



UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA
Posicionamento de Portugal face aos países
da UE:
Indicadores de Economia Circular

Pedro José Gomes Tavares

Católica Porto Business School, Julho de 2025



UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA
Posicionamento de Portugal face aos países
da UE:
Indicadores de Economia Circular

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

por

Pedro José Gomes Tavares

sob orientação da

Professora Maria Alice Moreira Trindade

Católica Porto Business School, Julho de 2025

Agradecimentos

Começo por expressar a minha gratidão à Professora Maria Alice Moreira Trindade pela sua disponibilidade e pelo apoio prestado ao longo de todo este processo.

Por fim, um agradecimento especial aos meus pais, à minha irmã, aos meus avós e à minha família mais próxima, pelo suporte e paciência incondicional. Agradeço também aos meus colegas de curso, em especial ao Miguel Saraiva e Beatriz Ribeiro, por tornarem esta jornada académica ainda mais enriquecedora.

A todos, um agradecimento sincero.

Resumo

Atualmente, as empresas e instituições europeias enfrentam crescentes desafios ambientais, impulsionadas pelas alterações climáticas, pela escassez de recursos naturais e pela pressão em adotar práticas mais sustentáveis.

Esta dissertação tem como objetivo analisar a posição de Portugal em termos de EC em comparação com os outros Estados-Membros da UE, e a distinção desses mesmos indicadores entre os países da Europa Ocidental e Oriental. Os objetivos específicos incluem a comparação estatística entre os países da Europa Ocidental e Oriental e a avaliação da posição relativa de Portugal, com destaque para os indicadores do quadro de monitorização da Comissão Europeia.

A investigação adota um método quantitativo, utilizando dados da *Eurostat* e aplicando métodos estatísticos: não paramétrico (*U de Mann-Whitney*) e paramétrico (*T-Student*), com recurso às ferramentas *Power BI* e *SPSS*.

Ao longo do estudo, verifica-se que a Europa Ocidental apresenta um nível mais avançado na transição para a EC, enquanto a Europa Oriental encontra-se em linha com a Europa Ocidental. Portugal destaca-se em alguns indicadores da dimensão Produção e Consumo, mas permanece abaixo da média da UE nas dimensões de Gestão de Resíduos, Recursos Materiais Secundários e Competitividade e Inovação. Este desempenho pode estar relacionado com padrões de consumo, limitações infraestruturais e menor investimento em inovação circular. Apesar disso, Portugal tem vindo a implementar políticas relevantes como a Estratégia Nacional de Combate ao Desperdício Alimentar, o PAEC 2030 e o Programa de Eficiência de Recursos na Administração Pública. Estas iniciativas demonstram um esforço para corrigir fragilidades e alinhar-se com as metas europeias.

Palavras-chave: Economia Circular, Indicadores, Sustentabilidade

Abstract

Today, European companies and institutions are facing growing environmental challenges, driven by climate change, the scarcity of natural resources and the pressure to adopt more sustainable practices.

The aim of this dissertation is to analyse Portugal's position in terms of CE in comparison with the other EU Member States, and the distinction of these same indicators between Western and Eastern European countries. The specific objectives include the statistical comparison between Western and Eastern European countries and the evaluation of Portugal's relative position, with an emphasis on the indicators in the European Commission's monitoring framework.

The research adopts a quantitative method, using Eurostat data and applying statistical methods: non-parametric (Mann-Whitney U) and parametric (T-Student), using Power BI and SPSS tools.

The study shows that Western Europe is more advanced in the transition to CE, while Eastern Europe is in line with Western Europe. Portugal stands out in some indicators in the Production and Consumption dimension, but remains below the EU average in the Waste Management, Secondary Material Resources and Competitiveness and Innovation dimensions. This performance may be related to consumption patterns, infrastructure limitations and lower investment in circular innovation. Despite this, Portugal has been implementing relevant policies such as the National Strategy to Combat Food Waste, the Action Plan for the CE 2030 and the Programme for Resource Efficiency in Public Administration. These initiatives demonstrate an effort to correct weaknesses and align with European targets.

Keywords: Circular Economy, Indicators, Sustainability

Índice

Agradecimentos	iv
Resumo	vi
Abstract	viii
Tabela de Figuras	xiii
Tabela de Tabelas	xv
Introdução.....	1
1. Revisão da Literatura	5
1.1 Sustentabilidade	5
1.1.1 Economia Circular	9
2. Metodologia.....	14
2.1 Medição dos Indicadores de Economia Circular.....	15
2.2 Métodos de Análise de Dados.....	21
2.2.1 Teste Não Paramétrico <i>U</i> de <i>Mann-Whitney</i>	21
2.2.2 Teste Paramétrico <i>T-Student</i>	22
2.3 Estatística Descritiva.....	23
3. Resultados.....	24
3.1 Produção e Consumo	26
3.1.1 Métodos de Análise de Dados	26
3.1.2 Estatística Descritiva	28
3.2 Gestão de Resíduos.....	30
3.2.1 Métodos de Análise de Dados	30
3.2.2 Estatística Descritiva	32

3.3 Recursos Materiais Secundários	34
3.3.1 Métodos de Análise de Dados	34
3.3.2 Estatística Descritiva	35
3.4 Competitividade e Inovação.....	37
3.4.1 Métodos de Análise de Dados	37
3.4.2 Estatística Descritiva	38
4. Discussão	39
4.1 Europa Ocidental e Europa Oriental.....	40
4.2 Portugal, Espanha, França e os 27 Estados-Membros da UE	41
5. Conclusão.....	43
5.1 Conclusões Principais.....	43
5.2 Limitações da Investigação	45
5.3 Perspetivas Futuras.....	45
Referências	47

Tabela de Figuras

Figura 1 - Triple Buttom Line.....	6
Figura 2 - Diagrama da metodologia aplicada nesta dissertação.....	15
Figura 3 - Distribuição Normal vs Distribuição Assimétrica	22
Figura 4 - Dashboard para a dimensão Produção e Consumo.	29
Figura 5 - Dashboard para a dimensão Gestão de Resíduos.....	32
Figura 6 - Dashboard para a dimensão Recursos Materiais Secundários.	36
Figura 7 - Dashboard para a dimensão Competitividade e Inovação.....	38

Tabela de Tabelas

Tabela 1 - Definições da EC.	9
Tabela 2 - Benefícios Potenciais e Principais Barreiras da EC em Portugal	11
Tabela 3 - Benefícios Potenciais e Principais Barreiras da EC nos Países da UE	12
Tabela 4 - Quadro de monitorização da transição para a EC – Indicadores de Produção e Consumo	16
Tabela 5 - Quadro de monitorização da transição para a EC – Indicadores de Gestão de Resíduos	17
Tabela 6 - Quadro de monitorização da transição para a EC – Indicadores de recursos materiais secundários	18
Tabela 7 - Quadro de monitorização da transição para a EC – Indicadores de competitividade e inovação	19
Tabela 8 - Quadro de variáveis utilizadas com a respetiva definição, unidade e método de análise.	25
Tabela 9 - Teste U de Mann-Whitney relativamente aos indicadores PC1, PC4, PC5, PC6, PC7 e PC8.	27
Tabela 10 - Teste T-Student para os indicadores PC2 e PC3.	28
Tabela 11 - Estatística Descritiva dos indicadores de EC: Produção e Consumo.	29
Tabela 12 - Teste U de Mann-Whitney relativamente ao indicador GR4.	31
Tabela 13 - Teste T-Student para os indicadores GR1, GR2 e GR3.	31
Tabela 14 - Estatística Descritiva dos indicadores de EC: Gestão de Resíduos. .	33
Tabela 15 - Teste U de Mann-Whitney relativamente ao indicador RMS2.	34
Tabela 16 - Teste T-Student para o indicador RMS1.	35
Tabela 17 - Estatística Descritiva dos indicadores de EC: Recursos Materiais Secundários.	36
Tabela 18 - Teste U de Mann-Whitney relativamente ao indicadores CI1, CI2 e CI3.	37

Tabela 19 - Estatística Descritiva dos indicadores de EC: Competitividade e Inovação.	39
--	----

Introdução

Atualmente, as empresas, instituições e organizações em Portugal e na União Europeia (UE) enfrentam desafios significativos relacionados às questões climáticas e ambientais, como o aquecimento global e os gases de efeito de estufa. Para enfrentar esses problemas, é necessário que as empresas procurem implementar estratégias ou modelos de sustentabilidade que promovam mudanças profundas nos seus sistemas de produção e consumo (European Environment Agency, 2024).

Os governos têm adotado políticas robustas para combater as alterações climáticas e promover a sustentabilidade. A título de exemplo, a UE implementou o Pacto Ecológico Europeu, que tem como objetivo tornar a UE neutra em termos climáticos até 2050 (Governo Portugal, 2023; Compete, 2024). A nível nacional, o programa "Sustentável 2030" foi lançado para enfrentar os desafios da transição energética e climática, visando atingir a neutralidade carbónica até 2050 (Governo Portugal, 2023; Compete, 2024). Essas iniciativas políticas exigem que as empresas atuem e adaptem as suas operações de forma a alinharem-se com os objetivos de sustentabilidade estabelecidos pelos governos.

De acordo com Charter et al. (2002, p.10), o conceito sustentabilidade significa *“manter ou prolongar tanto a saúde ambiental quanto a humana, além de simplesmente uma boa gestão”*. A adoção de práticas sustentáveis permite não apenas a longevidade e competitividade das empresas, mas também atrai mais investimentos e fortalece as relações com os *stakeholders* (Calderon & Ribeiro, 2023).

Por outro lado, a Economia Circular (EC) é uma ferramenta fundamental para alcançar a sustentabilidade, permitindo um equilíbrio entre crescimento económico, responsabilidade ambiental e bem-estar social (Geissdoerfer et al.,

2017). Esta ferramenta propõe uma reestruturação dos sistemas económicos para aumentar a eficiência dos recursos naturais, transformar resíduos em novos recursos e implementar novas formas de produção e consumo (Mazur-Wierzbicka, 2021).

No contexto da transição para a EC, torna-se essencial monitorizar a implementação dos seus objetivos e o progresso alcançado por diferentes atores económicos nos níveis micro, meso e macro (Geng et al., 2012; Oswald, 2013). Um sistema de monitorização eficiente requer indicadores harmonizados, mensuráveis e relevantes para o diagnóstico adequado da EC (Mazur-Wierzbicka, 2021). Esses indicadores são ajustados de acordo com as estratégias, políticas e ações específicas de cada país, o que dificulta as comparações diretas entre os países (Mazur-Wierzbicka, 2021). Não existe um ponto de referência universal para avaliar o desempenho individual de cada nação. Contudo, as comparações podem ser realizadas através de indicadores padronizados, definidos para todos os países, garantindo medições viáveis (Mazur-Wierzbicka, 2021).

O quadro de monitorização da Comissão Europeia (CE) contém esses indicadores padronizados, permitindo ser aprimorado de maneira a abranger áreas relevantes na EC que ainda não foram medidas (CE, 2018). Um dos problemas do quadro de monitorização é o facto de este não conseguir captar elementos essenciais de EC ao nível regional e local (Prieto-Sandoval, 2018; Ranta et al., 2018).

Dado o desenvolvimento contínuo da EC nos diferentes níveis económicos, os indicadores de monitorização devem ser constantemente melhorados e ajustados às prioridades estratégicas. Atualmente, a falta de um conjunto universalmente aceite de indicadores dificulta a medição do progresso da EC ao nível empresarial, setorial, urbano, regional e nacional. Além disso, as

ferramentas de medição continuam a evoluir, o que exige a atualização dos indicadores (Mazur-Wierzbicka, 2021).

Uma pesquisa realizada na base de dados *MPDI Open Access Journals* com as palavras-chave “Economia Circular e Comparação dos Países da UE” resultou em apenas um artigo relevante “*Towards Circular Economy – A Comparative Analysis of the Countries of the European Union*”, onde os autores se focam numa análise comparativa multidimensional da implementação da EC nos 27 Estados-Membros da UE através dos indicadores do quadro de monitorização. Porém, não existem estudos na literatura que realizem diretamente uma análise comparativa dos indicadores de EC ao nível nacional em relação aos países da UE (Mazur-Wierzbicka, 2021).

Tendo isto em conta, considera-se como objetivo geral da dissertação responder à seguinte questão:

Qual é a posição de Portugal em termos de Economia Circular em comparação com os outros Estados-Membros da União Europeia, e como se diferencia entre os países da Europa Ocidental e Oriental?

Considerando esta questão de investigação, os objetivos da dissertação centram-se em duas vertentes principais:

- Perceber através de métodos não paramétricos e paramétricos qual é a posição da Europa Ocidental relativamente à Europa Oriental, tendo em conta os indicadores de EC.
- Avaliar e discutir ao nível estatístico a posição de Portugal face aos países Estados-Membros da UE, tendo como base os indicadores de EC.

Com estes objetivos em mente o trabalho final de mestrado foi estruturado em cinco capítulos.

O primeiro capítulo aborda a revisão da literatura, nomeadamente o conceito de sustentabilidade, assim como o conceito de EC.

No segundo capítulo, é apresentada a metodologia utilizada, que se desenvolve em duas etapas principais. Primeiramente, é realizada uma análise dos indicadores de EC na Europa Ocidental e Oriental, utilizando métodos estatísticos: não paramétrico (*U de Mann-Whitney*) e paramétrico (*T-Student*). Numa segunda etapa, procede-se a uma análise estatística descritiva dos indicadores de EC a nível nacional, comparando com os países Estados-Membros da UE.

No terceiro e quarto capítulos, são exibidos e discutidos os resultados obtidos através da aplicação dos métodos não paramétrico (*U de Mann-Whitney*) e paramétrico (*T-Student*), bem como a análise estatística descritiva dos indicadores de EC.

Finalmente, no quinto capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho final de mestrado, limitações da dissertação e as perspetivas futuras.

1. Revisão da Literatura

Nesta secção será apresentada uma revisão bibliográfica essencial para a compreensão da investigação académica. Serão abordados conceitos cruciais, como a sustentabilidade e a EC.

1.1 Sustentabilidade

De acordo com a Comissão Mundial do Ambiente e do Desenvolvimento (1987, p.43), a sustentabilidade é definida como “*um desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades*”.

A definição ampliada pela Comissão Mundial do Ambiente e Desenvolvimento, abrange três dimensões da sustentabilidade: ambiente, social e económico. Esta definição é operacionalizada por meio de um conceito *Triple Bottom Line (TBL)*, desenvolvido por Elkington (1998). Segundo o autor existe um equilíbrio simultâneo entre as dimensões ambiental, social e económica, sob uma perspectiva microeconómica. Desta forma, as empresas devem encarar uma boa *performance* económica a longo prazo, ao evitar comportamentos a curto prazo que comprometam a dimensão social e ambiental (Porter & Kramer, 2006).

Através do *TBL*, questões relacionadas com sustentabilidade não são encaradas de forma autónoma, dado que estas são afetadas pelo desempenho financeiro, reputação ou interação das partes interessadas (Sowden & Sinha, 2005). Na Figura 1 é possível observar a relação das três dimensões de sustentabilidade estabelecidas pelo conceito *TBL*.

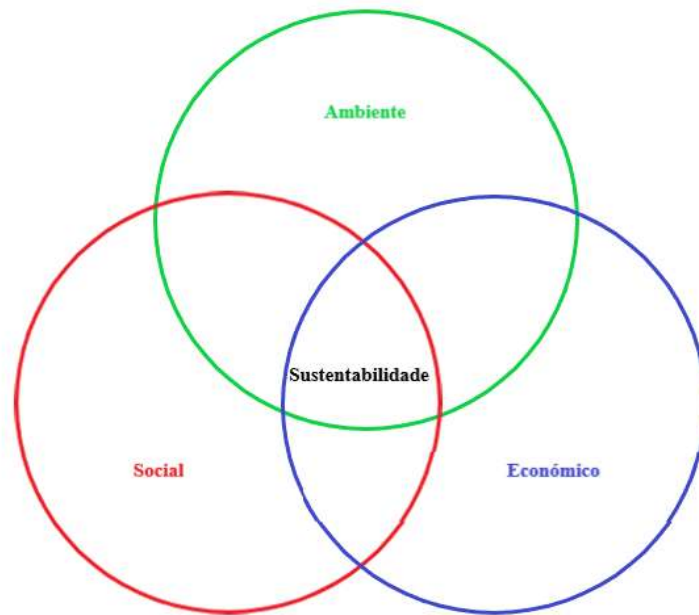


Figura 1 - Triple Bottom Line (Adaptado de Sandhu et al., 2014, p.5).

A dimensão ambiental do conceito *TBL* baseia-se na relação entre a utilização e a renovação dos recursos naturais (Contini & Peruzzini, 2022). Esta dimensão está associada à redução de resíduos, à eficiência energética, à redução de emissões, à diminuição do consumo de materiais nocivos ou tóxicos, à diminuição da frequência de acidentes ambientais, entre outros. Desta forma, essa dimensão está diretamente ligada aos conceitos de reciclagem e de regeneração dos recursos (Braccini & Margherita, 2019).

Já a dimensão social refere-se a todas as ações que permitam preservar e melhorar a gestão de recursos humanos (Contini & Peruzzini, 2022). A sustentabilidade social implica que as empresas promovam oportunidades equitativas, incentivem a diversidade, fortaleçam os laços com a comunidade interna (trabalhadores) e externa, assegurem a qualidade de vida e garantem processos democráticos e estruturas de governação responsáveis (Elkington, 1994).

Por fim, a dimensão económica refere-se à capacidade de criar valor com uma estratégia empresarial capaz de equilibrar custos e receitas (Braccini &

Margherita, 2019). Esta dimensão inclui a gestão do desempenho económico e financeiro da indústria (Braccini & Margherita, 2019). Na indústria, a sustentabilidade económica foi operacionalizada como custos de produção ou de fabrico (Cruz & Wakolbinger, 2008).

Nos últimos anos, a sustentabilidade tem vindo a merecer uma atenção crescente por parte de investigadores, governos, empresas, investidores e da sociedade em geral (Rosário et al., 2024).

Segundo Sahut et al. (2014), a sustentabilidade depende de dois fatores: o real comprometimento da empresa com os seus valores e a abordagem estratégica da empresa com os seus *stakeholders*. Portanto, as iniciativas de responsabilidade corporativa mais eficazes vão além de meras doações, requerendo metas claras, mensuráveis e resultados consistentes ao longo do tempo (Porter & Kramer, 2006). Organizações comprometidas com a sustentabilidade necessitam de uma liderança presente que conecte a sustentabilidade com todo o negócio, através de uma visão a longo prazo e uma comunicação eficaz a partir do topo. É essa a verdadeira identidade que é capaz de envolver os *stakeholders* ao longo de toda a cadeia de valor e de motivar os colaboradores para a sua implementação (Eccles et al., 2012).

Uma empresa ideal do futuro demonstra o seu compromisso com a sustentabilidade ao incorporar práticas responsáveis em todas as áreas das suas operações (Kok et al., 2017). Abukari et al. (2022) referem que, as empresas que demonstram de forma consistente um forte empenho na sustentabilidade, têm frequentemente um desempenho superior ao das empresas menos empenhadas. Para além disso, as iniciativas de sustentabilidade podem afetar diretamente as margens de lucro de várias formas. Como exemplo, a implementação de processos energeticamente eficientes e de práticas sustentáveis poderão conduzir a poupanças de custos significativos. Empresas que investem em fontes de energia renovável registam frequentemente uma redução dos custos de serviços

de utilidade pública e uma menor pegada de carbono (Orsato, 2006; Eccles et al., 2014). Adicionalmente, práticas sustentáveis permitem mitigar os riscos associados à conformidade regulamentar e às responsabilidades ambientais, protegendo assim as margens de lucro (Orsato, 2006; Eccles et al., 2014). Projetar de forma sustentável implica adotar uma estratégia que fortaleça a competitividade e a longevidade das organizações no mercado (Wicher et al., 2019; Calderon & Ribeiro, 2023).

Um caso de estudo da *Unilever* (multinacional britânica de bens de consumo) evidencia como a organização tem integrado práticas sustentáveis em diversos setores, desde o abastecimento de recursos materiais até ao design de produtos. Esta abordagem permitiu à *Unilever* reduzir os custos operacionais, aumentar a eficiência dos seus processos produtivos e posicionar firmemente a sua marca no mercado. Como consequência, a empresa registou taxas de crescimento mais elevadas para as suas marcas sustentáveis do que para as suas linhas de produtos tradicionais, promovendo um impacto positivo da sustentabilidade nas margens de lucro (Unilever, 2020).

Por outro lado, a empresa *Patagonia* (empresa de vestuário para atividades ao ar livre) construiu um negócio rentável e em crescimento, focando-se em produtos duradouros de alta qualidade, dando ênfase na gestão ambiental. Através do programa “*Worn Wear*”, a empresa permitiu que os clientes reparem e reutilizem os seus produtos. Isto permitiu a diminuição da pegada ecológica e criou uma base de clientes fiéis, impulsionando o crescimento da *Patagonia* (Patagonia, 2021).

Desta forma, a sustentabilidade é fulcral, pois garante que os projetos das empresas sejam ecológicos, económicos e socialmente responsáveis (Wicher et al., 2019). Nesta vertente, a implementação de sistemas confiáveis para medir e avaliar a sustentabilidade é fundamental, uma vez que permite que as organizações compreendam qual o seu posicionamento relativamente aos

objetivos modernos de sustentabilidade, promovendo práticas de sustentabilidade e que estas sejam um elemento central do sucesso das empresas (Wicher et al., 2019).

1.1.1 Economia Circular

A sustentabilidade e a EC estão ligadas de múltiplas formas e têm contribuído para mudanças estruturais necessárias para implementar iniciativas de sustentabilidade (Rosário et al., 2024). Por exemplo, a EC é um modelo económico que incentiva as pessoas a seguir o princípio dos 3Rs: reduzir, reutilizar e reciclar; e dos 6 Rs: recusar, reduzir, reutilizar, reparar, renovar e remanufaturar. Estas atividades contribuem para a sustentabilidade ambiental e económica (Fonseca et al., 2018).

A EC desafia e altera o modelo económico linear tradicional que segue o processo “*take-make-use-waste*” (Rosário et al., 2024). Este modelo económico é um sistema regenerativo que reduz a energia e recursos (entradas), resíduos e emissões (saídas), fechando, estreitando e abrandando os ciclos de energia e materiais (Geissdoerfer et al., 2017). Na Tabela 1 é possível observar algumas das definições do conceito EC presentes na literatura.

Tabela 1 - Definições da EC.

Autor	Definição
(Morgan and Mitchell, 2015, p.3)	A EC é “ <i>uma alternativa a uma economia linear tradicional (produzir, utilizar, descartar), na qual mantemos os recursos em uso durante o maior tempo possível, extraíndo o máximo valor dos mesmos durante a sua utilização, recuperando e reutilizando produtos e materiais</i> ”.
(Murray et al., 2017, p.25)	“A EC é um modelo económico em que o planeamento, recursos, aquisições, produção e reprocessamento são concebidos e geridos, tanto como processo como

	<i>resultado, para maximizar o funcionamento do ecossistema e o bem-estar humano”.</i>
(Zink and Geyer, 2017, p.3)	O núcleo da EC refere-se a três atividades: <i>“reutilização ao nível do produto; reutilização ao nível dos componentes e reutilização ao nível dos materiais”.</i>

De acordo com Ellen MacArthur Foundation, a EC abrange três princípios. O primeiro é a eliminação dos resíduos e da poluição. Este princípio parte do conceito de uma economia que envolve recolha, produção e eliminação de resíduos, em que os recursos retirados do planeta são transformados em produtos e os resíduos gerados são descartados em aterros (Ellen MacArthur Foundation, 2012). No entanto, este sistema não poderá funcionar a longo prazo devido às matérias serem finitas. O segundo princípio é a circulação de materiais e produtos pelo seu valor mais elevado, o que significa manter os materiais em uso pelo maior tempo possível, seja na forma de produtos ou, quando estes já não podem ser utilizados, através da reciclagem ou reutilização de seus componentes (Ellen MacArthur Foundation, 2012). Por último, o terceiro princípio da EC, a regeneração da natureza. Este princípio destaca que, ao transitar de uma economia linear para uma circular, apoiam-se os processos naturais e cria-se mais espaço para que a natureza possa prosperar e se regenerar (Ellen MacArthur Foundation, 2012).

A análise da EC pode ser realizada ao nível dos microprodutos, empresas e consumidores (nível micro), parques ecoindustriais (nível meso), bem como da cidade, região e país (nível macro) (Cláudio & Poza, 2023). Ao implementar a EC nas organizações e instituições poderão ser obtidos benefícios que abrangem de forma integrada as dimensões ambientais, sociais e económicas da TBL:

- O aumento da reciclagem e a utilização mais eficiente dos recursos e das energias renováveis, resulta em menos emissões, numa utilização

otimizada dos recursos e na minimização dos impactos ambientais negativos no ecossistema global (EEA, 2016);

- Uma melhoria da posição da empresa no mercado e resultados sociais positivos, através da manutenção do valor mais elevado dos materiais e produtos com o aumento da reprodução, renovação e reutilização de produtos e componentes, para além da extensão da vida dos produtos, do produto como serviço, dos modelos de partilha e da alteração dos padrões de consumo (Ellen MacArthur Foundation, 2015);
- Para além da poupança de custos e da maximização do valor, a EC reduz os riscos da escassez de materiais virgens e das variações de preços causadas pela volatilidade nos mercados de recursos primários, que são fortemente influenciados pela procura (Rizos et al., 2017).

Fonseca et al. (2018), referem que a adoção da EC em Portugal está limitada. Empresas e instituições portuguesas de grande dimensão tendem a ter práticas mais circulares em relação às pequenas e médias empresas (PMEs). Por outro lado, Morelli et al. (2024), referem que a EC promove a sustentabilidade e impulsiona a inovação e a competitividade das empresas e instituições da UE, num mercado mais regulado e orientado para a sustentabilidade. Nas Tabelas 2 e 3 são representados os benefícios potenciais e as principais barreiras da EC em Portugal e nos países da UE, inspirado nos estudos de Fonseca et al. (2018) e de Morelli et al. (2024).

Tabela 2 - Benefícios Potenciais e Principais Barreiras da EC em Portugal (Fonseca et al., 2018).

Benefícios Potenciais	Principais Barreiras
<ul style="list-style-type: none"> • Redução de Custos Operacionais • Melhoria da Eficiência de Recursos • Maior Conformidade com Regulamentações Ambientais • Diferenciação no Mercado • Criação de novos Modelos de Negócios 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de Incentivos Financeiros • Ausência de Apoio Governamental • Falta de Conhecimento Técnico • Limitações ao Nível de Infraestruturas • Falta de Recursos

Tabela 3 - Benefícios Potenciais e Principais Barreiras da EC nos Países da UE (Morelli et al., 2024).

Benefícios Potenciais	Principais Barreiras
<ul style="list-style-type: none"> • Inovação e Competitividade • Alinhamento com as Políticas Sustentáveis da UE • Aumento da Eficiência • Redução do Desperdício 	<ul style="list-style-type: none"> • Custos Iniciais Elevados • Falta de Conhecimento e Especialização • Complexidade na Regulação

É fundamental avaliar os progressos realizados a nível global e, em particular, no contexto europeu, recorrendo a indicadores específicos que permitam compreender o grau de implementação da EC. Na literatura existem alguns estudos que abordam a análise dos indicadores de EC em alguns dos países da UE.

Holmen et al. (2025) analisam a influência de fatores macroeconómicos nos indicadores de EC na Europa, comparando a evolução da reciclagem entre a Europa Ocidental, Central e Oriental, onde a Ocidental apresenta melhor desempenho, embora as diferenças se reduzam ao considerar o contexto macroeconómico. Vieira (2021) examina, através de análises estatísticas com gráficos de barras, os diferentes indicadores desenvolvidos para medir o progresso da transição para a EC num país. Utilizando a ferramenta *Power BI*, a autora analisou os indicadores de EC presentes na *Eurostat*, comparando a média europeia com os casos da Holanda e de Portugal, além de mencionar a China no contexto dos indicadores desenvolvidos para a transição da EC. A análise baseia-se no quadro de monitorização da transição para a EC, adotado no âmbito do Plano de Ação para a EC da CE.

No entanto, a literatura existente não contempla estudos que comparem os indicadores de EC da Europa Ocidental com os da Europa Oriental, sendo esta análise fundamental para identificar disparidades estruturais, económicas e políticas que influenciam a implementação de EC em cada um dos blocos da

Europa. Além disso, também não existe uma análise estatística dos indicadores de EC ao nível nacional em comparação com as dos países que compõe a UE: Alemanha, Áustria, Bélgica, Bulgária, Chéquia, Chipre, Croácia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovénia, Espanha, Estónia, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Letónia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Países Baixos, Polónia, Portugal, Roménia e Suécia. Esta análise revela-se crucial para avaliar o posicionamento de Portugal, face à UE e aos países referência como Espanha e França, sendo particularmente relevante no grau de alinhamento com os objetivos da CE e para identificar as áreas de intervenção no contexto nacional.

Desta forma, esta dissertação visa analisar dados do *Eurostat*, através de métodos de análise que permitam comparar os indicadores de EC da Europa Ocidental e da Europa Oriental. Paralelamente, pretende-se realizar uma análise estatística dos indicadores de EC das empresas portuguesas em relação aos 27 Estados-Membros pertencentes à UE. O principal foco está na compreensão de como as empresas e instituições portuguesas estão a adotar práticas de EC no seu funcionamento, isto tendo em conta as empresas e instituições da UE.

2. Metodologia

Nesta dissertação pretende-se fazer numa primeira instância uma análise dos indicadores de EC entre a Europa Ocidental e Oriental. Numa segunda instância pretende-se fazer uma análise dos indicadores de EC, em contexto nacional, face à Espanha, França e aos 27 Estados-Membros da UE. A UE, é analisada no sentido de perceber o que está a ser feito no contexto colaborativo dos diferentes Estados-Membros.

Tendo isso em conta, analisar-se-ão dados provenientes da *Eurostat* de instituições e empresas, relacionados com indicadores da EC, oferecendo orientações práticas para o melhor desempenho das empresas e instituições portuguesas relativamente às organizações dos países Estados-Membros da UE.

A dissertação seguirá uma metodologia quantitativa com o objetivo de obter resultados conclusivos. A investigação quantitativa é aplicada quando os dados podem ser quantificados e normalmente utiliza grandes amostras, que são consideradas suficientes para compreender e representar uma população inteira (Martin & Bridgmon, 2012). Esta tese tem como base um estudo anteriormente realizado de Claudio & Poza (2023), no qual os autores recorreram a dados quantitativos de indicadores da EC, obtidos através do *Eurostat*, referentes a 32 países europeus no período compreendido entre 2014 e 2021.

O tratamento de dados e análise estatística dos mesmos serão realizados através das ferramentas *Power BI* e *Statistical Package For Social Science (SPSS)*. O primeiro software destaca-se como uma plataforma que transforma os dados em informações visualmente interativas, facilitando assim o processo de tomada de decisão (Becker & Gould, 2019; Sousa et al., 2021). Por outro lado, o *SPSS* é uma ferramenta crucial para a análise quantitativa, realçando a sua importância na investigação científica e a sua capacidade de fornecer um suporte robusto para a

análise de dados em ciências sociais (Rahman & Muktadir, 2021). A Figura 2 apresenta um diagrama que ilustra o procedimento adotado nesta dissertação.

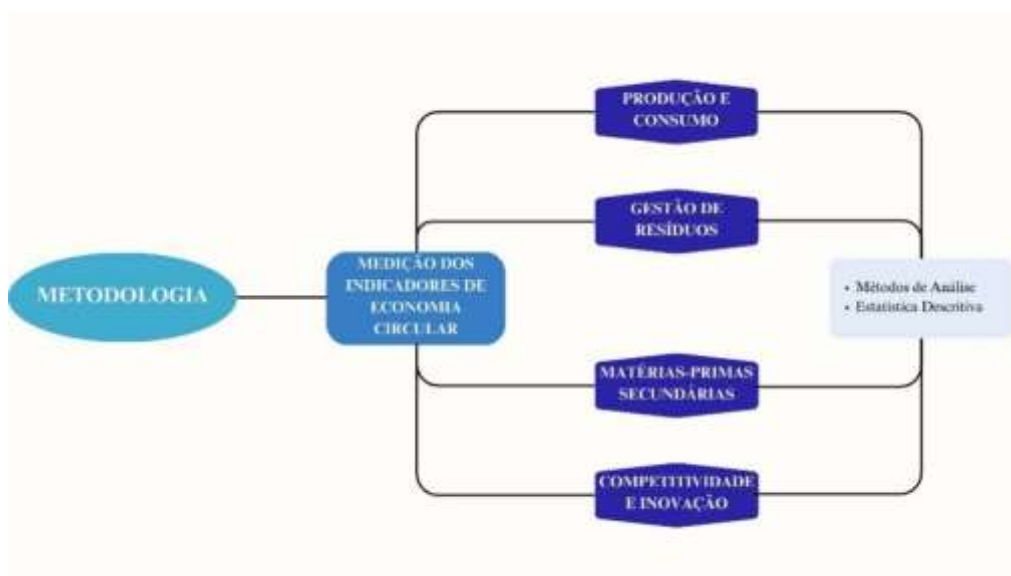


Figura 2 - Diagrama da metodologia aplicada nesta dissertação.

2.1 Medição dos Indicadores de Economia Circular

Em primeiro lugar, realizou-se uma extração e recolha dos dados dos indicadores de EC fornecidos pela *Eurostat*.

De acordo com a OCDE (2014), um indicador é definido 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. Este tem 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).

A CE utiliza um quadro de monitorização que contém um conjunto de indicadores. Este quadro é constituído por dez indicadores, alguns deles encontram-se divididos em indicadores secundários, agrupados em quatro áreas

abrangentes: Produção e Consumo, Gestão de Resíduos, Recursos Naturais Secundários e Competitividade e Inovação (CE, 2018).

De maneira a escolher estes indicadores, a CE teve em consideração a disponibilidade de dados de forma a minimizar dificuldades administrativas. Também foram tidos outros fatores em conta como: relevância, aceitação, facilidade na utilização e robustez (CE, 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.

Tabela 4 - Quadro de monitorização da transição para a EC – Indicadores de Produção e Consumo (CE, 2018).

Nº	Designação	Descrição
1	Autossuficiência da UE em recursos materiais	Mede o grau de independência da UE relativamente ao resto do mundo no que toca a recursos materiais.
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).

Na Tabela 5 é possível observar os indicadores relativos à segunda área: Gestão de Resíduos.

Tabela 5 - Quadro de monitorização da transição para a EC – Indicadores de Gestão de Resíduos (CE, 2018).

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/EU.
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.

A Tabela 6 descreve os indicadores relativos à terceira área: Recursos Materiais Secundários

Tabela 6 - Quadro de monitorização da transição para a EC – Indicadores de recursos materiais secundários (CE, 2018).

Nº	Designação	Descrição
7	Contribuição dos materiais reciclados para satisfazer a procura de recursos materiais	
7a	Taxas de entrada de reciclados (percentagem)	Mede, para determinados recursos materiais, 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 recursos materiais 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.

A Tabela 7 descreve os indicadores relativos à quarta área: Competitividade e Inovação.

Tabela 7 - Quadro de monitorização da transição para a EC – Indicadores de competitividade e inovação (CE, 2018).

Nº	Designação	Descrição
9	Investimento privado, emprego e valor acrescentado bruto relacionados com a EC	
9a	Investimento bruto em bens tangíveis (percentagem do PIB a preços correntes)	Investimento durante o ano de referência em todos os bens tangíveis. Incluem-se os bens de capital tangíveis novos e existentes, comprados de 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 recursos materiais secundários	A atribuição à reciclagem e aos recursos materiais secundários é realizada usando os códigos respetivos da Classificação Cooperativa de Patentes.

2.2 Métodos de Análise de Dados

Com vista a dar cumprimento aos objetivos definidos, optou-se pela aplicação de testes estatísticos adequados (utilizando o *SPSS*) à comparação de dois grupos independentes, nomeadamente o teste não paramétrico *U de Mann-Whitney* e o teste paramétrico *T-Student*.

2.2.1 Teste Não Paramétrico *U de Mann-Whitney*

Em primeiro lugar, antes de aplicar esta abordagem, foram divididos os países da UE em dois grupos: Europa Ocidental e Europa Oriental. Os países que constituem a Europa Ocidental são os seguintes: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Malta, Países Baixos, Portugal e Suécia. Já os países que constituem a Europa Oriental, são nomeadamente: Bulgária, Chipre, Croácia, Eslováquia, Eslovénia, Estónia, Hungria, Letónia, Lituânia, Polónia, República Checa e Roménia.

Para comprovar que os indicadores de EC seguem ou não distribuição normal, foi aplicado o teste de *Shapiro-Wilk*. Quando o valor do p obtido é superior a 0,05, considera-se que a distribuição é normal. Caso o valor de p seja igual ou inferior a 0,05 considera-se que a distribuição é assimétrica. Neste último caso, recorre-se à aplicação do Teste Não Paramétrico de *U de Mann-Whitney*.

O teste *U de Mann-Whitney* é um teste estatístico não paramétrico utilizado para comparar duas amostras ou grupos. No teste *U de Mann-Whitney* avalia-se, se os dois grupos amostrais são suscetíveis de derivar a mesma população e investiga, se essas duas populações têm a mesma forma no que diz respeito aos seus dados. Por outras palavras, o intuito deste teste é perceber se os grupos são provenientes de populações com diferentes níveis de uma variável de interesse (McClenaghan, 2022).

As hipóteses do teste U de *Mann-Whitney* são as seguintes (McClenaghan, 2022):

- A hipótese nula (H_0): as duas populações são iguais.
- A hipótese alternativa (H_1): as duas populações não são iguais.

Os testes não paramétricos são utilizados quando se assume que os dados de dois grupos não seguem uma distribuição normal. Na Figura 3 é possível observar os tipos de distribuição que existem (McClenaghan, 2022).

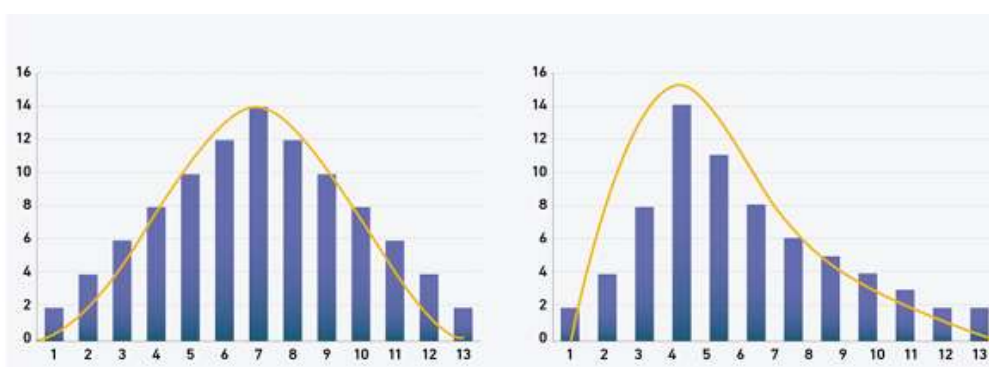


Figura 3 - Distribuição Normal vs Distribuição Assimétrica (McClenaghan, 2022, p. 3).

2.2.2 Teste Paramétrico *T-Student*

Os indicadores de EC que seguem a distribuição normal (comprovada pelo teste de *Shapiro-Wilk* em que p é maior que 0,05) seguem dois tipos de testes paramétricos: *T-Student* e *T-Welch*.

O primeiro teste paramétrico é das técnicas mais comuns utilizadas para testar a igualdade de duas médias de populações independentes com variâncias iguais (West, 2021). Neste teste, experimenta-se uma hipótese nula que diz que não há diferença significativa entre as médias desses grupos (West, 2021). Em alternativa, temos a hipótese contrária em que as médias apresentam uma diferença estatisticamente significativa (West, 2021). O teste paramétrico *T-Welch* é normalmente utilizado quando as variâncias são diferentes (West, 2021).

Para entender se as variâncias dos dois grupos Europa Ocidental e Europa Oriental, são iguais, foi necessário utilizar um teste preliminar, denominado de Teste de *Levene* (Gastwirth, 2009). As hipóteses associadas aos Teste de *Levene* são as seguintes:

- Hipótese nula (H_0): as variâncias dos grupos são iguais (variâncias homogéneas).
- Hipótese alternativa (H_1): pelo menos uma das variâncias é diferente das demais (variâncias heterogéneas).

Ou seja, se p for superior a 0,05, as variâncias são iguais e os dados seguem o teste *T-Student*. Por outro lado, se p for igual ou inferior a 0,05, as variâncias são diferentes e os dados seguem o teste *T-Welch* (Gastwirth, 2009).

Como foi referido anteriormente, os dois grupos estão divididos em Europa Ocidental e Europa Oriental com alguns indicadores de EC a seguirem o Teste Não Paramétrico de *U* de *Mann-Whitney* e para outros indicadores de EC a seguirem o Teste Paramétrico *T-Student* ou *T-Welch*, isto consoantes se seguem ou não a distribuição normal e se as variâncias são ou não iguais.

2.3 Estatística Descritiva

De maneira a realizar uma análise exploratória dos diversos indicadores de EC, foi utilizada a Estatística Descritiva (utilizando *Power BI* e *SPSS*). A Estatística Descritiva é usada para sintetizar dados de uma forma organizada, descrevendo a relação entre as variáveis numa amostra ou população (Dong, 2023). Esta inclui vários tipos de variáveis, tais como: variáveis nominais, ordinais, intervalos, rácios; assim como: medidas de frequência, tendência central, dispersão e posição (Dong, 2023).

Pelo *Power BI* foram criados *dashboards* para cada área de indicadores de EC: Produção e Consumo, Gestão de Resíduos, Recursos Materiais Secundários

e Competitividade e Inovação. Nesses *dashboards* foi possível visualizar gráficos de barras de Portugal, Espanha e França, mapas interativos da UE e diagramas que relacionam os indicadores da mesma área de EC. A Espanha e a França foram escolhidos devido à proximidade geográfica, compromissos com a EC na UE e níveis diferentes de desenvolvimento da EC.

Já pelo *SPSS* foram calculadas medidas de localização relativa (máximo, mínimo), medidas de localização central (média) e dispersão (amplitude, desvio padrão e variância) para os países que integram a UE. As equações matemáticas que representam essas medidas são:

$$\text{Amplitude} = (\text{Máx} - \text{Mín}) \quad \text{Eq (1)}$$

$$\text{Média} = \bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; n \text{ observações} \quad \text{Eq (2)}$$

$$\text{Erro padrão} = \text{EPM} = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad \text{Eq (3)}$$

$$\text{Variância} = S_n^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad \text{Eq (4)}$$

$$\text{Desvio Padrão} = S_n = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{Eq (5)}$$

3. Resultados

Nesta secção, serão apresentados os resultados obtidos pelos métodos de análise e pela estatística descritiva, seguindo a ordem das dimensões da EC definida pelo quadro de monitorização.

Na primeira parte serão apresentados os resultados entre os países da Europa Ocidental e da Europa Oriental, recorrendo aos métodos *U* de *Mann-Whitney (MW)* e *T-Student (TS)*

Na segunda parte serão apresentados os resultados da estatística descritiva, onde se compara Portugal relativamente à Espanha, França e aos 27 Estados-Membros da UE: Alemanha, Áustria, Bélgica, Bulgária, Chéquia, Chipre, Croácia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovénia, Espanha, Estónia, Finlândia, França,

Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Letónia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Países Baixos, Polónia, Portugal, Roménia e Suécia. De realçar que os dados apresentados são os mais recentes e que alguns dos indicadores de EC não contêm todos os dados dos países da UE.

Os indicadores de EC disponíveis da *Eurostat* foram definidos tanto para os métodos de análise como para a estatística descritiva como variáveis PC1, PC2, PC3, PC4, PC5, PC6, PC7, PC8, GR1, GR2, GR3, GR4, RMS1, RMS2, CI1, CI2 e CI3. Na Tabela 8 é possível visualizar a descrição das variáveis dos indicadores de EC, a sua respetiva unidade e o respetivo método de análise que será utilizado: *U de Mann-Whitney (MW)* e *T-Student (TS)*. Por sua vez, será realizado uma estatística descritiva para todas as dimensões de EC.

Tabela 8 - Quadro de variáveis utilizadas com a respetiva definição, unidade e método de análise.

Área do Indicador	Variável	Definição do Indicador de EC	Unidade	Método de Análise
Produção e Consumo	PC1	Desperdício de alimentos	Kg /capita	MW
	PC2	Geração de resíduos municipais per capita		TS
	PC3	Geração de resíduos de embalagens per capita		TS
	PC4	Geração de resíduos de embalagens plásticas per capita		MW
				MW
	PC5	Geração de resíduos, excluindo os principais resíduos minerais, per unidade do PIB	Kg/mil euros	MW
	PC6	Pegada de material	Ton /capita	MW
	PC7	Produtividade dos recursos	€/ Kg	MW
	PC8	Geração de resíduos per capita	Kg /capita	MW
	GR1	Taxa de Reciclagem de todos os resíduos, excluindo os principais minerais	%	TS
	GR2	Taxa de reciclagem de resíduos municipais		TS
	GR3	Taxa de reciclagem de resíduos de embalagens		TS

Gestão de Resíduos	GR4	Taxa de reciclagem de resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos.		MW
Recursos Materiais Secundários	RMS1	Taxa de uso de material circular	%	TS
	RMS2	Comércio de recursos materiais recicláveis	Ton	MW
Competitividade e Inovação	CI1	Patentes relacionadas a reciclagem e recursos materiais secundários	N/A	MW
	CI2	Pessoas empregadas em setores de EC	FTE	MW
	CI3	Investimento privado e valor agregado bruto relacionados aos setores de EC	Milhão de €	MW

3.1 Produção e Consumo

A primeira dimensão presente no quadro de monitorização é a Produção e Consumo. A CE evidencia a necessidade de uma transformação ao nível económico que implica a reestruturação dos sistemas de Produção e Consumo.

3.1.1 Métodos de Análise de Dados

3.1.1.1 *Teste Não Paramétrico U de Mann-Whitney*

Na dimensão Produção e Consumo provou-se numa fase preliminar (através do método *Shapiro-Wilk*) que os indicadores PC1, PC4, PC5, PC6, PC7 e PC8 não seguem uma distribuição normal ($p \leq 0,05$), sendo utilizado o teste não paramétrico *U de Mann-Whitney*. Na Tabela 9 é possível observar os resultados dos indicadores de EC relativamente aos países da Europa Ocidental e aos países da Europa Oriental.

Tabela 9 - Teste U de Mann-Whitney relativamente aos indicadores PC1, PC4, PC5, PC6, PC7 e PC8.

Sumarização de Teste de Hipótese				
	Hipótese nula	Teste	Sig. ^{a,b}	Decisão
1	A distribuição de PC1 é igual nas categorias de País.	Amostras Independentes de Teste U de Mann-Whitney	,012 ^c	Rejeitar a hipótese nula.
2	A distribuição de PC4 é igual nas categorias de País.	Amostras Independentes de Teste U de Mann-Whitney	,048 ^c	Rejeitar a hipótese nula.
3	A distribuição de PC5 é igual nas categorias de País.	Amostras Independentes de Teste U de Mann-Whitney	<,001 ^c	Rejeitar a hipótese nula.
4	A distribuição de PC6 é igual nas categorias de País.	Amostras Independentes de Teste U de Mann-Whitney	,139 ^c	Reter a hipótese nula.
5	A distribuição de PC7 é igual nas categorias de País.	Amostras Independentes de Teste U de Mann-Whitney	<,001 ^c	Rejeitar a hipótese nula.
6	A distribuição de PC8 é igual nas categorias de País.	Amostras Independentes de Teste U de Mann-Whitney	,347 ^c	Reter a hipótese nula.

a. O nível de significância é ,050.

b. A significância assintótica é exibida.

c. A exata significância é exibida para este teste.

Como é possível visualizar através da Tabela 9, existem diferenças significativas entre os dois grupos nas variáveis PC1, PC4, PC5 e PC7, permitindo compreender que o desperdício de alimentos, a geração de resíduos de embalagens, gestão de resíduos (excluindo resíduos de minerais) por unidade do PIB e a produtividade de recursos são diferentes entre a Europa Ocidental e Europa Oriental. Já os indicadores PC6 e PC8 não têm diferenças significativas, indicando que a pegada de material e a geração de resíduos per capita não variam estatisticamente entre a Europa Ocidental e a Europa Oriental.

3.1.1.2 Teste Paramétrico T-Student

Os indicadores PC2 e PC3 seguem a distribuição normal ($p > 0,05$). Seguidamente, comprovou-se através do método de *Levene* quais os indicadores que contêm variâncias iguais e aqueles que tem variâncias diferentes. Como o p é maior que 0,05 nos indicadores PC2 e PC3, provou-se que variâncias são iguais, permitindo a utilização do teste *T-Student*. Na Tabela 10 é possível observar os resultados relativamente aos indicadores PC2 e PC3.

Tabela 10 - Teste T-Student para os indicadores PC2 e PC3.

Teste de amostras independentes											
		Teste de Levene para igualdade de variâncias				teste-t para igualdade de Médias				95% intervalo de Confiança da Diferença	
		Z	Sig.	t	df.	Significância		Diferença média	Erro de diferença padrão	Inferior	Superior
						Unilateral p	Bilateral p				
PC2	Variâncias iguais assumidas	2,793	,109	2,788	22	,005	,011	133,81119	47,98835	34,28944	233,33294
	Variâncias iguais não assumidas			2,868	21,524	,005	,009	133,81119	48,68642	36,86524	230,75714
PC3	Variâncias iguais assumidas	,065	,801	3,792	22	<.001	,001	55,86400	14,73288	25,30987	86,41813
	Variâncias iguais não assumidas			3,877	19,183	<.001	,001	55,86400	14,40748	25,81684	86,11116

Através da Tabela 10 é possível constatar que o indicador PC2 tem uma diferença significativa entre a Europa Ocidental e a Europa Oriental, ou seja, estes dois grupos produzem uma quantidade diferente de resíduos municipais por pessoa. Contrariamente, foi possível constatar que o indicador PC3 apresenta diferenças muito significativas, permitindo perceber que a quantidade de resíduos de embalagens gerados por pessoa varia muito entre a Europa Ocidental e a Europa Oriental.

3.1.2 Estatística Descritiva

Na Figura 4 é representado o *dashboard* realizado em *Power BI* relativamente à primeira dimensão de EC: Produção e Consumo. Este *dashboard* é constituído por quatro elementos. O primeiro elemento consiste numa segmentação de dados que permite seleccionar um dos países dos 27 Estados-Membros da UE. O segundo elemento e o terceiro elemento representam gráficos de barras dos indicadores dos países: Portugal, Espanha e França. Por fim, o quarto elemento corresponde a um mapa interativo da UE de todos os indicadores relativamente à dimensão Produção e Consumo.

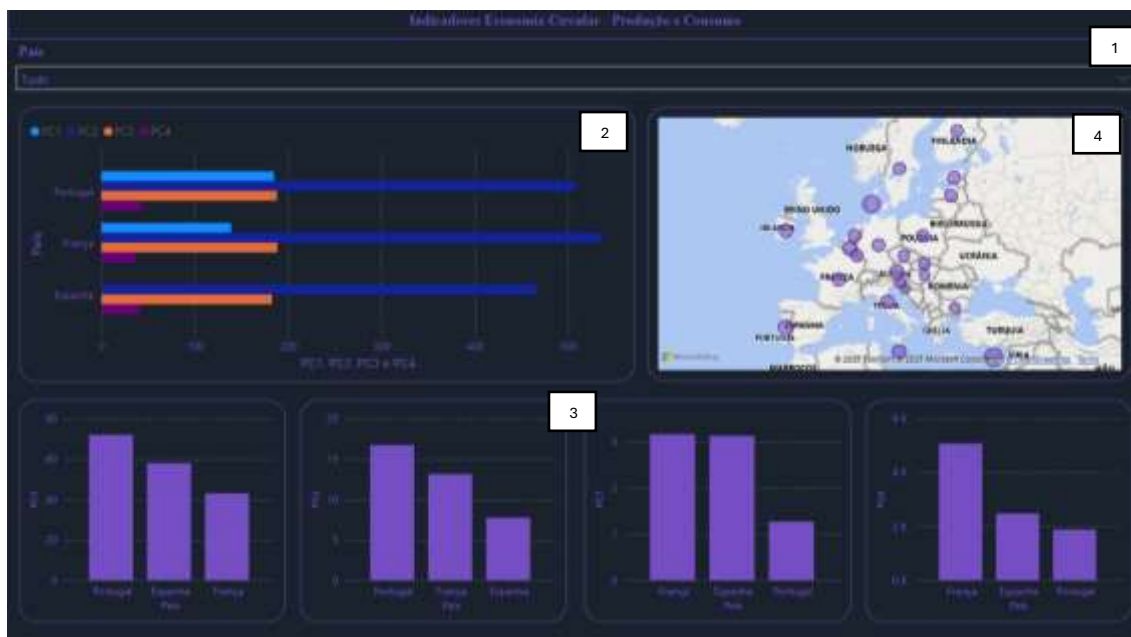


Figura 4 - Dashboard para a dimensão Produção e Consumo.

Na Tabela 11 é possível observar as medidas de localização relativa, central e de dispersão para os indicadores da dimensão de EC: Produção e Consumo.

Tabela 11 - Estatística Descritiva dos indicadores de EC: Produção e Consumo.

Estatísticas Descritivas								
	N	Intervalo	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Variância	
	Estatística	Estatística	Estatística	Estatística	Estatística	Erro Padrão	Estatística	Estatística
PC1	23	223,00	71,00	294,00	135,3913	10,79869	51,78868	2682,067
PC2	24	500,00	303,00	803,00	525,2083	27,20547	133,27904	17763,303
PC3	24	155,09	78,75	233,84	159,7517	8,97009	43,94430	1931,101
PC4	24	47,50	19,26	66,76	33,6892	1,98832	9,74073	94,882
PC5	27	480,00	20,00	500,00	98,6667	22,06491	114,65265	13145,231
PC6	27	36,9140	7,4600	44,3740	19,017815	1,6117788	8,3750482	70,141
PC7	27	5,1176	,3461	5,4637	2,046556	,2577626	1,3393739	1,794
PC8	27	18620,00	1330,00	19950,00	6291,2222	1019,39252	5296,91890	28057349,795
N válido (de lista)	20							

A Figura 4 mostra que, na dimensão Produção e Consumo, os indicadores de EC correspondentes a PC1, PC4, PC5 e PC6 apresentaram valores mais elevados em Portugal em comparação com Espanha e França. Isso significa que, entre os três países analisados, Portugal registou o maior desperdício alimentar (185 Kg/capita), a maior geração de resíduos de embalagens plásticas per capita (43,31 Kg/capita), a maior geração de resíduos – excluindo os principais resíduos

minerais – por unidade do PIB (72 Kg/mil euros) e a maior pegada de material (16,72 Ton/capita).

Por outro lado, os indicadores PC2, PC3, PC7 e PC8 apresentaram valores mais elevados em França. Esse país destacou-se pela maior geração de resíduos de embalagens e de resíduos municipais per capita (535 e 188,54 Kg/capita, respetivamente), pela maior produtividade dos recursos (3,16 €/Kg) e pela maior gestão de resíduos per capita (5076 Kg/capita).

Comparativamente com a média dos 27 Estados-Membros da UE (Tabela 11), Portugal apresenta valores superiores nos indicadores de EC PC1, PC3 e PC4. Em contrapartida, Portugal regista valores inferiores à média da UE nos restantes indicadores de EC, nomeadamente PC2, PC5, PC6, PC7 e PC8.

3.2 Gestão de Resíduos

Seguidamente, no contexto da Produção e Consumo, é essencial analisar a geração de resíduos. Numa EC, o valor dos produtos, materiais e recursos deve ser preservado na economia durante o maior período possível, minimizando a Geração de Resíduos. Para alcançar essa redução, é fundamental adotar métodos de produção e consumo mais sustentáveis e ecológicos.

3.2.1 Métodos de Análise de Dados

3.2.1.1 *Teste Não Paramétrico U de Mann-Whitney*

Na dimensão Gestão de Resíduos provou-se numa fase preliminar (através do método *Shapiro-Wilk*) que o indicador GR4 não segue uma distribuição normal ($p \leq 0,05$), sendo utilizado o teste não paramétrico *U de Mann-Whitney*. Na Tabela 12 é possível observar os resultados do indicador de EC GR4, relativamente aos países da Europa Ocidental e aos países da Europa Oriental.

Tabela 12 - Teste U de Mann-Whitney relativamente ao indicador GR4.

Sumarização de Teste de Hipótese				
	Hipótese nula	Teste	Sig. ^{a,b}	Decisão
1	A distribuição de GR4 é igual nas categorias de País.	Amostras Independentes de Teste U de Mann-Whitney	,183 ^c	Reter a hipótese nula.

a. O nível de significância é ,050.

b. A significância assintótica é exibida.

c. A exata significância é exibida para este teste.

O indicador GR4 não tem diferenças significativas, indicando que a Taxa de reciclagem de resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos não varia estatisticamente entre a Europa Ocidental e a Europa Oriental.

3.2.1.2 Teste Paramétrico T-Student

Os indicadores GR1, GR2 e GR3 seguem a distribuição normal ($p>0,05$). Pelo método de *Levene* comprovou-se quais os indicadores que contêm variâncias iguais e aqueles que têm variâncias diferentes. Como o $p>0,05$, provou-se que as variâncias são iguais, permitindo a utilização do teste *T-Student* para estes três indicadores. Na Tabela 13 é possível observar os resultados relativamente aos indicadores GR1, GR2 e GR3.

Tabela 13 - Teste T-Student para os indicadores GR1, GR2 e GR3.

Teste de amostras independentes											
		Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para igualdade de Médias							
		Z	Sig.	t	df	Significância		Diferença média	Ero de diferença padrão	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
						Unilateral p	Bilateral p			Inferior	Superior
GR1	Variâncias iguais assumidas	1,866	,188	-,047	19	,481	,963	-,3333	7,0277	-15,0425	14,3759
	Variâncias iguais não assumidas			-,050	19,988	,480	,961	-,3333	6,7012	-14,3598	13,6931
GR2	Variâncias iguais assumidas	,368	,550	1,408	25	,067	,174	7,9050	5,6459	-3,7220	19,5329
	Variâncias iguais não assumidas			1,434	24,991	,062	,164	7,9050	5,5168	-3,4449	19,2548
GR3	Variâncias iguais assumidas	,006	,937	1,248	22	,113	,226	5,0471	4,0503	-3,9528	13,4469
	Variâncias iguais não assumidas			1,245	19,485	,114	,226	5,0471	4,0538	-3,4332	13,5175

A Tabela 13 demonstra que os indicadores GR1, GR2 e GR3 correspondentes às taxas de reciclagem de todos resíduos (excluindo os principais minerais), dos resíduos municipais e dos resíduos de embalagens não

evidenciam uma variação significativa entre a Europa Ocidental e a Europa Oriental.

3.2.2 Estatística Descritiva

A Figura 5 evidencia o *dashboard* realizado em *Power BI* para a segunda dimensão de EC: Gestão de Resíduos. Este *dashboard* é composto por quatro elementos. O primeiro elemento consiste numa segmentação de dados que permite selecionar um dos países dos 27 Estados-Membros da UE. O segundo elemento exhibe gráficos de barras dos indicadores dos países: Portugal, Espanha e França. O terceiro elemento corresponde a um mapa interativo da UE onde apresenta todos os indicadores de EC da área Gestão de Resíduos. Finalmente, o quarto elemento destaca os principais influenciadores, permitindo uma análise comparativa do impacto do aumento ou diminuição de um indicador de Gestão de Resíduos.

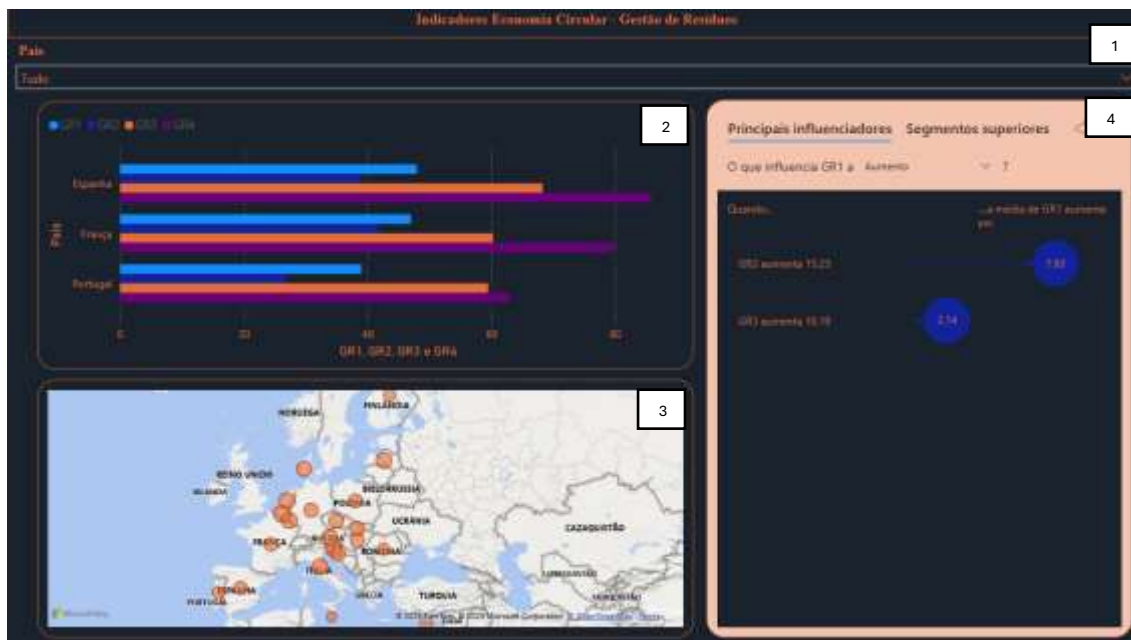


Figura 5 - Dashboard para a dimensão Gestão de Resíduos.

Na Tabela 14 é possível observar as medidas de localização relativa, central e de dispersão para os indicadores da dimensão de EC: Gestão de Resíduos.

Tabela 14 - Estatística Descritiva dos indicadores de EC: Gestão de Resíduos.

Estatísticas Descritivas								
	N	Intervalo	Mínimo	Máximo	Média		Desvio padrão	Variância
	Estatística	Estatística	Estatística	Estatística	Estatística	Erro Padrão	Estatística	Estatística
GR1	21	62,0	25,0	87,0	57,143	3,3900	15,5348	241,329
GR2	27	59,4	10,9	70,3	39,667	2,8568	14,8444	220,356
GR3	24	39,8	39,9	79,7	63,704	2,0207	9,8992	97,994
GR4	27	36,6	58,3	94,9	82,333	1,5957	8,2916	68,751
N válido (de lista)	20							

A Figura 5 comprova que, na dimensão Gestão de Resíduos, os indicadores de EC correspondentes a GR1, GR3 e GR4 apresentaram valores mais elevados em Espanha em comparação com França e Portugal. Isso significa que, entre os três países analisados, Espanha tem uma maior taxa de reciclagem de todos os resíduos, excluindo os principais minerais (68,30 %), uma maior taxa de reciclagem de resíduos de embalagens (43,31 %) e uma maior taxa de reciclagem de resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos (85,80 %). Por sua vez, a França apresenta uma taxa de resíduos municipais (GR2) superior à de Espanha e Portugal, atingindo um valor de 41,70 %.

Com base na Figura 5, é possível constatar que os principais fatores que influenciam o aumento de GR1 são GR2 e GR3. Isto sugere que GR2 tem um impacto mais significativo no crescimento de GR1 em comparação com GR3.

Comparativamente com a média dos 27 Estados-Membros da UE (Tabela 14), Portugal regista valores inferiores à média da UE para todos os indicadores de EC da dimensão Gestão de Resíduos.

3.3 Recursos Materiais Secundários

A terceira dimensão diz respeito aos recursos materiais secundários. A utilização desses recursos é considerada essencial para a EC, tornando a sua monitorização um aspeto fundamental.

3.3.1 Métodos de Análise de Dados

3.3.1.1 Teste Não Paramétrico U de Mann-Whitney

Na dimensão Recursos Materiais Secundários provou-se numa fase preliminar (através do método *Shapiro-Wilk*) que o indicador RMS2 não segue uma distribuição normal ($p \leq 0,05$), sendo utilizado o teste não paramétrico *U de Mann-Whitney*. Na Tabela 15 é possível observar os resultados do indicador de EC RMS2, relativamente aos países da Europa Ocidental e aos países da Europa Oriental.

Tabela 15 - Teste U de Mann-Whitney relativamente ao indicador RMS2.

Sumarização de Teste de Hipótese				
	Hipótese nula	Teste	Sig. ^{a,b}	Decisão
1	A distribuição de RMS2 é igual nas categorias de País.	Amostras independentes de Teste U de Mann-Whitney	,083 ^c	Reter a hipótese nula.

a. O nível de significância é ,050.

b. A significância assintótica é exibida.

c. A exata significância é exibida para este teste.

Através da Tabela 15 é possível entender que o indicador comércio de materiais recicláveis (RMS2) não tem diferenças estruturais entre a Europa Ocidental e a Europa Oriental.

3.3.1.2 Teste Paramétrico T-Student

O indicador RMS1 segue a distribuição normal ($p > 0,05$). Pelo método de *Levene* comprovou-se que este indicador tem variâncias iguais nos dois grupos

($p > 0,05$), permitindo a utilização do Teste *T-Student* para este indicador. Na Tabela 16 é possível observar os resultados relativamente ao indicador RMS1.

Tabela 16 - Teste *T-Student* para o indicador RMS1.

Teste de amostras independentes											
		Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para igualdade de Médias							
		Z	Sig.	t	df	Significância		Diferença média	Ero de diferença padrão	95% intervalo de Confiança da Diferença	
						Unilateral p	Bilateral p			inferior	superior
RMS1	Variâncias iguais assumidas	1,384	,254	2,001	25	,028	,056	4,9800	2,4893	-,1468	10,1068
	Variâncias iguais não assumidas			2,059	24,982	,025	,049	4,9800	2,4054	,0227	9,9373

O indicador de EC RMS1 não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos dos países analisados, ou seja, a taxa de uso de material circular é semelhante entre a Europa Ocidental e a Europa Oriental.

3.3.2 Estatística Descritiva

Na Figura 6 é representado o *dashboard* realizado em *Power BI* relativamente à terceira dimensão de EC: Recursos Materiais Secundários. Este *dashboard* é constituído por quatro elementos. O primeiro elemento consiste numa segmentação de dados que permite selecionar um dos países dos 27 Estados-Membros da UE. O segundo elemento exhibe gráficos de barras dos indicadores dos países: Portugal, Espanha e França. O terceiro elemento representa as medidas de localização relativa (máximo, mínimo) e de localização central (média) dos indicadores de EC relativos aos Recursos Materiais Secundários. Por fim, o quarto elemento corresponde a um mapa interativo da UE de todos os indicadores de EC de Recursos Materiais Secundários.

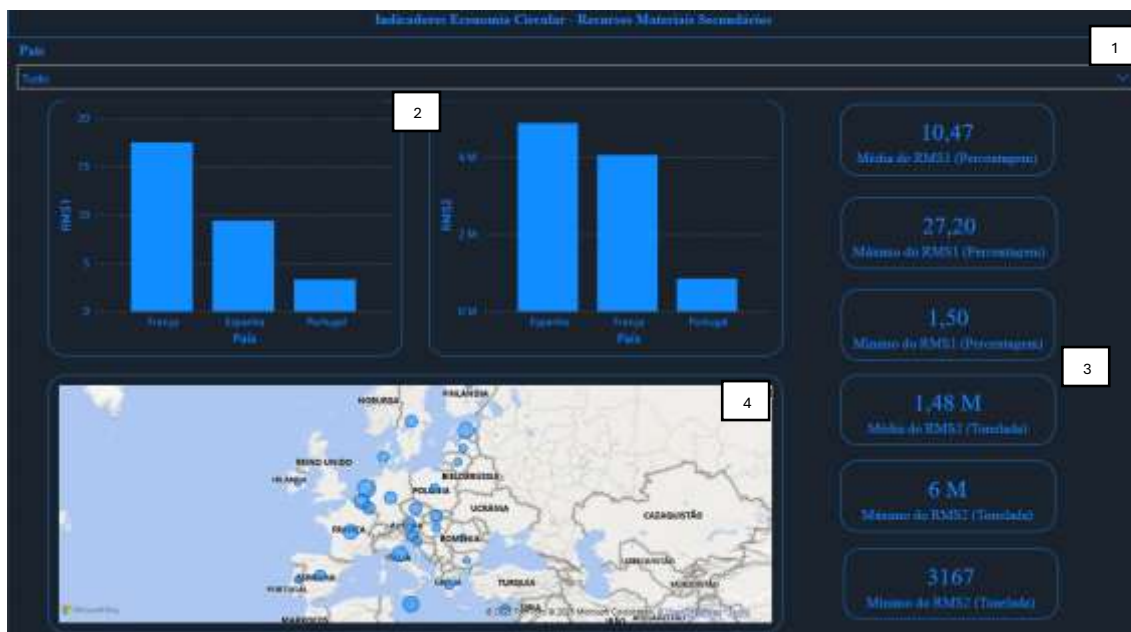


Figura 6 - Dashboard para a dimensão Recursos Materiais Secundários.

Na Tabela 17 é possível observar as medidas de localização relativa, central e de dispersão para os indicadores da dimensão de EC: Recursos Materiais Secundários.

Tabela 17 - Estatística Descritiva dos indicadores de EC: Recursos Materiais Secundários.

Estatísticas Descritivas								
	N	Intervalo	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Variação	
	Estatística	Estatística	Estatística	Estatística	Estatística	Erro Padrão	Estatística	Estatística
RMS1	27	25,7	1,5	27,2	10,467	1,3064	6,7883	46,081
RMS2	27	5805640,0	3167,0	5808807,0	1475383,037	324656,7023	1686965,7101	2,846E+12
N válido (de lista)	27							

Como é possível visualizar na Figura 6, na dimensão Recursos Materiais Secundários, o indicador de EC correspondente a RMS1 apresenta valores mais elevados em França em comparação com Espanha e Portugal, logo a França apresenta uma maior taxa de uso de materiais circulares (17,50 %). Por outro lado, a Espanha apresenta valores mais elevados no indicador de EC comércio de recursos materiais recicláveis (RMS2), atingindo os 4873639 Ton.

Comparativamente, com o valor médio dos 27 países da UE (Tabela 17), Portugal encontram-se abaixo para ambos os indicadores de EC da dimensão Recursos Materiais Secundários.

3.4 Competitividade e Inovação

A inovação e os investimentos em design ecológico, recursos materiais secundários, processos de reciclagem e simbiose industrial são fatores essenciais para a transição para uma EC (CE, 2018).

3.4.1 Métodos de Análise de Dados

3.4.1.1 Teste Não Paramétrico U de Mann-Whitney

Na quarta e última dimensão Competitividade e Inovação, realizou-se o mesmo processo preliminar e provou-se que todos os indicadores presentes nesta dimensão seguem uma distribuição normal ($p \leq 0,05$). Assim sendo utilizou-se o teste não paramétrico *U de Mann-Whitney*. Na Tabela 18 é possível observar os resultados dos indicadores de EC, relativamente aos países da Europa Ocidental e aos países da Europa Oriental.

Tabela 18 - Teste U de Mann-Whitney relativamente ao indicadores CI1, CI2 e CI3.

Sumarização de Teste de Hipótese				
	Hipótese nula	Teste	Sig. ^{a,b}	Decisão
1	A distribuição de CI1 é igual nas categorias de País.	Amostras Independentes de Teste U de Mann-Whitney	,004 ^c	Rejeitar a hipótese nula.
2	A distribuição de CI2 é igual nas categorias de País.	Amostras Independentes de Teste U de Mann-Whitney	,427 ^c	Reter a hipótese nula.
3	A distribuição de CI3 é igual nas categorias de País.	Amostras Independentes de Teste U de Mann-Whitney	,004 ^c	Rejeitar a hipótese nula.

a. O nível de significância é ,050.

b. A significância assintótica é exibida.

c. A exata significância é exibida para este teste.

Como podemos observar na Tabela 18 há diferenças significativas em CI1 e CI3, mas não em CI2, isto é, a inovação e registo de patentes na área de reciclagem e recursos materiais secundários e o nível de investimento privado e

a contribuição do setor da EC para o PIB não são iguais entre a Europa Ocidental e a Europa Oriental. Em sentido contrário, a quantidade de empregos em setores relacionados à EC é semelhante entre a Europa Ocidental e Europa Oriental.

3.4.2 Estatística Descritiva

A Figura 7 evidencia o *dashboard* realizado em *Power BI* para a quarta dimensão de EC: Competitividade e Inovação. Este *dashboard* é composto por quatro elementos. O primeiro elemento consiste numa segmentação de dados que permite selecionar um dos países dos 27 Estados-Membros da UE. O segundo elemento exhibe gráficos de barras dos indicadores dos países: Portugal, Espanha e França. O terceiro elemento corresponde a um mapa interativo da EU, onde apresenta todos os indicadores de EC da área Competitividade e Inovação. Finalmente, o quarto elemento destaca os principais influenciadores, permitindo uma análise comparativa do impacto do aumento ou diminuição de um indicador de Competitividade e Inovação.



Figura 7 - Dashboard para a dimensão Competitividade e Inovação.

Na Tabela 19 é possível observar as medidas de localização relativa, central e de dispersão para os indicadores da dimensão de EC: Competitividade e Inovação.

Tabela 19 - Estatística Descritiva dos indicadores de EC: Competitividade e Inovação.

	Estatísticas Descritivas							
	N Estatística	Intervalo Estatística	Mínimo Estatística	Máximo Estatística	Média Estatística	Erro Padrão	Desvio padrão Estatística	Variância Estatística
CI1	27	45,67	,00	45,67	7,6500	2,09677	10,89516	118,705
CI2	27	783139,00	2158,00	785297,00	147087,4815	40848,29653	212253,97500	45051749904
CI3	27	31456,00	51,00	31507,00	4176,4815	1378,09615	7160,79763	51277022,721
N válido (de lista)	27							

Na Figura 7 é possível constatar, que na dimensão Competitividade e Inovação, os indicadores de EC correspondentes a CI1, CI2 e CI3 apresentaram valores mais elevados em França em comparação com Espanha e Portugal, isto significa que a França lidera em termos de patentes relacionadas com reciclagem e recursos materiais secundários (27,09), emprega um maior número de pessoas em setores da EC (523,904 FTE) e apresenta um maior investimento privado e valor acrescentado bruto associados a esses setores (20,405 milhões €), seguida por Espanha e Portugal.

Com base na Figura 7, pode-se concluir que os principais fatores que influenciam o aumento de CI1 são CI2 e CI3. Isto sugere que tanto CI2 quanto CI3 desempenham um papel significativo no crescimento de CI1, com CI2 a ter um impacto ligeiramente superior.

Comparativamente com o valor médio dos 27 países Estados-Membros da UE (Tabela 19), Portugal encontra-se abaixo para todos os indicadores de EC da dimensão Competitividade e Inovação.

4. Discussão

Neste capítulo, serão discutidos os resultados da comparação entre a Europa Ocidental e a Europa Oriental, bem como Portugal e os 27 Estados-

Membros da UE, no que respeita às quatro dimensões do quadro de monitorização de EC: Produção e Consumo, Gestão de Resíduos, Recursos Materiais Secundários e Competitividade e Inovação.

4.1 Europa Ocidental e Europa Oriental

Como foi possível observar através dos resultados presentes nas Tabelas 9,10,12,13,15,16 e 18 apenas existiram diferenças significativas entre a Europa Ocidental e a Europa Oriental nos indicadores PC6, PC8 e CI2. Em sentido contrário, os restantes indicadores PC1, PC2, PC3, PC4, PC5, PC7, GR1, GR2, GR3, GR4, RMS1, CI1 e CI3 não apresentaram diferenças significativas entre os dois blocos da Europa.

De acordo com Mazur-Wierzbicka (2021), estas diferenças significativas devem-se ao facto dos países Ocidentais (aqueles que apresentam uma transformação mais avançada rumo à EC e altamente industrializados) começarem a sentir problemas de geração excessiva de resíduos, esgotamento de recursos, poluição ambiental e aumento do consumismo desequilibrado. Estes problemas chegaram também aos países Orientais com algum atraso, pelo que as suas atividades orientadas para a implantação de EC, podem estar ligeiramente atrasadas no tempo, isto poderá dever-se à falta de infraestruturas suficientemente desenvolvidas para tratamento de resíduos ou à menor consciencialização das sociedades relativamente à EC. Outro fator relevante é o financiamento das atividades que promovam a implementação e o funcionamento das economias dos países da UE segundo os princípios da EC (Mazur-Wierzbicka, 2021).

A transição dos países para uma EC é benéfica para o ambiente natural, e conseqüentemente, para as populações. Contudo, essa transição exige uma maior perceção por parte de entidades reguladoras, autoridades regulamentais, dos

consumidores e da sociedade em geral, especialmente no que respeita à implementação de tecnologias avançadas, o que por sua vez, requer tempo e investimentos financeiros (Mazur-Wierzbicka, 2021).

4.2 Portugal, Espanha, França e os 27 Estados-Membros da UE

Como foi mencionado anteriormente, comparou-se através de gráficos de barras os países: Espanha e França a Portugal, devido à sua proximidade geográfica, compromissos com a EC na UE e níveis diferentes de desenvolvimento da EC.

A análise dos *dashboards* das Figuras 4,5,6 e 7 revelou que, no âmbito da dimensão Produção e Consumo, Portugal apresentou valores mais elevados apenas nos indicadores PC1, PC4, PC5 e PC6, quando comparado com Espanha e França. Nos restantes indicadores de EC, Portugal posicionou-se em último lugar face aos dois países.

Nas Tabelas 11, 14, 17 e 19, constatou-se que Portugal se posiciona acima da média dos Estados-Membros da UE apenas em três indicadores: PC1, PC3 e PC4. Nos restantes indicadores das quatro dimensões da EC, Portugal apresentou resultados inferiores à média dos 27 países da UE, o que evidencia margens significativas para melhoria no desempenho global do país em matéria de transição circular.

O facto de Portugal apresentar valores elevados para alguns indicadores da dimensão produção e consumo relativamente à Espanha, França e à média dos 27 Estados-Membros da UE poderá ser devido à ineficiências ao longo da cadeia agroalimentar (produção, distribuição, consumo), padrões de consumo e do comportamento dos consumidores, que podem não valorizar suficientemente a redução do desperdício, elevada utilização de embalagens de uso único no

retalho alimentar e restauração, falta de incentivos fortes à redução de plástico nas cadeias de distribuição, menor eficiência na utilização de recursos materiais em certos setores produtivos, e infraestruturas menos desenvolvidas para recuperação e reciclagem de materiais.

Estes fatores mencionados poderão ser combatidos com estratégias e políticas que Portugal está a tentar implementar atualmente como:

- A Estratégia Nacional de Combate ao Desperdício Alimentar (2024-2030) – cujo objetivo é prevenir, reduzir e monitorizar o desperdício alimentar. O plano de ação desta estratégia inclui: divulgação de boas práticas e sensibilização, doação de alimentos em risco de desperdício, plataformas de colaboração para redistribuição alimentar e zonas específicas nos supermercados para produtos do fim de validade (ETCCERU, 2024).
- Plano de Ação para EC (2030) – cuja finalidade é reduzir a gestão de resíduos ao evitar a sobre-exploração de recursos não renováveis (ETCCERU, 2024).
- Programa de Eficiência de Recursos na Administração Pública (2030) – tem como objetivos reduzir o consumo dos materiais em 20 %, promoção de auto eficiência energética e a renovação dos edifícios públicos com foco na eficiência (ETCCERU, 2024).

Comparando Portugal com Espanha e França, verifica-se que, nos restantes indicadores de EC, Portugal encontra-se significativamente abaixo de ambos os países e da média dos 27 Estados-Membros da UE. Estas diferenças poderão estar relacionadas com o grau de envolvimento e compromisso dos respetivos governos na implementação de políticas sustentáveis e circulares.

Nos últimos anos o governo de Espanha publicou a Estratégia Espanha Circular 2030, que define os objetivos da EC, e uma série de orientações estratégicas para o período 2020–2030 (Ministerio para la Transición Ecológica y

el Reto Demográfico, 2020). Esta estratégia prevê, entre outros objetivos, uma redução de 30% no consumo nacional de recursos e de 15% na geração de resíduos (em comparação com 2010), contribuindo assim para a transição de Espanha para uma economia sustentável, descarbonizada, eficiente na utilização de recursos e competitiva. A estratégia é operacionalizada através de planos de ação trienais que prevêem medidas concretas para executar os objetivos da EC (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020).

Por outro lado, a França é outro dos países mais envolvidos na área da EC na UE, tendo desenvolvido um plano de ação para a transição para a EC em 2013, bem como fundado o *Instituto Francês da EC*. Em 2018, adotou o seu *Roteiro para a EC – 50 medidas para uma economia 100% circular* (The French Ministry of Ecological and Solidarity Transition, 2018). A estratégia francesa para a EC prevê, entre outros objetivos, uma redução de 30% no uso de recursos naturais associados ao consumo francês em relação ao PIB entre 2010 e 2030, uma redução de 50% na quantidade de resíduos não perigosos enviados para aterro até 2025 (em comparação com 2010), a reciclagem de 100% dos plásticos e uma diminuição das emissões de gases com efeito de estufa (em 8 milhões de toneladas de CO₂ por ano graças à reciclagem de plásticos) (The Parliament Magazine, 2016).

5. Conclusão

A finalidade deste capítulo é dar resposta à questão de investigação previamente formulada no capítulo introdutório. Para além das contribuições práticas e teóricas, são abordadas as limitações e complementadas com sugestões para investigações futuras.

5.1 Conclusões Principais

Esta dissertação tem como objetivo analisar a posição de Portugal em termos de EC em comparação com os outros Estados-Membros da UE, e a

distinção desses mesmos indicadores entre os países da Europa Ocidental e Oriental. Para tal, foram recolhidos dados provenientes da base de dados da *Eurostat*, relativos aos 27 Estados-Membros da UE, abrangendo quatro dimensões do quadro de monitorização de EC: Produção e Consumo, Gestão de Resíduos, Recursos Materiais Secundários e Competitividade e Inovação. Posteriormente, os dados foram analisados com recurso às ferramentas *Power BI* e *SPSS*, tendo sido consideradas comparações no contexto dos blocos da Europa Ocidental e Oriental, através da aplicação de métodos estatísticos não paramétricos e paramétricos. Adicionalmente, foi realizada uma análise estatística do desempenho de Portugal, comparando-o com países como Espanha, França e o valor médio dos 27 países Estados-Membros da UE.

Numa primeira fase, a análise dos dados relativos aos indicadores de EC, recorrendo aos métodos não paramétricos e paramétricos revelou que a Europa Ocidental se encontra num estágio mais avançado no desenvolvimento de sistemas circulares. Por sua vez, a Europa Oriental apresenta uma aproximação na adoção de práticas de EC, evidenciando progressos, embora ainda enfrente desafios estruturais, como a insuficiência de infraestruturas adequadas para o tratamento de resíduos e uma menor consciencialização das sociedades relativamente aos princípios da EC.

Numa segunda fase, analisando a nível nacional, verificou-se que Portugal apresentou valores elevados para alguns indicadores da dimensão Produção e Consumo, comparativamente com a Espanha, França e os valores médios dos indicadores dos países da UE. Esses valores poderão estar relacionados com os padrões de consumo e o comportamento de consumidores, elevada utilização de embalagens de uso único, escassez de incentivos à redução do plástico e menor eficiência em certos setores. Apesar destas limitações, Portugal tem vindo a implementar um conjunto de estratégias e políticas nacionais que procuram mitigar estas falhas destacando-se a Estratégia Nacional de Combate ao

Desperdício Alimentar, Plano de Ação de EC 2030 e o Programa de Eficiência de Recursos na Administração Pública 2030.

Desta forma, Portugal tem demonstrado algum progresso em determinados indicadores. O seu desempenho global de EC permanece aquém do registado em países como a Espanha e França. Tal situação, poderá estar relacionada com o envolvimento político, maturidade institucional, capacidade de implementação públicas circulares. Para acompanhar esta transição europeia rumo a modelos económicos mais sustentáveis, será fundamental que Portugal reforce o compromisso político, invista em infraestruturas adequadas e promova uma mudança efetiva de mentalidades, tanto no setor público como na sociedade civil.

5.2 Limitações da Investigação

Uma das principais limitações desta investigação prendeu-se com a disponibilidade dos dados estatísticos. Nem todos os indicadores de EC estão atualmente disponíveis na base de dados da *Eurostat*. Além disso, mesmo entre os indicadores disponíveis, alguns não apresentam dados completos para todos os países analisados, o que limita a comparabilidade entre as regiões e pode comprometer a abrangência das conclusões retiradas. Como consequência, a precisão e a exatidão dos resultados podem ter sido parcialmente comprometidas, dado que a análise se baseou em conjuntos de dados assimétricos (em alguns dos indicadores).

5.3 Perspetivas Futuras

Dado o dinamismo da EC e a contínua evolução das políticas públicas a ela associadas, futuras investigações poderão beneficiar da integração de novas fontes de dados e documentos estratégicos complementares à *Eurostat*. Destaca-

se, neste contexto, o perfil nacional sobre EC publicado pela Agência Europeia do Ambiente (EEA) em 2024, elaborado com base em informações da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e outras entidades nacionais. Para além disso poderão ser integradas outras fontes internacionais e nacionais como a OCDE (OECD.Stat), o INE e a Agência Europeia do Ambiente (EEA).

A integração destas fontes permitirá não só contornar limitações de cobertura de dados da *Eurostat*, como também aprofundar a análise ao nível regional e setorial.

Declaração sobre a IA generativa e as tecnologias assistidas por IA no processo de escrita

Declaração: Durante a preparação deste trabalho, o autor utilizou o *Chatgpt 4.0* na elaboração do resumo, na estruturação de algumas frases e na compilação das referências em formato APA. Depois de utilizar esta ferramenta, o autor reviu e editou o conteúdo conforme necessário e assume total responsabilidade pelo conteúdo da publicação.

Referências

- Abukari, K., Musah, A., & Assaidi, A. (2023). The role of corporate sustainability and its consistency on firm financial performance: Canadian evidence. *Accounting Perspectives*, 22(1), 55-86. <https://doi.org/10.1111/1911-3838.12309>
- Becker, L. T., & Gould, E. M. (2019). Microsoft Power BI: Extending Excel to manipulate, analyze, and visualize diverse data. *Serials Review*, 45(3), 184–188. <https://doi.org/10.1080/00987913.2019.1644891>
- Braccini, A. M., & Margherita, E. G. (2019). Exploring organizational sustainability of Industry 4.0 under the Triple Bottom Line: The case of a manufacturing company. *Sustainability*, 11(36). <https://doi.org/10.3390/su11010036>
- Calderon-Monge, E., & Ribeiro-Soriano, D. (2023). The role of digitalization in business and management: A systematic literature review. *Original Paper*, 18, 449-491
- Charter, M., Peattie, K., Ottman, J., & Polonsky, M. J. (2002). *Marketing and sustainability*. Centre for Business Relationships, Accountability, Sustainability and Society (BRASS), University of Wales
- Claudio, G., & Poza, C. (2023). Measuring the circular economy in Europe: Big

- differences among countries, great opportunities to converge. *Sustainable Development*, 31(1), 1-15. <https://doi.org/10.1002/sd.2925>
- Comissão europeia. (2018). *Measuring progress towards circular economy in the European Union: Key indicators for a monitoring framework*. European Commission.
- Comissão europeia. (2018). *Shaping Europe's digital future: The fourth industrial revolution*.
- Comissão europeia. (2018a). *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*. European Commission.
- Comissão europeia. (2018b). *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*. European Commission.
- Comissão Mundial do Ambiente e do Desenvolvimento (1987). *Our common future: Report of the World Commission on Environment and Development*.
- Compete 2030. (2024). *European Green Deal: Um compromisso verde para a Europa*. <https://www.compete2030.gov.pt/comunicacao/european-green-deal-um-compromisso-verde-para-a-europa/>
- Contini, G., & Peruzzini, M. (2022). Sustainability and Industry 4.0: Definition of a set of key performance indicators for manufacturing companies. *Sustainability*, 14(13), 7621. <https://doi.org/10.3390/su141711004>
- Cruz, J. M., & Wakolbinger, T. (2008). Multiperiod effects of corporate social responsibility on supply chain networks, transaction costs, emissions, and risk. *International Journal of Production Economics*, 116(1), 61–74. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.07.011>
- Dong, Y. (2023). *Descriptive statistics and its applications*. In *Highlights in Science, Engineering and Technology AMMMP 2023* (Vol. 47). Boston University, Department of Mathematics.

- Eccles, R. G., Perkins, K. M., & Serafeim, G. (2012). How to become a sustainable company. *MIT Sloan Management Review*, 53(4), 43–50.
- Eccles, R. G., Ioannou, I., & Serafeim, G. (2014). The impact of corporate sustainability on organizational processes and performance. *Management Science*, 60(11), 2835–2857. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2014.1984>
- Elkington, J. (1994). Towards the sustainable corporation: Win–win–win business strategies for sustainable development. *California Management Review*, 36(2), 90–100. <https://doi.org/10.2307/41165746>
- Elkington, J. (1998). *Cannibals with forks: The Triple Bottom Line of the 21st century*. New Society Publishers. <https://doi.org/10.5860/choice.36-5286>
- Ellen MacArthur Foundation. (2012). *Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition*. Ellen MacArthur Foundation.
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Delivering the circular economy: A toolkit for policymakers*. Ellen MacArthur Foundation.
- European Environment Agency. (2016). *Circular economy in Europe – Developing the knowledge base*. EEA.
- European Environment Agency. (2024). *Sustainability – at a glance*. <https://www.eea.europa.eu/en/topics/at-a-glance/sustainability>
- European Topic Centre on Circular Economy and Resource Use. (2024). *Circular economy country profile 2024 – Portugal* (ETC-CE Report 2024/Portugal).
- Fonseca, L. M., Domingues, J. P., Pereira, M. T., Martins, F. F., & Zimon, D. (2018). Assessment of circular economy within portuguese organizations. *Sustainability*, 10(7), 2521. <https://doi.org/10.3390/su10072521>
- Gastwirth, J. L., Gel, Y. R., & Miao, W. (2009). The impact of Levene’s test of equality of variances on statistical theory and practice. *Statistical Science*, 24(3), 343–360. <https://doi.org/10.1214/09-STS301>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy—A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

- 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, 216–224. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.005>
- Governo de Portugal. (2023). *Sustentável 2030*. <https://sustentavel2030.gov.pt/>
- Holmen, R. B., Carvelli, G., Razminienė, K., & Tvaronavičienė, M. (2025). *Macroeconomic influences on recycling in Europe: An econometric investigation*. *Circular Economy and Sustainability*, 5, 573–602. <https://doi.org/10.1007/s43615-024-00418-x>
- Kok, A., Bakker, F., & Groenewegen, P. (2017). Sustainability struggles: Conflicting cultures and incompatible logics. *Business & Society*, 58(8), 1496–1532. <https://doi.org/10.1177/0007650317703644>
- Martin, W. E., & Bridgmon, K. D. (2012). Quantitative and statistical research methods: From hypothesis to results [PDF].
- Mazur-Wierzbicka, E. (2021). Circular economy: Advancement of European Union countries. *Environmental Sciences Europe*, 33(1), 111. <https://doi.org/10.1186/s12302-021-00549-0>
- Mazur-Wierzbicka, E. (2021). Towards circular economy – A comparative analysis of the countries of the European Union. *Resources*, 10(5), 49. <https://doi.org/10.3390/resources10050049>
- McClenaghan, E. (2022). Mann-Whitney U test: Assumptions and example. *Technology Networks*. <https://www.technologynetworks.com/informatics/articles/mann-whitney-u-test-assumptions-and-example-363425>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020). *España Circular 2030: Estrategia Española de Economía Circular*. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/espanacircular2030_def1_tcm30-509532_mod_tcm30-509532.pdf

- Mitchell, P., Valpak, & Morgan, J. (2015). *Employment and the circular economy: Job creation in a more resource efficient Britain*. Green Alliance.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1026.5049>
- Morelli, G., Pozzi, C., Gurrieri, A. R., Mele, M., Costantiello, A., & Magazzino, C. (2024). The role of circular economy in EU entrepreneurship: A deep learning experiment *Journal of Economic Asymmetries*, 30.
<https://doi.org/10.1016/j.jeca.2024.e00372>
- Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The circular economy: An interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of Business Ethics*, 140, 369–380.
<https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2>
- Orsato, R. J. (2006). Competitive environmental strategies: When does it pay to be green? *California Management Review*, 48(2), 127–143.
<https://doi.org/10.2307/41166341>
- Oswald, I. (2013). *Environmental metrics for WEEE collection and recycling programs* (Relatório de pesquisa). Universität Augsburg, Institut für Materials Ressource Management (MRM).
- Patagonia. (2021). *Patagonia's commitment to the environment*. Retrieved from <https://www.patagonia.com/environmental-initiatives/>
- Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2006). The link between competitive advantage and corporate social responsibility. *Harvard Business Review*, 84(12), 78–92.
- Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 179, 605–615.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.224>
- Rahman, A., & Muktadir, M. G. (2021). SPSS: An imperative quantitative data analysis tool for social science research. ResearchGate.
- Ranta, V., Aarikka-Stenroos, L., Ritala, P., & Mäkinen, S. J. (2018). Exploring

- institutional drivers and barriers of the circular economy: A cross-regional comparison of China, the US, and Europe. *Resources, Conservation & Recycling*, 135, 70–82. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.017>
- Rizos, V., Tuokko, K., & Behrens, A. (2017). *The circular economy: A review of definitions, processes and impacts* (Technical Report). Ecological Institute.
- Rosário, A. T., Lopes, P., & Rosário, F. S. (2024). Sustainability and the circular economy business development. *Sustainability*, 16(14), Article 6092. <https://doi.org/10.3390/su16146092>
- Sahut, J.-M., Boulerne, S., Mili, M., & Teulon, F. (2014). What relation exists between corporate social responsibility (CSR) and longevity of firms? *IPAG Business School*, (248).
- Sandhu, S., McKenzie, S., & Harris, H. (2014). *Linking local and global sustainability* (Vol. 4). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9008-6>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.01.007>
- Sousa, R., Miranda, R., Moreira, A., Alves, C., Lori, N., & Machado, J. (2021). Software tools for conducting real-time information processing and visualization in industry. *Applied Sciences*, 11(11), 4800. <https://doi.org/10.3390/app11114800>
- Sowden, P., & Sinha, S. (2005). *Promoting health and safety as a key goal of the corporate social responsibility agenda*. Health and Safety Executive.
- The French Ministry of Ecological and Solidarity Transition. (2018). *France unveils circular economy roadmap*. <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/FREC%20-%20EN.pdf>
- The Parliament Magazine. (2016). *International Green Deal with France, Flanders and the United Kingdom*. <https://www.theparliamentmagazine.eu/printpdf/3931>
- Unilever. (2020). *Unilever's Sustainable Living Plan*. Retrieved from

<https://www.unilever.com/sustainable-living/>

- Vieira, A. M. da C. (2021). *Como mensurar o progresso de implementação da Economia Circular* (Dissertação de mestrado). Católica Porto Business School.
- West, R. M. (2021). Best practice in statistics: Use the Welch t-test when testing the difference between two groups. *Annals of Clinical Biochemistry*, 58(4), 267–269. <https://doi.org/10.1177/0004563221992088>
- Wicher, P., Zapletal, F., & Lenort, R. (2019). Sustainability performance assessment of industrial corporation using Fuzzy Analytic Network Process. *Journal of Cleaner Production*, 241, 118132. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118132>
- Wisse, E. (2016). *Assessment of indicators for circular economy: The case for the Metropole Region of Amsterdam* (Master's thesis). Utrecht University, Faculty of Geosciences.
- Zink, T., & Geyer, R. (2017). Circular economy rebound. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 593–602. <https://doi.org/10.1111/jiec.12545>