar a eficácia da implementação da *Circular Economy Promotion Law*. Para conseguir esta avaliação, os autores consideraram como elemento-chave a comparação dos indicadores entre o *11th Five-year Plano Period* (entre 2006 e 2010 - antes da implementação da lei) e o *12th Five-year Plano Period* (entre 2011 e 2015 - após a implementação da lei).

Para o primeiro indicador (TEUR), os autores encontraram limitações na obtenção de dados, não encontrando informação disponível nos dados estatísticos publicados anualmente. Em vez disso, obtiveram dados da taxa de recuperação total dos principais recursos minerais e a taxa de utilização abrangente dos recursos minerais associados do ano 2000, a partir de artigos publicados, bem como da taxa de recuperação total dos principais recursos minerais associados de 2005, 2010 e 2015 através de documentos do NRDC e Conselho de Estado. Entre os quais, os dados de 2005 puderam ser confirmados através do "*China Mining Yearbook 2008*", e os dados de 2015 eram a meta de utilização de recursos minerais esperada. Assim, para avaliar a TEUR, pelo nível abrangente da EC, os autores partiram do pressuposto de que a meta esperada para 2015 tinha sido cumprida, supondo ainda que o TEUR tivesse aumentado de forma uniforme a cada período de cinco anos. Ao combinar os estudos existentes, os autores verificaram que o TEUR passou de 27% em 2000 para 31,5% em 2005 e 36,5% em 2010, sendo que a meta de 2015 era de 41,5%.

Relativamente à produtividade dos recursos primários (PRP), esta foi calculada tendo por base a quantidade total de consumo (consumo aparente: soma dos *outputs* e importações) dos principais recursos primários. A Figura 5 ilustra o consumo aparente dos principais recursos primários na China:

Year	Raw Coal (Standard Coal)	Crude Oil (Standard Coal)	Natural Gas (Standard Coal)	Iron Ore	Non-ferrous Metal Ores	Non-Metallic Resources	Biomass Resources	Total
2001	105,771.96	32,975.96	3733.13	28,901.65	13,278.16	111,799.02	43,112.45	339,572.34
2002	116,160.25	35,611.17	3900.27	33,549.52	12,245.94	119,505.67	42,945.73	363,918.55
2003	138,352.27	39,613.68	4532.91	37,748.88	10,367.25	163,778.24	40,037.42	434,430.65
2004	161,657.26	45,825.92	5296.46	51,880.98	14,429.14	126,358.22	46,495.91	451,943.90
2005	189,231.16	46,523.68	6272.86	62,520.92	12,577.39	130,228.30	47,580.53	494,934.84
2006	207,402.11	50,131.73	7734.61	75,066.06	15,419.31	152,155.20	50,697.21	558,606.23
2007	225,795.45	52,945.14	9343.26	87,924.76	19,519.39	164,647.48	51,098.16	611,273.64
2008	229,236.87	53,542.04	10,900.77	97,863.67	19,436.53	164,188.74	54,301.30	629,469.92
2009	240,666.22	55,124.66	11,764.41	108,648.48	19,097.67	189,592.93	54,118.23	679,012.60
2010	249,568.42	62,752.75	14,425.92	129,221.48	25,154.27	213,995.65	56,726.81	751,845.29
2011	271,704.19	65,023.22	17,803.98	156,524.7	28,761.38	241,190.78	59,511.48	840,519.73
2012	275,464.53	68,363.46	19,302.62	147,252.33	32,717.77	240,043.26	62,122.09	845,266.06
2013	280,999.36	71,292.12	22,096.39	154,494.18	37,931.81	259,585.45	64,030.46	890,429.77
2014	279,328.74	74,090.24	24,270.94	161,844.37	32,955.99	236,173.88	65,266.31	873,930.47
2015	273,849.49	78,672.62	25,364.40	147,721.60	32,783.60	259,055.75	66,754.97	884,202.43

Unit: 10 Thousand ton; Data sources: China Statistical Yearbook, 2002–2016 (National Bureau of Statistics); China Mining Yearbook, 2002–2016 (Editorial Office of China Mining Yearbook).

Figura 5: Consumo aparente dos principais recursos primários na China. Fonte: National Bureau of Statistics (2002-2016); Yuan et al. (2018)

A Figura 6 ilustra os cálculos da PRP desde 2005 (com base nos dados da Figura 5), sendo que o PIB foi calculado através dos preços constantes de 2005 e 2010 separadamente, para corresponder aos preços dos períodos do 11^o e 12^o planos (Yuan et al., 2018).

Year	Amount of Resource Consumption (0.1 Billion Ton)	GDP (0.1 Billion Yuan RMB)	PRP (Yuan/Ton)	Index of PRP (%)
2005 Constant price				
2005	49.49	187,318.9	3784.72	
2006	55.86	211,147.7	3779.90	99.87
2007	61.13	241,195.8	3945.79	104.26
2008	62.95	264,472.8	4201.52	111.01
2009	67.90	289,329.9	4261.04	112.59
2010	75.18	320,102.6	4257.56	112.49
Average for the 11th Five-year Plan period			4089.16	
2010 Constant price				
2010	75.18	413,030.3	5493.55	
2011	84.05	452,429.9	5382.74	97.98
2012	84.53	487,976.2	5773.05	105.09
2013	89.04	525,835.4	5905.41	107.50
2014	87.39	564,194.4	6455.83	117.52
2015	88.42	603,212.1	6822.10	124.18
Average for the 12th Five-year Plan period			6067.83	

Data sources: Resource consumption data comes from Table 3, and the GDP comes from the China Statistical Yearbook (2016) (National Bureau of Statistics).

Figura 6: Produtividade dos Recursos Primários (PRP). Fonte: National Bureau of Statistics (2002-2016); Yuan et al. (2018)

A partir dos dados da Figura 6 verifica-se que a média da PRP no período relativo ao *11th Five-Year Plan* é de 4089.16 yuan RMB/ton e no período seguinte (*12th Five-Year Plan*) este indicador aumentou para 6067.83 yuan RMB/ton, o que significa um aumento de 48.39%. Contudo, de acordo com Yuan et al. (2018), este

aumento significativo pode não estar relacionado com a implementação da *Circular Economy Promotion Law*. A PRP permaneceu igual ou até registou um decréscimo entre 2008 e 2010, mostrou uma ligeira mudança entre 2010 e 2013, acelerando o aumento em 2014 e 2015. Desta forma, estas variações nos dados podem não ser necessariamente associadas à promulgação da lei.

A Figura 7 ilustra as mudanças anuais da PRP. Através da análise dos dados verifica-se que no período relativo ao *11th Five-year Plan*, a PRP manteve-se estável e depois aumentou. No período relativo ao *12th Five-year Plan*, a PRP aumentou significativamente, especialmente entre 2014 e 2015. Observa-se uma pequena flutuação em 2011.

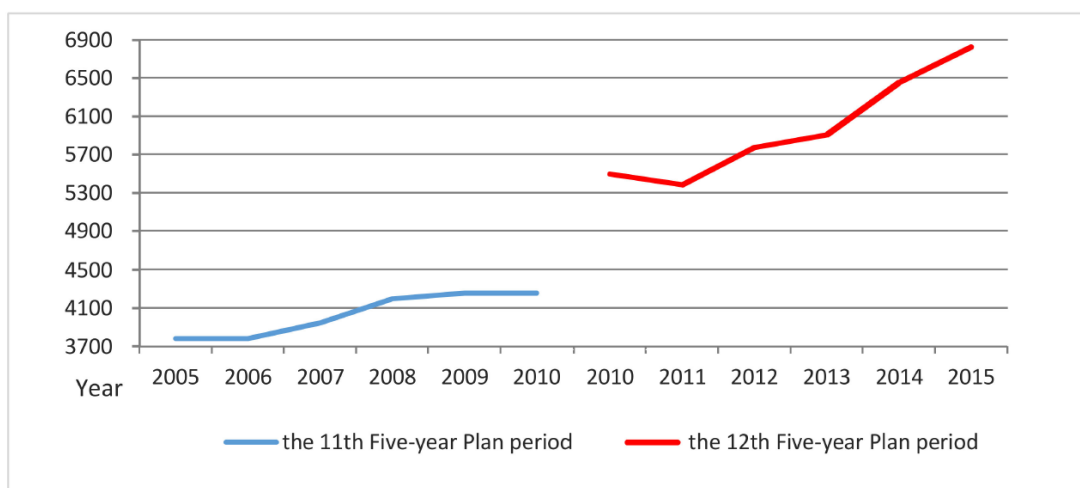


Figura 7: Variação anual da PRP nos períodos do *11th Five-year plan* e *12th Five-year plan*. Fonte: Yuan et al. (2018)

De seguida importa analisar a taxa de reciclagem dos recursos secundários (TRRS), que combina a taxa de utilização abrangente de resíduos sólidos industriais, a taxa de reciclagem de recursos renováveis e a taxa de reciclagem de água industrial.

A Figura 8 ilustra a utilização abrangente de resíduos sólidos industriais entre 2000 e 2015. Aqui são apresentados dados relativos ao volume produzido de

resíduos sólidos industriais e o volume de utilização abrangente de resíduos sólidos industriais provenientes do *China Environmental Statistical Yearbook*.

Year	Produced Volume of Industrial Solid Waste (10 Thousand Ton)	Volume of Comprehensive Utilization of Industrial Solid Waste (10 Thousand Ton)	Comprehensive Utilization Rate of Industrial Solid Waste (%)	Industrial Solid Waste Comprehensive Utilization Index
2000	81,608	37,451	45.9	
2001	88,840	47,290	52.1	113.51
2002	94,509	50,061	51.9	113.07
2003	100,428	56,040	54.8	119.39
2004	120,030	67,796	55.7	121.35
2005	134,449	76,993	56.1	122.22
2006	151,541	92,601	60.2	107.31
2007	175,632	110,311	62.1	110.70
2008	190,127	123,482	64.3	114.62
2009	203,943	138,186	67	119.43
2010	240,944	161,772	66.7	118.89
2011	326,204	196,988	59.8	89.66
2012	332,509	204,467	60.9	91.30
2013	330,859	207,616	62.2	93.25
2014	329,254	206,392	62.1	93.10
2015	331,055	200,857	60.2	90.25

Data sources: China Environmental Statistical Yearbook (2001–2016) (National Bureau of Statistics and Ministry of Environmental Protection).

Figura 8: Utilização abrangente de resíduos sólidos industriais entre 2000 e 2015. Fonte: National Bureau of Statistics (2002-2016); Yuan et al. (2018)

A partir dos dados da Figura 8 verifica-se uma flutuação da taxa de utilização abrangente de resíduos sólidos industriais, aumentando de 45.9% em 2000 para 60.2% em 2015. De realçar a queda de 10.34% em 2011. De acordo com Yuan et al. (2018), esta redução pode ter sido causada pelo declínio no crescimento económico. De acordo com a agência Reuteurs, o crescimento da China em 2018 desacelerou para o valor mais baixo registado em 28 anos (PIB de 6,6% em 2018). Quando a economia desacelera, a utilização dos resíduos industriais pode ser afetada. Importante referir que, após a implementação da lei (em 2009) o valor relativo à taxa de utilização abrangente de resíduos sólidos industriais apresentou um decréscimo. Em 2009 registou valores de 67%, mantendo-se sempre abaixo deste valor, registando, em 2015, 60,2%.

Na Figura 9 encontram-se dados relativos à taxa de reciclagem de recursos renováveis na China (período entre 2008 e 2015). Yuan et al. (2018) utilizam dados de diversas fontes visto que não existem estatísticas governamentais organizadas para a recolha de recursos e informação sobre reciclagem.

Year	Recycling Rate of Waste Iron and Steel	Recycling Rate of Waste Non-Ferrous Metals (%)	Recycling Rate of Waste Plastic (%)	Recycling Rate of Waste Paper (%)	Recycling Rate of Scrap Cars (%)	Recycling Rate of Waste Electronic and Electrical Products (%)	Recycling Rate of Major Renewable Resources (%)	Index of Recycling Rate of Major Renewable Resources
2008	14.03	7.78	24.45	37.22	9.55	22.79	19.30	
2009	13.32	13.63	27.55	38.18	5.13	25.75	20.59	
2010	13.04	12.98	27.07	37.58	8.10	20.24	19.83	
2011	13.28	13.24	27.04	39.48	6.44	21.82	20.22	101.93
2012	11.60	14.34	30.01	40.82	5.71	11.44	18.99	93.91
2013	18.55	15.09	21.71	38.66	6.10	14.71	19.14	100.79
2014	18.52	16.53	28.21	37.49	5.39	17.07	20.54	107.32
2015	17.89	16.99	23.05	41.15	6.94	20.27	21.05	102.49

Data sources: the Renewable Resource Collection Sector Development Report (Ministry of Commerce, 2013–2015); Mid-term and Long-term Plan for the Construction of the Renewable Resource Collection System (2015–2020) (Ministry of Commerce, 2015); China Circular Economy Yearbook (2008–2016) (Xie and Zhang et al., 2008–2016).

Figura 9: Reciclagem dos principais recursos. Fonte: Department of Circulation Industry Development Division of Ministry of Commerce (2013-2015); Ministry of Commerce (2015); Xie, Z.H.; Zhang, Y. (2008-2010; 2011-2013; 2014-2015); National Bureau of Statistics (2000-2016); Yuan et al. (2018)

Considerando as limitações de dados existentes, os autores apenas consideraram seis tipos de resíduos (ferro, aço, não ferrosos, plásticos, papel, sucata de carros e produtos eletrônicos) para calcular a taxa de reciclagem de recursos. Enfrentando o mesmo problema, a taxa de reciclagem dos seis resíduos foi calculada como a média aritmética da percentagem do valor da recolha considerando o valor da produção. Foi calculada apenas a taxa de reciclagem para o *12th Five-Year Plan* devido à inexistência de dados relativos a 2005.

A partir dos dados da Figura 9 verifica-se que a taxa de reciclagem dos recursos teve um aumento ligeiro entre 2008 e 2015 (passando de 19.30% para 21.05%). Conclui-se que a implementação da lei em 2009 não teve impacto também ao nível deste indicador.

A Figura 10 ilustra a evolução da taxa de reciclagem de água industrial (entre 2004 e 2015). Os dados demonstram que este indicador tem registado uma tendência crescente. Contudo, mais uma vez não se verifica flutuações causadas pela implementação da lei para promoção da EC (em 2009).

Year	New Industrial Water Consumption (10 Thousand m ³)	Recycling Amount (10 Thousand m ³)	Industrial Water Recycling Rate (%)	Index of Industrial Water Recycling Rate
2004	1,028,202	4,183,937	80.27	
2005	1,112,285	5,670,096	83.60	
2006	1,200,287	5,535,492	82.18	98.30
2007	1,177,176	6,026,048	83.66	100.07
2008	1,064,104	6,547,258	86.02	102.89
2009	1,028,179	6,130,645	85.64	102.44
2010	1,094,686	6,872,928	86.26	103.18
2011	702,724	6,334,101	90.01	104.35
2012	858,143	6,913,391	88.96	103.13
2013	888,536	6,526,517	88.02	102.04
2014	874,086	6,930,588	88.80	102.94
2015	827,433	7,160,130	89.64	103.92

Data sources: China Environmental Statistical Yearbook (2005–2016) (National Bureau of Statistics and Ministry of Environmental Protection).

Figura 10: Taxa de reciclagem de água industrial. Fonte: National Bureau of Statistics (2000-2016); Yuan et al. (2018)

Tendo por base a taxa de utilização abrangente de resíduos sólidos industriais, a taxa de reciclagem de recursos e a taxa de reciclagem de água industrial, foi calculada a taxa de reciclagem dos recursos secundários (TRRS), ilustrada na Figura 11. A partir dos dados, verifica-se uma flutuação entre 56.55% em 2010 e 54.34% em 2015.

Year	Industrial Solid Waste Comprehensive Utilization Rate	Renewable Resource Recycling Rate	Industrial Water Recycling Rate	Secondary Resource Recycling Rate
2010	66.70	19.83	86.26	56.55
2011	59.80	20.22	90.01	53.97
2012	60.90	18.99	88.96	53.94
2013	62.20	19.14	88.02	54.44
2014	62.10	20.54	88.80	54.97
2015	60.20	21.05	89.64	54.34

Figura 11: Taxa de reciclagem dos recursos secundários (TRRS). Fonte: Yuan et al. (2018)

Avaliam-se agora os dados relativos às descargas totais dos principais poluentes (procura química de oxigénio, amoníaco, dióxido de enxofre, fumo, pó e resíduos sólidos) e à eficiência ambiental (EA). A Figura 12 ilustra a evolução destes dois indicadores desde 2000 até 2015.

Year	GDP (0.1 Billion RMB)	Total Discharges of Major Pollutants (10 Thousand Ton)	Environmental Efficiency (10 Thousand Yuan RMB/Ton)	Index of EE
2000 constant price				
2000	100,280.1	8883.7	11.29	
2001	108,639.2	8431.4	12.89	114.15
2002	118,561.9	8011.2	14.80	131.11
2003	130,463.2	7632.7	17.09	151.42
2004	143,657.8	7488.89	19.18	169.94
2005	160,027	7861.78	20.36	180.32
Average for the 10th Five-year Plan period			16.86	
2005 constant price				
2005	187,318.9	7861.78	23.83	
2006	211,147.7	7357.63	28.70	120.44
2007	241,195.8	6864.14	35.14	147.48
2008	264,472.8	6036.97	43.81	183.87
2009	289,329.9	5695.91	50.80	213.19
2010	320,102.6	5319.39	60.18	252.56
Average for the 11th Five-year Plan period			43.72	
2010 constant price				
2010	413,030.3	5319.39	77.65	
2011	452,429.9	6690.33	67.62	87.09
2012	487,976.2	6175.56	79.02	101.77
2013	525,835.4	6049.70	86.92	111.94
2014	564,194.4	6307.68	89.45	115.20
2015	603,212.1	5906.32	102.13	131.53
Average for the 12th Five-year Plan period			85.03	

Data sources: China Statistical Yearbook (2001–2016) (National Bureau of Statistics); China Environmental Statistical Yearbook (2001–2016) (National Bureau of Statistics and Ministry of Environmental Protection).

Figura 12: Descargas totais dos principais poluentes e Eficiência Ambiental. Fonte: National Bureau of Statistics (2000-2016); National Bureau of Statistics and Ministry of environmental Protection (2000-2016); Yuan et al. (2018)

A partir da Figura 12 verifica-se que a EA aumentou significativamente desde 2000. Nesse mesmo ano, cada unidade de carga ambiental conseguia suportar um crescimento de 0,11 milhões de yuan RMB/ton. Em 2015, o número aumentou para 1.02 milhões de yuan RMB/ton. A EA aumentou 9 vezes em 16 anos. O índice da EA (calculado através da EA do ano atual a dividir pela EA do ano base x 100%) aumentou mais rapidamente no período relativo ao *11th Five-Year Plan* (ano base é 2005), e o ritmo de aumento abrandou no período relativo ao *12th Five-Year Plan* (ano base é 2010). A lei promulgada em 2009 teve maior influência no período do *12th Five-Year Plan*. Contudo, o índice de EA durante este período desacelerou.

Tendo já mencionado dados relativos à taxa de eficiência de utilização dos recursos (TEUR) e à taxa de reciclagem dos recursos secundários (TRRS), falta mencionar a eficiência ambiental dos recursos (EAR) para poder avaliar o Grau de circularidade abrangente (GCA) da China.

A eficiência ambiental dos recursos (EAR) é calculada da seguinte forma: (quantidade total de consumo dos principais recursos primários – descarga total dos principais poluentes industriais / quantidade total de consumo dos principais recursos primários). Assim, a EAR é alta se a emissão de poluentes, resíduos descartados na natureza, for baixa, enquanto a quantidade total de consumo dos principais recursos primários permanecer constante. Na Figura 13 são apresentados dados relativos à evolução da EAR entre 2001 e 2015. A partir da análise dos dados consegue-se perceber que a EAR foi relativamente elevada neste período, tendo mesmo aumentado gradualmente. Contudo, de acordo com Yuan et al. (2018), a taxa de aumento é baixa, podendo esta tendência ser justificada pela fraca melhoria da reciclagem de resíduos entre 2001 e 2015. Em 2011, o Ministério da Proteção Ambiental alterou o sistema de indicadores, diretriz de investigação e especificações técnicas dos poluentes lançados e, assim, os dados de 2011 apresentaram uma queda notável (National Bureau of Statistics, 2013).

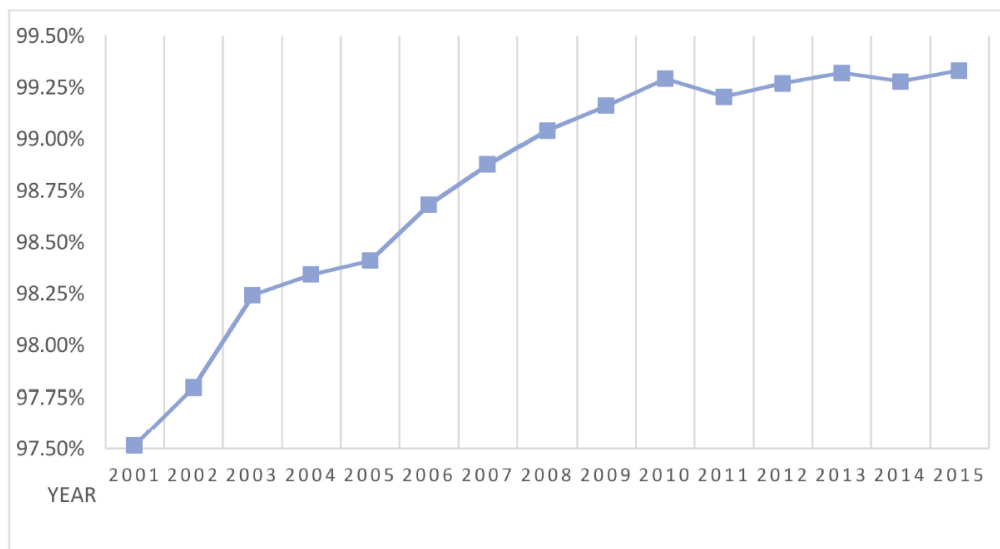


Figura 13: Alterações na eficiência ambiental dos recursos (EAR). Fonte: Yuan et al. (2018)

Finalmente, avalia-se o Grau de circularidade abrangente (GCA) da China, combinando a TEUR, a EAR e a TRRS. Através da Figura 14 verifica-se um

aumento pouco significativo do GCA (de 59.15% em 2001 para 65.06% em 2015, o que significa um aumento de 5.9 pontos percentuais). A taxa anual de aumento é 0.68%. Verificou-se uma flutuação significativa entre 2007 e 2008, quando as economias internacionais e nacionais passaram por volatilidade significativa. Os autores referem que, para o *12th Five-Year Plan*, o GCA apresentou um aumento pouco relevante, quando comparado com aumentos nos períodos relativos aos *10th Five-Year Plan* e *11th Five-Year Plan*. Mais uma vez se percebe que a promulgação da *Circular Economy Promotion Law* não teve significativo impacto no indicador.

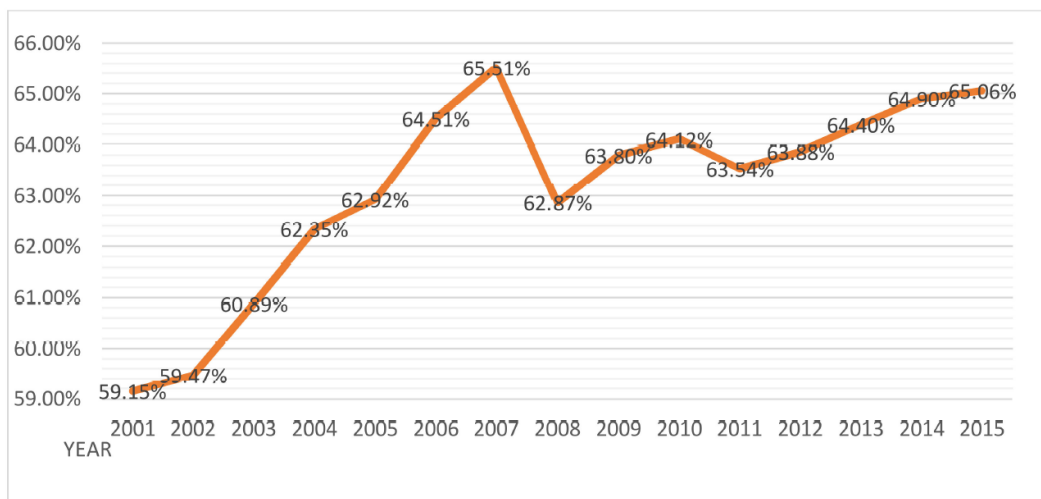


Figura 14: Evolução do Grau de circularidade abrangente (GCA) na China Fonte: Yuan et al. (2018)

Considerando todos os dados expostos relativos aos indicadores desenvolvidos pelo governo chinês conclui-se que a promulgação da *Circular Economy Promotion Law* não se traduziu em resultados significativos no que respeita ao grau de implementação de EC neste país. Aliás, o estudo desenvolvido pelos autores Yuan et al. (2018) demonstra que as alterações verificadas nos indicadores desenvolvidos ao nível nacional são fruto da situação macroeconómica ou da procura por recursos materiais virgens ou secundários e não da implementação da lei de promoção da EC.

De referir ainda que vários estudos provenientes da China apoiam as conclusões de Yuan et al.(2018) (Zhang, 2015; Yu, 2017; Zhai, 2017; Peng et al. 2017; Peng, 2017; Guo, 2017). Também Zhai Yong, líder do Gabinete Jurídico do Comité de Proteção Ambiental e Conservação de Recursos do Congresso Nacional do Povo (o Congresso Nacional do Povo é o órgão legislativo da China, e o Gabinete Jurídico do Comité de Proteção Ambiental e Conservação de Recursos do Congresso Nacional do Povo é a principal instituição de pesquisa e proposta de legislação nas áreas de direito ambiental e de recursos), apontou que, desde a sua promulgação, a *Circular Economy Promotion Law* não foi implementada de forma eficiente. A razão está relacionada com o facto do conceito e definição de EC na lei não serem claros, sendo, desta forma, difícil estabelecer um sistema de comportamento que seja adequado às normas legais. A *Circular Economy Promotion Law* não teve a estratégia de recursos como núcleo, mas criou a sua estrutura jurídica e conteúdo baseando-se nos modelos e ideias da chamada economia emergente. Daqui resultou o investimento do governo em força de trabalho, recursos materiais, capital e políticas na determinação de modelos, mas não em criar um quadro legal eficaz que assegurasse a utilização eficiente dos recursos (Zhang, 2015; Zhai, 2017).

Especificamente, a *Circular Economy Promotion Law* focou-se na criação de parques industriais, cadeias industriais, entre outros o que encorajou os governos locais a criar os próprios modelos de desenvolvimento de EC através do estabelecimento de modelos industriais de EC através de meios como atrair o investimento, estabelecer cadeias industriais, etc. Os modelos passaram a ser criados sem relação com o objetivo final: a maximização da eficiência na utilização de recursos (Zhang, 2015; Yu, 2017; Zhai, 2017; Peng, 2017; Yuan et al., 2018).

1.2 União Europeia

Na última década, a investigação e orientação política da União Europeia (UE) para a Economia Circular (EC) expandiu-se para além da gestão de recursos, considerando estruturas estratégicas e planos de ação relativos a uma economia neutra para o ambiente (De Schoenmakere, et al. 2019). Os pontos seguintes ilustram a linha temporal em termos de políticas desenvolvidas pela UE no sentido da EC:

- Em 2002 o 6º Programa de Ação Ambiental da Comunidade Europeia identificou quatro áreas prioritárias: as mudanças climáticas, natureza e biodiversidade, ambiente e saúde e recursos naturais e resíduos (Parlamento Europeu, 2002).
- Em 2008, a Iniciativa das Matérias-Primas: primeira estratégia integrada da UE para assegurar a oferta de matérias-primas; o objetivo é responder à escassez e dependência de matérias-primas (CE, 2018).
- Em 2011, uma Europa eficiente em recursos: foi o primeiro passo para uma política de EC ao nível europeu. Teve como objetivo encontrar um equilíbrio de crescimento em todos os setores através da utilização eficiente de matérias-primas, estabelecendo metas para 2020 (CE, 2011).
- Em 2015, o Plano de Ação para a Economia Circular (PAEC): primeiro plano ao nível da UE com medidas direcionadas à EC. O financiamento dos projetos caiu sob o programa Horizonte 2020 (CE, 2015).
- Em 2018, o Pacote Económico para a EC, baseado no PAEC, e com o objetivo de aumentar a taxa de utilização de material circular europeu. Incluindo algumas medidas como a estratégia para o plástico na EC e um quadro de monitorização do progresso para a EC (CE, 2018).
- Em 2019, o Pacto Ecológico Europeu (PEE), que estabeleceu o objetivo, para 2050, de zero emissões líquidas de gases com efeito de estufa e

onde o crescimento económico está dissociado da utilização de recursos (CE, 2019).

- Em 2020, um novo PAEC que visa acelerar a mudança transformadora exigida pelo PEE, baseando-se em ações desenvolvidas desde o PAEC de 2015 (CE, 2020).

Importa ainda referir os principais impulsionadores das políticas de recursos materiais circulares da UE (Comissão Europeia, 2015): assegurar e impulsionar o crescimento económico e a competitividade; proteger a economia da escassez e dependência de recursos; manter um acesso seguro e sustentável às matérias-primas e ser um líder internacional na implementação da EC.

Em 2015, a Comissão Europeia (CE) adotou o Pacto de Ação para a Economia Circular (PAEC). A CE encara a transição para a Economia Circular (EC), como uma contribuição essencial para os esforços da União Europeia (UE) no sentido de desenvolver uma economia sustentável, com baixa emissão de carbono, eficiente na utilização de recursos e competitiva.

No contexto do PAEC a EC surge como uma força impulsionadora da competitividade na EU ao proteger as empresas da escassez de recursos e da volatilidade dos preços, permitir novas oportunidades de negócio e promover o investimento na gestão de resíduos através de condições justas entre os Estados-Membros (Comissão europeia, 2015).

Neste plano, a Europa define várias medidas que procuram proporcionar uma vantagem competitiva no processo de transição para a EC onde se espera que o valor dos materiais e produtos se mantenha pelo maior tempo possível na economia e que a produção de resíduos seja minimizada. Com este objetivo em vista, a CE (2015) definiu no PAEC, um conjunto de ações para cada etapa da cadeia de valor que se traduzem em políticas para serem aplicadas pelos Estados-Membros a todos os níveis (governo, empresas e cidadãos).

As medidas propostas no PAEC abrangem as seguintes fases da cadeia de valor:

- Produção - conceção do produto: aqui é destacada a importância de as organizações repensarem a conceção dos produtos de forma a torná-los mais duráveis e reparáveis de modo a promover a sua crescente reutilização e reciclagem. A CE tenta encorajar estas práticas através de incentivos financeiros pagos a produtores que forem capazes de apostar na melhor conceção dos seus produtos;
- Produção – processo de fabrico: importa aqui utilizar de forma eficiente as matérias-primas, incluindo as energias renováveis. A CE apoia as PME's (pequenas e médias empresas) ao facilitar o acesso a oportunidades de negócio que aumentem a eficiência de recursos e ao permitir o acesso a tecnologias inovadoras.
- Consumo: importa dotar os consumidores de informação para que estes possam tomar decisões no sentido de apoiar a EC. A variedade de preços e estrutura regulatória são também elementos a ter em consideração aquando da decisão de consumo. A CE aborda estas questões através da criação do rótulo ecológico (que identifica os produtos que apresentam um impacto ambiental reduzido ao longo do seu ciclo de vida) e de instrumentos económicos como a tributação para garantir que os preços dos produtos refletem os custos ambientais, por exemplo.
- Gestão de resíduos: dedicada à determinação da hierarquia de tratamento de resíduos. Representa um papel central na EC. A forma como os resíduos são recolhidos e geridos pode levar a elevadas taxas de reciclagem e a que materiais valiosos possam regressar à economia. Por outro lado, a ineficiente gestão de resíduos leva a que a maior parte

dos resíduos termine em aterro ou incinerados, o que significa elevados impactos ambientais e perdas económicas significativas.

- De resíduo a recurso: na EC os materiais que podem ser reciclados voltam depois à economia como nova matéria-prima. Para que tal aconteça a gestão de resíduos deve ser eficiente já que vai ter impacto direto na quantidade e qualidade de materiais.

No PAEC, a CE (2015) apontou setores específicos como prioritários visto que estes enfrentam desafios complexos no contexto da EC. Estes desafios podem ser: as especificidades dos produtos ou das suas cadeias de valor; o impacto ecológico ou a dependência de materiais provenientes de países fora da Europa. Assim, o plástico, o desperdício alimentar, matérias-primas críticas (vulneráveis em termos de oferta ou cuja extração implica impactos ambientais significativos), construção e demolição e produtos de base biológica ou biomassa são considerados setores que exigem maior atenção (Comissão Europeia, 2015).

A CE (2015) reconheceu ainda a importância de medir o progresso na implementação da EC e a eficácia da ação ao nível nacional e da UE. Para tal, no PAEC considerou-se, numa primeira análise, que podiam ser utilizados os conjuntos de indicadores já existentes na altura: o Painel de Avaliação de Eficiência de Recursos (*Resource Efficiency Scoreboard*) e o Painel de Avaliação sobre Matérias-Primas (*Raw Materials Scoreboard*). Além disso, a CE comprometeu-se a trabalhar em conjunto com a Agência Europeia do Ambiente no sentido de desenvolver um quadro de monitorização para a EC.

Neste contexto, em 2018 a CE lançou o quadro de monitorização da EC para a UE e os seus Estados-Membros. Este quadro é composto por um conjunto de indicadores que pretende medir o progresso em direção a uma EC, de modo a abranger as suas várias dimensões, em todo o ciclo de vida dos recursos, produtos e serviços. Foi concebido tendo por base os já referidos: Painel de

Avaliação de Eficiência de Recursos (*Resource Efficiency Scoreboard*) e o Painel de Avaliação sobre Matérias-Primas (*Raw Materials Scoreboard*).

A transição para a EC não é limitada a determinados materiais ou setores. Trata-se de uma mudança sistémica que afeta a economia como um todo e envolve todos os produtos e serviços. Assim sendo, os indicadores desenvolvidos pela CE procuram englobar as várias dimensões da EC, bem como todas as fases do ciclo de vida dos recursos, produtos e serviços. Os indicadores devem ser capazes de captar tendências na preservação do valor económico dos produtos, materiais e recursos, tal como tendências na geração de resíduos (Comissão Europeia, 2018).

A CE (2018), olha para a EC através da entrada de materiais, como eles fluem dentro da economia e (eventualmente) saem. Esta visão pode ser ilustrada através de um diagrama de fluxos de materiais que mostra todas as matérias-primas (agregadas e também agrupadas por categorias de materiais) ao longo da economia, desde a sua extração até ao momento em que se tornam resíduos. A Figura 15 ilustra o diagrama de fluxos de materiais na economia dos 27 Estados Membros da UE em 2018:

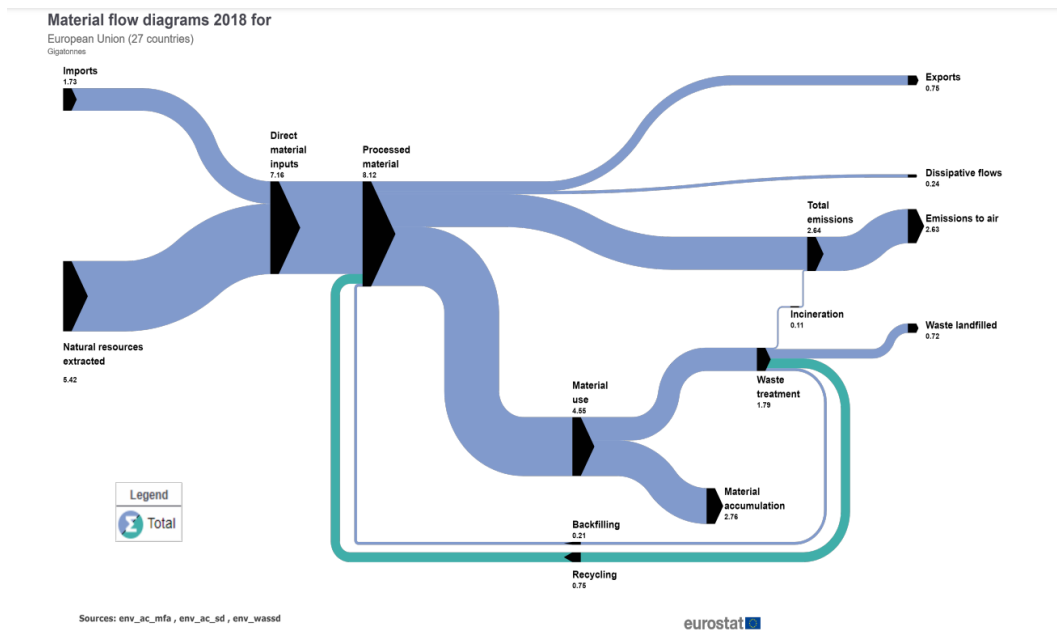


Figura 15: Fluxo de materiais na economia (UE-27, 2018). Fonte: Eurostat (consultado a 10 de março de 2021)

O lado esquerdo do diagrama ilustra o lado dos *inputs*, demonstrando que 8.12 bilhões de toneladas de materiais são processados, sendo 4.55 bilhões de toneladas canalizados para utilização de materiais, 0.75 para exportação, 0.24 são fluxos dissipados inevitavelmente para o meio ambiente (consequência da utilização dos produtos) e 2.64 dizem respeito ao total de emissões (indica a quantidade de material gasoso, excluindo água e dióxido de carbono, fornecido pela economia nacional e absorvido pelo ambiente natural). No lado dos *outputs*, verifica-se que, do total de 1.79 de gestão de resíduos, apenas 0.75 voltam a entrar na economia como material reciclado. Os resíduos que saem do ciclo totalizam 0.83 bilhões de toneladas. Os valores referidos apontam para uma necessidade de melhoria ao nível de fecho de ciclo (potenciar por exemplo a reutilização ou reciclagem) e ao nível de geração de resíduos (esta deve ser minimizada).

De acordo com a CE (2018), não é possível captar todas as dimensões da EC num indicador universal que mede a “circularidade” de uma economia. Por esta razão, a CE utiliza um conjunto de indicadores relevantes para o quadro de monitorização.

Este quadro é constituído por dez indicadores, alguns deles divididos em sub-indicadores, agrupados em quatro áreas abrangentes:

- 1) Produção e consumo;
- 2) Gestão de resíduos;
- 3) Matérias-primas secundárias
- 4) Inovação e concorrência.

Para escolher os indicadores, a CE teve em consideração a disponibilidade de dados de forma a minimizar as dificuldades administrativas. Outros critérios tidos em conta foram a relevância, aceitação, credibilidade, facilidade de utilização e robustez (Comissão Europeia, 2018).

A Tabela 4 descreve os indicadores que constituem o quadro de monitorização da transição para a EC relativos à primeira área: **produção e consumo**.

Nº	Designação	Descrição
1	Autossuficiência da UE em matérias-primas	Mede o grau de independência da UE relativamente ao resto do mundo no que toca a matérias-primas.
2	Contratos públicos ecológicos	Mede a percentagem de procedimentos de contratação pública acima dos limiares da UE (em número e valor), que incluem elementos ambientais.
3	Geração de resíduos	
3a	Geração de resíduos urbanos (kg per capita)	Mede os resíduos recolhidos por, ou em nome das autoridades municipais, e depositos por intermédio do sistema de gestão de resíduos. Inclui, em grande parte, os resíduos gerados por famílias, podendo ser também incluídos resíduos semelhantes de fontes como comércio, escritórios e instituições públicas.
3b	Geração de resíduos, excluindo grandes resíduos minerais, por unidade de PIB (kg por mil euros)	Contabiliza todos os resíduos gerados num país (em unidade de massa), excluindo os principais resíduos minerais, por unidade do PIB.
3c	Geração de resíduos, excluindo grandes resíduos minerais, por consumo interno de materiais (percentagem)	Contabiliza todos os resíduos gerados num país (em unidade de massa), excluindo os principais resíduos minerais, dividido pelo consumo interno de materiais (CIM) de um país. A razão é expressa em percentagem, pois ambos os termos são medidos na mesma unidade, ou seja, toneladas.

4	Desperdício alimentar (sem dados disponíveis para este indicador)	Mede os resíduos gerados na produção, distribuição e consumo de alimentos (em unidade de massa).
---	---	--

Tabela 4: Quadro de monitorização da transição para a Economia Circular – Indicadores de Produção e Consumo. Fonte: Comissão Europeia (2018)

A Tabela 5 descreve os indicadores relativos à segunda área: **gestão de resíduos**.

Nº	Designação	Descrição
5	Taxas globais de reciclagem	
5a	Taxa de reciclagem de resíduos urbanos (percentagem)	Mede a parte dos resíduos urbanos reciclados em relação à geração total de resíduos urbanos. Inclui a reciclagem de materiais, compostagem e digestão anaeróbica.
5b	Taxa de reciclagem de todos os resíduos, excluindo os principais resíduos minerais (percentagem)	Mede a parte de todos os resíduos reciclados em relação à geração total de resíduos.
6	Taxas de reciclagem de fluxos específicos de resíduos	
6a	Taxa de reciclagem de embalagens (percentagem)	Fração dos resíduos de embalagens reciclados em relação ao total de resíduos de embalagens gerados.
6b	Taxa de reciclagem de embalagens de plástico (percentagem)	Fração dos resíduos de embalagens recicladas em relação ao total de resíduos de embalagens plásticas geradas.
6c	Taxa de reciclagem de embalagens de madeira (percentagem)	Fração dos resíduos de embalagens de madeira reciclada em relação ao total de resíduos de embalagens de madeira gerados.
6d	Taxa de reciclagem de resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (percentagem)	Calculado pela multiplicação da taxa de recolha pela taxa de reutilização e reciclagem definidos na Diretiva WEEE 2012/19/UE.
6e	Reciclagem de resíduos orgânicos (kg per capita)	Rácio entre os resíduos urbanos que passaram pela compostagem (em unidade de massa) e a população total (em número).
6f	Taxa de valorização de resíduos da construção ou demolição (RCD) (percentagem)	Rácio entre os RCD preparados para reutilização, reciclados ou sujeitos a recuperação de materiais, incluindo através de operações de enchimento, e os RCD tratados conforme definido

		no Regulamento (CE) n.º 2150/2002 sobre estatísticas de resíduos.
--	--	---

Tabela 5: Quadro de monitorização da transição para a Economia Circular – Indicadores de gestão de resíduos. Fonte: Comissão Europeia (2018)

A Tabela 6 descreve os indicadores relativos à terceira área: **matérias-primas secundárias**.

Nº	Designação	Descrição
7	Contribuição dos materiais reciclados para satisfazer a procura de matérias-primas	
7a	Taxas de entrada de reciclados (percentagem)	Mede, para uma determinada matéria-prima, quanto da sua entrada no sistema de produção é proveniente de reciclagem de produtos em fim de vida. Não tem em consideração os produtos que não chegam a ser vendidos (por defeito, etc.)
7b	Taxa de utilização circular de material (percentagem)	Mede a fração de material recuperado e realocado na economia em relação à quantidade total de material usado.
8	Comércio de matérias-primas recicláveis	
8a	Importações de países não pertencentes à UE	Mede as quantidades de categorias de resíduos e subprodutos selecionados importados pelos Estados-Membros da UE de países terceiros.
8b	Exportações para países não pertencentes à UE	Mede as quantidades de categorias de resíduos e subprodutos selecionados exportados pelos Estados-Membros da UE para países terceiros.
8c	Comércio intracomunitário	Mede as quantidades de categorias de resíduos e subprodutos selecionados importados pelos Estados-Membros da UE a partir de outro Estado-Membro.

Tabela 6: Quadro de monitorização da transição para a Economia Circular – Indicadores relativos a matérias-primas secundárias. Fonte: Comissão Europeia (2018)

A Tabela 7 descreve os indicadores relativos à quarta área: **competitividade e inovação**.

Nº	Designação	Descrição
9	Investimento privado, emprego e valor acrescentado bruto relacionados com a EC	
9a	Investimento bruto em bens tangíveis	Investimento durante o ano de referência em todos os bens tangíveis. Incluem-se os bens de capital tangíveis novos e existentes, comprados de

	(percentagem do PIB a preços correntes)	terceiros ou produzidos para uso próprio (ou seja, produção capitalizada de bens de capital tangíveis), com uma vida útil de mais de um ano, incluindo bens tangíveis não produzidos, como terrenos. Os investimentos em ativos intangíveis e financeiros são excluídos.
9b	Pessoas empregadas em EC (percentagem do emprego total)	O número de pessoas empregadas é definido como o número total de pessoas que trabalham na empresa que adota a EC (inclui proprietários que trabalham, parceiros, trabalhadores familiares não remunerados), e pessoas que trabalham fora da empresa, mas são pagos por esta (representantes de vendas, pessoal de entrega, etc.). Exclui a mão-de-obra fornecida à unidade por outras empresas, pessoas que realizam trabalhos de reparação e manutenção na unidade em nome de outras empresas, bem como as que se encontram em serviço militar obrigatório.
9c	Valor acrescentado a custo de fatores (percentagem do PIB a preços correntes)	Receita bruta das atividades operacionais após ajustamento dos subsídios operacionais e impostos indiretos. Pode ser calculado como a soma do volume de negócios, produção capitalizada, outros rendimentos operacionais, aumentos menos as diminuições de existências e deduzindo os seguintes itens: compras de bens e serviços, outros impostos sobre produtos relacionados com o volume de negócios, mas não dedutíveis, direitos e impostos ligados à produção. Ajustes de valor (como depreciação) não são subtraídos.
10	Número de patentes relacionadas com a reciclagem e matérias-primas secundárias	A atribuição à reciclagem e às matérias-primas secundárias é realizada usando os códigos respetivos da Classificação Cooperativa de Patentes.

Tabela 7: Quadro de monitorização da transição para a Economia Circular – Indicadores relativos a competitividade e inovação. Fonte: Comissão Europeia (2018)

Em 2019, foi promulgado o Pacto Ecológico Europeu (PEE) pela CE. Este pacto surge no sentido de redefinir o compromisso da Comissão para enfrentar os desafios climáticos e ambientais. Trata-se de uma nova estratégia de crescimento com o objetivo de transformar a UE numa sociedade justa e próspera, onde o crescimento económico é dissociado da utilização de recursos.

O Pacto destacou a necessidade de repensar as políticas europeias de forma a conseguir alcançar um abastecimento energético limpo que seja transversal a toda a economia.

Mais recentemente, em 2020, foi promulgado um novo plano de ação para a EC pela Comissão Europeia (2020). Este novo plano manteve o foco na sustentabilidade dos modelos de consumo e produção e enfatizou as cadeias de valor que enfrentam maiores desafios em termos de sustentabilidade. Assim, as cadeias de valor dos produtos que requerem ações urgentes, inclusivas e organizadas são: 1) a eletrónica e TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação); 2) as baterias e veículos; 3) as embalagens; 4) os plásticos; 5) os têxteis; 6) construção e edifícios e 7) alimentos, água e nutrientes.

Os plásticos e a construção, entre outros, já tinham sido considerados no PAEC 2015. Contudo, neste plano mais recente foram destacados novos setores como o dos veículos, dos têxteis e das embalagens. Adicionalmente, a gestão de resíduos (e conseqüente valorização) continua a ser um assunto de destaque. Foi ainda reforçada a necessidade de monitorização do progresso e do facto da EC ter de ser vista como um esforço ao nível mundial (Comissão Europeia, 2020).

O PEE (2019) em conjunto com o PAEC (2020), têm como objetivo modernizar toda a economia europeia, de forma a atingir o potencial máximo das oportunidades associadas a uma EC.

1.3 Holanda

Desde 2014, o governo holandês tem desenvolvido documentos programáticos e estratégicos com o objetivo de implementar várias iniciativas de EC. O programa *From Waste to Resource* foi desenvolvido nesse mesmo ano, e marcou uma mudança a nível nacional no que toca a gestão de resíduos, o desperdício passou a ser visto como um recurso para a economia. Este programa foi desenvolvido pelo Ministério das Infraestruturas e Ambiente, combinando três setores de política estratégica: a procura pela autossuficiência em relação aos recursos necessários e a eliminação eficaz de resíduos; a transição para utilização de recursos renováveis e um crescimento socioeconómico cujos pilares são a produção e o consumo sustentáveis (Savini, 2019).

Posteriormente, em 2016, o governo holandês apresentou o programa *A Circular Economy in the Netherlands by 2050*. Neste contexto, o governo descreveu a sua visão para uma economia sustentável, passando pela redução da utilização de recursos naturais, desenvolvimento de produtos e serviços mais eficientes, contribuindo assim para a minimização de impactos ao nível ambiental e social. De acordo com a Agência de Avaliação Ambiental da Holanda (em holandês Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)), o objetivo em vista é ter uma economia sem resíduos em 2050 e uma redução absoluta de 50% na utilização de recursos abióticos primários (minerais, metais e combustíveis fósseis) até 2030 (PBL, 2018).

De acordo com o *Circular Economy in the Netherlands by 2050*, a economia circular requer uma mudança na forma como os recursos naturais são utilizados. Neste programa foram definidos três objetivos estratégicos que pretendem acelerar a transição para a EC (PBL, 2018):

1. Gestão e utilização de recursos naturais mais eficiente ao longo da cadeia de valor, de forma a reduzir a procura dos mesmos nas cadeias de produção;

2. Aquando da necessidade de utilização de recursos virgens, recorrer à utilização de recursos naturais renováveis, de modo a conservar o capital natural;
3. Desenvolver novas formas de produção e novos *designs*, estimular novas formas de consumo e adotar novas formas de planeamento espacial. Daqui devem resultar novas cadeias de produtos que facilitem o objetivo de redução e substituição dos recursos naturais.

O governo referiu ainda que a transição para a EC requer também uma política de transformação específica para cada setor económico ou cadeia de recursos. Tendo isto em conta, foram definidas cinco áreas prioritárias: biomassa e alimentação, a construção, bens de consumo, plástico e a indústria de manufatura. Foram, neste contexto, desenvolvidas iniciativas como ajustar os regulamentos referentes a embalagens e responsabilização do produtor, promoção de plataformas relacionadas com a recuperação de materiais antes da reciclagem (por exemplo através do *design* e desenvolvimento dos produtos) e educação de crianças sobre a importância dos resíduos (PBL, 2018; Savini, 2019).

O governo apontou também a necessidade de medir o progresso que é feito na transição para a EC o que vai permitir perceber se a transição está a evoluir de acordo com o esperado e se há correções necessárias. Para tal, desenvolveu um sistema de monitorização que ajuda a analisar o objetivo que querem atingir, o que já conseguem medir e quais as componentes do sistema de monitorização que requerem mais desenvolvimento. Admitem que este sistema está em constante evolução, e por isso ainda não completo, colaborando com parceiros sociais e outros institutos de conhecimento na Holanda para o desenvolver (PBL, 2018).

O sistema de monitorização desenvolvido pelo governo (PBL, 2018), pretende analisar de forma sistemática e compreensiva, os efeitos atuais do processo de transição e quais as condições que este deve alcançar para trazer os efeitos

pretendidos. Foi concebido para avaliar o progresso feito não só ao nível do país, mas ainda de áreas prioritárias e grupos de produtos específicos. Assim, monitorizar o progresso para uma EC inclui não só monitorizar o processo de transição (acompanhando as ações e a dinâmica de transição) mas também monitorizar os efeitos. Este sistema tem como base indicadores físicos, económicos e sociais amplamente aceites e relevantes, com foco nas ações definidas; no desenvolvimento dos fluxos de recursos dentro e fora da Holanda e na dinâmica de transição (ponto em que estão, o papel dos indivíduos e das organizações para a transição e como adaptar as intervenções dos parceiros na fase de transição de cada cadeia de valor de produto ou setor).

O sistema de monitorização foi apresentado ao *Dutch House of Representative* em 2018. O desenvolvimento deste sistema começou pela análise do que é necessário medir e o progresso que está a ser feito para a EC bem como o que já era possível medir em termos de indicadores e dados disponíveis. Apesar de alguns indicadores terem sido propostos, a maioria tem como foco os efeitos. Apenas alguns estão relacionados com a dinâmica de transição e mesmo assim só medem ao nível do país, não considerando a cadeia de valor dos produtos (PBL, 2018).

Este sistema de monitorização para a dinâmica de transição foi traduzido, no mesmo documento (PBL, 2018), em duas fases: a fase formativa (pré-desenvolvimento e arranque) e a fase de crescimento (aceleração e estabilização). Na fase formativa, são criadas condições para um forte crescimento em produtos e serviços circulares. Assim, é colocado em prática o sistema de inovação necessário para a transição para a EC. A fase de crescimento é caracterizada pelo rápido aumento da quota de mercado dos produtos e serviços circulares. A figura 16 ilustra o grau de circularidade na economia ao longo da fase formativa e da fase de crescimento.

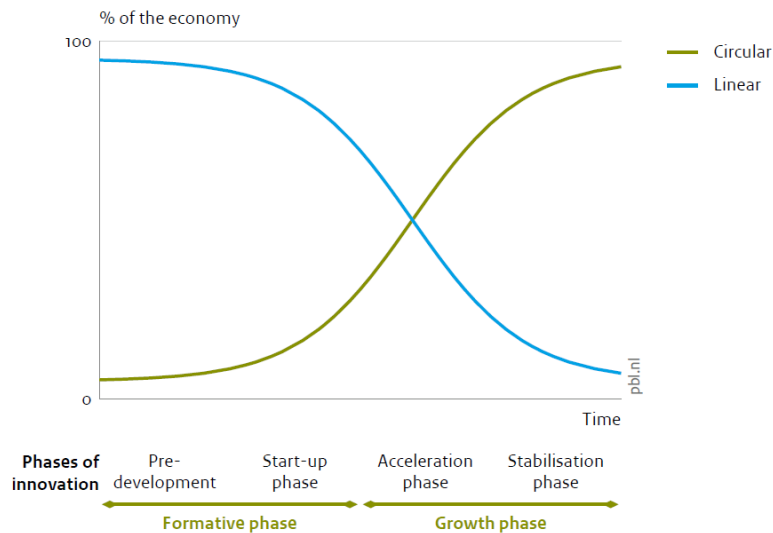


Figura 16: Grau de circularidade da economia. Fonte: PBL (2018)

De acordo com o PBL (2018), a distinção entre estas duas fases vai permitir a monitorização do progresso feito na transição, antes de podermos avaliar os efeitos pretendidos, como a redução da utilização de recursos, redução da pressão ambiental e o progresso económico.

O PBL (2018) apontou ainda que a fase de formação pode ser longa e por isso também requer medição de progresso. Neste sentido, é feita uma distinção, na fase formativa, dos meios que são necessários (*inputs*), as atividades realizadas pelas organizações (*throughput*) e os resultados que garantem que o processo de transição possa passar para a fase seguinte (*output*). A substituição e as estratégias de circularidade estão no centro dos principais objetivos (*core*) pretendidos. Substituição significa utilizar materiais feitos a partir de recursos renováveis e amplamente disponíveis, ao invés de recursos não renováveis e escassos. As estratégias de circularidade envolvem, por exemplo, a mudança de reciclagem para reutilização de recursos ou utilização mais eficiente de produtos.

A fase formativa exige um conjunto mais abrangente de indicadores sendo, por esta razão, mais difícil de medir, comparativamente à fase de crescimento (PBL, 2018). Assim, para monitorizar a fase formativa, devem ser claros os meios a utilizar e quais os objetivos a atingir. Para que as organizações

sejam capazes de inovar, é necessário um contexto de apoio: precisam de capacidade (*able to*), motivação (*want to*) e permissão (*allowed to*) (Sandén et al., 2017; PBL, 2018). No documento publicado em 2018, o governo holandês sugeriu um conjunto de indicadores quantificáveis para a fase formativa ilustrados no Anexo 3.

Além de indicadores de monitorização do progresso de transição para a EC, foram também desenvolvidos, pelo governo holandês (PBL, 2018), indicadores com o objetivo de medir os efeitos da transição ao nível nacional. Os efeitos pretendidos são reduzir pela metade a utilização dos recursos minerais, metais e recursos fósseis primários até 2030. A partir daqui deve ser alcançado o alívio de pressão sobre o meio ambiente, reduzindo as emissões de gases de efeitos de estufa, a utilização de água e de terreno. Além disso, a transição para a EC deve contribuir para o crescimento económico, mais emprego e redução do risco económico (por exemplo, segurança de oferta e volatilidade de preços). Estes são os efeitos pretendidos na transição para a EC.

Na Tabela 8 são referidos alguns indicadores utilizados para medir os referidos efeitos.

Efeitos		
	Diretos	Cadeia de Valor
Recursos		
Produção (<i>input</i>)		
Consumo		
Total	DMI (recursos)	
Ambiente e Natureza		
Utilização de terreno	Utilização direta de terreno	Pegada de terreno
Utilização de água	Utilização direta de água	Pegada de água
Emissão de GEE	Emissões diretas de gases de efeitos de estufa	Pegada de GEE
Socioeconómicos		
Segurança de oferta / autossuficiência	Extração na Holanda de DMI (recursos)	
Valor circular acrescentado	Porcentagem de valor acrescentado	
Empregos circulares	Porcentagem de empregos	
Fatores autónomos		
População	População, empregos	
Crescimento económico / Estrutura	PIB, medidas de globalização, etc.	
Efeitos alcançados (Conquistas)		
Gerais		
Utilização de materiais	DMI (materiais)	
Produção de resíduos	Produção de resíduos	
Escada circular		
Aterro, Incineração, Reciclagem, Reaproveitar, Remanufactura, Renovar, Reparar, Reutilizar, Reduzir, Repensar e Recusar		

Tabela 8: Sumário dos indicadores desejados para efeitos, fatores autónomos e efeitos alcançados.
Fonte: PBL (2018)

De acordo com o descrito na Tabela 4, o governo holandês distinguiu duas formas de medir os recursos: 1) utilização direta comparativamente à utilização ao longo de toda a cadeia de produtos; 2) produção versus consumo. No PBL (2018), é referido que os indicadores mencionados na tabela podem ser associados aos indicadores relacionados com recursos que são normalmente

aplicados à política europeia, tais como Domestic Material Consumption (DMC) e Raw Material Consumption (RMC), que são utilizados no Resource Efficiency Scoreboard da Comissão Europeia. O DMC é calculado através da soma dos recursos extraídos mais a importação de produtos (matérias-primas, bens semi-manufaturados e produtos finais) subtraído da exportação desses mesmos produtos. O RMC é igual ao DMC exceto a importação e exportação de produtos ou bens semi-manufaturados que é convertido em equivalentes de recursos em cadeia. PBL (2018) refere ainda que o DMC, em vez de RMC, é frequentemente utilizado ao nível internacional como proxy para calcular o consumo de recursos domésticos. O DMC é relativamente simples de calcular e, portanto, um indicador robusto que pode ser usado por vários países. No entanto, o RMC é considerado um indicador melhor do que o DMC porque os recursos necessários para fabricar cada produto são calculados. Como resultado, o fato da indústria passar para fora do país não afeta o RMC mas melhora o DMC.

O primeiro indicador referido na tabela é o DMI (*Domestic Material Input*), utilizado para quantificar a utilização direta de recursos. Este indicador é medido através da soma dos recursos extraídos na Holanda mais os recursos importados que são utilizados na produção e no consumo. O indicador mede a utilização direta de recursos, mas não tem em consideração a utilização de recursos na restante cadeia de valor do produto. Neste contexto, se um fabricante holandês comprar chapa de aço alemã, o DMI não vai sofrer alterações, visto que se trata de um produto semi-manufaturado e não é um recurso natural. Contudo, são utilizados recursos naturais para a produção da chapa de aço. Para analisar estes fluxos é utilizado o RMI (*Raw Material Input*) como indicador. Além da utilização direta de recursos, o RMI inclui a utilização de recursos para bens e produtos semi-manufaturados importados (PBL, 2018). Importa ainda referir que existem dois tipos de DMI. O DMI para recursos apenas inclui inputs de recursos. O DMI para materiais, tal como os indicadores DMC e RMC aplicados à política

europeia, inclui todos os materiais (recursos naturais, bens semi-manufaturados e produtos finais).

Os indicadores mencionados (DMC, DMI e RMC – medidos em bilhões de kilos) são calculados com base no peso dos recursos, não fazendo distinção por tipo de recurso. Assim, o governo holandês recomenda levar em consideração a urgência com base no impacto ambiental, riscos econômicos ou oportunidades relacionadas com recursos e materiais. No documento PBL (2018), é ainda referida a importância na viabilidade estatística dos indicadores. Os indicadores diretos são mais fáceis de medir e mais robustos já que os números da cadeia de valor dos produtos são baseados em estimativas de efeitos indiretos, o que implica ter informações de outros países e premissas do modelo de cálculo. Considerando que estas informações são armazenadas em diferentes fontes de informação, os resultados podem não ser consistentes (Eisenmenger et al., 2016).

Conforme já foi mencionado, o objetivo da transição para a economia circular é reduzir a utilização de recursos, mas também reduzir a pressão ambiental e beneficiar a economia. O The Dutch Coalition Agreement enfatiza, por exemplo, os benefícios da EC para a política climática. As emissões de gases de estufa – diretas e ao longo da cadeia de valor dos produtos – são, por isso, um dos indicadores considerados. É também importante monitorizar a conservação do capital natural ao longo da transição para a EC. Esta é a razão pela qual a utilização de terreno e da água na Holanda e na cadeia de valor dos produtos são incluídos como indicadores.

Ao nível de efeitos socioeconômicos, encontram-se indicadores como a segurança de oferta de recursos ou a autossuficiência; o crescimento econômico e empregos em setores relacionados com EC.

Os efeitos alcançados (ou conquistas) na transição para a EC podem ser medidos através de indicadores como a utilização de material ou produção de resíduos. De acordo com PBL (2018), esses indicadores são influenciados por

estratégias de circularidade adotadas como por exemplo a reutilização e a reciclagem. Outros fatores como o crescimento económico, crescimento populacional e mudanças de estrutura económica (globalização, padrões de consumo, decisões de investimento) também influenciam o grau de utilização de recursos. No final, a monitorização dos efeitos pretende quantificar a relação entre as ações tomadas e as conquistas alcançadas, o que requer uma integração das várias estratégias de circularidade no âmbito da estrutura de monitorização dos fluxos de materiais e nas contas nacionais (PBL, 2018).

A 17 de Janeiro de 2020 decorreu um workshop na Holanda (cidade de Haia), de modo a preparar a reunião anual do *The Annual World Economic Forum* (WEF), organizado pelo PBL *Netherlands Environmental Assessment Agency* e pela Universidade de Utrecht, em colaboração com o PACE (Platform for Accelerating the Circular Economy). Neste workshop foram discutidos alguns pontos chave (Koch, e Coelho, 2020):

- A EC vista como meio para atingir um fim: para minimizar os impactos ambientais e maximizar os benefícios económicos. Foi apontada a necessidade de medir os impactos através de indicadores.
- Medir os impactos ambientais: saber qual o grau de transição para uma EC, com maior eficiência de recursos e taxas de reciclagem, permite a redução dos impactos ambientais. As abordagens de pegadas de consumo e produção são já enfatizadas. Estas consideram as cadeias de valor e os recursos incorporados em países terceiros. Enfatizou-se a necessidade de vincular indicadores de EC a outras áreas de política (por exemplo, alterações climáticas, biodiversidade, agricultura).
- Medir os impactos sociais: há a necessidade de mais indicadores sociais, mesmo que estes sejam difíceis de medir. O número e a qualidade dos empregos são importantes. Contudo, não existe consenso sobre outros indicadores para além dos empregos.

- Desenvolver um conjunto de indicadores: os participantes no workshop acordaram sobre a necessidade de desenvolver um conjunto de indicadores ao invés de um indicador principal. Assim, deve ser desenvolvido um conjunto de indicadores com base nos já existentes, ao nível internacional. Foram referidos alguns aspetos a ter em consideração no processo de desenvolvimento de indicadores: como fazer a ligação entre os indicadores de EC ao nível do país e ao nível internacional (UE e resto do mundo); indicadores binários ou indicadores de transição gradual; como vincular os indicadores a métodos e ferramentas de decisão ao nível das empresas. Além disso, é relevante considerar as diferenças entre grupos de produtos.
- Manter o valor na cadeia de valor: é um aspeto crucial para a EC. O foco está no fluxo de materiais e muitas vezes os produtos não são circulares. Importa encontrar formas integradas de olhar para os impactos e consequências das cadeias de valor.
- Avaliar a estrutura de incentivos económicos: referiu-se a falta de conhecimento integrado relativamente a indicadores sobre a estrutura de incentivos económicos (impostos, regras, estrutura de mercado, níveis de preços, etc.).
- Disponibilidade de dados: (além da falta e harmonização de indicadores) grande parte dos indicadores existentes não é adequada à EC, visto que o foco está em dados territoriais e muitos materiais cruzam fronteiras. Está em falta muita informação relevante, especialmente na fase de utilização e ligação com a circularidade e os seus efeitos. Além disso, é importante adicionar a perspetiva do consumo ao nível do país e do produto. De acordo com alguns participantes do workshop há falta de transparência dos dados. As

empresas têm muitos dos dados necessários, mas estes não estão disponíveis para investigadores e tomadores de decisões.

- Necessidade de alocação de recursos: há uma necessidade de recursos adicionais para desenvolver um conjunto integrado de indicadores e uma melhor integração dos dados.

Conclui-se que ainda há bastante progresso a ser feito no sentido de implementar a EC. É necessário perceber quais os instrumentos políticos eficazes e eficientes para a transição; alinhar e harmonizar a monitorização de efeitos; fixar objetivos claros e iniciar um processo de cooperação estrutural (os países devem trabalhar em conjunto para um objetivo comum).

1.4 Portugal

O Plano de Ação para a Economia Circular em Portugal foi apresentado pelo Conselho de Ministros em 2017. Neste âmbito, foram estabelecidas prioridades nacionais direcionadas para as quatro áreas identificadas pelo PAEC europeu: produção, consumo, resíduos e matérias-primas secundárias e conhecimento.

No contexto do PAEC de Portugal, foram definidos objetivos estratégicos macro e respetivas metas às quais o país está vinculado e que indicam o efeito da transição para a EC. Estes objetivos estão descritos na Tabela 9 e foram estabelecidos no Compromisso para o Crescimento Verde e recomendados no âmbito do Programa Nacional de Reformas.

Instrumento Estratégico	Objetivo	Indicador	Informação base Ano / Valor / Unidade	Meta 2020	Meta 2030
Plano Nacional de Reformas	Valorizar o território	Aumentar os resíduos urbanos preparados para reciclagem	2016 / 38%	50%	65%
		Reduzir a deposição de resíduos urbanos biodegradáveis em aterro	2016 / 41%	35%	10%
		Reduzir o consumo de energia primária todos os setores	2015 / 21,7Mtep	22,5Mtep	Aumentar a eficiência energética
Compromisso para o Crescimento Verde	Promover a eficiência no uso dos recursos	Aumentar a produtividade dos recursos na economia nacional	2013 / 1,14€/t	1,17€/t	1,72€/t
		Aumentar a incorporação de resíduos na economia	2012 / 56%	68%	86%
		Privilegiar a reabilitação urbana	2013 / 10,3%	17%	23%
	Contribuir para a sustentabilidade	Aumentar a eficiência energética (diminuir a intensidade energética)	2013 / 129 tep/M€ PIB	122 tep/M€ PIB	101 tep/M€ PIB
		Aumentar a eficiência hídrica	2012 / 35%	25%	20%
		Reduzir as emissões de CO2	2005 / 87,8Mt CO2 eq.	68 – 72Mt CO2 eq.	52,7 – 61,5Mt CO2 eq.
		Reforçar o peso das energias renováveis	2013 / 25,7%	31%	40%

Tabela 9: Metas para as quais contribuem as ações do PAEC. Fonte: Conselho de Ministros (2017)

De acordo com o plano de ação nacional, é importante ter a capacidade de avaliar os progressos conseguidos nesta área para que se possa compreender a eficácia das políticas e ações que estão em vigor, em alcançar os objetivos

pretendidos. O Conselho de Ministros (2017) refere que não existem indicadores assinalados para medir a circularidade da economia. Refere ainda que, apesar disso, é possível avaliar o “metabolismo” da economia, ou seja, a sua evolução em termos de extração, produtividade e utilização de recursos; e desempenho em reciclagem volume de emissões/efluentes. De acordo com o mesmo documento, o metabolismo de Portugal é lento: extrai e importa matérias-primas a um ritmo superior do que exporta o produto terminado, originando a acumulação de materiais. A Figura 17 ilustra o fluxo de materiais na economia portuguesa em 2018 (Eurostat).

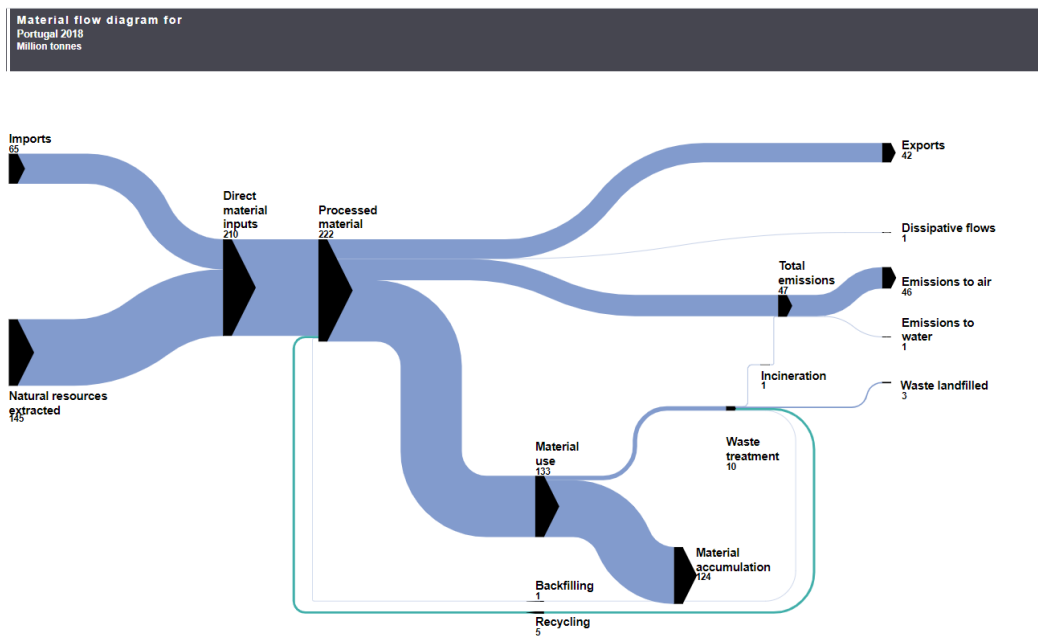


Figura 17: Fluxo de materiais na economia (Portugal, 2018). Fonte: Eurostat (consultado a 10 de março de 2021)

Verifica-se que o volume de extração de recursos naturais (145 milhões de toneladas) e de importações (65 milhões de toneladas) é bastante mais elevado do que o volume de exportações (42 milhões de toneladas). A acumulação de materiais (que mede o “crescimento físico da economia”, de acordo com a Eurostat) totalizou 124 milhões de toneladas. Apenas 5 milhões de toneladas voltam a entrar na economia através da reciclagem.

Em Portugal, existem duas entidades que publicam, de forma oficial e regular, indicadores de desempenho ambiental: a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e o Instituto Nacional de Estatística (INE). O Relatório do Estado do Ambiente (REA) é um relatório, publicado anualmente, sobre o estado do ambiente em Portugal. É publicado e divulgado através da APA que assegura a recolha, tratamento e análise da informação ambiental (APA 2019). Na sua última edição, são apresentados 45 indicadores organizados em oito áreas ambientais: Economia e Ambiente, Energia e Clima, Transportes, Ar e Ruído, Solo e Biodiversidade, Resíduos e Riscos Ambientais. De realçar que, na edição de 2018, foi incluída no REA uma infografia relativa à EC. Esta infografia é constituída por um retrato do fluxo de recursos e estratégias para a EC e um reporte de alguns resultados de indicadores que podem ser associados à EC. Na tabela 10 estão elencados os indicadores associados a essa infografia que pode também ser consultada no Anexo 2.

Indicador	Unidade
Fração de projetos de reabilitação no número total de obras licenciadas	Percentagem
Taxa de preparação para reutilização e reciclagem de resíduos urbanos	Percentagem
Fração do PIB utilizada em Investigação, Desenvolvimento e Inovação	Percentagem
Consumo interno de materiais	Mt
Perdas de água nos sistemas de abastecimento em alta e em baixa	M3 / (km.dia)
Intensidade energética da economia	Tep / M€
Fração de energia renovável no consumo final bruto de energia	Percentagem
Produtividade dos materiais	€/kg

Tabela 10: Indicadores de Economia Circular no Relatório do Estado do Ambiente 2018. Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente.

No contexto do PAEC implementado em Portugal foram desenvolvidos os seguintes indicadores de EC (Conselho de Ministros 2017):

1. Produtividade de recursos (eur/kg): definido como o produto interno bruto (PIB) dividido pelo consumo interno de materiais (CIM).
2. Produtividade das áreas artificiais (milhões PPC (paridade do poder de compra) por km²): é definido como o PIB de um país dividido pelo total das suas áreas artificiais. Áreas artificiais são constituídas por zonas urbanizadas (superfícies cobertas com edifícios e estufas) e não das localidades (estradas e superfícies seladas). Mostra a produtividade das áreas artificiais construídas, no sentido de perceber se é utilizada de forma eficiente para gerar valor económico acrescentado.
3. Consumo interno de materiais (ton/capita): definido como a quantidade total de material usado diretamente na economia e é igual a entrada de material direto (extração doméstica mais importações) menos as exportações.
4. Produtividade energética (euro por kg de óleo equivalente): definido pelo PIB dividido pelo consumo interno bruto de energia para um determinado ano civil. Mede a produtividade do consumo de energia.
5. Quota-parte de energia renovável (%): percentagem de energia renovável face ao total de energia consumida.
6. Intensidade dos gases de efeito de estufa do consumo de energia: relação entre as emissões de gases com efeito de estufa relacionadas com a energia (dióxido de carbono, metano e óxido nitroso) e o consumo interno bruto de energia.
7. Emissão de gases de estufa per capita (toneladas de CO₂ per capita)
8. Produção de resíduos com exclusão dos resíduos minerais, resíduos de dragagem e solos contaminados (kg/capita)
9. Taxa de deposição em aterro de resíduos com exclusão dos resíduos minerais, resíduos de dragagem e solos contaminados (%): definido como o volume de resíduos enviado para aterro (direta ou

indiretamente) dividido pelo volume de resíduos tratados (exclui os resíduos minerais, resíduos de dragagem e solos contaminados).

10. Produção de resíduos urbanos (kg/capita)
11. Taxa de deposição em aterro de resíduos urbanos (%)
12. Taxa de reciclagem dos resíduos urbanos (%)
13. Taxa de reciclagem dos resíduos de embalagens (%)
14. Taxa de reciclagem de resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (%)
15. Índice de eco inovação: trata-se de um índice composto por 16 indicadores (por exemplo: investimentos verdes, emprego, patentes, entre outros).

O *Eco-Innovation Observatory* é uma iniciativa financiada pela Direção Geral do Ambiente da Comissão Europeia a partir do Programa-Quadro para a Competitividade e a Inovação. De modo a promover a partilha de experiências em eco-inovação e melhores práticas, o *Eco-Innovation Observatory* tem vindo a recolher perfis dos países da UE. O objetivo é auxiliar no foco em ações, realizações e desenvolvimentos regulamentares e tendências a nível nacional relevantes para a eco inovação.

No *Eco-Innovation Country Profile 2018-2019* dedicado a Portugal, é referido que este período foi marcado pelo interesse crescente na EC. Este interesse é demonstrado pelo crescente número de empresas a adotar princípios de EC e através do apoio de instrumentos como o Fundo Ambiental (Lorena, A. 2019).

O Fundo Ambiental é um instrumento financeiro que visa apoiar a implementação de políticas ambientais no seguimento dos objetivos de desenvolvimento sustentável, de forma a contribuir para a concretização dos objetivos nacionais e internacionais, nomeadamente no que diz respeito às alterações climáticas, recursos hídricos, gestão de resíduos e conservação da natureza e da biodiversidade. A coordenação do Fundo Ambiental é feita pelo

Ministério do Ambiente e da Ação Climática, que determina por despacho do Ministério o destino anual dos recursos disponíveis. Em 2018 e 2019, os apoios do Fundo Ambiental ascenderam a 7.5 milhões de euros e 3.5 milhões de euros, respetivamente (Lorena, 2019).

O Fundo Ambiental tem vindo a ser utilizado para ajudar a implementar projetos de economia circular em organizações públicas e privadas pelo que é possível identificar as tendências e áreas mais importantes em 2018 e 2019 analisando os projetos financiados por este fundo, no âmbito de projetos de economia circular e eco inovação (Lorena, 2019).

Segundo o mesmo autor, o PAEC tem já demonstrado alguns fatores de sucesso na sua implementação. No *Eco-Innovation Country Profile 2018-2019*, é referido que a EC se tornou um foco da comunidade empresarial. O PAEC motiva ainda o estabelecimento de agendas regionais para a EC, especialmente devido ao apoio do Fundo Ambiental. Mesmo assim, alguns dos seus objetivos não foram cumpridos (por exemplo a promoção da prevenção de resíduos).

2. Análise de indicadores

Na parte que se segue deste TFM pretende-se responder à questão de investigação ao fazer uma avaliação ao estado de implementação da EC em Portugal no contexto da UE comparando também com a Holanda, utilizando os indicadores do quadro de monitorização desenvolvido pela Comissão Europeia (2018) no âmbito do PAEC.

O foco dado à Holanda durante este TFM é justificado pelo fato de, ao longo da investigação, este país ter surgido como um país que, desde 2014, tem demonstrado uma elevada consciência para as oportunidades positivas que a EC pode trazer. Da perspetiva europeia, a Holanda assemelha-se a uma cidade densamente povoada com boas infraestruturas, grandes portos e logística. Desta forma, são criadas condições para uma EC: torna-se mais simples a partilha de certos produtos (por exemplo carros), e a utilização de fluxos de resíduos industriais é menos complicada (Root and Hanemaaijer, 2017).

Além disso, conforme referido anteriormente, a Holanda começou a tomar medidas para a gestão de resíduos desde cedo (From Waste to Resource em 2014). Esta é parte da razão pela qual este país apresenta valores bastante positivos ao nível destes indicadores. A experiência e conhecimento holandeses podem ser aplicados tanto ao nível nacional quanto internacionalmente, no desenvolvimento de uma EC. Além disso, muitas matérias-primas são transportadas através deste país, o que o torna um ponto de articulação adequada (“rotunda de recursos”) (Root and Hanemaaijer, 2017).

A fonte dos dados relativos aos indicadores é a Eurostat, o que uniformiza a informação entre os diferentes estados-membros, que podem ter diferentes métodos de mensurar e reportar, tornando viável comparar alguns indicadores entre países.

O PAEC (CE, 2015) desenvolvido no âmbito da CE, estabelece um programa de ações concretas e ambiciosas, com medidas que vão desde o consumo e a produção, passando pela gestão de resíduos, mercados de matérias-primas secundárias e competitividade e inovação. Em conjunto, estas medidas pretendem contribuir para aumentar o ciclo de vida dos materiais e produtos através de maior reutilização e reciclagem e, desta forma, trazendo benefícios para o ambiente e para a economia.

2.1 Produção e Consumo

A primeira das quatro dimensões da EC, considerada no quadro de monitorização, é a produção e consumo. A CE realça a necessidade de uma transformação ao nível económico, o que implica uma reconfiguração dos sistemas de produção e consumo. De referir que o indicador relativo ao Desperdício alimentar não é mencionado pelo fato de não existirem dados disponíveis no site da Eurostat.

2.1.1 Autossuficiência da UE em matérias-primas

A autossuficiência da UE em matérias-primas é o primeiro indicador. As matérias-primas são consideradas essenciais para o funcionamento da economia. Os setores industriais dependem do fornecimento seguro de matérias-primas, provenientes de extração doméstica, reciclagem ou importação.

O PAEC desenvolvido no âmbito da CE contempla ações específicas na área das matérias-primas críticas, que têm elevada relevância económica para a UE e são vulneráveis em termos de oferta. Para alguns casos, a extração de matérias-primas implica impactos ambientais significativos. Neste contexto, torna-se

decisivo aumentar a recuperação de matérias-primas críticas. Este é um desafio enfrentado na transição para a EC (CE, 2018).

Em 2017, a CE apresentou uma lista das matérias-primas críticas da UE (ver anexo 4). Esta lista é atualizada a cada três anos, de modo a ter em conta as mudanças na produção e no desenvolvimento de mercado e tecnologia. O aumento do número de matérias-primas é avaliado a cada atualização (Marzena, et al. 2020).

Os resultados alcançados pela UE para o indicador de autossuficiência são ilustrados na Figura 18 (apresentados em percentagem).

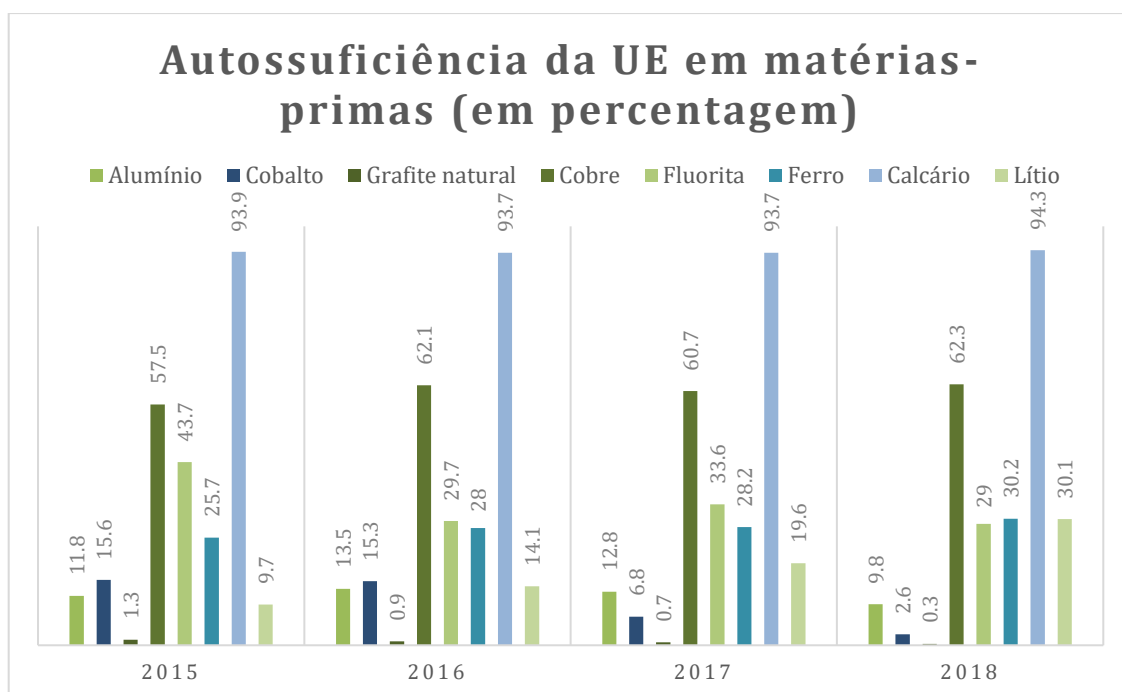


Figura 18: Autossuficiência da UE (27 Estados-Membros) em matérias-primas entre 2015 e 2018.
Fonte: Eurostat

Optou-se por considerar o período entre 2015 (ano de implementação do PAEC europeu) e 2018 (último ano disponível no site da Eurostat). Estes dados são apenas divulgados ao nível da média europeia, sendo que o gráfico ilustra a UE dos 27 Estados-Membros.

O indicador de autossuficiência é calculado da seguinte forma: $(\text{Importações} - \text{Exportações}) / (\text{Produção doméstica} + \text{Importações} - \text{Exportações})$. Este indicador permite perceber as diferenças entre os materiais, ou seja, para certas

matérias-primas, avaliar se a UE é mais autossuficiente do que para outras. De acordo com a CE (2018), considerando a crescente procura para algumas matérias-primas, mesmo que 100% fossem recicladas, a UE não seria autossuficiente. Por exemplo, prevê-se que a procura anual da UE de matérias-primas utilizadas em tecnologias solares fotovoltaicas (cobre, por exemplo) aumente em 270% até 2030 (CE, 2018).

A CE (2018) refere ainda que este indicador deve ser considerado num contexto mais amplo, tendo em conta a potencial escassez destas matérias-primas em áreas economicamente sensíveis. O comércio internacional é bastante importante para a UE. Para certas matérias-primas, com elevados riscos de escassez, a análise da autossuficiência, combinada com a análise dos países de origem dessas matérias-primas, pode ajudar a avaliar os riscos de fornecimento destas.

Através da análise do gráfico acima, que apenas considera as matérias-primas críticas em que os dados disponíveis são diferentes de zero, conclui-se que a UE é mais autossuficiente em calcário, seguida de cobre. Destaca-se ainda o lítio, matéria em que a UE tem conseguido aumentar a autossuficiência (passando de 9.7% em 2015 para 30.1% em 2018). Assim, e tendo em conta a lista completa de matérias-primas críticas divulgadas pela UE em 2017, conclui-se que a UE é muito dependente das importações, indicando a necessidade de procurar uma oferta segura das mesmas. A transição para uma EC deve ajudar a resolver o problema de risco associado ao fornecimento de matérias-primas, especialmente matérias-primas críticas. A promoção da EC na gestão das matérias-primas críticas é muito importante devido ao fato de que a produção global está concentrada em vários países (por exemplo China e Rússia) e muitas dessas matérias-primas são caracterizadas pela baixa substituição e baixas taxas de reciclagem (Marzena, et al. 2020).

Tendo em conta que os dados para este indicador não estão disponíveis por país, consultou-se o INE para obter dados que funcionem como proxy para este indicador ao nível de Portugal. O gráfico seguinte ilustra a evolução da importações e exportações entre 2015 (para que fique em conformidade com os dados do indicador de autossuficiência) e 2019 (o INE tem informação disponível para esse ano). Consultou-se a Conta de Fluxos de Materiais, mais especificamente o total das importações de materiais, por tipo de material (calculado anualmente), e o total das exportações de materiais, por tipo de material (calculado anualmente), para minerais não metálicos (como rochas, minerais para indústria química, entre outros), materiais energéticos fósseis (como carvão, produtos energéticos ilíquidos e gasosos, produtos constituídos maioritariamente por produtos energéticos fósseis) e minerais metálicos (como minérios de ferro, minerais metálicos não ferrosos, entre outros), em milhares de toneladas.

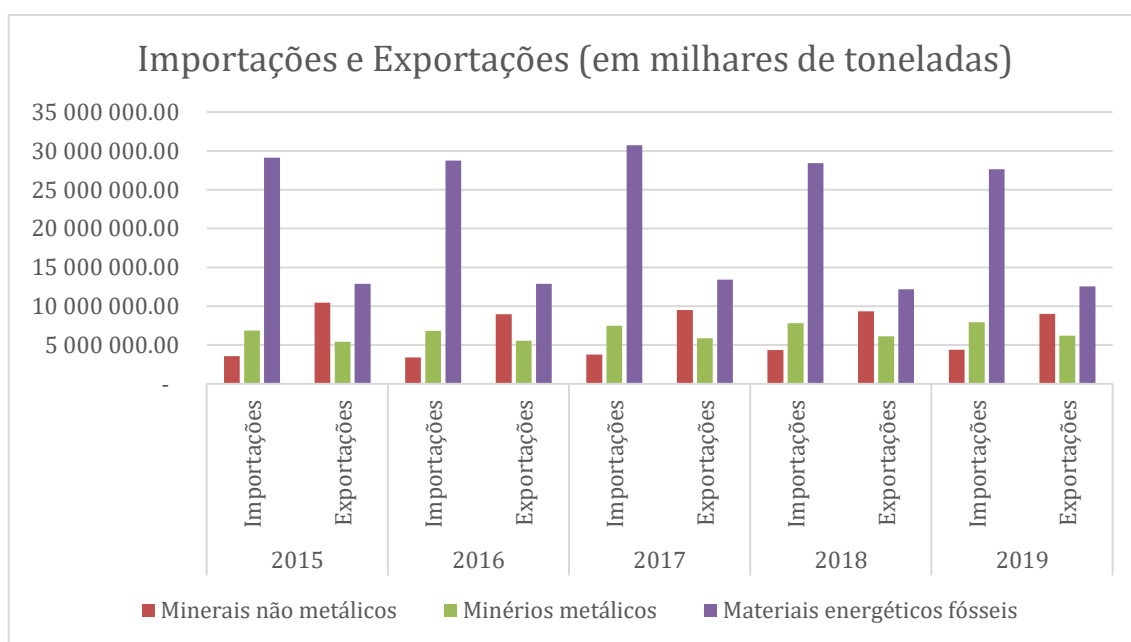


Figura 19: Importações e Exportações de Minerais não metálicos, minérios metálicos e materiais energéticos fósseis para Portugal entre 2015 e 2019 (em milhares de toneladas). Fonte: INE

Através da análise dos dados verifica-se que Portugal importa mais do que exporta em quase todas as categorias referidas no gráfico. Para os minerais não

metálicos, Portugal é exportador. Assim, Portugal está bastante dependente de outros países na maior parte das matérias-primas aqui consideradas, o que expõe o país ao risco associado à volatilidade de preços e escassez de oferta. Este risco torna-se mais elevado ao nível de materiais energéticos fósseis. Assim, a exposição ao risco no que diz respeito a esta energia poderia ser amenizado caso Portugal consiga passar a utilizar recursos energéticos não fósseis. Neste sentido, Portugal beneficia da transição para a EC.

2.1.2 Geração de resíduos

De seguida, no âmbito da produção e consumo, importa analisar a geração de resíduos. Conforme já foi referido, numa EC o valor dos produtos, materiais e recursos é mantido na economia pelo maior período possível e a geração de resíduos de materiais é reduzida. Para que seja possível reduzir a quantidade de resíduos gerada deve partir-se de métodos de produção e consumo mais verdes.

De acordo com a diretiva do quadro de resíduos (*Waste Framework Directive*) da UE, a redução da quantidade de resíduos gerados é considerada a maior prioridade. Nesta diretiva é definida uma hierarquia de resíduos onde a prevenção é a opção preferida e enviar os resíduos para aterro deve ser a última opção. A figura 20 ilustra a hierarquia de resíduos (*Waste hierarchy*).



Figura 20: Hierarquia de Resíduos (Diretiva 2008/98/CE) Fonte: Comissão Europeia

2.1.2.1 Geração de resíduos urbanos (kg per capita)

O indicador relativo à geração de resíduos urbanos per capita mede os resíduos recolhidos diretamente por autoridades municipais, ou em nome das mesmas, e eliminados através do sistema de gestão de resíduos. Consiste, em grande parte, nos resíduos gerados pelas famílias, embora possam ser incluídos resíduos semelhantes de fontes como o comércio, escritórios e instituições públicas (CE 2018).

A redução da geração de resíduos urbanos permite avaliar a eficácia das medidas de prevenção de resíduos e da mudança dos padrões de consumo por parte dos cidadãos. Ao avaliar os resíduos municipais, ao invés dos resíduos industriais, consegue-se ter uma perceção do lado do consumo. Os resíduos relativos aos setores industriais não são por isso considerados.

Assim, este indicador tem como foco os resíduos urbanos. Ainda que, de acordo com a CE, os resíduos urbanos representem apenas cerca de 10% do total de resíduos gerados, ou cerca de 30% da quantidade de resíduos gerados,

excluindo os principais resíduos minerais, o acompanhamento da sua evolução pode permitir uma boa indicação da mudança dos padrões de consumo e da prevenção dos resíduos nos Estados-Membros, desempenho e onde as ações e o envolvimento dos cidadãos são mais relevantes.

A Figura 21 ilustra a geração de resíduos municipais per capita entre 2015 e 2019 para a União Europeia (27 países), Portugal e Holanda. O ano de 2015 foi escolhido por ser o ano em que o PAEC foi implementado na UE e 2019 é o último ano com dados disponíveis no site da Eurostat.

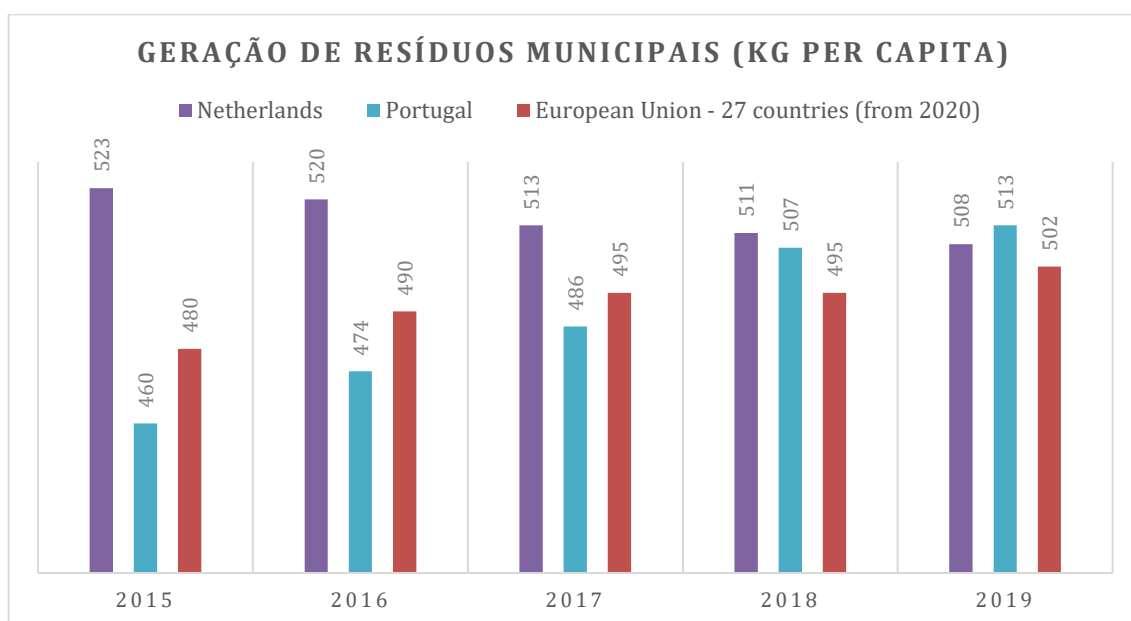


Figura 21: Geração de resíduos municipais (kg per capita). Fonte: Eurostat

A partir da análise dos dados verifica-se que a média europeia (27 países) registou um ligeiro aumento entre 2015 (480 kg per capita) e 2019 (502 kg per capita). Portugal regista valores abaixo da média europeia entre 2015 e 2017, demonstrando um crescimento em 2018 (507 kg per capita) e 2019 (513kg per capita).

A Holanda apresenta valores bastante elevados ao longo de todo o período representado no gráfico. A tendência parece, no entanto, ser de decréscimo (em 2015 com 523 kg per capita e 2019 com 502 kg per capita). Não são, contudo, evidentes mudanças efetivas associadas às políticas instituídas ao nível do

governo holandês. A iniciativa divulgada em 2014 *From Waste to Resource* não representa mudanças significativas ao nível da gestão de resíduos.

2.1.2.2 Geração de resíduos, excluindo grandes resíduos minerais, por unidade de PIB (kg por mil euros)

O quadro de monitorização da CE apresenta em seguida o indicador relativo à geração de resíduos, excluindo grandes resíduos minerais, por unidade de PIB (medido em kg por mil euros).

Na transição para a EC, a UE visa a diminuição dos resíduos e a manutenção ou aumento da produção económica. Assim, numa EC a geração de resíduos deve aparecer dissociada do crescimento económico: a geração de resíduos aumenta menos rapidamente do que o PIB (dissociação relativa) ou diminui mesmo quando a economia está a crescer (dissociação completa).

Ao comparar os resíduos gerados com o PIB, consegue-se aferir a intensidade do desperdício da economia. Avaliar a sua evolução de ano para ano permite perceber se a economia é capaz de produzir mais riqueza e, ao mesmo tempo, gerar menos desperdício. Este indicador pode ser visto como uma medida de ecoeficiência. É definido como todos os resíduos gerados num país (em unidade de massa), excluindo os principais resíduos minerais, por unidade de PIB (em euros). O rácio é expresso em kilos por mil euros.

De acordo com a CE, os dados sobre a geração de resíduos, abrangem resíduos perigosos e não perigosos de todos os setores económicos e domésticos, incluindo resíduos de tratamento de resíduos (resíduos secundários), mas excluindo a

maioria dos resíduos minerais. Os principais resíduos minerais são excluídos porque o peso total da geração e tratamento de resíduos é principalmente impulsionado pelos resíduos minerais da construção / demolição e das atividades mineiras, e estes últimos variam amplamente em importância nos diferentes Estados-Membros. A exclusão dos principais resíduos minerais reflete as tendências gerais com mais precisão do que os resíduos totais e melhora a comparabilidade entre os países (CE 2018).

De realçar que este indicador pode indicar fortes variações entre Estados-Membros devido a fatores como:

- Diferenças na classificação de resíduos pelos Estados-Membros: a comparação total pode não ser possível.
- Diferenças de poder de compra que não se refletem totalmente nas taxas de câmbio, subestimando assim o rendimento real de alguns Estados-Membros.
- Diferentes estruturas da economia e especialização de certos Estados-Membros em serviços de valor elevado (por exemplo finanças ou setores de tecnologias da informação).

A figura 22 ilustra o indicador de geração de resíduos, excluindo grandes resíduos minerais, por unidade de PIB para a média europeia (27 países), Portugal e Holanda. Considerou-se o período a partir de 2014 visto não existirem dados disponíveis de 2015, ano de implementação do PAEC na UE. O ano de 2018 é o último disponibilizado pela Eurostat.

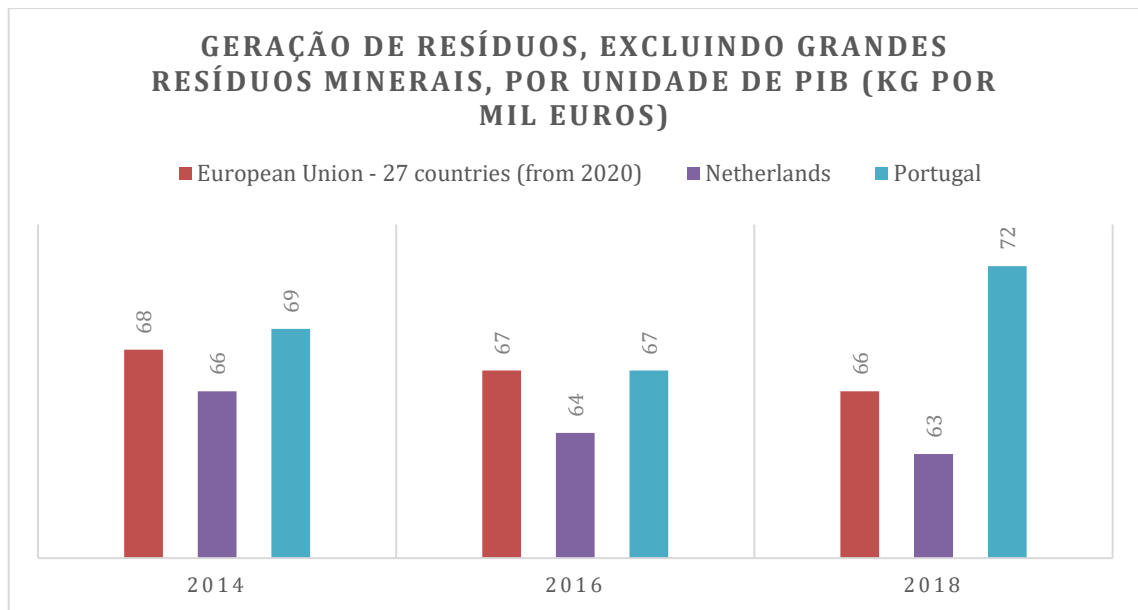


Figura 22: Geração de resíduos, excluindo grandes resíduos minerais, por unidade de PIB (kg por mil euros). Fonte: Eurostat

A partir dos dados verifica-se que entre 2014 e 2018 a UE (27 Estados-Membros) registou um ligeiro decréscimo, de 68kg por mil euros para 66kg por mil euros. Esta descida significa maior ecoeficiência na atividade económica.

Portugal, diminui ligeiramente entre 2014 e 2016 (69kg por mil euros para 67kg por mil euros). Contudo, em 2018, um ano após a implementação do PAEC no contexto português, aumentou para 72 kg por mil euros.

A Holanda demonstrou, no período entre 2014 e 2018, uma ligeira quebra passando de 66 kg por mil euros para 63 kg por mil euros, respetivamente.

2.1.2.3 Geração de resíduos, excluindo grandes resíduos minerais, por consumo interno de materiais (percentagem)

O último indicador relativo à produção e consumo é a geração de resíduos, excluindo grandes resíduos minerais, por consumo interno de materiais (percentagem). Este indicador mede a eficiência do consumo de material da UE, comparando as toneladas de resíduos geradas com o consumo material doméstico (CMD). O CMD é definido pela quantidade anual de matérias-primas

extraídas do território doméstico, adicionando as importações físicas e retirando as exportações físicas.

Este indicador permite avaliar a eficiência do material através da comparação da quantidade de resíduos gerada com o CMD. Quanto mais baixo for o valor do rácio, melhor o desempenho. A principal vantagem do indicador para comparação entre Estados-Membros e ao longo do tempo é que é menos afetado pelas diferenças na estrutura de produção de uma economia. O CMD não inclui fluxos “ocultos” *upstream* relacionados a importações e exportações de matérias-primas e produtos. Este indicador é uma proporção que pode não ser muito significativa sem outros indicadores que contextualizem. A proporção é fortemente influenciada pelo componente mineral não metálico do CMD (CE 2018).

A figura 23 ilustra a geração de resíduos, excluindo grandes resíduos minerais, por consumo interno de materiais, expresso em percentagem.

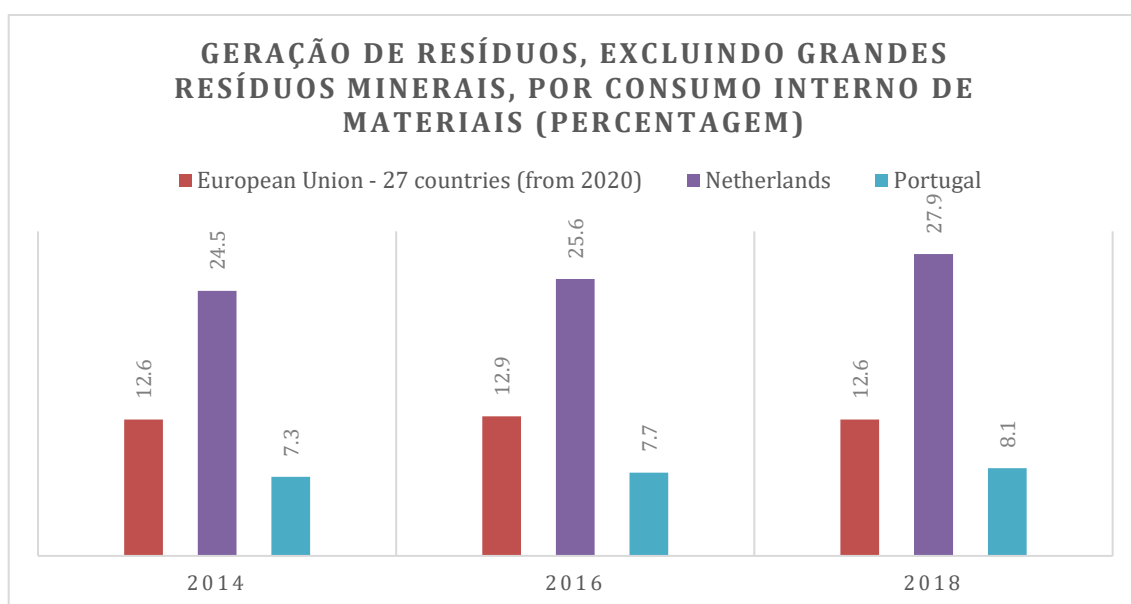


Figura 23: Geração de resíduos, excluindo grandes resíduos minerais, por consumo interno de materiais (percentagem). Fonte: Eurostat

Através da análise do gráfico acima verifica-se que, em 2014 e 2018, a UE (27 países) produziu 0.126 kg de resíduos por CMD, o que significa que 12,6% do consumo doméstico de materiais terminou como resíduo. Em 2016, ano

imediatamente a ser à implementação do PAEC no âmbito da UE, registou-se um ligeiro aumento para 12,9%.

Portugal registou um ligeiro aumento entre 2014 e 2018 (7,3% para 8,1% respetivamente). Não se verifica o impacto da implementação do PAEC em Portugal em 2017. Aliás, existe até uma tendência crescente.

A Holanda regista os valores mais elevados deste indicador, verificando-se uma tendência crescente entre 2014 (24,5%) e 2018 (27,9%). O aumento deste indicador significa que a eficiência do consumo de material diminuiu em termos de produção de resíduos. Desta forma, podemos concluir que a Holanda se apresenta como um país menos eficiente em termos de materiais, relativamente a Portugal e à média europeia (27 países). Mais uma vez, estes dados reforçam a ideia de que os esforços ao nível do governo na implementação de políticas não significam um efeito direto nos valores registados nos diferentes indicadores.

2.2 Gestão de Resíduos

2.2.1 Taxas globais de reciclagem

2.2.1.1 Taxa de reciclagem de resíduos urbanos (percentagem)

O primeiro indicador do quadro de monitorização da UE para a EC relativo à gestão de resíduos é a taxa de reciclagem de resíduos urbanos (percentagem). Este indicador ilustra como os resíduos gerados pelos consumidores finais são utilizados como recursos na EC. Os resíduos urbanos refletem principalmente os resíduos gerados pelos consumidores finais, uma vez que incluem os resíduos domésticos e os resíduos de outras fontes de natureza e composição semelhantes aos resíduos domésticos.

Considerando a natureza heterogénea dos resíduos, a gestão eficiente dos mesmos torna-se um desafio. A taxa de reciclagem de resíduos urbanos permite aferir a qualidade do sistema geral de gestão de resíduos.

A taxa de reciclagem diz respeito ao número de resíduos urbanos que são reciclados dentro do total de resíduos urbanos gerados. Nas áreas em que não existe um sistema municipal de recolha de resíduos, a quantidade de resíduos gerados é estimada (CE 2018). Os Estados-Membros informam anualmente a Eurostat sobre a geração de resíduos e o seu tratamento. Para conseguir comparar a taxa de reciclagem entre os diferentes Estados-Membros deve ter-se em conta que os países medem as quantidades recicladas de forma diferente, o que tem implicações na precisão e na comparabilidade.

A figura 24 ilustra a tendência da taxa de reciclagem de resíduos urbanos (em percentagem) para a média europeia, Holanda e Portugal. O período considerado é 2015 (ano de implementação do PAEC) e 2018 (último ano com dados disponíveis para a média dos 27, Portugal e Holanda).

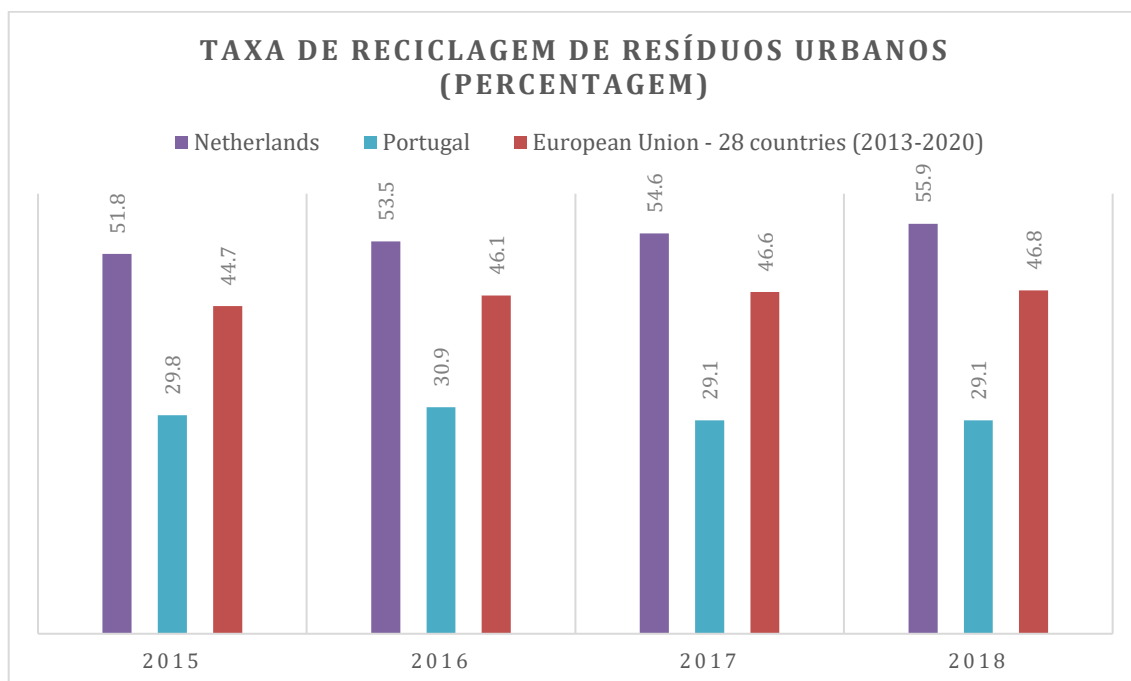


Figura 24: Taxa de reciclagem de resíduos urbanos (percentagem). Fonte: Eurostat

Com a análise da figura 23 percebemos que a Holanda se destaca em todo o período (2015 até 2018) com taxas de reciclagem bastante elevadas, registando um máximo em 2018 com 55,9% do total de resíduos urbanos gerados a serem reciclados. Em 2018, a média dos 27 Estados-Membros registou 46,8% de resíduos urbanos reciclados. Portugal registou um crescimento bastante ligeiro entre 2015 e 2016 (29,8% e 30,9% respetivamente). No ano de implementação do PAEC (2017) e em 2018 manteve 29,1% do total de resíduos urbanos gerados a serem reciclados.

2.2.1.2 Taxa de reciclagem de todos os resíduos, excluindo os principais resíduos minerais (percentagem)

O segundo indicador referido é a taxa de reciclagem de todos os resíduos, excluindo os principais resíduos minerais (percentagem). Este indicador exclui os principais resíduos minerais e indica até que ponto os principais resíduos são reincorporados na economia. Acrescenta a fase de produção à fase de consumo final refletida na reciclagem de resíduos urbanos e, desta forma, engloba as tendências de reciclagem de resíduos resultantes do consumo e da produção.

Este indicador é definido pela parte de resíduos reciclados dividida por todos os resíduos tratados no país, excluindo os principais resíduos minerais que surgem principalmente de atividades mineiras e de construção. Tem em consideração a quantidade de resíduos recolhidos num país e reciclados noutra, já que corrige os dados da *Waste Statistics Regulation* com dados de importações e exportações. A figura 25 ilustra a taxa de reciclagem de todos os resíduos, excluindo os principais resíduos minerais (percentagem) entre 2012 e 2016. Optou-se por considerar o ano de 2012 para conseguir ter uma ideia da evolução,

considerandos os dados disponibilizados pela Eurostat. O ano mais recente disponível é 2016.

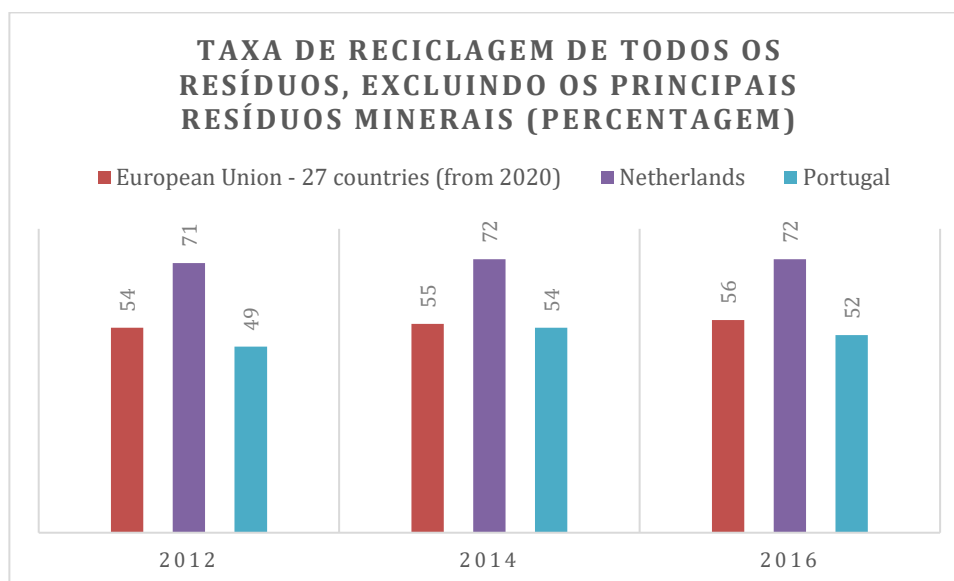


Figura 25: Taxa de reciclagem de todos os resíduos, excluindo os principais resíduos minerais (percentagem). Fonte: Eurostat

Uma vez mais a Holanda destaca-se pela positiva com taxas de reciclagem na ordem dos 72% (2014 e 2016), valores acima da média europeia (27 países) que regista 55% (2014) e 56% (2016). Portugal está abaixo da média com taxas de reciclagem de 54% e 52% em 2014 e 2016, respetivamente.

2.2.2 Taxas de reciclagem de fluxos específicos de resíduos

Os dois indicadores supramencionados dizem respeito a taxas globais de reciclagem. Segue-se agora um conjunto de indicadores relativo a taxas de reciclagem de fluxos específicos de resíduos.

2.2.2.1 Taxa de reciclagem de embalagens (percentagem)

O primeiro diz respeito à taxa de reciclagem de embalagens (percentagem). Os resíduos de embalagens incluem todos os resíduos de materiais de embalagem de produtos utilizados para os proteger, transportar, entregar e apresentar mercadorias, desde as matérias-primas até aos produtos processados, do produtor ao consumidor, excluindo os resíduos da produção.

Em alguns casos, as diferenças entre Estados-Membros são causadas pelas diferenças metodológicas, ou seja, a possibilidade de reportar a produção da triagem em vez da entrada para a reciclagem, caso não existam perdas significativas. De realçar ainda que a maior parte dos Estados-Membros parte do princípio de que os resíduos gerados são iguais às quantidades de embalagens colocadas no mercado num determinado ano nesse país, o que pode significar um reporte abaixo do real e, assim, inflacionar as taxas de reciclagem. A figura 26 ilustra a tendência deste indicador entre 2015 (ano de implementação do PAEC ao nível europeu) e 2017 (último ano com dados disponíveis no site da Eurostat para as três realidades aqui consideradas: UE 27, Portugal e Holanda).

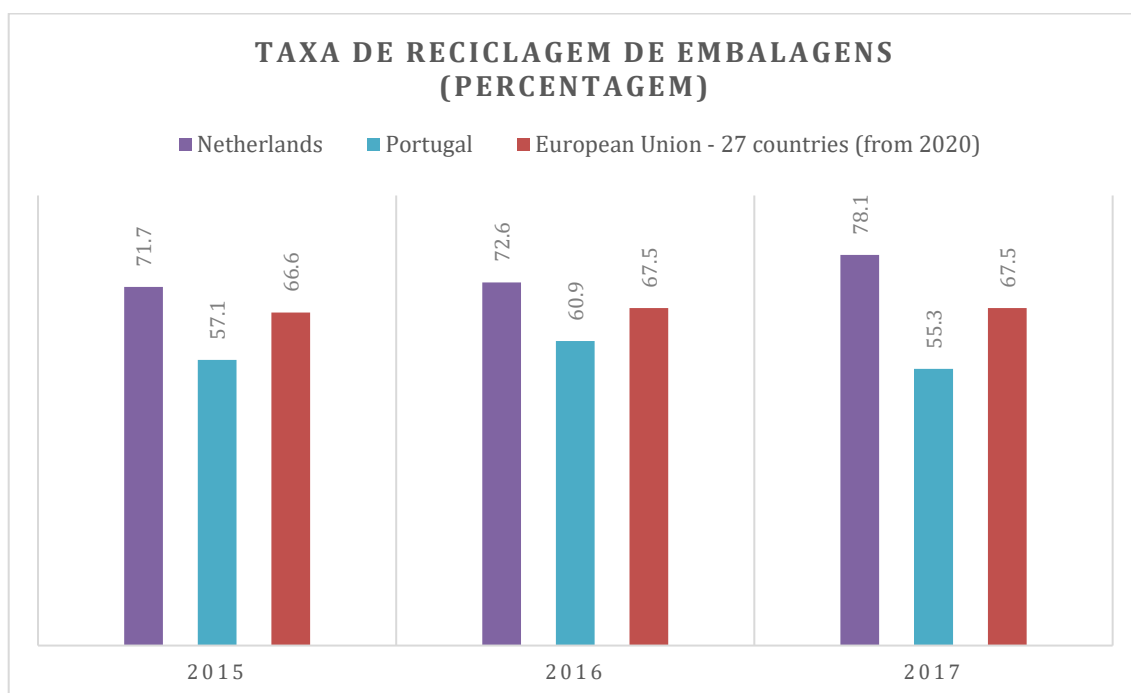


Figura 26: Taxa de reciclagem de embalagens (percentagem). Fonte: Eurostat

A UE (27 países) apresentou uma ligeira subida entre 2015 e 2016 (66,6% e 67,7%, respetivamente), sendo que em 2017 manteve a mesma percentagem de taxa de reciclagem de embalagens. Relativamente a Portugal, os valores estão ligeiramente abaixo da média europeia com 57,1% em 2015; 60,9% em 2016 e 55,3% em 2017. A Holanda volta a apresentar valores mais elevados, na ordem dos 70% e com tendência crescente nos três anos considerados (71,7% em 2015; 72,6% em 2016 e 78,1% em 2017).

2.2.2.2 Taxa de reciclagem de embalagens de plástico (percentagem)

A procura por plástico aumentou rapidamente ao nível mundial. Em 2017, a procura de plásticos nos 28 Estados-Membros da UE registou valores de quase 52 milhões de toneladas, sendo que em 2010 registou 46 milhões de toneladas. A produção global de plásticos atingiu 348 milhões de toneladas em 2017, um acréscimo de 13 milhões de toneladas em comparação com o ano anterior. Quase um quinto da produção global de plástico de 335 milhões de toneladas foi produzido na Europa (EEA Report, 2019).

O indicador relativo à taxa de reciclagem de embalagens de plástico (percentagem) é calculado como a quantidade total de resíduos de embalagens de plástico reciclado sobre os resíduos de embalagens de plástico gerados (ambos em unidade de massa). A figura 27 apresenta a tendência deste indicador entre 2015 (ano de implementação do PAEC ao nível europeu) e 2017 (último ano com dados disponíveis no site da Eurostat para as três realidades aqui consideradas: UE 27, Portugal e Holanda).

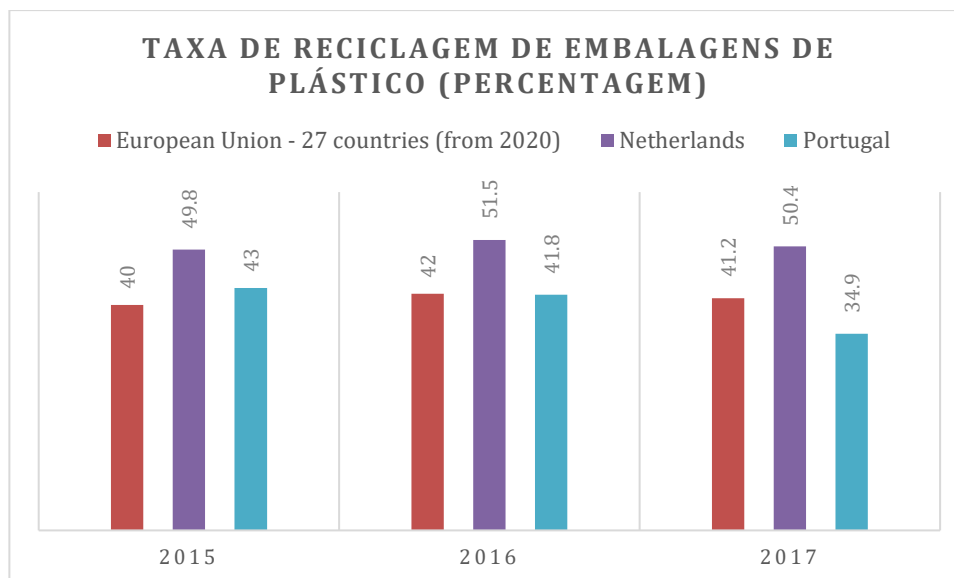


Figura 27: Taxa de reciclagem de embalagens de plástico (percentagem). Fonte: Eurostat

A UE (27 países) regista valores de reciclagem de embalagens de plástico de 40% em 2015 subindo para 42% em 2016 e descendo para 41,2% em 2017. Em 2018, a média europeia sobe ligeiramente para 41,5%.

Portugal regista uma tendência decrescente nos três anos considerados no gráfico. Em 2018 volta a registar uma descida para 33,9%.

Finalmente, no caso da Holanda, valores novamente superiores comparativamente às outras duas realidades aqui consideradas. Em 2015 registou 49,8%, passando para 51,5% em 2016 e 50,4% em 2017. Optou-se por não incluir o ano de 2018 no gráfico já que a Eurostat não disponibiliza valores para a Holanda relativos a este ano.

2.2.2.3 Taxa de reciclagem de embalagens de madeira (percentagem)

Na EC, a utilização em cascata de recursos renováveis, com vários ciclos de reutilização e reciclagem, deve ser incentivada quando apropriado. No caso das embalagens de madeira, a reutilização é normalmente uma solução adequada.

Quando a reutilização deixar de ser possível a reciclagem é a opção que melhor apoia a EC.

A taxa de reciclagem de embalagens de madeira é calculada pela quantidade total de resíduos de embalagens de madeira recicladas dividida pela quantidade total de resíduos de embalagens de madeira gerados (ambos em unidade de massa). A figura 28 ilustra a taxa de reciclagem de embalagens de madeira entre 2015 (ano de implementação do PAEC ao nível europeu) e 2017 (último ano com dados disponíveis no site da Eurostat para as três realidades aqui consideradas: UE 27, Portugal e Holanda).



Figura 28: Taxa de reciclagem de embalagens de madeira (percentagem). Fonte: Eurostat

Através da análise da figura 28 verificamos que Portugal se destaca pela positiva neste indicador, registando em todo o período valores superiores à média europeia e à Holanda.

2.2.2.4 Taxa de reciclagem de resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (percentagem)

De seguida é considerado o indicador relativo à taxa de reciclagem de resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (percentagem). Este indicador engloba resíduos de computadores fora de uso, televisores, frigoríficos, telefones ou telemóveis. Trata-se de um fluxo de resíduos de rápido crescimento na UE (CE 2018). Os resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (REE) representam, por um lado, um risco para o meio ambiente (componentes perigosos), por outro lado, apresentam um elevado potencial de reciclagem para substituir matérias-primas por matérias-primas secundárias, como metais preciosos e outros materiais de elevado valor (CE 2018).

Ao comparar com outros fluxos de resíduos, o lixo eletrónico não tem um peso muito significativo. Contudo, representa um bom exemplo do potencial inexplorado para recuperar matérias-primas valiosas. Matérias-primas como o gálio, germânio, índio e disprósio são predominantemente utilizados nos equipamentos elétricos e eletrónicos, sendo uma área prioritária no âmbito do PAEC.

O indicador da taxa de reciclagem de resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos fornece uma medida destes resíduos que são reciclados e preparados para reutilização, tendo em consideração os equipamentos elétricos e eletrónicos que foram colocados no mercado com elevado potencial de reciclagem para substituir matérias-primas secundárias. A figura 29 ilustra a evolução deste indicador entre 2012 (ano da divulgação da diretiva sobre os resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos) e 2017 (último ano com dados disponíveis no site da Eurostat para as três realidades aqui consideradas: UE 27, Portugal e Holanda).

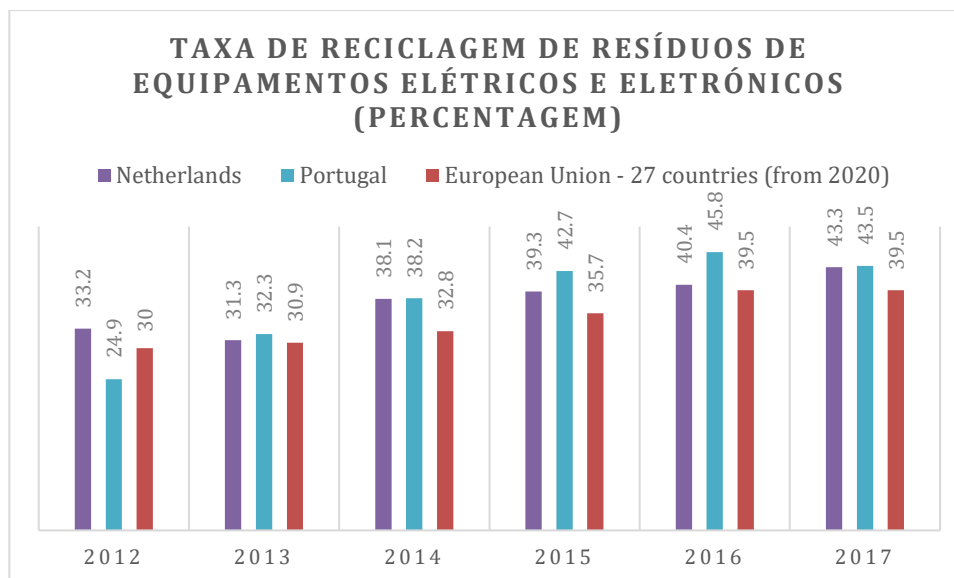


Figura 29: Taxa de reciclagem de resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (percentagem). Fonte: Eurostat

A partir de 2012, ano em que a UE divulgou a diretiva sobre os resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (Diretiva 2012/19/UE), verifica-se uma tendência crescente deste indicador ao nível da média europeia dos 27 Estados-Membros até 2016. Neste ano e no ano seguinte a UE 27 mantém o mesmo valor de 39,5%. Em 2018 regista uma ligeira descida para 38,9%.

No caso de Portugal, a tendência é também crescente até 2016 (45,8%). Em 2017 desce ligeiramente para 43,5%. A Eurostat não disponibiliza dados para Portugal em 2018, razão pela qual este ano não está representado no gráfico.

Por último, a Holanda, apresentou uma ligeira descida neste indicador logo após a divulgação da diretiva passando de 33,2% (em 2012) para 31,3% (em 2013). Nos anos seguintes, até 2017 regista uma tendência crescente, voltando a decrescer em 2018 (registou 41%).

Este indicador é calculado através da multiplicação da taxa de recolha estabelecida na diretiva de 2012 para os resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos pela taxa de reutilização e reciclagem estabelecida na mesma diretiva. A taxa de recolha refere-se ao volume desses resíduos recolhido no ano de referência divididos pela quantidade média de equipamentos elétricos e

eletrônicos colocados no mercado nos três anos anteriores. A taxa de reutilização e reciclagem é calculada pela divisão do peso dos resíduos dos equipamentos elétricos e eletrônicos que entra na instalação de reciclagem ou preparação para reutilização pelo peso de todos os resíduos recolhidos separadamente de acordo com a diretiva supramencionada, considerando que a quantidade total de resíduos recolhidos é enviada para instalações de tratamento ou reciclagem.

O indicador é calculado com base nos dados comunicados pelos Estados-Membros à Eurostat sobre os equipamentos colocados no mercado, os resíduos recolhidos separadamente e os resíduos recolhidos para reciclagem e preparados para reutilização. A preparação para a reutilização e a reciclagem são comunicadas ao Eurostat em conjunto.

A taxa de reutilização e reciclagem, conforme previsto na diretiva de 2012, mede a eficiência do processo de tratamento apenas e, portanto, não corresponde ao indicador da taxa de reciclagem de resíduos equipamentos elétricos e eletrônicos, que considera toda a cadeia desde a colocação em mercado, passando pela recolha e tratamento.

Relevante ainda mencionar que este indicador é normalmente utilizado no contexto da monitorização da reciclagem ao nível dos Estados-Membros (por exemplo, no Painel de Avaliação da Eficiência dos Recursos). Os valores gerais com base no peso não captam adequadamente as taxas de reciclagem de matérias-primas críticas que estão normalmente presentes no lixo eletrónico em pequenas quantidades quando comparadas com o peso total do lixo eletrónico. O indicador também não capta opções como reparação, reutilização ou remanufactura – que estão em níveis acima no contexto da hierarquia de resíduos.

2.2.2.5 Reciclagem de resíduos orgânicos (kg per capita)

O indicador seguinte é a reciclagem de resíduos orgânicos, medido em kilos per capita. Este indicador está relacionado com materiais de base biológica. Os resíduos biológicos domésticos são considerados importantes pois são frequentemente misturados com outros resíduos e depositados em aterros, contribuindo significativamente para as mudanças climáticas (CE 2018). A recolha seletiva de resíduos biológicos e a sua reciclagem (geralmente na forma de compostagem ou digestão) é essencial para atingir altas taxas de reciclagem de resíduos municipais. A figura 30 ilustra a evolução deste indicador entre 2015 (ano de implementação do PAEC no contexto da UE) e 2019 (último ano disponível para as três realidades consideradas: UE 27, Portugal e Holanda).

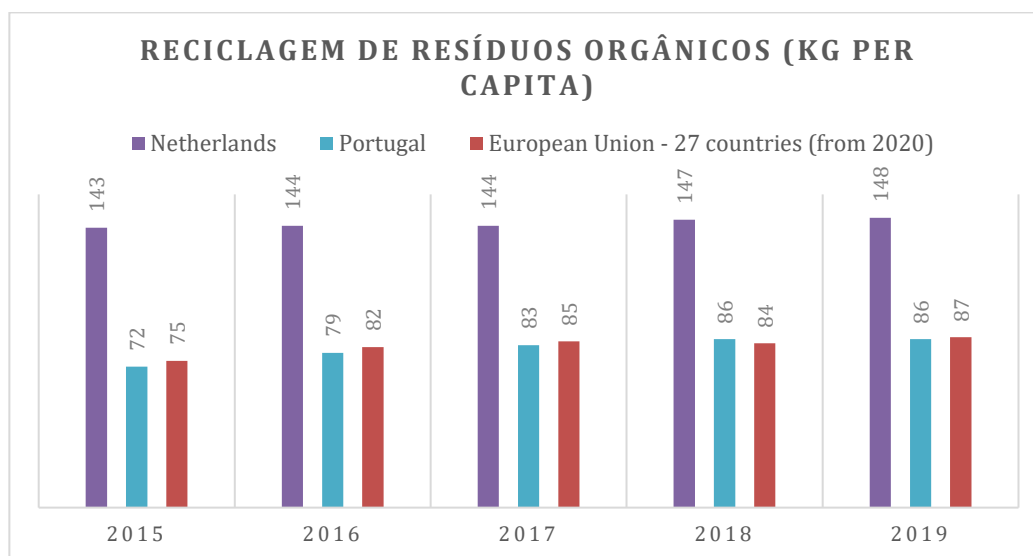


Figura 30: Reciclagem de resíduos orgânicos (kg per capita). Fonte: Eurostat

Neste indicador a Holanda regista valores acima da média europeia em todo o período apresentado no gráfico. Em 2019 com 148 kg per capita sendo a média da UE 27 de 87 kg per capita no mesmo ano. Por outro lado, Portugal regista valores abaixo da média europeia no mesmo período. Nos últimos anos tem vindo a registar melhorias, aproximando-se, cada vez mais, da média dos 27 (86 kg per capita em 2019).

Este indicador é medido indiretamente através da proporção de resíduos municipais que passam pelo processo de compostagem ou digestão (em kg) sobre a população total. De acordo com a CE, não é possível medir a taxa de reciclagem dos resíduos biológicos municipais, devido a não existirem dados viáveis sobre a geração de resíduos para esta fração, já que parte dos resíduos biológicos termina misturado com resíduos municipais.

Assim, as quantidades de resíduos biológicos que passam pelo processo de compostagem (per capita) são monitorizados, o que dá uma indicação apropriada do progresso alcançado pelos Estados-Membros ao longo do tempo e permite a comparabilidade entre eles. De referir que esta comparabilidade pode ser afetada pelo fato de que a maioria dos países só contar com a reciclagem de compostagem de resíduos recolhidos separadamente, enquanto outros incluem também material orgânico recuperado como resultado de tratamentos biológicos mecânicos.

2.2.2.6 Taxa de valorização de resíduos da construção ou demolição (RCD) (em percentagem)

O último indicador pertencente à gestão de resíduos é a taxa de valorização de resíduos da construção ou demolição (RCD) (percentagem). Resíduos de construção e demolição são o maior fluxo de resíduos da UE em peso, dos quais o conteúdo mineral diz respeito à maior parte (CE 2018).

A taxa de valorização de RCD é a proporção de resíduos de construção e demolição que são preparados para a reutilização, reciclagem ou são sujeitos a valorização de materiais, incluindo através de operações de aterro, divididos pelos RCD recolhidos e tratados. A figura 31 ilustra a evolução deste indicador para a média dos 27 Estados-Membros, para Holanda e para Portugal entre 2014 e 2018. Optou-se por apresentar dados relativos a 2014 visto não existirem dados

disponíveis para 2015 e se pretender apresentar uma evolução do indicador ao longo do tempo. 2018 é o último ano em que a Eurostat apresenta dados para as três realidades consideradas (UE 27, Portugal e Holanda).

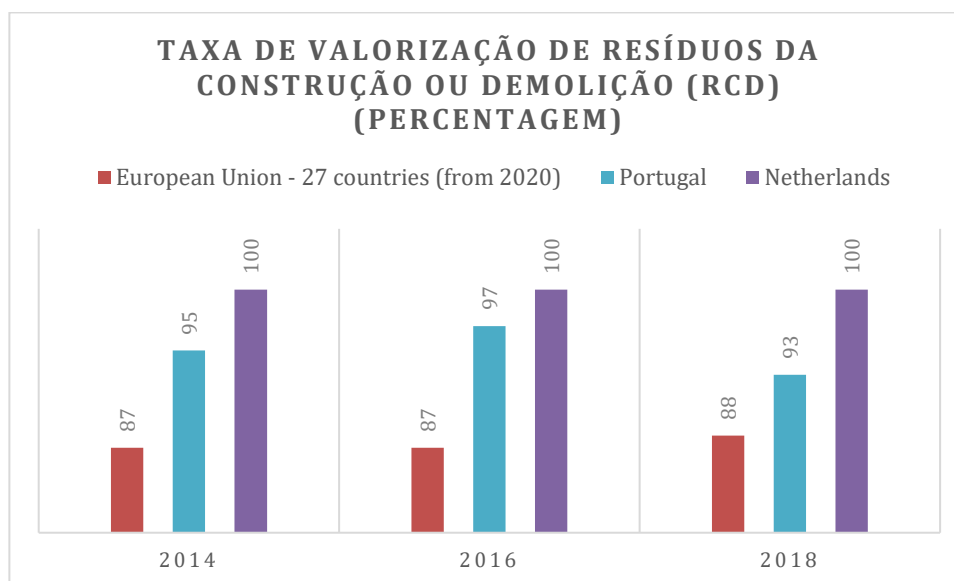


Figura 31: Taxa de valorização de resíduos da construção ou demolição (percentagem). Fonte: Eurostat

A partir da análise dos dados verifica-se que a Holanda valoriza todos os RCD que recolhe (100% nos três anos referidos). Portugal apresenta também valores próximos de 100%, tendo verificado, contudo, uma tendência decrescente. A média europeia regista 87% em 2014 e 2016, subindo 1 ponto percentual em 2018 (88%).

2.3 Matérias-primas secundárias

Seguem-se indicadores relativos à dimensão de matérias-primas secundárias. A utilização de matérias-primas é considerada fundamental para a EC, sendo por isso importante medi-la. Neste sentido, a CE desenvolveu dois indicadores: o primeiro focado num subconjunto de materiais específico e o segundo apresenta uma visão geral da utilização de matérias-primas secundárias na economia.

2.3.1 Contribuição dos materiais reciclados para satisfazer a procura de matérias-primas

De acordo com a CE (2018), a utilização de matérias-primas secundárias contribui para o desenvolvimento de uma EC sólida. Para a maior parte dos materiais, o volume de matérias-primas secundárias está muito abaixo da procura de materiais da economia, mesmo que as taxas de reciclagem de certos materiais sejam relativamente elevadas (CE, 2018). Ao contrário dos indicadores relativos à gestão de resíduos, que têm como foco as taxas de recolha ou reciclagem de determinados fluxos de resíduos, este indicador mede a contribuição da reciclagem para a procura de materiais por tipo de material para um subconjunto selecionado de materiais.

Para este indicador a Eurostat não apresenta valores para cada um dos Estados Membros, apenas para a média europeia. Adicionalmente não é possível apresentar a evolução para este indicador visto os únicos dados disponibilizados serem para 2016.

A figura 32 ilustra a contribuição de materiais reciclados para a procura de matérias-primas em 2016 (dados mais recentes disponíveis no site da Eurostat dedicado ao quadro de monitorização da CE).

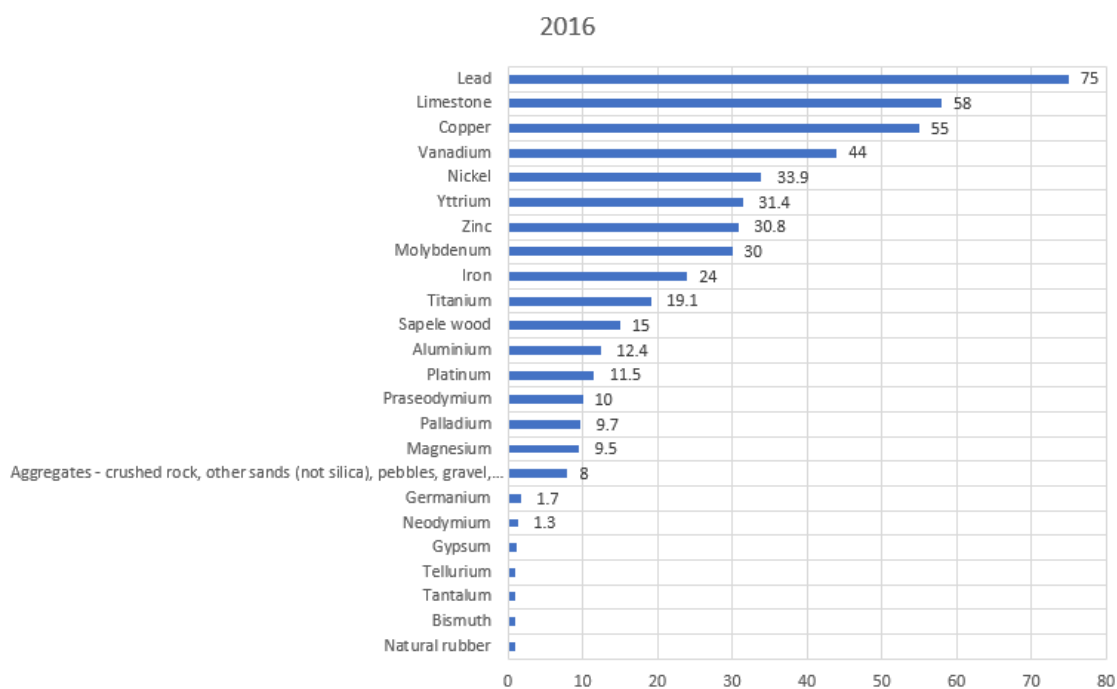


Figura 32: Contribuição de materiais reciclados para a procura de matérias-primas – taxas de entrada de reciclagem em fim de vida (2016). Fonte: Eurostat

A participação das matérias-primas secundárias na procura total de materiais é superior a 50% para um número muito reduzido de matérias-primas. De acordo com a CE, para o chumbo (*Lead*) a taxa é de 75% porque existem sistemas de reciclagem de circuito fechado regulamentadas de forma rígida para baterias de chumbo. As elevadas taxas de cobre podem ser explicadas pelo valor económico elevado dos materiais.

A CE refere ainda que para alguns materiais (por exemplo, certos metais), as matérias-primas secundárias contribuem entre 30% e 40% da procura total de materiais. Mesmo que muitos desses materiais tenham taxas de reciclagem de final de vida acima dos 50%, principalmente porque são usados em quantidades suficientemente elevadas em aplicações facilmente recuperáveis (como por exemplo o aço em automóveis), as suas taxas de reciclagem são muito mais baixas porque a procura por esses materiais é maior do que o que pode ser fornecido através da reciclagem.

No entanto, para a maior parte dos materiais e quase todas as matérias-primas críticas, a contribuição de materiais reciclados para a procura de matérias-primas é pequena. Esta situação é justificada pelo facto da reciclagem não ser economicamente viável, as tecnologias adequadas disponíveis para reciclagem não são suficientemente desenvolvidas ou porque esses materiais não são incorporados em produtos de longa duração (como edifícios ou outras infraestruturas). Para alguns casos, também pode ser explicado porque a procura cresce muito rapidamente como acontece com baterias ou outros dispositivos elétricos ou eletrónicos.

2.3.1.1 Taxa de utilização circular de material (percentagem)

A implementação da EC visa aumentar a quantidade de material reciclado e que volta a entrar na economia, reduzindo a geração de resíduos e limitando a extração de matérias-primas primárias. A taxa de utilização circular de material (percentagem) mede a contribuição de materiais reciclados para a procura geral de materiais.

Este indicador fornece uma proporção dos resíduos reciclados sobre a procura geral de materiais (calculada através da soma do consumo de materiais domésticos com a quantidade de resíduos recuperados). O indicador é importante no sentido de avaliar a circularidade da economia. A figura 33 ilustra o progresso para este indicador entre 2015 (ano de implementação do PAEC no contexto da UE) e 2019 (último ano com dados disponíveis no site da Eurostat).

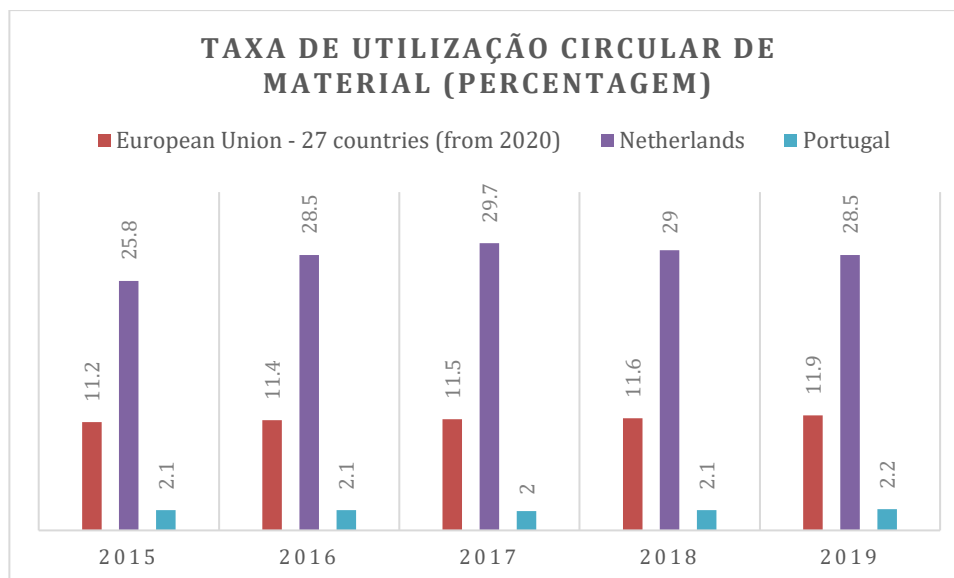


Figura 33: Taxa de utilização circular de material (percentagem). Fonte: Eurostat

Os Estados-Membros com elevadas taxas de utilização circular de material têm níveis elevados de reciclagem de resíduos ou níveis baixos de consumo de material doméstico, ou ambos. Através da análise da figura 31 verifica-se que a Holanda tem valores bastante elevados deste indicador (28,5% em 2019). Este país encontra-se bastante acima da média europeia que regista apenas 11,9% em 2019. Portugal está abaixo da média em todo o período considerado na figura sendo o valor mais elevado 2,2%, alcançado em 2019.

A taxa de utilização circular de material indica a quantidade de resíduos recolhidos internamente, destinados à recuperação de materiais nas estações de tratamento nacionais e também no estrangeiro, e que voltam a entrar na economia, poupando assim a extração de matérias-primas primárias. Uma taxa mais alta significa materiais mais circulares (secundários) na economia em relação à utilização geral de materiais. Maior quantidade de materiais secundários substituindo as matérias-primas primárias evita a extração de materiais primários.

2.3.2 Comércio de matérias-primas recicláveis

Seguem-se os indicadores relativos ao comércio de matérias-primas recicláveis. Uma produção eficiente deste tipo de matérias-primas pode ser apoiada pelo mercado interno e pela otimização da capacidade de reciclagem da UE. Assim, torna-se útil ter uma visão geral dos movimentos de resíduos entre países, dentro e fora da UE.

Muitos fluxos de resíduos são considerados fontes de matéria-prima. Desta forma, para que se consiga ter uma imagem precisa do setor europeu ao nível de matérias-primas e da origem dos materiais secundários utilizados pelas indústrias da UE, a CE considerou fundamental acompanhar os movimentos das matérias-primas secundárias, que cruzam as fronteiras europeias (importações, exportações e intracomunitário).

Os indicadores aqui considerados medem as quantidades de categorias de resíduos e subprodutos selecionados que são transferidos entre os Estados-Membros da UE e a partir das fronteiras da UE (países não pertencentes à UE). Os dados disponibilizados pelo Eurostat incluem cinco classes de resíduos: plástico; papel e papelão; metal precioso; ferro e aço; cobre; alumínio e níquel.

Três indicadores são considerados: importações de países não pertencentes à UE; exportações para países não pertencentes à UE e comércio intracomunitário. Estes indicadores são baseados nas Estatísticas do Comércio Internacional de Bens publicadas pelo Eurostat.

2.3.2.1 Exportações para países não pertencentes à UE (toneladas)

A figura 34 ilustra a evolução do indicador relativo às exportações para países não pertencentes à UE. A UE (27 Estados-Membros) regista valores na ordem dos 25 milhões de toneladas. Portugal e Holanda registam uma tendência

relativamente consistente ao longo do período ilustrado na figura. Portugal com 164.709 toneladas em 2019 e a Holanda com 5,613.710 toneladas no mesmo ano.

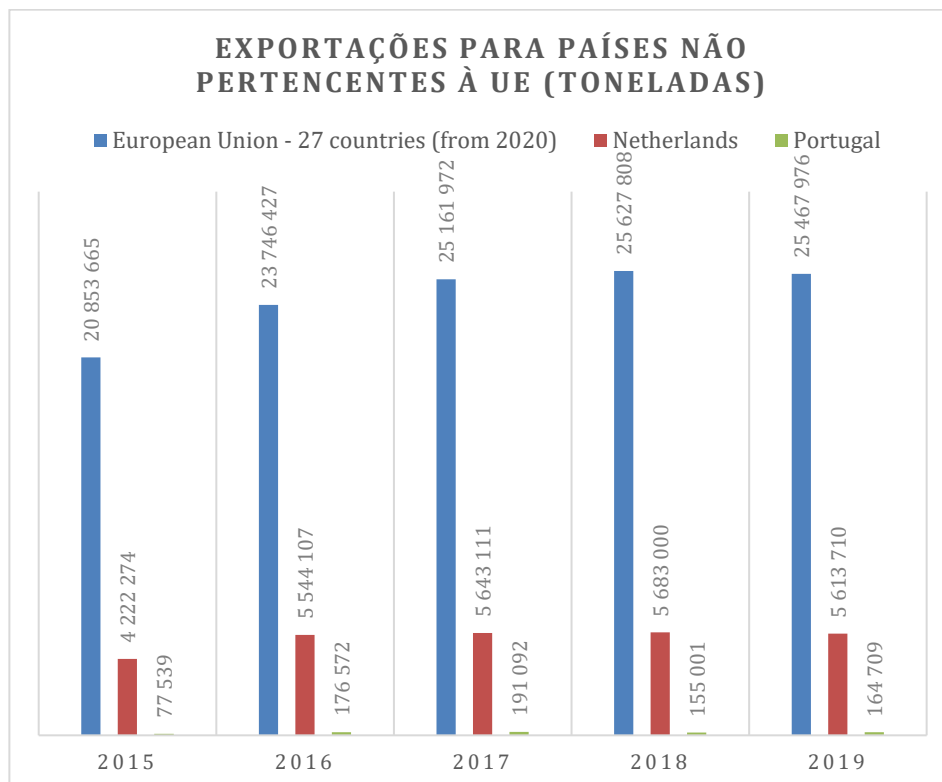


Figura 34: Exportações para países não pertencentes à UE (toneladas). Fonte: Eurostat

Em termos de peso relativo ao valor total de exportações para países não pertencentes à UE, a Holanda regista um crescimento de 3 pontos percentuais entre 2015 e 2016. A partir deste ano, até ao último ano disponível mantém valores na ordem dos 22%. Portugal, registou também uma subida entre 2015 e 2016 (de 0.37% para 0.74%, respetivamente), descendo para 0.65% em 2019.

Ano	2015	2016	2017	2018	2019
Holanda	20.25%	23.35%	22.43%	22.18%	22.04%
Portugal	0.37%	0.74%	0.76%	0.60%	0.65%

Tabela 11: Peso das Exportações da Holanda e de Portugal no total das exportações da UE. Fonte: Eurostat.

2.3.2.2 Importações para países não pertencentes à UE (toneladas)

A figura 35 ilustra as importações de países não pertencentes à UE. Os valores de importações de resíduos pelos países da UE (27 Estados-Membros) rondam os 9 milhões de toneladas. Em 2019, Portugal registou 469.019 toneladas de importações e a Holanda 1,311.654 toneladas.

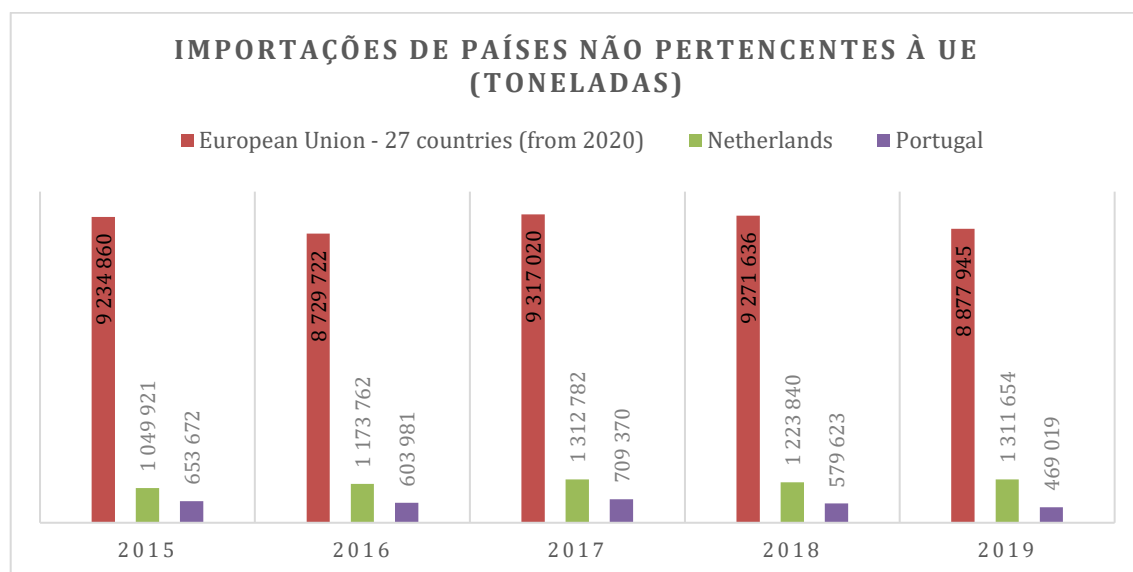


Figura 35: Importações de países não pertencentes à UE (toneladas). Fonte: Eurostat

A tabela seguinte representa o peso das importações (em percentagem) da Holanda e Portugal no total da média europeia (UE 27). Portugal apresenta valores mais elevados ao nível de importações enquanto a Holanda regista um peso menor quando comparado com o peso das exportações na média europeia.

Ano	2015	2016	2017	2018	2019
Holanda	11.37%	13.45%	14.09%	13.20%	14.77%
Portugal	7.08%	6.92%	7.61%	6.25%	5.28%

Tabela 12: Peso das importações da Holanda e de Portugal no total das importações da UE. Fonte: Eurostat.

Considerando a análise das exportações e importações verifica-se que a UE dos 27 exporta mais do que importa. A Holanda segue esta mesma tendência, exportando mais resíduos e subprodutos do que importa. Portugal, pelo

contrário, importa mais do que aquilo que exporta, estando por isso mais dependente de outros países em termos de matérias-primas secundárias.

2.3.2.3 Comércio intracomunitário (toneladas)

Finalmente, a figura 36 ilustra o indicador relativo ao comércio intracomunitário, que mede as quantidades de categorias de resíduos e subprodutos selecionados importados pelos Estados-Membros da UE a partir de outro Estado-Membro. Ao nível da UE este indicador registou em 2018 cerca de 49 mil toneladas decrescendo para cerca de 48 mil toneladas em 2019.

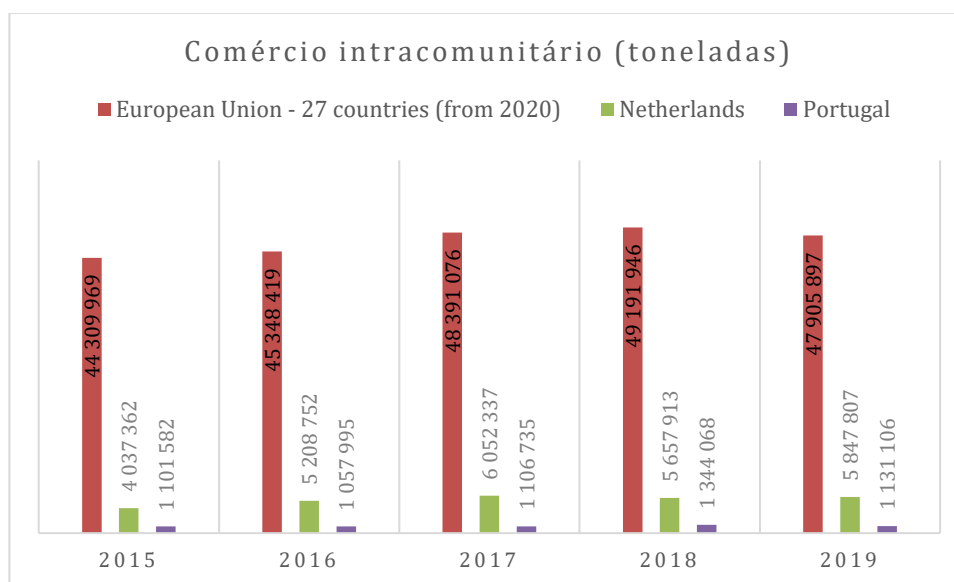


Figura 36: Comércio intracomunitário (toneladas). Fonte: Eurostat

A tabela seguinte apresenta o peso do comércio intracomunitário para a Holanda e para Portugal no total da média europeia (UE 27). A Holanda regista entre 2015 e 2019 um aumento de 2% enquanto Portugal, no mesmo período decresce 0,13%.

Ano	2015	2016	2017	2018	2019
Holanda	9.11%	11.49%	12.51%	11.50%	12.21%
Portugal	2.49%	2.33%	2.29%	2.73%	2.36%

Tabela 13: Peso do comércio intracomunitário da Holanda e de Portugal no total da UE. Fonte: Eurostat.

2.4 Competitividade e inovação

A inovação e os investimentos (em *design* ecológico, matérias-primas secundárias, processos de reciclagem e simbiose industrial) são elementos-chave para a transição para uma EC (CE, 2018).

A EC pode contribuir significativamente para a criação de empregos e crescimento económico. Torna-se importante analisar o nível de emprego e crescimento de setores relevantes na transição para a EC, no sentido de perceber se os efeitos esperados estão a ser cumpridos. Os setores que aqui importa avaliar são os que se relacionam com reciclagem, reparação e reutilização. O impacto nestes setores representa apenas uma parte do impacto económico mais amplo da EC. Os indicadores desenvolvidos pela CE para esta etapa têm então como base os setores mencionados.

2.4.1 Investimento bruto em bens tangíveis

O primeiro indicador diz respeito ao investimento bruto em bens tangíveis (percentagem do PIB a preços correntes). Este indicador é definido como o investimento durante o ano de referência em todos os bens tangíveis nos setores de reciclagem, reparação e reaproveitamento. Incluem-se aqui os bens de capital tangíveis novos e existentes, comprados de terceiros ou produzidos para uso próprio, com uma vida útil de mais de um ano, incluindo bens tangíveis não produzidos, como terrenos. Excluem-se os investimentos em ativos intangíveis e financeiros.

A figura 37 ilustra a evolução deste indicador entre 2015 (ano de implementação do PAEC na UE) e 2018 (último ano disponibilizado pela Eurostat para UE27, Portugal e Holanda).

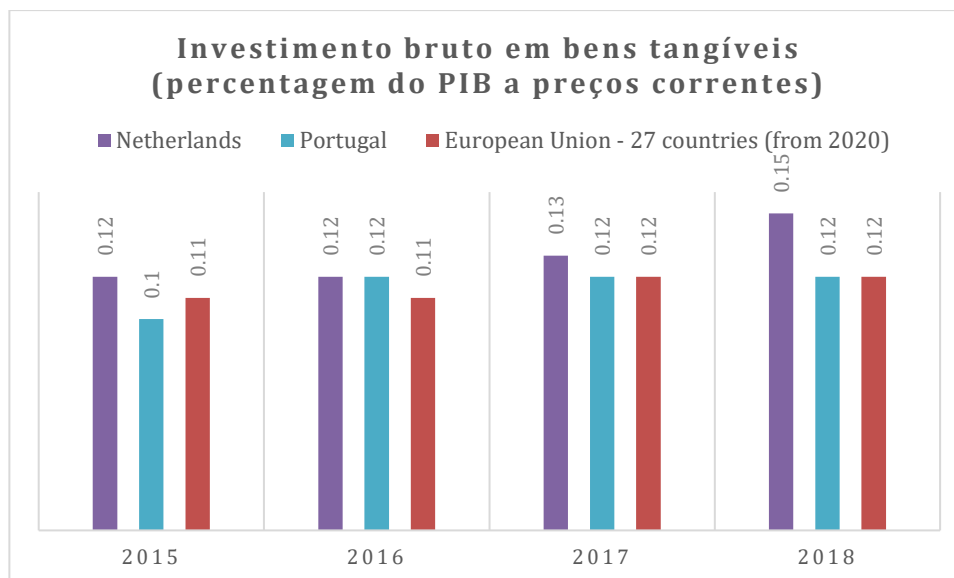


Figura 37: Investimento bruto em bens tangíveis (percentagem do PIB a preços constantes).
Fonte: Eurostat

A partir da análise da figura 37 verifica-se que o investimento bruto em bens tangíveis regista valores aproximadamente constantes para a UE dos 27 (em 2015 e 2016 com 0,11% e em 2017 e 2018 com 0,12%). No que diz respeito à Holanda, em 2015 e 2016 regista o mesmo valor (0,12%). Em 2017 sobe ligeiramente para 0,13% e em 2018 para 0,15%. Portugal regista em 2015 0,1% e nos anos seguintes mantém 0,12%.

2.4.2 Pessoas empregadas em EC (percentagem do emprego total)

O indicador seguinte diz respeito ao número de pessoas empregadas em setores de economia circular. É definido pelo número de pessoas que trabalham na empresa (incluindo trabalhadores, sócios que trabalham regularmente na empresa e familiares que lá trabalham e não são remunerados) e aqueles que trabalham fora da empresa e que são pagos por ela (representantes de vendas, pessoal de entregas, reparação e manutenção). Não estão incluídos trabalhadores que prestem serviços à empresa por parte de outras empresas. Aqui são

considerados os mesmos setores mencionados no primeiro indicador desta etapa. O indicador é apresentado como uma percentagem do emprego total permitindo a comparação entre Estados-Membros. A figura 38 ilustra a evolução do número de pessoas empregadas em EC entre 2015 (ano de implementação do PAEC na UE) e 2018 (último ano disponibilizado pela Eurostat para UE27, Portugal e Holanda).

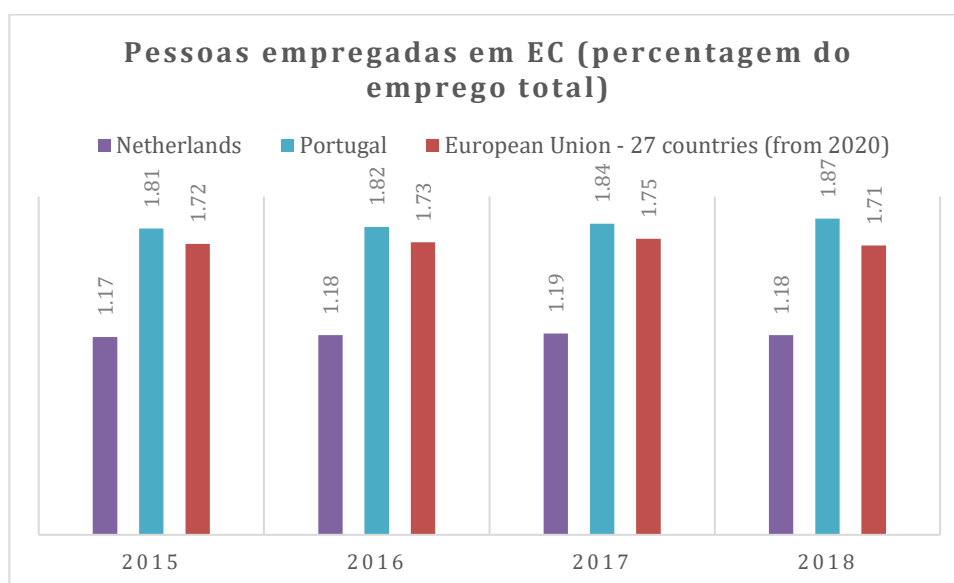


Figura 38: Pessoas empregadas em EC (percentagem do emprego total). Fonte: Eurostat

Através da análise da figura verificamos que Portugal mantém, ao longo do período considerado, valores bastante próximos da média europeia. A Holanda apresenta valores abaixo da média. Assim, considerando a percentagem total das pessoas empregadas na Holanda, a percentagem que trabalha em setores relacionados com a EC é menor do que quando comparada com o caso português.

2.4.3 Valor acrescentado a custo de fatores (percentagem do PIB a preços correntes)

O indicador relativo ao valor acrescentado a custo de fatores (em percentagem do PIB a preços correntes) é definido pela receita bruta das atividades operacionais após ajustamento dos subsídios operacionais e impostos indiretos. Pode ser calculado como a soma do volume de negócios, produção capitalizada, outros rendimentos operacionais, aumentos menos as diminuições de existências e deduzindo os seguintes itens: compras de bens e serviços, outros impostos sobre produtos relacionados com o volume de negócios, mas não dedutíveis, direitos e impostos ligados à produção. Ajustes de valor (como depreciação) não são subtraídos.

A figura 39 ilustra este indicador entre 2015 (ano de implementação do PAEC na UE) e 2018 (último ano disponível no site da Eurostat) para a UE (27 Estados-Membros, Portugal e Holanda).

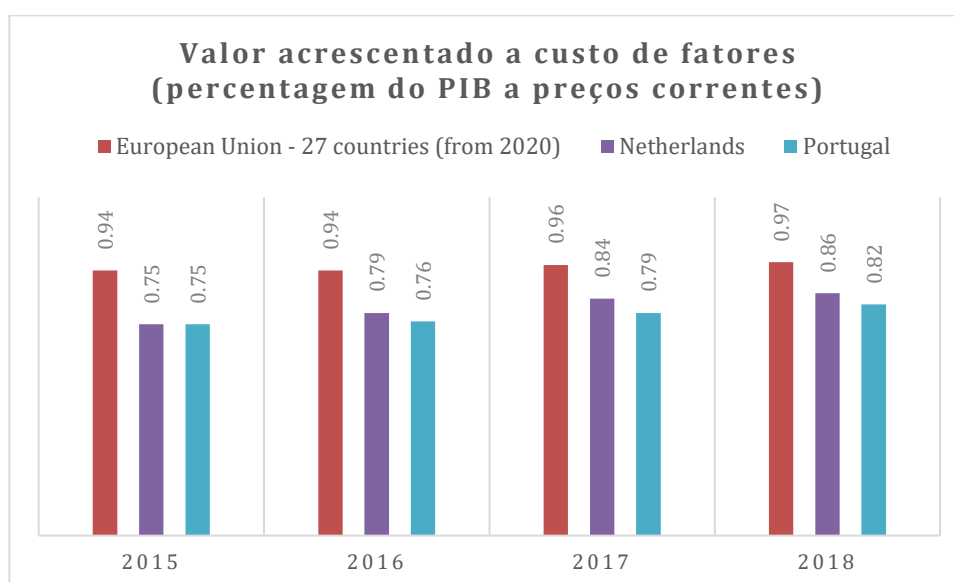


Figura 39: Valor acrescentado a custo de fatores (percentagem do PIB a preços correntes). Fonte: Eurostat

A partir da análise do gráfico verifica-se que o valor acrescentado a custo de fatores apresenta uma tendência relativamente constante para a UE 27, para

Portugal e para a Holanda. Para Portugal, os setores ligados à EC geraram um valor acrescentado a custo de fatores de 0,82% em 2018. No caso da Holanda, em 2018, registou 0,86%. Conclui-se que, desde a adoção do PAEC no contexto europeu (em 2015) não se verificam mudanças significativas ao nível deste indicador.

2.4.4 Número de patentes relacionadas com a reciclagem e matérias-primas secundárias

Por fim menciona-se o indicador relativo ao número de patentes relacionadas com a reciclagem e matérias-primas secundárias. A inovação desempenha um papel fundamental na transição para a EC, criando novas tecnologias, processos, serviços e modelos de negócio. O desenvolvimento de tecnologias inovadoras para a gestão e reciclagem de resíduos vai apoiar a competitividade da indústria da UE.

Neste sentido, os dados estatísticos relativos às patentes funcionam como uma aproximação para conseguir avaliar o progresso tecnológico e a inovação. De acordo com a CE, a atribuição de patentes à reciclagem e às matérias-primas secundárias é realizada usando os códigos respetivos da Classificação Cooperativa de Patentes.

Importa ainda referir que, embora este indicador forneça uma visão sobre as tecnologias de reciclagem inovadoras mais relevantes, ele não cobre todas as tecnologias relacionadas com a gestão de resíduos, nem outros serviços e modelos de negócio da EC. Também de referir que nem todas as inovações relevantes são ou podem ser patenteadas (CE, 2018).

A tabela seguinte ilustra o número de patentes registadas entre 2014 e 2016 para a UE (27 países), Holanda e Portugal. Verifica-se que Portugal tem um

número bastante reduzido de patentes registadas quando comparado com a Holanda.

Ano	2014	2015	2016
União Europeia - 27 países	313.7	339.04	269.14
Holanda	17.78	21.11	15.69
Portugal	0	5	0

Tabela 14: Número de patentes relacionadas com a reciclagem e matérias-primas secundárias.
Fonte: Eurostat.

2.5 Conclusões gerais

No decorrer da pesquisa realizada no âmbito deste TFM optou-se por utilizar o quadro de monitorização desenvolvido pela CE (no âmbito do PAEC) para conseguir uma comparação entre os diferentes Estados-Membros da UE no caminho para a transição para a EC.

Numa análise geral, considerando o curto período de tempo entre a implementação do Plano de Ação para a Economia Circular ao nível europeu conclui-se que é ainda muito cedo para conseguir perceber tendências estruturadas para qualquer um dos indicadores referidos ao longo deste capítulo. Mesmo assim, consegue-se ter a perceção de que existe ainda um longo caminho a percorrer no sentido da implementação da EC já que os dados não demonstram grandes alterações depois da implementação do PAEC. É, contudo, ainda cedo para perceber se a União Europeia e, mais precisamente, Portugal estão a seguir o caminho mais adequado.

Relativamente à primeira dimensão considerada no quadro de monitorização (a produção e consumo), a implementação da EC implica uma mudança de hábitos ao nível dos consumidores e dos produtores. Ao nível de consumo devem ser consideradas novas abordagens como por exemplo o aluguer em vez

da compra de alguns dos produtos. Ao nível de produção podem ser desenvolvidas parcerias entre empresas no sentido de partilhar ciclos de produção conseguido maior aproveitamento de recursos.

No que diz respeito ao indicador de autossuficiência em termos de matérias-primas: Portugal e UE são bastante dependentes de importações para a maior parte das matérias-primas. Em Portugal destaca-se a necessidade de importação ao nível de materiais energéticos fósseis. Tem verificado uma tendência ligeiramente decrescente desde 2017 (data de implementação do PAEC). Contudo é demonstrada a necessidade de diminuir a procura deste tipo de materiais e optar por opções energéticas renováveis, ao nível nacional.

Para a geração de resíduos urbanos, Portugal apresenta valores elevados, registando até uma tendência ligeiramente crescente desde 2017. De acordo com os dados do INE, mais recentemente, esta tendência tem aumentado mesmo em contexto de abrandamento económico e redução do consumo induzidos pela pandemia do Covid-19. Assim, no primeiro semestre de 2020, registou-se um aumento das quantidades totais de resíduos urbanos recolhidos de forma indiferenciadas (+76,7 mil toneladas) e também seletiva por ecopontos (+21,9 mil toneladas), face a 2019, o que, de acordo com o INE, poderá estar relacionado com o aumento do consumo final de bens alimentares pelas famílias durante este período.

Para o indicador de geração de resíduos, excluindo grandes resíduos minerais, por unidade de PIB (kg por mil euros), Portugal apresenta os valores mais elevados quando comparado com a média europeia e com a Holanda. Percebe-se aqui a necessidade de Portugal em trabalhar mais no sentido de dissociar o crescimento económico da geração de resíduos.

Relativamente à geração de resíduos por consumo interno de materiais, Portugal apresenta valores abaixo da média europeia e da Holanda. Isto pode dever-se ao facto de a quantidade anual de matérias-primas extraídas do

território nacional, adicionadas das importações e retirando as exportações físicas, não ser tão elevada quando comparado com outros países.

Ao nível de taxas de reciclagem de resíduos urbanos, Portugal apresenta valores de 29,1% no ano de 2018. De acordo com o relatório das Estatísticas do Ambiente publicado pelo INE, o indicador de preparação para a reutilização e reciclagem aumentou 1 ponto percentual em 2019, fixando-se nos 41%, diferindo 9 pontos percentuais do objetivo de 50% definido no contexto do programa PT 2020 e Compromisso para o Crescimento Verde. Assim percebe-se que Portugal, aparenta estar no bom caminho, tendo ainda alguns esforços a fazer no sentido de alcançar a meta estabelecida.

Conforme foi referido o indicador de taxa de reciclagem de todos os resíduos, exclui os principais resíduos minerais e indica até que ponto os principais resíduos são reincorporados na economia. Os valores de Portugal estão na ordem dos 50% (último valor disponível refere-se a 2016, com 52%). Isto significa que Portugal volta a incorporar cerca de 50% dos resíduos que recicla (excluindo os principais resíduos minerais).

A partir da análise geral de todos os indicadores relativos à dimensão de gestão de resíduos compreende-se que a Holanda se destaca da média europeia (27 Estados-Membros) e de Portugal. Assim, este país apresenta valores bastante positivos no tratamento dos resíduos pela via de reciclagem.

Importa referir que a reciclagem, é o quinto “R” da escala de circularidade desenvolvida pelo governo holandês (*R-ladder*). Esta escala é constituída por seis estratégias colocadas hierarquicamente (ver anexo 5) sendo que as primeiras estratégias são as que requerem menos materiais, o que reduz a carga ambiental relacionada com os recursos. As estratégias mais acima da escala (como as de repensar, reduzir, reutilizar e reparar) requerem menos recursos. A reciclagem é uma opção mais abaixo na escala, devendo ser considerada apenas quando as outras estratégias não são possíveis (PBL, 2018).

Assim, apesar dos valores da Holanda serem bastante positivos na gestão de resíduos, importa lembrar que os números deste país relativos à geração de resíduos são também bastante elevados o que não é positivo. Conclui-se que a Holanda, apesar de apresentar medidas e políticas a vários níveis e parecer no bom caminho para a implementação da EC tem ainda um longo caminho a percorrer no sentido de alcançar o que estabeleceu aquando do programa de *A Circular Economy in the Netherlands by 2050*. Compreende-se que este objetivo só pode ser alcançado encontrando formas inovadoras de fazer mudanças de longo alcance na forma como os recursos estão a ser utilizados (PBL 2019). O PBL (2019), referiu algumas recomendações para o governo no sentido de alcançar o objetivo de uma EC na Holanda em 2050. As recomendações são as seguintes:

1) Tirar proveito de todas as possibilidades dadas pela EC:

- A utilização de recursos pode ser drasticamente reduzida, não só através da reciclagem, mas também através da mudança de foco para a reparação, reutilização, partilha, aluguer, e ainda design de produtos mais circulares;
- A circularidade pode ser combinada com outros objetivos, como metas relacionadas com o clima e outros objetivos sociais;
- Muitas atividades circulares já existem na Holanda há algum tempo. Deve ser retirado *know how* dessas atividades e espelhá-lo em novas atividades.

2) Uma EC requer novas formas de colaboração nos ciclos de produção. Novas colaborações na reciclagem, reutilização e reparação podem ser promovidas.

3) Aumentar os apoios do governo, bem como o envolvimento dos cidadãos e da comunidade empresarial.

Percebe-se aqui uma necessidade de mudança de mentalidade na dimensão de produção e consumo para tentar mudar a forma de utilização de recursos. Através da reutilização, redução, reutilização, reparação, a utilização de recursos

vai ser reduzida. Deste modo, a Holanda conseguirá implementar a EC de forma mais eficiente.

Para Portugal, os indicadores relativos às taxas de reciclagem não apresentam valores tão positivos quanto para a Holanda. Contudo, considerando a dimensão do nosso país e ainda a geração de resíduos, julga-se que deve ser mantido e melhorado o trabalho feito até agora focando na redução da utilização de recursos. A reciclagem é também importante, tendo ainda que registar melhorias ao nível português. Assim, para o nosso país importa também a mudança de mentalidade ao nível da utilização dos recursos (consumidores, produtores e governo).

No que diz respeito à taxa de utilização circular de material, a Holanda volta a apresentar valores elevados. Conforme foi referido este indicador é utilizado para fornecer uma proporção dos resíduos reciclados sobre a procura geral de materiais (calculada através da soma do consumo de materiais domésticos com a quantidade de resíduos recuperados). Assim, tendo em conta os elevados valores da Holanda em termos de taxas de reciclagem, percebe-se que o indicador taxa de utilização circular de material vai também apresentar valores elevados. Mais uma vez, estes valores traduzem-se como positivos, no sentido em que os recursos que foram utilizados voltaram a entrar na economia através da reciclagem. Contudo, para a EC importa reduzir antes de reciclar.

Para o mesmo indicador, Portugal apresenta valores bastante baixos em relação à Holanda e à média europeia. Desta forma, é destacado o longo caminho que Portugal tem ainda a percorrer no sentido de aumentar a circularidade de materiais na economia.

De seguida foram abordados os indicadores relativos ao comércio de matérias-primas recicláveis. Considerando os valores de exportações para países não pertencentes à UE de matérias-primas recicláveis, compreende-se que Portugal apresenta valores bastantes reduzidos relativos à média europeia (em 2019

registou 0,65% relativamente ao total da média europeia). A Holanda apresenta valores na ordem dos 22%.

No que diz respeito às importações, Portugal apresenta valores mais elevados quando comparados ao número total de exportações. A Holanda exporta mais do que aquilo que importa em termos de matérias-primas recicláveis.

Para o indicador de comércio intracomunitário, a Holanda não regista um peso muito elevado quando comparada com a média europeia (em 2019 com 12,21%). Portugal regista valores ainda mais baixos (2,36% em 2019).

Por fim, foram avaliados indicadores relativos a inovação e competitividade. O primeiro indicador referido é calculado no sentido de medir o investimento bruto em bens tangíveis nos setores de reciclagem, reparação e reaproveitamento. Pela análise dos dados disponibilizados pelo site da Eurostat concluiu-se que este indicador não apresenta valores muito elevados, quer a nível da média europeia (0,12% em 2018) quer para o caso de Portugal (0,12% em 2018) e ainda para a Holanda (0,15% em 2018). De referir também que, os dados relativos a este indicador não evidenciam alterações significativas a partir da implementação do PAEC no âmbito da UE (em 2015).

Em seguida, refere-se o indicador relativo ao número de pessoas empregadas em setores de EC. Para este indicador, Portugal apresenta valores mais elevados quando comparado com a Holanda. Desde a implementação do PAEC, os valores não variaram significativamente.

Também para o indicador relativo ao valor acrescentado a custo de fatores (percentagem do PIB a preços correntes), não foi registada uma mudança significativa depois da implementação do PAEC.

Finalmente, é referido o indicador relativo ao número de patentes relacionadas com a reciclagem e matérias-primas secundária. Este indicador pretende dar uma indicação relativamente ao esforço ao nível de inovação nos diferentes países. Nesse sentido, Portugal regista valores bastante baixos em termos de número de

patentes registadas. A Holanda, apesar de apresentar um número maior de patentes registadas também não apresenta valores de destaque. Para este indicador os últimos dados disponíveis são relativos a 2016 pelo que não se consegue ter uma ideia de evolução após a implementação do PAEC no contexto europeu.

Através da análise dos diversos indicadores que constituem o quadro de monitorização para a transição para a EC, conseguimos concluir que a implementação do PAEC ao nível europeu, em 2015, não teve ainda impacto evidente nas diversas dimensões avaliadas. O mesmo acontece para Portugal, que implementou o PAEC adaptado à realidade portuguesa dois anos mais tarde, em 2017. No caso da Holanda, percebeu-se um resultado positivo ao nível da gestão de resíduos (indicadores de taxas de reciclagem com valores bastante positivos), o que poderá ter resultado da implementação do programa *From Waste to Resource* em 2014.

Em jeito de conclusão, a UE tem vindo a demonstrar esforços contínuos no sentido de implementar a EC. Esses esforços são também canalizados para cada Estado-Membro e Portugal não é exceção. Trata-se, contudo de um processo demorado e novos esforços devem ser realizados. A CE já reconheceu esta necessidade ao implementar, em 2020, o novo PAEC onde refere a necessidade de acelerar a transição para um modelo de crescimento regenerativo que devolve ao planeta mais do que lhe retira. Importa assim progredir no sentido de o consumo de recursos não ultrapassar os limites do planeta, tomando medidas para reduzir o impacto ecológico do consumo e aumentar a taxa de utilização de materiais circulares.

De referir ainda que, no novo PAEC, a CE reconhece a necessidade de atualizar o quadro de monitorização de transição para a EC. A CE (2020) refere que, utilizando dados estatísticos europeus, vai desenvolver novos indicadores que vão ter em conta os objetivos do novo PAEC (tornar os produtos, serviços e

modelos de negócios sustentáveis a norma e promover uma transformação dos padrões de consumo no sentido da prevenção de resíduos) e as interligações entre a circularidade e a neutralidade climática e a ambição de alcançar um nível zero de poluição (CE 2020). A CE compromete-se ainda a melhorar os indicadores relativos à utilização de recursos, mais precisamente no que diz respeito ao impacto ambiental da utilização de matérias e do consumo associadas aos padrões de consumo e de produção na UE. Importa assim melhorar o acompanhamento e a avaliação dos progressos realizados na dissociação do crescimento económico da utilização de recursos, assim como o impacto desses progressos dentro e fora da UE.

Por último importa ainda referir que Portugal assume, até junho de 2021 a presidência do Conselho da UE. No documento “Linhas de ação da Presidência Portuguesa 2021” é referido o lema “Tempo de agir: por uma recuperação justa, verde e digital”. Neste sentido, a Presidência considera a concretização das medidas inscritas no PAEC uma das prioridades. Compromete-se a promover a divulgação de Planos de Ação nacionais e respetivos resultados. E ainda a estimular uma reflexão, ao nível da Europa, sobre:

- 1) Os mercados de matérias-primas secundárias;
- 2) A gestão dos resíduos de bens e equipamentos existentes (ciclo de vida e quantidade de produtos);
- 3) A produção e a utilização inteligentes (redução, reutilização, reparação, remanufactura e mais inovação na produção).

Neste contexto, Portugal está numa posição bastante favorável em termos de acesso a *know how* sobre o processo de implementação da EC. Desta forma, além de promover a transição ao nível europeu, deve, mais ainda, promover esta transição ao nível nacional.

3. A pandemia e a Economia Circular

A Organização Mundial de Saúde, declarou a 11 de março de 2020, o Covid-19 como pandemia global. Alguns autores, olham para este contexto de pandemia e para a necessidade de reconstrução económica como uma oportunidade para desenvolver o modelo de EC. Esta questão torna-se pertinente porque a pandemia expôs ainda mais as limitações da economia linear, sobre como este modelo económico está a prejudicar o planeta e os seus habitantes. Revelou ainda a exposição do ecossistema global a muitos riscos, incluindo a crise climática, vulnerabilidade e fragilidade de abastecimento de recursos, desigualdade social e fragilidade que lhe é intrínseca (Bachman, 2020; Sarkis et al, 2020). A EC pode servir como ferramenta para mitigar as alterações climáticas, criar uma economia mais resiliente e auxiliar na criação de uma sociedade mais justa e inclusiva.

Relativamente à mitigação das alterações climáticas, verificou-se que os efeitos do confinamento se traduziram numa redução global de emissões de CO₂ de 8%, o que corresponde, em termos reais, a aproximadamente 172 biliões de toneladas emitidas ao invés de 187 biliões de toneladas. No entanto, conclui-se que, mesmo em confinamento, ainda foram geradas 92% das emissões do valor inicial enquanto havia restrições à mobilidade e outras atividades de lazer (Ibn-Mohammed, et al. 2020). Mais relevante ainda é que essa redução trouxe custos bastante elevados em termos de abrandamento económico, ao nível mundial. Torna-se então necessária uma abordagem diferente ao problema das alterações climáticas. Consequentemente, há a necessidade de um sistema que apela à adoção de um modelo de EC com reduzidas emissões de carbono e que seja mais resiliente, já que as previsões dos especialistas são de que as alterações climáticas, e não o Covid-19, constituirão a maior ameaça à saúde global (Hussey and Arku, 2020; Watts et al., 2018).

Resiliência, no contexto da EC refere-se, em grande parte, a ter ciclos otimizados. Quer isto dizer que os produtos devem ser projetados para durarem o maior tempo possível e devem ser otimizados para que possam ser desmontados e posteriormente reutilizados, tornando-os mais fáceis de manusear e transformar. Alguns ciclos são melhores visto serem fechados localmente e, para outros ciclos, a cadeia global de valor é a melhor opção. Por causa da globalização, os ciclos foram organizados ao nível global e, desta forma, a sua resiliência foi diminuída. A pandemia, mostrou ainda como alguns ciclos particulares tinham o nível de escala menos aconselhável e, como tal, a adoção da EC pode ser vista como uma oportunidade para reconsiderar a capacidade ótima dos ciclos (Ibn-Mohammed, et al. 2020). À medida que a economia global se recupera do Covid-19, torna-se mais evidente que existe uma forte interligação entre sustentabilidade ambiental, económica e social (Bauwens et al. 2020).

Os benefícios da implementação de uma EC são óbvios, já que procura benefícios em três dimensões diferentes: social, económica e ambiental. Estes benefícios serão conseguidos através da redução de utilização de materiais, redução da geração de resíduos, maior retenção de valor dos produtos através do *design* tendo em vista a durabilidade. Contudo, existem algumas barreiras à implementação da EC como por exemplo, a implementação técnica, mudança de comportamentos, investimentos financeiros e intelectuais, políticas e regras, dinamização de mercados, barreiras socioculturais, e ainda o custo operacional de transformação da economia linear para a EC (Friant et al., 2020). Mais concretamente, as barreiras estão relacionadas com os atores, e as interações entre eles, que estão envolvidos no movimento em direção à EC (Lieder e Rashid, 2016).

A pandemia, apesar de criar uma oportunidade única em termos de reavaliação de algumas barreiras já existentes no sentido da implementação da EC, mas também acarreta um conjunto de novos desafios (Ibn-Mohammed, et al.

2020). Assim, após a pandemia, a transição para a EC requer ainda: várias decisões ao nível de políticas locais, regionais e nacionais; inovação a vários níveis (*design* de produtos, tecnologias de produção, modelos de negócio, financiamentos e comportamento do consumidor); governos devem promover logística verde e regulamentos de gestão de resíduos com incentivos para ajudar os produtores e fabricantes a minimizar as perdas. No caso da UE, a construção de uma economia resiliente, verde e digital está no centro da estratégia de crescimento do *European Green Deal*.

Conclusão

Com a realização deste trabalho pretendeu-se analisar os indicadores que têm sido desenvolvidos para monitorizar o progresso de implementação do modelo de Economia Circular.

Ao longo deste TFM foram mencionadas políticas e indicadores aplicados no caso da China, da UE, de Portugal e da Holanda. Conforme referido, a China foi aqui considerada por ser agora uma realidade mais próxima para mim, já que aceitei recentemente, uma oportunidade de emprego numa empresa de origem chinesa. Além disso, ao longo da investigação realizada sobre EC, surgiram inúmeras publicações sobre a China. Considerou-se, desta forma, interessante avaliar se os esforços que parecem ser feitos pela China em termos de EC, são espelhados ao nível dos indicadores desenvolvidos. Conclui-se, contudo, que a China tem ainda um longo caminho a percorrer no sentido da transição para a EC.

Para dar resposta à questão de investigação, optou-se por utilizar o quadro de monitorização desenvolvido pela CE para a transição para a EC. Neste contexto, foram analisados os dados relativos à UE (27 Estados-Membros), Portugal e Holanda. Optou-se por focar a Holanda porque, ao longo da investigação, este país parecia estar na vanguarda da EC. Percebeu-se após a análise dos indicadores que este país apenas apresenta valores de destaque ao nível da gestão de resíduos através de reciclagem.

A partir da pesquisa e análise realizadas conclui-se que a implementação do modelo de Economia Circular está ainda no princípio para todos os países considerados. Verifica-se, cada vez mais, a preocupação com a mudança de paradigma do modelo linear para o modelo circular, especialmente ao nível da União Europeia. Inúmeros esforços ao nível de políticas têm sido feitos no

sentido de promover a implementação da Economia Circular. Contudo, a mudança efetiva implica alterações a vários níveis: ambiental, económico e social. O que, além de não ser uma tarefa fácil de cumprir, enfrenta inúmeras barreiras.

No que diz respeito aos indicadores de medição do progresso desenvolvidos no quadro de monitorização de progresso pela Comissão Europeia, destaca-se o fato de o foco ser dado aos recursos e resíduos. Importa relembrar que estes indicadores foram desenvolvidos com base em dados estatísticos que já existiam, de modo a facilitar a sua medição. Considera-se, assim, que devem ser canalizados esforços para desenvolver indicadores que tenham em consideração a multidisciplinariedade da Economia Circular. A implementação deste novo modelo económico tem como objetivo principal a dissociação da pressão ambiental do crescimento e fazer com que a humanidade opere dentro dos limites ecológicos impostos pelo planeta. Neste sentido, os indicadores devem também ser capazes de medir esta dissociação. Ao divulgar o novo PAEC em 2020, a CE já parece reconhecer as limitações do plano anterior, o que reforça a ideia de que a EC é, cada vez mais, um assunto de enfoque para a CE.

Dada a situação atual de pandemia em que vivemos, este trabalho refere ainda que a Economia Circular pode servir como instrumento para recuperar a economia global. Utilizar esta oportunidade única em que se vive uma crise atroz para reerguer a economia tendo por base novas práticas mais próximas dos objetivos da Economia Circular. Percebemos já este objetivo a ser considerado no âmbito da UE que, pela Presidência Portuguesa do Conselho da UE, tem o lema “Tempo de agir: por uma recuperação justa, verde e digital”.

Bibliografia

- Acampora, A., Preziosi, M., Merli, R., Lucchetti, M.C. (2017). Environmental Management Systems in the Wine Industry: Identification of Best Practices toward a Circular Economy. 23rd International Sustainable Development Research Society Conference, June 14-16 2017, School of Management Universidad de los Andes Bogotá, Colombia.
- Agência Portuguesa do Ambiente (2019). Relatório do Estado do Ambiente: Portugal
- Akerman, E. (2016). Development of Circular Economy Core Indicators for Natural Resources - Analysis of existing sustainability indicators as a baseline for developing circular economy indicators. Master of Science Thesis, Stockholm.
- Andersen, M.S. (2007). An introductory note on the environmental economics of the circular economy. *Sustain Science* 2, 133-140.
- Anderson, G. (1994). Industry clustering for economic development. *Economic Development Review* 12 (2), 26-33
- Bachman, D. (2020). COVID-19 could affect the global economy in three main ways. Deloitte
- Bauwens, T., Hekkert, M., Kirchherr, J. (2020). Circular futures: what will they look like? *Ecol. Econ.* 175, 106703.
- Birat, J.-P. (2015). Life cycle assessment, resource efficiency and recycling. *Metallurgical Research & Technology* 112 (206), 1-24.

- Biwei, S., Heshmati, A., Geng, Y., Xiaoman Y. (2013). A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production* 42 215-227
- Blomsma, F., Brennan, G. (2017). The emergence of circular economy: a new framing around prolonging resource productivity *J. Ind. Ecol.*, 21 (3), 603-614.
- Boulding, K. (1966). *The Economy of the Coming Spaceship Earth*, in H. Daly, W.H.Freeman, (1980). *Economics, Ecology, Ethics: Essay Towards a Steady State Economy*, San Francisco.
- Bringezu, S., Schutz, H., Mooll, S. (2003). Rationale for and interpretation of economy-wide materials flow analysis and derived indicators. *Ind. Ecol.* 2003, 7, 43–64.
- Brundtland (1987): *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*
- Cagno, E., Trucco, P., Tardini, L., 2005. Cleaner production and profitability: analysis of 134 industrial pollution prevention (P2) project reports. *Journal of Cleaner Production* 13, 593-605.
- Capra, F., (1995). *The Web of Life: A New Scientific Understanding of Living Systems*. Anchor Books, New York.
- Castellani, V., Sala, S., & Mirabella, N. (2015). Beyond the throwaway society: A life cycle-based assessment of the environmental benefit of reuse. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 11(3), 373–382. <https://doi.org/10.1002/ieam.1614>
- Cayzer, S., Griffiths P., Beghetto, V. (2017). Design of indicators for measuring product performance in the circular economy, *International Journal of Sustainable Engineering*.

- Chertow, M. R., (2000). Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy. Annual Review of Energy and Environment, 25.
- Chertow, M. R., (2012). Industrial symbiosis. The Encyclopedia of Earth, available: <http://www.eoearth.org/view/article/153824/> accessed 09/10/2013.
- Chiaroni, D., Chiesa, V. (2014). La rivoluzione possibile che va oltre il riciclo (in Italian), available in https://st.ilsole24ore.com/art/impresa-e-territori/2014-11-04/la-rivoluzione-possibile-che-va-oltre-riciclo-114618.shtml?uuid=ABm2fAAC&refresh_ce=1
- Coe, N.M., Hess, M., Yeung, H.W., Dicken, P., Henderson, J. (2004). "Globalizing" regional development: a global production networks perspective. Transactions of the Institute of British Geographers 29 (4), 468-484.
- Comissão Europeia (2008). Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu - Estabelecimento do plano de trabalho para 2009-2011 no âmbito da Diretiva "Conceção Ecológica."
- Comissão Europeia (2011): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Roadmap to a Resource Efficient Europe.
- Comissão Europeia (2017): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. On the 2017 list of Critical Raw Materials for the EU.
- Comissão Europeia (2018). Communication from the commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social

committee and the committee of the regions: on a monitoring framework for the circular economy.

Comissão Europeia (2018): Communication from the Commission to the European Parliament and the Council - The raw materials initiative: meeting our critical needs for growth and jobs in Europe.

Comissão Europeia (2019) Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões: Pacto Ecológico Europeu.

Comissão europeia. (2014). A Economia Circular -Interligação, criação e conservação de valor, 4. <https://doi.org/10.2779/85279>

Comissão europeia. (2015). Fechar o ciclo – plano de ação da UE para a economia circular. Official Journal of the European Union, 1–24. Retrieved from http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-9501aa75ed71a1.0007.02/DOC_1&format=PDF

Comissão europeia. (2019). Relatório da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões sobre a aplicação do Plano de Ação para a Economia Circular.

Comissão Europeia. (2020). Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe.

Conselho de Ministros, P. (2017). Plano de Ação para a economia circular em Portugal, Resolução do Conselho de Ministros no. 190-A/2017. Diário Da República 1a Série, '236(54), 54–73. <https://doi.org/10.1117/12.794220>

Corona B., Shen L., Reike D., Carreón, J., Worrell, E. (2019). Towards sustainable development through the circular economy – A review and critical assessment on current circularity metrics. *Resources, Conservation & Recycling* 151 104498

- Department of Circulation Industry Development Division of Ministry of Commerce (2013-2015). Renewable Resource Collection Sector Development Report 2013–2015. Government Report.
- Di Maio, F., Rem, P.C. (2015). A robust indicator for promoting circular economy through recycling. *Journal of Environmental Protection*, 6, 1095-1104.
- Earth Overshoot Day (2021) retirado de <https://www.overshootday.org/newsroom/past-earth-overshoot-days/>
- EEA-European Environment Agency (1999). Environmental indicators typology and overview. Technical report. No 25/1999.
- Ellen MacArthur Foundation (2015). Growth within a circular economy vision for a competitive Europe.
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition
- Ellen MacArthur Foundation. (2014). Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains. *World Economic Forum*, (January), 1–64. <https://doi.org/10.1162/108819806775545321>
- Erkman, S. (1997). Industrial ecology: an historical view. *Journal of Cleaner Production* 5 (1-2), 1-10.
- Eurostat (<https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/indicators/monitoring-framework>)
- Feng, Z., Yan, N. (2007). Putting a circular economy into practice in China. *Sustainable Science* 2, 95 101.
- Figge, F., Young, W., Barkemeyer, R. (2014). Sufficiency or efficiency to achieve lower consumption and emissions? The role of rebound effect. *Journal of Cleaner Production* 69, 216-224.

- Friant, M.C., Vermeulen, W.J., Salomone, R. (2020). A typology of circular economy discourses: Navigating the diverse visions of a contested paradigm. *Resour. Conserv. Recycl.*161, 104917.
- Geng Y., Fu J., Sarkis J., Xue B. (2012). Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis. *J. Clean. Prod.*, 23, 216–224.
- Geng, Y. Zhu, Q. Doberstein, B. (2009). Implementing China’s circular economy concept at the regional level: A review of progress in Dalian, China. *Waste Manag.* 2009, 29, 996–1002.
- Geng, Y., Doberstein, B. (2008). Developing the circular economy in China: challenges and opportunities for achieving “leapfrog development”. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 15, 231-239.
- Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J., & Xue, B. (2012). Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, 23(1), 216–224. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.005>
- Geng, Y., Xinbei, W., Qinghua, Z., Hengxin, Z. (2010). Regional initiatives on promoting cleaner production in China: a case of Liaoning. *Journal of Cleaner Production* 18, 1502-1508.
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>

- Guo, Y.J. The legislation is to promote circular economy or regulate the comprehensive utilization of material resources: A perspective on the revision of China's Circular Economy Promotion Law. *Politics Law* 2017, 8, 130–141.
- Gwehenberger, G., Erler, B., Schnitzer, H. (2003). A Multi - Strategy Approach to Zero Emissions. Article presented at Technology Foresight Summit 2003, Budapest 27-29 March 2003. United Nations Industrial Development Organization, <http://www.unido.org/>.
- Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D., Heinz, M. (2015). How circular is the global economy? An assessment of material flows, waste production, and recycling in the European Union and the world in 2005. *Journal of Industrial Ecology*, 19 (5), 765–777.
- Hussey, L.K., Arku, G. (2020). Are we ready for it? Health systems preparedness and capacity towards climate change-induced health risks: perspectives of health professionals in Ghana. *Clim. Dev.* 12 170–182
- Ibn-Mohammed, T., Mustapha, K.B., Godsell J., Adamu, Z., Babatunde, K.A., Akintade, D.D., Accquaye, A., Fujii, H., Ndiaye, M.M., Yamoah, F.A., Koh, S.C.I. (2021). A critical analysis of the impacts of COVID-19 on the global economy and ecosystems and opportunities for circular economy strategies. *Resources, Conservation & Recycling* 164 (2021) 105169
- Instituto Nacional de Estatística (2020). *Estatísticas do Ambiente*.
- Instituto Nacional de Estatística (2020): *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - Agenda 2030. Indicadores para Portugal - 2010/2019*
- Jackson M.C. (2003). *Systems Thinking: Creative Holism for Managers*, Wiley. ISBN 0-470-84522-8. Pp. 378.

- Jacobsen, N.B. (2006). Industrial symbiosis in Kalundborg, Denmark: a quantitative assessment of economic and environmental aspects. *Journal of Industrial Ecology* 10, 239-255.
- Kalmykova, Y., Sadagopan, M., Rosado, L. (2018). Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 190-201.
- Kobza, N. & Schuster, A. (2016). Building a responsible Europe – the value of circular economy. *IFAC-PapersOnLine* 49-29 (2016) 111–116
- Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A., & Birkie, S. E. (2018). Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*, 175, 544–552. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.111>
- Lieder, M., Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. *J. Clean. Prod.* 115 36–51.
- Liu, C.; Côté, R. (2017) A Framework for Integrating Ecosystem Services into China's Circular Economy: The Case of Eco-Industrial Parks. *Sustainability* 2017, 9, 1510
- Lorena, A. (2019). *Eco-Innovation Country Profile 2018-2019 – Portugal*
- Lowe, E., Moran, S., Holmes D. (1995). A fieldbook for the development of eco-industrial parks. Report for the U.S. Environmental Protection Agency. Oakland (CA): Indigo Development International
- Mair, J., Marti, I., 2006. Social entrepreneurship research: a source of explanation, prediction, and delight. *Journal of World Business* 41, 36-44.
- Marzena, S., Marcinek, P., Duda, J., Szoldrowska, D. (2020). Importance of Sustainable Mineral Resource Management in Implementing the Circular Economy (CE) Model and the European Green Deal Strategy.

- Mirata, M., Emtairah, T. (2005). Industrial symbiosis networks and the contribution to environmental innovation: The case of the Landskrona industrial symbiosis programme. *Journal of Cleaner Production*, 13, 993-1002.
- National Bureau of Statistics (2013). Note of the Environmental Statistical Data 2013.
- National Bureau of Statistics (2016). *China Statistical Yearbooks, 2000–2016*; China Statistics Press: Beijing, China, 2000–2016.
- National Bureau of Statistics and Ministry of Environmental Protection (2016). *China Environmental Statistical Yearbook, 2000–2016*; China Statistics Press: Beijing, China, 2000–2016.
- National Development and Reform Commission of the PRC (2007). Notice of the Evaluation Index System for the Development of Circular Economy, 2007, No. 1815 of the NDRC Environmental and Resource Division.
- National Development and Reform Commission of the PRC (2016). Notice of the Evaluation Index System for the Development of Circular Economy, 2017, No. 2749 of the NDRC Environmental and Resource Division.
- Naustdalslid, J. (2014). Circular economy in China – the environmental dimension of the harmonious society. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*. DOI: 10.1080/13504509.2014.914599
- Ness, D., (2008). Sustainable urban infrastructure in China: Towards a Factor 10 improvement in resource productivity through integrated infrastructure system. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 15 288-301.
- OCDE (2018), *Global Material Resources Outlook to 2060*

- Parlamento Europeu (2002): Decision No 1600/2002/EC of the European Parliament and of the Council of 22 July 2002 laying down the Sixth Community Environment Action Programme
- Parlamento europeu (2012): Diretiva 2012/19/UE relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (REEE)
- Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia. (2008). Diretiva 2008/98/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO, de 19 de novembro de 2008. Jornal Oficial Da União Europeia, 312, 3–30.
- PBL, N. E. A. A. (2018). Circular Economy : What We Want To Know and Can Measure. 20.
- PBL, Rood, T., Kishna, M. (2019) Outline of the Circular Economy. PBL publication number: 3633.
- Pearce, D. W., Turner, R. K. (1989). Economics of natural resources and the environment. Hemel Hempstead, Harvester Wheatsheaf, London. Italian edition 1991 by Il Mulino, Bologna.
- Peng, F. (2017). Resource, waste, or industry promotion—China’s “Circular Economy Promotion Law” revision path rethinking. *Politics Law*, 9, 98–109.
- Peng, F.; Chen, S.Q. (2017). EU “circular economy” legislation: Origin, concept, and evolution. *J. Shanghai Univ. Political Sci. Law (Rule Law Rev.)*, 6, 21–28.
- Pintér, L. (2006). International Experience in Establishing Indicators for the Circular Economy and Considerations for China. Report for the Environment and Social Development Sector Unit, East Asia and Pacific Region. Test.Iisd. Org, 1–27.
- Planing, P. (2014). Business Model Innovation in a Circular Economy Reasons for Non-Acceptance of Circular Business Models. *Open Journal of Business Model Innovation*, 1–11.

- Prendeville, S., Sanders, C., Sherry, J., Costa, F. (2014). Circular Economy: is it enough?
- Presidência Portuguesa do Conselho da União Europeia (2021): “Programa da Presidência Portuguesa do Conselho da União Europeia: 1 janeiro a 30 junho 2021”
- Preston, F. (2012). A Global Redesign? Shaping the Circular Economy. Briefing Paper.
- Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 179, 605–615.
- Ramani, K., Ramanujan, D., Bernstein, W. Z., Zhao, F., Sutherland, J., Handwerker, C., Choi, J-K., Kim, H., Thurston, D. (2010). Integrated Sustainable Life Cycle Design: A Review. *Journal of Mechanical Design* 132, 0910041-1-091004-15.
- Rees, W., Wackernagel M. (1996). Our ecological footprint disponível em https://www.researchgate.net/publication/234092351_An_overview_on_ecological_footprint_and_sustainable_development_A_chat_with_Mathis_Wackernagel
- Register, R. (1987). *Ecocity Berkeley: Building Cities for a Healthy Future*
- Reh, L. (2013). Process engineering in circular economy. *Particuology* 11, 119-133.
- Resource, 2015. Circular economy – State of the Nations. Available: <http://www.resourceevent.com/Uploads/Resource%202015%20Circular%20economy%20State%20of%20the%20Nations.pdf> accessed 24/06/2015.
- Ren, Y. (2007). The circular economy in China. *Journal of Material Cycles Waste Management* 9, 121 129.
- Rood T and Hanemaaijer A. (2017): Opportunities for a circular economy. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague

- Sacchi Homrich, A., Galvão, G., Gamboa Abadia, L., Carvalho, M.M. (2018). The circular economy umbrella: Trends and gaps on integrating pathways. *Journal of Cleaner Production*, 175, 525-543.
- Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y., Cluzel, F., & Kendall, A. (2019). A taxonomy of circular economy indicators. *Journal of Cleaner Production*, 207, 542–559. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.014>
- Sakai, S., Yoshida, H., Hirai, Y., Asari, M., Takigami, H., Takahashi, S., Tomoda, K., Peeler, M. V., Wejchert, J., Schmidt-Unterseh, T., Ravazzi Douvan, A., Hathaway, R., Hylander, L. D., Fischer, C., Oh, J. G., Jinhui, L., Chi, N. C., (2011). International comparative study of 3R and waste management policy developments. *Journal of Material Cycles Waste Management* 13, 86-102.
- Sandén B., Hekkert M., Negro S. (2017). Improving the rigour of the technological innovation systems framework: Towards a TIS model. Paper presented at the International Conference on Sustainability Transitions, Göteborg.
- Savini, F. (2019). The economy that runs on waste: accumulation in the circular city. *Journal of Environmental Policy and Planning*, 21(6), 675–691.
- Senge P.M., Smith B., Kruschwitz N., Laur J., and Schley S. (2010). *The Necessary Revolution: How Individuals and Organizations Are Working Together to Create a Sustainable World*. Broadway Books, The Crown Publishing Group, www.crownpublishing.com, New York, 2010. ISBN 978-0-385-51904-5. 406 Pp.
- Singh, R.K., Murty, H.R., Gupta, S.K., Dikshit, A.K. (2012). An overview of sustainability assessment methodologies, *Ecological Indicators*, 15 (1), 281-299.
- Sonderskov, K. M., Daugbjerg, C. (2011). The state and consumer confidence in eco-labeling: organic labeling in Denmark, Sweden, The United Kingdom and The United States. *Agriculture Human Values* 28, 507-517.

- Stahel, WR. (2013). Policy for material efficiency – sustainable taxation as a departure from a throwaway society. *Philosophical Transaction of The Royal Society A* 371: 20110567. <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2011.0567>.
- Stahel, WR., (2014). Reuse is the key to the circular economy, available: http://ec.europa.eu/environment/ecoap/abouteco-innovation/experts-interviews/reuse-is-the-key-to-the-circular-economy_en.htm
- Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., Yu, X. (2013). A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, 215-277.
- Swanson R.A. (2001). *Assessing the Financial Benefits of Human Resource Development*. Published by Basic Books, Perseus Books Group, Cambridge 2001, www.basicbooks.com, ISBN 978-0-738-20457-4. Pp. 198.
- UTS (2015). What will a circular economy look like in Australia, available: <http://www.uts.edu.au/research-andteaching/our-research/institute-sustainable-futures/news/what-will-circular-economy>
- Van Berkel, Willems, E., Lafleur, M. (1997). The Relationship between Cleaner Production and Industrial Ecology. *Journal of Industrial Ecology* 1, 51-65.
- Van Meter, B. (2013). Collaborative consumption: What it means and how it works, available: <http://greenopedia.com/article/collaborative-consumption-what-means-why-awesome>.
- Von Beranlaffy, L. (1967). *General theory of systems: Application to psychology*
- Walker, S., Coleman, N., Hodgson, P., Collins, N., Brimacombe, L. (2018). Evaluating the Environmental Dimension of Material Efficiency Strategies Relating to the Circular Economy. *Sustainability*, 10, 666.

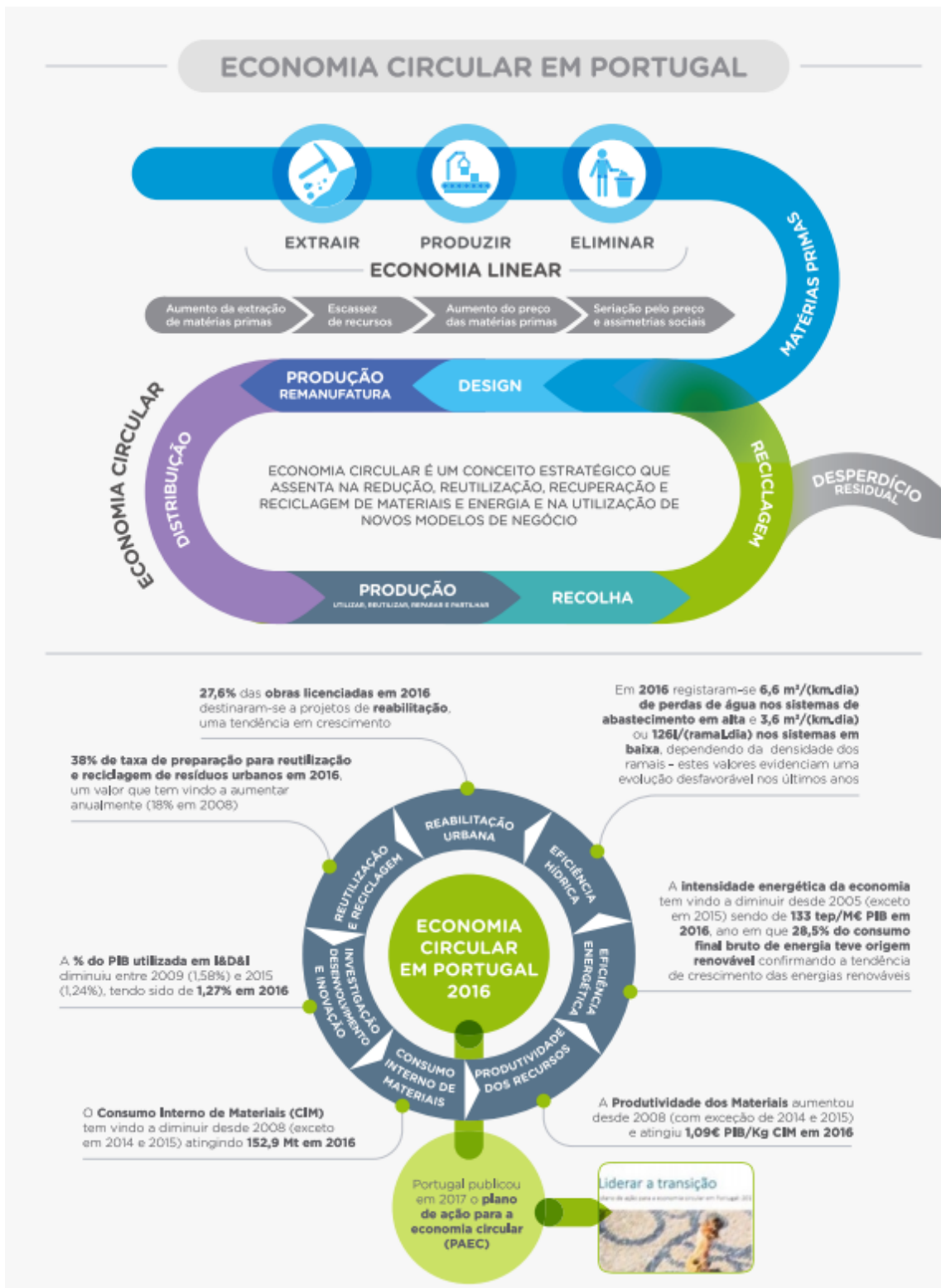
- Wang, N.; Lee, J.C.K.; Zhang, J.; Chen, H.; Li, H. (2018). Evaluation of urban circular economy development: An empirical research of 40 cities in china. *J. Clean. Prod.* 2018, 180, 876–887.
- Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Berry, H., Bouley, T., Boykoff, M., Byass, P., Cai, W. (2018). The 2018 report of the Lancet Countdown on health and climate change: shaping the health of nations for centuries to come. *The Lancet* 392, 2479–2514.
- Wisse, E. (2016). Assessment of indicators for Circular Economy: The case for the Metropole Region of Amsterdam, Faculty of Geosciences Theses, Utrecht University, Master Sustainable Business, and Innovation.
- World Eco-City Summit (2018). San Francisco Eco-City Declaration
- WRAP. (2011). A methodology for quantifying the environmental and economic impacts of reuse. Network, 2010–2011.
- Wrinkler, H. (2011). Closed-loop production systems – A sustainable supply chain approach. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology* 4, 243-246.
- WWF (2021) retirado de https://wwf.panda.org/discover/knowledge_hub/all_publications/ecological_footprint2/
- Xie, Z.H.; Zhang, Y. China Circular Economy Yearbook 2008–2010; 2011–2013; 2014–2015; Chinese Financial and Economic Publishing House: Beijing, China; Metallurgical Industry Press: Beijing, China.
- Yu, J.X. (2017). The confusion and the way out of the law on the promotion of circular economy: Rational reflection for eight years' practice. *Environ. Econ.*, 3, 56–61.

- Yuan Hu, Xuan He, Poustie, M. (2018). Can Legislation Promote a Circular Economy? A Material Flow-Based Evaluation of the Circular Degree of the Chinese Economy
- Yuan, Z., Bi, J., & Moriguichi, Y. (2006). The Circular Economy - A new development strategy in China. *Industrial Ecology in Asia*, 10(1).
- Zhai, Y. Research on circular economy and circular economy legislation. *J. Shanghai Univ. Political Sci. Law (Rule Law Rev.)* 2017, 6, 11–20.
- Zhang, H.B. (2015). Environmental legislation should not focus on the purpose of establishing the concept model but on the actual effect of environmental and economic benefits: The view of a legislative expert on revising the “Circular Economy Promotion Law of the People’s Republic of China”. *Resour. Regen.*, 8, 22–27.
- Zhu J, Fan C, Shi H, e Lei Shi. (2018), Efforts for a Circular Economy in China. A Comprehensive Review of Policies. *Journal of Industrial Ecology*, 23 (1): 110-118.
- Zhu, D. (2008). Background, Pattern and Policy of China for Developing Circular Economy. *Chinese Journal of Population, Resources and Environment* 2008 6 (4), 3-8.
- Zhu, D., Wu, Y. (2007). Plan C: China’s Development under the Scarcity of Natural Capital. *Chinese Journal of Population, Resources and Environment* 5(3), 3-8.
- Zhu, D.J., Huang, X.F. (2005). Building up a model for circular economy based on object, main body, and policy. *Naikai Academic Journal* 4, 86-93.

Anexos

Year	MRCUR (%)	REE (%)	SRRR (%)	CCD (%)
2001	27.85	97.52	52.10	59.15
2002	28.72	97.80	51.90	59.47
2003	29.62	98.24	54.80	60.89
2004	30.54	98.34	58.16	62.35
2005	31.50	98.41	58.85	62.92
2006	32.44	98.68	62.40	64.51
2007	33.41	98.88	64.26	65.51
2008	34.41	99.04	55.14	62.87
2009	35.44	99.16	56.81	63.80
2010	36.50	99.29	56.55	64.12
2011	37.45	99.20	53.97	63.54
2012	38.42	99.27	53.94	63.88
2013	39.42	99.32	54.44	64.40
2014	40.45	99.28	54.97	64.90
2015	41.50	99.33	54.34	65.06

Anexo 1: Grau de circularidade abrangente (GCA) da China. (MRCUR= TEUR; REE=EAR; SRRR=TRRS) Fonte: Yuan et al. (2018)



Anexo 2: Infografia relativa à Economia Circular em Portugal – Relatório do Estado do Ambiente 2018 Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente (2018)

	Capacity (able to)	Permission (allowed to)	Motivation (want to)
	All the indicators below are measured in three sub-classes (see Figure 2.2 for an explanation of the R numbers): R0–R2: Smarter product use and manufacture R3–R7: Extend lifespan of product and its parts R8–R9: Useful application of materials		
Means (input)	For increasing circular knowledge and expertise, e.g.: - Number of circular economy researchers (in FTE) - Investment in research (in euros) - Circular courses	For developing circular regulations and change 'linear' regulations, e.g.: - Number of circular policy advisers (in FTE) - Number of circular advisers in branch organisations (in FTE)	For developing circular visions and transition agendas, e.g.: - Number of people actively working on this (in FTE)
Activities (throughput)	Related to knowledge and expertise, e.g.: - Number of circular innovation projects - Share of circular projects in total number of innovation projects - Number of network meetings for circular projects	Related to developing circular and changing 'linear' regulations, e.g.: - Policy process for new circular laws and regulations - Negotiations for circular standards	Related to increasing motivation for the circular economy, e.g.: - Number of vision-forming meetings - Number of awareness campaigns - Description of awareness campaigns - Development of new laws and regulations that discourage linear practices (e.g. resource tax, public circular procurement, resource passport)
Achievements (output)	Knowledge- and expertise-related activities, e.g.: - Number of publications - Number of patents (technology, product design) - Number of new revenue models - Number of new circular products - Share of circular products in total number of products - Number of circular start-ups	New and changed regulations that permit circular initiatives, e.g.: - Number of legal and regulatory barriers to the circular economy removed - Description of new standards and regulations	Results of activities that increase motivation for circular economy, e.g.: - Number and description of vision documents - Number of circular economy media reports - Consumer perception of circular economy - Market volume of public circular procurement - Number and description of new laws and regulations that discourage linear practices (e.g. resource tax, public circular procurement, resource passport)
Core achievements (core output)	Circularity strategies (see Fig. 2.2; realisation of first and third strategic objectives) ε Substitution (first and third strategic objectives)		

Anexo 3: Indicadores sugeridos pelo governo holandês para monitorizar as dinâmicas de transição para iniciativas de circularidade em todos os temas prioritários (indicadores genéricos). Fonte: PBL (2018)

Matérias-primas críticas (CE, 2017)
Antimónio, Barita, Berílio, Bismuto, Borato, Cobalto, Carvão de coque, Espatoflúor, Gálio, Germânio, Háfnio, Hélio, Índio, Magnésio, Grafite natural, Borracha natural, Nióbio, Fosfato natural, Fósforo, Escândio, Silício-metal, Tântalo, Tungsténio, Vanádio, Metais do grupo da platina, Elementos de terras raras pesados e Elementos de terras raras leves

Anexo 4: Lista de matérias-primas críticas. Fonte: CE

Estratégia	Descrição
R1: Reutilizar e repensar	Esta estratégia diz respeito a renunciar determinados produtos (recusar) ou utilizá-los de forma mais intensa, partilhando-os ou através da multifuncionalidade (Repensar)
R2: Reduzir	Reduzir diz respeito a uma manufatura dos produtos mais eficiente ou fabricá-los de forma que a sua utilização possa ser mais eficiente.
R3: Reutilizar	O tempo de vida dos produtos pode ser estendido através da sua reutilização.
R4: Reparar ou Reformar	Esta estratégia é também relativa à extensão do tempo de vida dos produtos, mas neste caso, através da sua reparação ou reforma de certas partes, ou adaptar para novas utilizações.
R5: Reciclar	Esta estratégia diz respeito ao reprocessamento e reutilização de recursos. Inclui processamento e separação dos fluxos de resíduos e a sua reutilização.
R6: Recuperar	Esta estratégia diz respeito à recuperação de energia a partir de certos materiais.

Anexo 5: R-Ladder. Fonte: PBL (2019)