



**RUI FILIPE GRADE  
PEREIRA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO REGIONAL DA ECONOMIA CIRCULAR:  
CASO DOS MUNICÍPIOS PORTUGUESES**



**RUI FILIPE GRADE  
PEREIRA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO REGIONAL DA ECONOMIA CIRCULAR:  
CASO DOS MUNICÍPIOS PORTUGUESES**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Economia, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Marta Alexandra da Costa Ferreira Dias, professora auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro, e Professora Doutora Mara Teresa da Silva Madaleno, professora auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

*“Abençoado por tão salgado Curso.  
Em Economia, por Economia e Para Economia.”*

## **o júri**

presidente

**Prof. Doutora Joana Maria Costa Martins das Dores**

professora auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

**Doutora Sara Margarida Moreno Pires**

investigador Doutorado (nível 2) da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutora Marta Alexandra da Costa Ferreira Dias**

professora auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

## agradecimentos

Começo por agradecer à minha orientadora Prof. Doutora Marta Ferreira Dias e à minha coorientadora Prof. Doutora Mara Madaleno por toda a disponibilidade e apoio na orientação deste trabalho, todas as sugestões, conselhos e crítica, tornando possível a conclusão desta dissertação.

Agradeço aos meus pais e irmã, assim como a toda a família, pelo apoio e acompanhamento constante ao longo de toda a minha vida, académica e pessoal, sendo o alicerce imprescindível para esta etapa importante da minha vida, onde não faltou auxílio, mesmo quando não pedido, as palavras serão sempre escassas para agradecer tudo o que me proporcionam.

À Sara, que pude conhecer nesta fase da minha vida que agora concluo, que me acompanhou desde o início ao fim, não tenho como agradecer todos os momentos, tudo o que vivemos juntos.

A este curso único na Academia, a todos os amigos e colegas que marcaram o meu percurso, foram muitos, diferentes e bons, desde a incomparável matrícula de 2013/2014, a todos os que surgiram ao longo dos anos, a todos os dias e a todas as noites que vivemos, tornando estes anos, anos únicos, sem eles não existiria toda esta experiência sem-par, ficarei para sempre agradecido por ter tido a oportunidade em aproveitar tanto nestes anos em que Aveiro foi a minha cidade.

Aos amigos de sempre, os da terra natal, ao grupo “*Nilton*”, mesmo com a distância e menos tempo juntos nestes últimos anos, são os que me acompanham infundavelmente, sendo o escape a todos os problemas, onde não existe necessidade de motivos para festejar e aproveitar a vida, onde parar não é opção, serei sempre grato.

Deixar também uma palavra de agradecimento a todas as entidades que colaboraram na realização desta dissertação, fundamentalmente na recolha de dados, que nem sempre foi fácil, onde o contacto nunca foi negado, tanto presencialmente em conferências como à distância.

A todos os professores tanto da minha Universidade de Aveiro, como de outras instituições de ensino, a todos os colegas estudantes de Economia, como das mais variadas áreas científicas, a todas as conferências que tive oportunidade de participar, agradeço por todos os *inputs* dados ao longo de toda a realização deste trabalho, em especial aos que participaram no 26º Congresso da Associação Portuguesa para o Desenvolvimento Regional, aquando da apresentação deste trabalho numa fase ainda muito embrionária do mesmo. Toda a ajuda proporcionada, comentários e críticas tornaram possível concluir esta dissertação de uma forma muito mais completa e aprofundada.

## palavras-chave

Economia Circular, Índice Regional, Municípios.

## resumo

Existe uma escassez evidente de dados e de indicadores que nos permitam avaliar a Economia Circular (EC) para níveis regionais. É objetivo da presente dissertação procurar avaliar e analisar o desempenho dos diversos municípios portugueses no que respeita à EC. Dado que a literatura sustenta o impacto e a importância que a Economia Circular assume nos dias de hoje, e usa inúmeras formas de medir a EC usando *proxies*, propomos assim um Índice de Economia Circular (IEC) ao nível regional. Este indicador pode facilitar a análise comparativa do desempenho dos municípios e pode, igualmente, ser usado na explicação da evolução de estratégias de sustentabilidade, por exemplo. Foram recolhidos diversos “sub” indicadores para os municípios portugueses, que procuram refletir a EC, de forma a criar um Índice de Economia Circular (IEC), fazendo uma análise do desempenho da EC de menor complexidade. Numa segunda fase foi apresentada uma aplicação possível do IEC criado, utilizando o índice como variável explicativa em modelos econométricos. As disparidades entre municípios existem, tanto a nível de dimensão demográfica, como de posicionamento geográfico no que toca ao desempenho dos mesmos de acordo com o conceito de Economia Circular. O conceito de EC ganha cada vez maior relevo no panorama atual, e as conclusões recolhidas neste estudo e o IEC proposto pretendem colmatar as limitações da literatura.

Com esta análise foi possível concluir que as disparidades entre pequenos e grandes municípios, assim como as disparidades entre litoral e interior existem ao nível do desempenho circular calculado pelo IEC. Concluímos também que existe uma influência significativa do sector produtivo ao nível de emissões de poluentes atmosféricos e consequente desempenho ambiental. Devido à escassez de estudos para este nível de segregação regional, estas conclusões são de grande relevo na ótica de decisões de políticas, tornando estas mais eficientes e de encontro com as necessidades dos municípios portugueses.

**keywords**

Circular Economy, Regional Index, Municipalities.

**abstract**

There is a clear shortage of data and indicators that allow us to assess Circular Economy (CE) at regional levels. This dissertation aims to evaluate and analyse the performance of the various Portuguese municipalities regarding CE. Given that the literature supports the impact and importance that Circular Economies assume today, and uses numerous ways to measure CE using proxies, we therefore propose a Circular Economy Index (IEC) at the regional level. This indicator can facilitate comparative analysis of municipal performance and can also, for example, be used to explain the evolution of sustainability strategies. Several “sub” indicators were collected for Portuguese municipalities, which seek to reflect the CE, in order to create a Circular Economy Index (IEC), making a less complex analysis of the performance of CE. In a second stage, a possible application of the created IEC was presented, using the index as an explanatory variable in econometric models. Disparities between municipalities exist, both in terms of demographic dimension and in terms of geographical positioning regarding their performance according to the concept of Circular Economy. The concept of CE is becoming increasingly prominent in the current scenario, and the conclusions taken from this study and the proposed IEC aim to address the limitations of the literature. With this analysis it was possible to conclude that the disparities between small and large municipalities, as well as the coastal and inland disparities exist regarding the circular performance calculated by the index. We also conclude that there is a significant influence of the productive sector on the level of air polluting emissions and consequent environmental performance. Due to the scarcity of studies for this level of regional segregation, these conclusions are of great relevance when it comes to policy decisions, making them more efficient and meeting the needs of Portuguese municipalities.

## Índice

Índice Figuras.....	3
Índice Tabelas.....	4
Lista Acrónimos.....	5
1.Introdução.....	7
2. Revisão da Literatura.....	11
2.1. Definição de Economia Circular.....	11
2.2. Importância da Economia Circular.....	14
2.3. Importância das políticas públicas na Economia Circular.....	15
2.4. Economia Circular: Casos de estudo por níveis regionais.....	17
2.5. Economia Circular como área de estudo e a importância de indicadores circulares.....	20
3. Dados.....	23
3.1 Proposta de um Índice de Economia Circular.....	23
3.1.1. Eficiência de Recursos.....	23
3.1.2. Gestão de Resíduos.....	24
3.1.3. Inovação.....	25
3.1.4. Preocupação Ambiental.....	26
3.1.5. Estruturação do IEC.....	28
3.2. Poluentes Atmosféricos.....	30
3.3. Sector Produtivo: Fator Trabalho e Produtividade.....	31
3.3.1. População Ativa.....	32
3.3.2. Valor Acrescentado Bruto.....	32
3.4. Organização da Recolha de dados.....	33
4. Metodologia.....	35
4.1. Cálculo do IEC PT2015.....	35
4.2. Cálculo do IEC Centro09/15.....	36
4.3. Contribuições e Limitações da Criação de um Índice de Economia Circular .....	37
4.4. Aplicação prática do IEC em modelos econométricos.....	39
4.4.1. Municípios portugueses – 2015.....	39
4.4.1.1. Regressão Linear.....	41

4.4.2. Municípios do Centro – Dados em painel 2009 a 2015 .....	42
4.4.2.1. Modelo de Efeitos Aleatórios: .....	44
5. Resultados Empíricos.....	47
5.1. Análise dos resultados – IEC PT2015.....	47
5.2. Análise dos resultados – IEC Centro09/15.....	49
5.3. Resultados <i>para os municípios portugueses</i> em 2015.....	56
5.2. Resultados para os municípios do centro 2009-2015.....	60
6. Conclusões.....	65
Referências .....	67
Anexo 1 .....	75
Anexo 2 .....	77

## Índice Figuras

Figura 1 – Diagrama conceptual ilustrando o conceito de EC de forma simplificada.....	13
Figura 2 – Contraste entre Economia Linear e a Economia Circular.....	26
Figura 3 - Diagrama Formação Índice de Economia Circular.....	28
Figura 4 - IEC PT2015 Análise Geográfica .....	49
Figura 5 - Análise Temporal - Eficiência de Recursos.....	52
Figura 6 - Análise Temporal - Gestão de Resíduos .....	52
Figura 7 - Análise Temporal - Inovação.....	52
Figura 8 - Análise Temporal - Preocupação Ambiental .....	52
Figura 9 - IEC Centro09/15 - Análise Temporal .....	53
Figura 10 - IEC Centro09/15 Análise Geográfica .....	55

## Índice Tabelas

Tabela 1 – Organização da base de dados e fontes .....	34
Tabela 2 - Estatística Descritiva – Dados 2015.....	39
Tabela 3 - Estatística Descritiva – Dados 2009 a 2015.....	42
Tabela 4 - Estatística Descritiva - IEC PT2015 .....	47
Tabela 5 - Estatística Descritiva - IEC Centro09/15 .....	53
Tabela 6 – Correlações - Dados 2015.....	56
Tabela 7 - Regressão Linear CO2.....	57
Tabela 8 - Regressão Linear CH4.....	58
Tabela 9 - Regressão Linear N2O.....	58
Tabela 10 - Correlações - Dados 2009 a 2015.....	60
Tabela 11 - Teste de Hausman .....	61
Tabela 12 - Modelo Efeitos Aleatórios CO2 .....	62
Tabela A.1. - Desempenho dos Municípios - IEC PT2015 .....	75
Tabela A.2. - Desempenho dos Municípios - IEC Centro 09/15.....	77

## **Lista Acrónimos**

**APA** – Agência Portuguesa do Ambiente

**CCDRc** – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro

**CE** – Comissão Europeia

**CH4** – Emissões Metano em t – toneladas

**CO2** – Emissões de Dióxido de carbono t – toneladas

**EC** – Economia Circular

**EASAC** – European Academies' Science Advisory Council

**EEA** – European Environment Agency

**EREP** – European Resource Efficiency Platform

**IC** – Indicadores Circulares

**IEC** –Índice de Economia Circular

**IEC Centro 09/15** –Índice de Economia Circular para os municípios do centro, 2009 a 2015

**IEC PT2015** –Índice de Economia Circular para os municípios portugueses, 2015

**INE** – Instituto Nacional de Estatística

**N2O** – Emissões Óxido nitroso em t – toneladas

**PA** –População Ativa

**PIB** – Produto Interno Bruto

**UE** – União Europeia

**VAB** –Valor Acrescentado Bruto



## 1. Introdução

A Economia Circular (EC) tem ganho relevância ao longo do tempo, sendo que nos dias de hoje assumiu uma enorme relevância (Schroeder et al., 2019). A literatura científica, espelha bem a necessidade e a importância da boa compreensão de conceitos como o da Economia Circular e tudo o que ela abrange, tanto para a consciencialização de todos, como pela necessidade de reverter os impactos ambientais fortes e negativos resultantes das diversas atividades económicas (Liu, 2010; Hofhuis, 2017; Zeller, Towa, Degrez, & Achten, 2019).

A recolha e tratamento de dados, para conceitos tão abrangentes como o de Economia circular, são de extrema complexidade. No entanto, nos dias de hoje, com o crescente foco de investigação nestas temáticas, a sustentação da literatura com recurso à análise de dados que espelhem a realidade são cada vez mais úteis e necessários (Halkos, Sundström, & Tzeremes, 2015; Vercauteren, Christis, & Van Hoof, 2017). Para o efeito propomos inicialmente neste trabalho um Índice de Economia Circular (IEC) com base em informação estatística secundária, com desagregação geográfica ao nível dos municípios Portugueses.

Esta dissertação tem como objetivo analisar o desempenho, ao nível da economia circular, dos municípios portugueses. Este tema de investigação é normalmente aplicado ao nível do país (Hofhuis, 2017), sendo a análise regional a que nos propomos ser o maior contributo deste trabalho, para além de que propomos a criação de um indicador. Contudo, o nível de desagregação geográfica escolhido para a análise levantou algumas questões e dificuldades, principalmente na recolha e tratamento de dados. Numa primeira parte é calculado um índice para todos os municípios portugueses, para o ano de 2015, dada a disponibilidade de dados necessários existentes. Deste modo, a criação e análise do IEC regional e nacional teve de ser limitado ao ano de 2015 por falta de dados para os restantes anos. Posteriormente, é também proposto um índice, calculado de forma semelhante, desta vez para os municípios do Centro do país,

onde é calculada e analisada a sua evolução para os anos de 2009 a 2015. A disponibilidade de dados estatísticos para este conjunto de municípios possibilitou ainda uma análise temporal.

Dada esta disponibilidade de informação municipal para a região centro neste espaço temporal, é também objetivo desta dissertação demonstrar a aplicabilidade deste índice, como dado secundário, nomeadamente como variável de um modelo econométrico (Halkos, Sundstrom, & Tzeremes, 2013). Para o efeito, iremos utilizar o IEC calculado para todos os municípios portugueses do ano de 2015, como também aplicaremos o IEC dos municípios do centro dos anos de 2009 a 2015, para diferentes bases de dados, *cross section* e dados em painel, respetivamente.

Procuramos com este estudo retirar conclusões sobre a forma como se comportam os municípios portugueses ao nível do desempenho de Economia Circular, fazendo análises temporais, demográficas e geográficas dos mesmos (Halkos et al., 2013; Li, Ouyang, Du, & Zhao, 2017a; Wang, Lee, Zhang, Chen, & Li, 2018). É ainda objetivo analisar a aplicabilidade do índice proposto em modelos econométricos e que conclusões são possíveis retirar dessa mesma possível aplicabilidade.

Por fim, pretende-se perceber de que forma podemos utilizar essas conclusões, tanto na ótica de direcionamento de políticas públicas, como para a resolução de problemas e barreiras que limitam a maior circulação das economias dos municípios estudados, ou até como podem estas conclusões ser um contributo para investigações futuras (Neumayer, 2003; Ewers & Smith, 2007; Scruggs, 2009).

Com esta dissertação foi possível retirar algumas conclusões quanto aos municípios portugueses: do ponto de vista geográfico, os municípios do litoral apresentam, regra geral, melhor desempenho de EC face aos municípios do interior; os municípios de maior dimensão ao nível do desempenho de EC apresentam melhores resultados face aos municípios de menor dimensão; as emissões de poluentes são estatisticamente influenciadas pelo sector produtivo, ou seja, quanto maior for a influência do setor produtivo num determinado município, regra geral, o número de emissões de poluentes será afetado significativamente.

De forma sintetizada, a restante dissertação será composta por seis capítulos. No segundo capítulo, apresentamos numa revisão de literatura que enquadra de melhor forma a dissertação e dá seguimento ao que procuramos estudar. O terceiro capítulo é composto pela exposição teórica do processo de recolha e organização de dados, assim como a devida justificação dos mesmos e a fonte de onde foram retirados, que possibilitaram a criação do IEC. Já o quarto capítulo, concentra-se nas metodologias adotadas, para os diferentes tipos de dados recolhidos e foca-se na sua aplicabilidade prática. Após aplicar estas metodologias surge o quinto capítulo que apresenta toda a análise dos resultados obtidos e por fim um sexto capítulo com as principais conclusões, limitações e indicações de dicas de investigação futura.



## **2. Revisão da Literatura**

### **2.1. Definição de Economia Circular**

O conceito de Economia Circular (EC) é um conceito bastante complexo e abrangente, sendo de extrema importância, em estudos focados neste conceito, haver uma boa e completa definição do mesmo. Não sendo um conceito novo, este tem ganho maior foco e interesse na literatura contemporânea (Geissdoerfer et al., 2017; Saidani et al., 2019).

Winans, Kendall, & Deng (2017) olham para o conceito de EC de forma resumida, como a valorização dos recursos e matérias-primas num sistema circular fechado (ver Figura 1), face ao habitual sistema linear, onde se procura dar uso aos recursos naturais ao mesmo tempo que se procura reduzir os níveis de poluição e de sobre-exploração dos mesmos, sem que o desenvolvimento económico seja prejudicado.

O conceito de EC, ganha maior relevo e importância a partir do momento em que é reconhecido que o desenvolvimento económico linear e tradicional, é um desenvolvimento económico insustentável, principalmente do ponto de vista ambiental. Este modelo linear consiste na utilização de matéria-prima pela forma: extração – uso – despejo (Frosch & Gallopoulos, 1989).

Korhonen, Honkasalo, & Seppälä (2018) identificam o maior foco na promoção do conceito de EC, por parte da União Europeia (UE), assim como por outros governos nacionais por todo mundo. No entanto, o estudo e análise do conceito é superficial e desorganizado, na maioria das vezes. É desta forma reconhecida a necessidade de estudos aprofundados do conceito de EC, devido à enorme importância que o mesmo assume na atualidade, pois a EC é atraente tanto para os decisores políticos, como para o sector industrial das economias. A EC surge como um modelo ambientalmente sustentável para o crescimento económico, no entanto necessita de uma maior quantidade de pesquisas científicas aprofundadas que comprovem na prática os benefícios teóricos do conceito (Korhonen et al, 2018).

A Economia Circular agrega muitos e variados conceitos (Figura 1), desde reciclagem, ao crescimento económico, estruturas organizacionais, gestão de

recursos e matéria-prima, redução de poluição e da pegada ecológica (PE) das sociedades atuais. Podemos definir PE de uma determinada população como “o total de área produtiva e ecossistemas necessários para produzir os recursos que a população consome, assimilando todos os desperdícios que essa população produz, independente do local que essa área e ecossistemas possam estar localizados” (Costanza, 2000, p.1)

No entanto, o conceito mais habitualmente interligado com a EC é o conceito de sustentabilidade (Geissdoerfer et al., 2017). Atendendo a este facto, damos assim ênfase de seguida a uma boa definição de ambos os conceitos.

Geissdoerfer, Savaget, Bocken, & Hultink (2017) reconhecem o aumento do foco de interesse nos conceitos de economia circular e de sustentabilidade a nível de literatura, e mesmo na tomada de decisões políticas. É importante saber que as semelhanças e as diferenças entre os dois conceitos continuam ambíguos, limitando a eficácia do uso dos mesmos em investigação, ou até mesmo no mundo real. Apresentam assim uma extensa e profunda revisão de literatura, que procura elaborar uma mais completa e intuitiva definição de Economia Circular, assim como apontam as semelhanças e diferenças para com o conceito de sustentabilidade, que à partida parecem idênticos, sendo até muitas vezes, de forma errada, interpretados como se fossem o mesmo conceito.

Nesta dissertação, será escolhida a definição do conceito de EC apresentada por Geissdoerfer et al. (2017), pois é reconhecido por nós, todo o trabalho de pesquisa e recolha de diferentes definições, sendo uma revisão de literatura bastante ampla e aprofundada, com um enorme contributo para literatura atual.

*“Economia circular é definida como um sistema regenerativo onde a entrada de recursos e a saída de resíduos, emissões e energia são minimizados pelo abrandamento, encerramento e afunilamento de matéria e energia. Isto pode ser conseguido através de design, manutenção, reparação, reutilização, renovação e reciclagem de longa duração”.* (Geissdoerfer et al., 2017, p.759).

É também definido o conceito de sustentabilidade da seguinte forma:

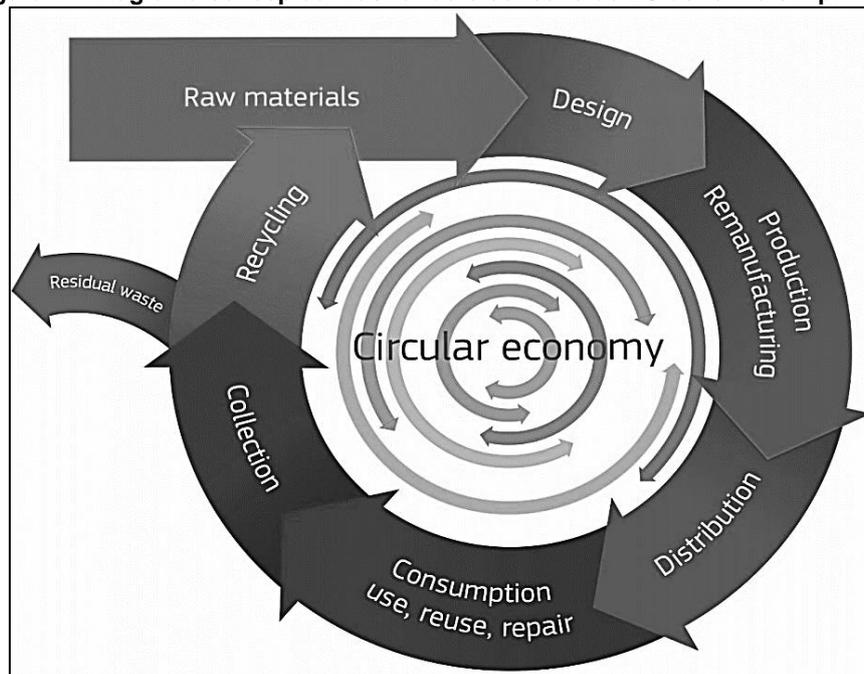
*“Sustentabilidade é definida como uma integração equilibrada entre a economia de performance que seja socialmente inclusiva e a resiliência*

ambiental para o benefício das gerações atuais e futuras”. (Geissdoerfer et al., 2017, p.759).

Tendo em conta a habitual dificuldade na distinção clara destes dois conceitos, comumente aceites, é importante que se entenda a relação entre ambos os conceitos. A Economia Circular é muitas vezes vista apenas como uma condição para se conseguir atingir a sustentabilidade, ou como uma relação benéfica para a mesma. Outras vezes esta relação entre os dois conceitos é vista como um *trade-off* (Kumar et al., 2019; aplicado ao setor da manufatura somente). Geissdoerfer et al. (2017) sugerem que é importante, ao nível de implementação de políticas voltadas para estes temas, que os decisores políticos tenham noção destas diferenças e semelhanças dos dois conceitos, de forma a ter uma visão o mais completa e correta possível para atingir uma maior eficiência nas estratégias definidas.

A adoção de práticas de Economia Circular surgem no *timing* certo, sendo altamente relevantes e essenciais para atingir os objetivos de desenvolvimento sustentável (Mayer et al., 2019). Para Schroeder et al. (2019) a implementação da Economia Circular e as suas estratégias inerentes, são observadas como a “caixa de ferramentas” para atingir um grande e variado número de objetivos de desenvolvimento sustentável (Schroeder et al., 2019).

Figura 1 – Diagrama conceptual ilustrando o conceito de EC de forma simplificada



Fonte: (European Commission, 2018b, p.9)

## 2.2. Importância da Economia Circular

A economia circular está a ganhar cada vez maior relevância no panorama económico atual (Millar et al., 2019), apresentando benefícios não só pela diminuição da pegada ambiental criada pelo homem, mas principalmente pela diminuição na utilização de matérias-primas virgens. Uma questão abordada pela literatura procura saber “até que ponto os materiais devem ser reciclados?”. Apesar dos benefícios iniciais da reciclagem serem conhecidos, à medida que os materiais vão sendo reciclados mais do que uma vez, vão perdendo qualidades. A Economia circular não promove a reciclagem perpetuamente (Andersen, 2007), a Economia Circular é assim um conceito mais abrangente e aprofundado, levantando questões à literatura existente, assim como surgindo como solução a problemas ambientais, presentes nas sociedades atuais (Millar et al., 2019).

A Alemanha foi pioneira ao integrar a economia circular na sua política nacional com o “*Closed Substance Cycle and Waste Management Act*”. Ao longo dos anos a Economia Circular tornou-se não só um problema nacional como um problema à escala global, onde decisões de política já estão a ser tomadas por entidades supranacionais como o *European Circular Economy package* (Geissdoerfer, Savaget, Bocken, & Hultink, 2017), ou a criação da EREP (*European Resource Efficiency Platform*). O intuito desta estratégia global é favorecer o diálogo para a transição rumo a uma economia mais circular (Kruglianskas & Ribeiro, 2014). Construir uma economia circular requer uma mudança na indústria, mas também no consumidor e no poder político. Esta é uma mudança que requer alterações em diversos subsistemas como o setor da energia, o setor logístico, financeiro, etc. (van Buren, Demmers, van der Heijden, & Witlox, 2016). No entanto, a decisão e estratégia certa apontando para a economia circular na União Europeia pode significar uma redução de custos na indústria, um aumento no Produto Interno Bruto, e por fim, uma redução no consumo de recursos naturais (Kruglianskas & Ribeiro, 2014).

Fica assim evidente a necessidade e a importância que conceitos como a Economia Circular assumem nas sociedades e economias atuais, conseguindo alterar paradigmas estabelecidos que levaram à existente sobre-exploração de

recursos e conseqüente insustentabilidade ambiental, ao mesmo tempo que procuram apresentar soluções a estes problemas, mostrando que é possível o aumento da consciencialização de problemas ambientais, não desvalorizando as questões de ordem socioeconómicas.

### **2.3. Importância das políticas públicas na Economia Circular**

Relacionando com as políticas nacionais, no trabalho de van Buren et al. (2016), os autores utilizam os exemplos da Alemanha e da Holanda para demonstrar a dependência de matérias-primas destes países face ao exterior. Uma situação ilustrativa da situação atual da Europa, sendo a sobre-exploração e má gestão de recursos naturais um dos pontos fundamentais para a EC, é a enorme dependência da Europa de matérias-primas, que é uma variável que afeta negativamente o desempenho ao nível da EC dos países europeus.

Através dos programas políticos como o *“From waste to resources”* e *“Green growth”* o governo alemão tem conseguido alterar modelos de negócio e as estratégias das empresas. Estas deixam de ver a economia como se de apenas um período se tratasse onde o objetivo é a maximização do lucro no curto prazo e passam cada vez mais a ver a economia como um conjunto de períodos, em que os seus atos hoje terão conseqüências nos períodos seguintes. Esta ótica de gestão de recursos naturais é importante para a EC e em concreto para esta dissertação, onde será objetivo analisar de que forma os recursos e matérias-primas são explorados pelos municípios portugueses.

Outro ponto importante e muitas vezes abordado pela literatura (Morse, 2006; Su, Heshmati, Geng, & Yu, 2013; Li et al, 2017), no que toca a relação entre políticas públicas e conceitos como o da Economia Circular, são os efeitos da corrupção na mesma. De uma forma geral, diz-nos que a presença de corrupção nos governos e instituições parece ter um efeito negativo na pegada ambiental do país. A Economia Circular é vista como uma solução possível para a diminuição desta mesma pegada ambiental (Wang et al., 2019) e sustentabilidade ambiental (Morse, 2006). No entanto, estudos económico-ambientais como o de Halkos et al. (2013) sugerem que não há uma relação

linear entre as políticas nacionais e o alto desempenho ambiental. Desta forma, elevados níveis de eficiência política poderão não resultar necessariamente em eficiência ambiental.

Seguindo a mesma linha de pensamento de outros autores (Neumayer, 2003; Scruggs, 2009) é analisada como possível justificação, para estes resultados não uniformes, o facto de que níveis elevados de corporativismo e de pluralismo numa sociedade podem influenciar fortemente as políticas ambientais a nível regional, assim como a implementação das mesmas.

Ewers & Smith (2007), identificam os países mais ricos e desenvolvidos, como os países com maior capacidade e eficácia de aplicar medidas e políticas voltadas para a economia circular, face aos países mais pobres. No entanto, são também os países mais ricos que mais contribuem para a pegada ambiental. Os autores concluem que, apesar de os países mais ricos terem a capacidade de ser ambientalmente responsáveis, frequentemente não o são por diversos motivos, nomeadamente os de ordem político-económica.

A União Europeia (UE) tem como um dos seus principais objetivos para os próximos anos o alcance da circularização da economia. A UE, para cumprir com o que são as suas metas, instaurou o *“circular economy action plan”*. Este plano de ação é um plano ambicioso que pretende tornar a economia europeia mais sustentável e circular. Para dar início a este processo, no início de 2018, a Comissão Europeia emitiu uma série de comunicados aos restantes órgãos da UE, de modo a explanar as medidas a serem tomadas e o porquê da escolha dessas mesmas medidas. A primeira delas, em que já se começa a ver resultados práticos, é maioritariamente focada nos plásticos e a pegada ecológica inerente aos mesmos (European Commission, 2018). O impacto do plástico nas economias europeias é enorme, tanto ao nível do emprego como ao nível do volume de negócios. A reciclagem dos mesmos é ainda uma área pouco explorada nos países da UE, onde a gestão de resíduos de plástico é vista, com grande potencial de melhoria, pois a quantidade de resíduos de plástico ultrapassa os 25 milhões toneladas/ano, estimando-se que apenas 30% destes são reciclados. A gestão de resíduos assume enorme importância no conceito da EC, sendo importante este conceito nas fases seguintes da dissertação. Outro fator negativo identificado pela UE relacionado com os plásticos, é a enorme

quantidade de poluição atmosférica resultante da sua inceneração, onde se aponta valores na ordem dos 400 milhões de emissões de CO<sub>2</sub> toneladas/ano mundialmente, sendo a poluição e os poluentes atmosféricos uma parte fundamentalmente relacionada com performances ambientais e por consequência, parte fundamental da Economia Circular, assumindo também grande relevo no contexto desta dissertação.

Regra geral a UE é pioneira em muitas políticas públicas voltadas para a Economia Circular, assim como de conceitos interligados com a mesma, desde a diminuição da pegada ambiental das suas economias, à gestão de resíduos, ao uso mais eficiente de recursos e matéria-prima, aos incentivos à reciclagem e uso de materiais secundários, entre muitos outros. É também pioneira na criação de indicadores e bases de dados relacionadas com a Economia Circular (European Commission, 2018).

#### **2.4. Economia Circular: Casos de estudo por níveis regionais**

Li et al., (2017a, 2017b) apresentam uma análise regional empírica de 262 cidades chinesas no período entre 2005 e 2012, com uma análise geográfica que lhes permitiu tirar conclusões bastante interessantes. Apesar de não utilizarem a Economia Circular, utilizam a Performance Eco Eficiente (EEP), de forma idêntica à que iremos utilizar o conceito de EC nesta dissertação, fazendo uma análise à relação entre transparência da governação e a EEP. Os resultados apresentados permitiram aos autores retirar conclusões como o facto de as cidades de maior dimensão estudadas apresentarem valores mais elevados no que toca a eco eficiência do que as cidades de menor dimensão. Sendo que as primeiras ao longo do tempo apresentaram melhorias superiores ao nível de performance em eco eficiência do que as segundas. No entanto, verificaram que as primeiras consumiam mais recursos e mais rapidamente, existindo maiores níveis de urbanização. Este tipo de análise demográfica das cidades chinesas é algo pouco habitual na literatura, sendo objetivo desta dissertação, fazer um estudo semelhante para os municípios portugueses. Li et al. (2017a) tendo em conta esta análise, apresentam como possível solução para esta disparidade

entre pequenas e grandes cidades, uma maior transparência ao nível da governação, sugerindo que seria benéfico para um melhoramento ao nível da performance eco eficiente. Este argumento é apresentado tendo por base exemplos de países como os Estados Unidos da América e Singapura, onde um aumento da transparência do governo resultou numa maior prevenção em relação a problemas de corrupção, assim como num aumento da participação da população nas decisões, aumentando a performance da eco eficiência.

Este tipo de análise para estes níveis de segregação regional, é importante na ótica desta dissertação, servindo de inspiração para a mesma, pois ao nível dos municípios portugueses será interessante ver de que forma estes se comportam ao nível da performance de Economia Circular, onde procuramos identificar as diferenças entre pequenos e grandes municípios, assim como a sobre-exploração de recursos, por parte dos municípios de maior dimensão e de que forma estas se comportam, para contornar esse problema.

Halkos, Sundstrom, & Tzeremes (2013), analisaram o efeito a nível regional da qualidade na governação ambiental em regiões NUTS 1 de França, Alemanha e Reino Unido (36 regiões no total). O seu foco foi a análise da ligação empírica entre performance ambiental e governação de qualidade a nível regional. Os resultados obtidos sugerem que não existe uma ligação linear entre a qualidade de governação regional (EQI index) e a eficiência a nível ambiental, tendo como exceção as regiões Francesas estudadas, em que maiores valores EQI não apresentam uma ligação linear com maiores resultados a nível regional de eficiência ambiental. Sendo este um caso importante, pois sugere que uma maior qualidade de governação não implica obrigatoriamente maiores níveis de eficiência ambiental. Com esta conclusão, e com elevados níveis de variação de eficiência ambiental ao longo das 36 regiões estudadas, é sugerido que outros fatores para além da organização a nível regional afetam a eficiência ambiental fortemente. Este artigo utiliza as emissões de poluentes atmosféricos com efeito de estufa, como medida de análise de performance ambiental, uma medida muito comumente usada na literatura em geral, mas que se demonstrou ser bastante eficaz numa análise para maiores níveis de segregação regional. No contexto europeu, análises regionais como a deste artigo, não são muito habituais, sendo assim um contributo importante para a literatura.

Wang, Lee, Zhang, Chen, & Li (2018), concluem que com o nível acelerado de urbanização das cidades da China, a contribuição das cidades para a sustentabilidade e para alcançar o desenvolvimento ao nível da Economia Circular aumentou. Este estudo avança com um sistema de indicadores para a EC urbana mais eficaz e amplo. O crescimento alcançado ultrapassou as médias históricas. Segundo os autores, o sector industrial é o que apresenta níveis de circulação mínimos, contrariamente ao expectável, na medida em que as políticas tradicionais de Economia Circular se centram, principalmente, no setor industrial. Este estudo averiguou ainda que o nível de Economia Circular urbano não está necessariamente ligado à estrutura industrial. Por exemplo, cidades orientadas para a agricultura podem elevar o desenvolvimento da Economia Circular para um nível superior.

É também feita uma análise geográfica das cidades estudadas (Wang et al., 2018), dividindo-as em três grandes áreas geográficas: este, centro e oeste, onde o objetivo foi procurar perceber as disparidades ao nível da Economia circular entre as áreas, tentando diminuir a diferença entre o este e o oeste, através da aplicação dos indicadores de EC. Este tipo de análise ao nível geográfico serviu de base para esta dissertação, pois será feita uma análise idêntica para os municípios portugueses. Todavia, no nosso caso, o objetivo será analisar as diferenças entre o litoral e o interior de Portugal continental, e de que forma o desempenho da EC dos municípios portugueses é afetado pelo seu posicionamento geográfico.

O artigo de Wang et al. (2018) demonstra também a enorme importância que os indicadores focados para a EC assumem nas economias dos dias de hoje, sendo a China sempre um caso muito especial para a literatura, devido aos seus enormes níveis de poluição e exploração de recursos, tornando a EC fulcral na mudança destes problemas.

## 2.5. Economia Circular como área de estudo e a importância de indicadores circulares

Segundo Geissdoerfer (2017) a publicação de artigos relativos à economia circular tem aumentado exponencialmente nos últimos anos, passando de menos de 10 artigos relacionados com o tema até 2009 para mais de 100 artigos que já foram registados até 2016. A tendência para os anos seguintes, apontam os autores, é que o número de artigos continue com este aumento, dado o interesse pela área de estudo. Apesar das primeiras abordagens a este tema serem de origem Europeia, a China apresenta-se atualmente como o principal país líder na publicação sobre economia circular. Dentro da Europa, o Reino Unido é o país que mais se destaca seguido pela Holanda, Itália, Suécia, Alemanha e Bélgica.

Este crescente foco como área de estudo em conceitos tão abrangentes e complexos como a Economia Circular, levanta constantemente questões à literatura existente. Atualmente uma grande quantidade de questões levantadas pelas pesquisas estão direcionadas para descobrir de que forma se pode medir o progresso e a transição direcionada à maior circulação da economia (Potting, Hekkert, Worrell, & Hanemaaijer, 2016). De que forma podemos medir a performance das economias circulares, face aos indicadores habitualmente utilizados nas chamadas economias lineares? Como medir os resultados da circularidade nos modelos de negócio e economias? Como avaliar a circularidade ao nível da produção? (EASAC, 2016 ; Bocken et al., 2017; Linder et al., 2017; Sassanelli et al., 2019). Estes são exemplos de questões levantadas pela literatura até ao momento, emergindo assim a necessidade de recolher dados focados e direcionados para a EC, para que possam surgir cada vez mais e melhores indicadores de EC, ou os habitualmente referidos na literatura como Indicadores Circulares (IC) (Banaitė & Tamošiūnienė, 2016; Vercalsteren et al., 2017; Saidani et al., 2019).

Existe uma enorme necessidade de ferramentas que suportem os *decision/policy makers*. Para que as economias sejam cada vez mais circulares, os IC são aceites pela literatura como a forma mais eficaz para colmatar esta crescente necessidade. Saidani et al. (2019) expõem o aumento de IC que surgem na literatura atual. No entanto, argumentam que esta ainda é uma área que apesar

de ser cada vez mais estudada, ainda sente necessidade de profundidade nesses mesmos indicadores, tanto ao nível de classificação, de possível complementaridade e aplicabilidade, quer na perspetiva industrial como na perspetiva de decisão de políticas públicas.

Estes indicadores circulares são vistos como a principal solução para ultrapassar barreiras à análise de desempenhos de EC e para a própria implementação da EC (Sassanelli et al., 2019), no entanto, estas barreiras são variadas e de grande complexidade, pois estratégias que permitam atingir economias mais circulares necessitam de novos modelos organizacionais e modelos de negócio, aliados a altos níveis tecnológicos (Haas et al., 2015), necessitando também de um maior *know-how* direcionado à EC e partilha de conhecimento (Park & Chertow, 2014), aliado a toda uma redefinição do processo industrial e da enorme necessidade de inovação de produto (EEA, 2016). Apesar de todas estas barreiras e complexidades associadas ao conceito de EC, a literatura em geral, vê de maneira otimista a forma como o crescente número de IC, assim como o maior foco nesta área de estudo, têm tornado a EC cada vez mais importante para as sociedades e economias da atualidade (Saidani et al., 2019).

No que respeita a maiores níveis de segregação regional, como no caso desta dissertação, em que o foco de análise é o desempenho da EC por municípios, esta necessidade de dados e indicadores, é ainda maior, pois a falta de dados e indicadores direcionados à EC para os municípios portugueses é uma realidade, aliado ao facto de os dados serem escassos e de muito limitado acesso. Deste modo, um dos principais objetivos desta dissertação será a tentativa de colmatar esta lacuna da literatura.



## **3. Dados**

### **3.1 Proposta de um Índice de Economia Circular**

Aceitando a limitação e escassez de dados existentes para níveis regionais, suportando com a literatura existente para esta área, é objetivo desta dissertação a proposta de um Índice de Economia Circular (IEC) para os municípios portugueses. Para o efeito, a recolha de dados foi feita de forma a refletir quatro categorias fundamentais para o tema, espelhadas na sua definição: Eficiência de Recursos; Inovação; Gestão de Resíduos; e a Preocupação ambiental. Esta escolha tem por base a definição e toda a contextualização da definição do conceito de Economia Circular previamente analisado na revisão de literatura, sendo fortemente influenciada pela perspetiva europeia. A Eurostat é pioneira neste tipo de dados e de análise, avançando com indicadores especialmente direcionados para a Economia Circular, onde existe uma divisão do conceito de EC semelhante à usada neste estudo. A divisão dos indicadores serviu de inspiração a este trabalho, não sendo objetivo deste trabalho replicar os indicadores de Economia Circular definidos (*in* <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/indicators>).

Para efeitos da proposta do IEC, foram recolhidos dados para todos os municípios portugueses que refletissem estas quatro grandes categorias (ver tabela 1) e nos pontos seguintes explicam-se os mesmos com mais detalhe.

#### **3.1.1. Eficiência de Recursos**

Os recursos e a forma como estes são explorados é para grande parte da literatura existente um dos pontos principais no que toca à obtenção de economias mais circulares.

No entanto, é de extrema complexidade desenvolver indicadores que refletem de forma real o uso de recursos e os seus impactos na economia e no ambiente (Behrens, Taranic, & Rizos, 2015) pois o número de recursos com diferentes características é vasto (Domenech et al., 2019). O *BIO Intelligence Service*

(2012), tendo esta dificuldade em mente, definiu quatro grandes categorias de uso de recursos: “*material use, energy use, water use and land use*”. Para efeitos da proposta do IEC, foram recolhidos dados para todos os municípios portugueses que refletissem estas quatro grandes categorias (Tabela 1).

### **3.1.2. Gestão de Resíduos**

A gestão de resíduos é um dos pontos-chave nesta temática, pois a forma como os materiais são explorados e a minimização dos desperdícios gerados pela mesma, é reconhecida pela literatura em geral, como uma prioridade para a obtenção de economias mais circulares e sustentáveis (Franco-García et al., 2019).

Segundo o estudo de Zeller, Towa, Degrez, & Achten (2019), que analisa os desperdícios municipais como potenciadores de EC a níveis regionais de cidade, é conclusão que para os decisores de política é importante que existam dados detalhados no que toca à produção e ao tratamento dos desperdícios, sendo este ponto essencial para uma evolução positiva para a EC. Todavia, os autores referem que sendo que para níveis regionais menos abrangentes, os dados são geralmente incompletos e escassos.

Um tratamento de dados mais completo no que toca à gestão de desperdícios permite tirar conclusões mais detalhadas, nomeadamente nos sectores que contribuem negativamente e permite a identificação das cidades em que existe menor preocupação, sendo mais fácil entender na lógica da Economia Circular as políticas públicas e as medidas que devem ser adotadas para reverter esta situação (Rico, 2019).

No que toca aos resíduos, foram recolhidos dados relativamente à recolha (total e recolha seletiva (%)) e ao índice de hierarquia de gestão de resíduos urbanos. Este último é um indicador elaborado por Ana Pires e Maria Martinho, no âmbito da segunda edição do Prémio PORDATA Inovação, permitindo medir o nível de aplicação da hierarquia dos resíduos na gestão dos resíduos urbanos, possibilitando o conhecimento sobre a forma como têm sido geridos os resíduos produzidos (Tabela 1).

### 3.1.3. Inovação

O conceito de inovação na sua base e no contexto presente tem como objetivo melhorar a eficiência do uso de matéria-prima e da energia (Pieroni et al., 2019). No entanto, todo o processo de regeneração necessita de uma mudança no panorama económico, incluindo tanto a produção como o consumo, sendo assim considerado uma mudança de paradigma. Segundo Mitrovic (2018), a melhor forma de descrever este paradigma é através do conceito de Economia Circular. Historicamente a Economia Circular tem por base os 3Rs: Reduzir, Reutilizar e Reciclar, sendo objetivo otimizar a produção através da utilização reduzida de recursos naturais, produzindo o mínimo de poluição, emissões e desperdícios (Jawahir & Bradley, 2016). Para que se atinja esta maior circulação da economia é necessário diferentes padrões de produção e consumo, sendo a inovação vista como o motor destas mudanças (Banaitė & Tamošiūnienė, 2016).

É assim reconhecido na literatura existente o papel fundamental que a inovação tem em todo o processo de obtenção de Economias mais Circulares (de Jesus, 2019; Pieroni et al., 2019), sendo assim importante que este conceito esteja refletido no IEC que propomos. No entanto, os dados a nível regional são escassos, sendo que à escala mais micro como para os municípios, são quase inexistentes. Assim, para que o Índice não ficasse incompleto neste ponto, foram recolhidos os seguintes dados: Pessoal total empregado em I&D por NUTS II; População Ativa por Município; População Ativa por NUTS II (Tabela 1), estudos utilizam indicadores relacionados com o emprego em I&D como determinante da inovação (Blažek & Kadlec, 2019), que apesar de não espelharem na perfeição o conceito de inovação, eram os dados disponíveis ao nível do município mais viáveis que tínhamos para se proceder a esta análise incluindo a inovação.

Através destes dados foi calculado uma aproximação do que seria o número de pessoal total afeto em I&D ao nível dos municípios, fornecendo assim uma ideia geral de como atuam os municípios nesta área. O indicador inserido no IEC foi o Pessoal Total afeto a I&D por município como percentagem da população ativa:

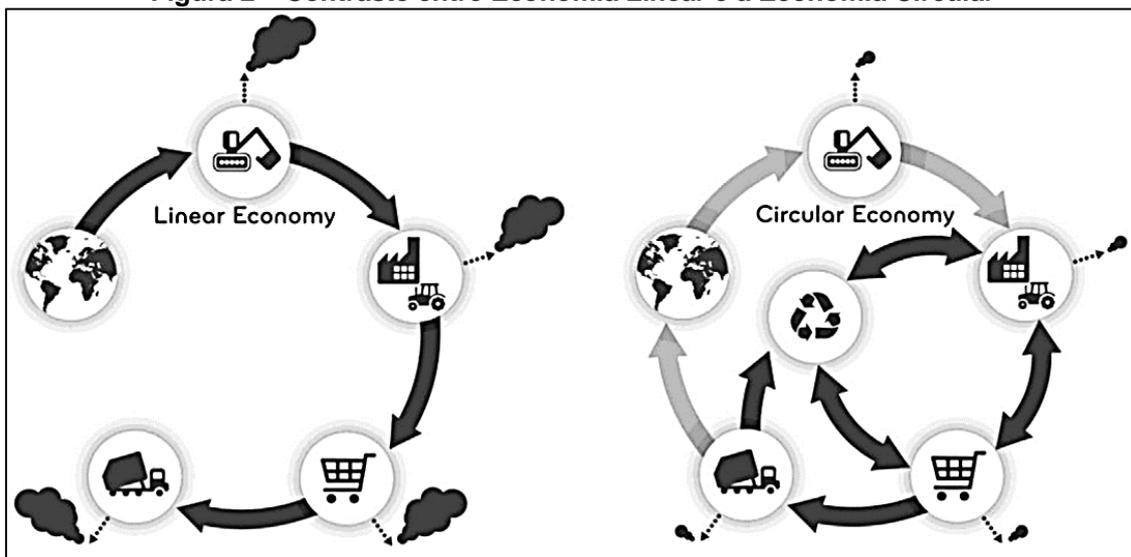
### Pessoal Total Afeto a I&D por Município como % da população ativa

$$\frac{\text{Pessoal Total empregado em I\&D por NUTS II} * \text{População Ativa por Município}}{\text{População Ativa por NUTS II}} \quad [1]$$

#### 3.1.4. Preocupação Ambiental

A Economia existe num *loop* em que o planeta Terra assume um papel fundamental, providenciando a matéria-prima natural, absorvendo desperdícios e poluição. Para que este modelo continue a funcionar é necessário que o planeta não esteja sobrecarregado (Sauvé, Bernard, & Sloan, 2016).

Figura 2 – Contraste entre Economia Linear e a Economia Circular



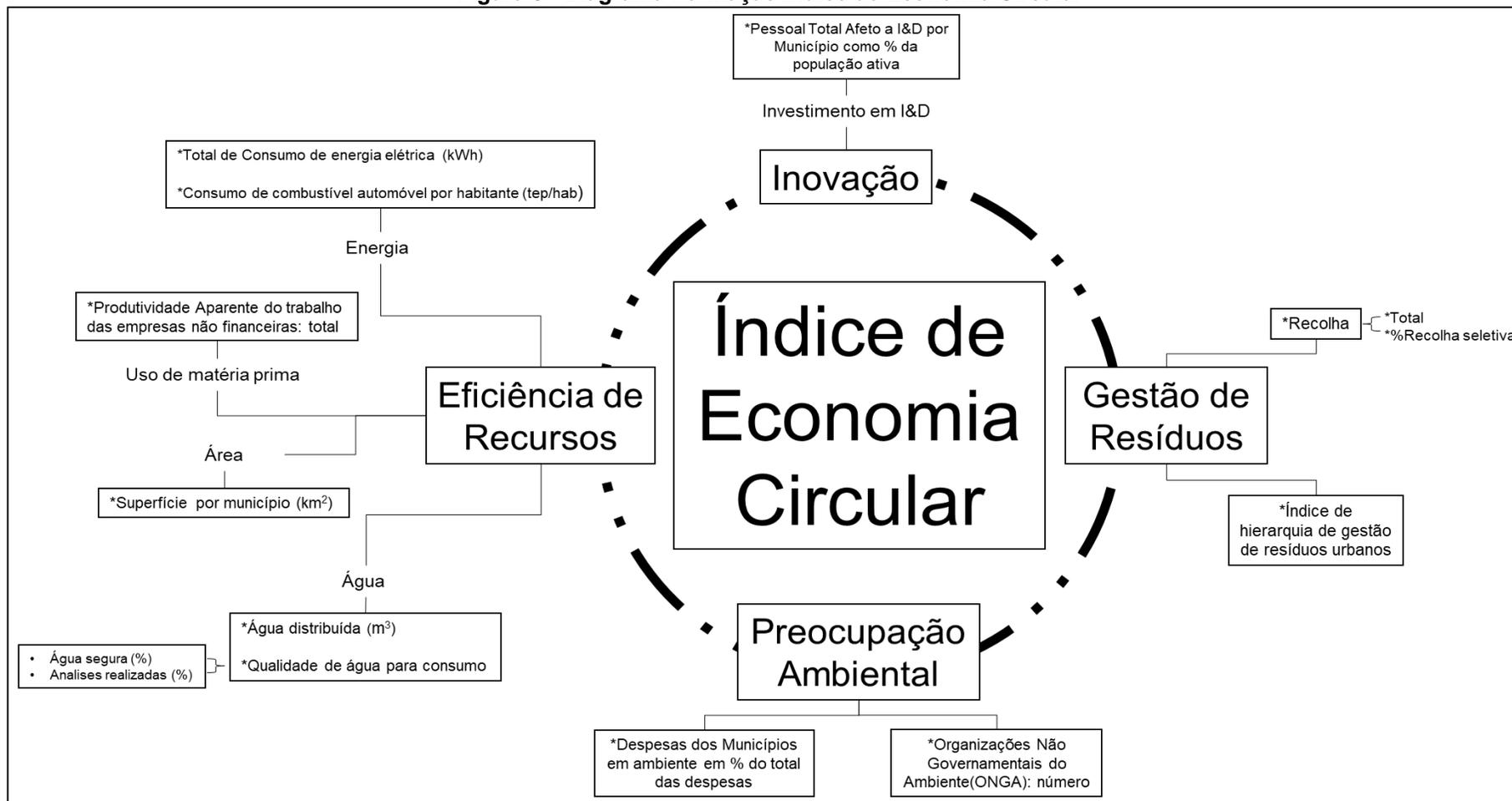
Fonte: (Sauvé et al., 2016, p.52)

Como exemplificado na Figura 2, o modelo de Economia Linear (esquerda), o mais tradicional de como a economia funciona, ignora os impactos ambientais das suas atividades, resultando numa sobrecarga da capacidade do planeta. Não sendo um *loop*, este modelo é normalmente ilustrado num formato linear. Por sua vez, a Economia circular (direita), em contraste com o modelo anterior, tem em conta os impactos ambientais do consumo de recursos, da poluição e dos desperdícios, criando *loops* alternativos, onde os recursos são usados de forma circular (Sauvé et al., 2016; D'Amato et al., 2019).

Embora a preocupação ambiental seja um tema com relativo interesse já há alguns anos, nomeadamente a partir da década de 70, onde a UE e os seus países membros foram introduzindo medidas que minimizassem os impactos ambientais (Wysokinska, 2016; Millar et al., 2019), nos dias de hoje, a preocupação ambiental é peça fundamental para conceitos como a Economia Circular, assim como na decisão de políticas públicas. Para o efeito, recolhemos os seguintes dados, para que esta variável se refletisse na nossa proposta de IEC: Despesas dos municípios em ambiente em % do total de despesas; número de Organizações não-governamentais de Ambiente (ONGA) (Tabela 1).

### 3.1.5. Estruturação do IEC

Figura 3 - Diagrama Formação Índice de Economia Circular



Fonte: Elaboração Própria.

A estruturação do IEC por nós proposto é ilustrada num diagrama representado na figura 3, nesta estruturação podemos verificar a divisão do conceito de EC nas quatro grandes categorias escolhidas, cada uma com indicadores recolhidos para os municípios portugueses, nesta estruturação também se pode identificar as diferentes unidades de medida presentes em cada indicador.

Na categoria de Eficiência de Recursos, foram recolhidos os seguintes indicadores, estruturados da seguinte forma:

- Energia
  - Total de Consumo de energia elétrica (kWh)
  - Consumo de combustível automóvel por habitante (tep/hab)
- Água
  - Água distribuída (m<sup>3</sup>)
  - Qualidade de água para consumo
    - Água segura (%)
    - Análises realizadas (%)
- Uso de matéria prima
  - Produtividade Aparente do trabalho das empresas não financeiras: total
- Área
  - Superfície por município (km<sup>2</sup>)

(Behrens, Taranic, & Rizos, 2015; Domenech et al., 2019; BIO Intelligence Service, 2012)

Na segunda categoria, Gestão de Resíduos, os indicadores recolhidos ficaram estruturados da seguinte forma:

- Resíduos
  - Recolha
    - Total
    - Recolha seletiva (%)
- Índice de hierarquia de gestão de resíduos urbanos

(Franco-García et al., 2019; Zeller, Towa, Degrez, & Achten, 2019; Rico, 2019)

Por sua vez, na categoria Inovação, foi calculado um indicador tendo por base a recolha de dados previamente identificados, onde foi utilizada a equação [1], estando esta categoria estruturada da seguinte forma:

- Investimento em I&D
  - Pessoal Total Afeto a I&D por Município como % da população ativa

(Jawahir & Bradley, 2016; Banaitė & Tamošiūnienė, 2016; Mitrovic et al., 2018; de Jesus et al., 2019; Pieroni et al., 2019; Blažek & Kadlec, 2019)

Na quarta categoria, Preocupação ambiental, foram recolhidos os seguintes dois indicadores, estando esta categoria estruturada da seguinte forma:

- Despesas dos Municípios em ambiente em % do total das despesas
- Organizações Não Governamentais do Ambiente (ONGA): número

(Sauvé et al., 2016; Wysokinska, 2016; D'Amato et al., 2019; Millar et al., 2019)

### **3.2. Poluentes Atmosféricos**

Na generalidade da literatura relacionada com a Economia Circular ou de análises de performance ambientais, a poluição e as emissões de poluentes atmosféricos são consideradas *outputs* negativos (Fare et al. 1989, 1996; Chung et al. 1997; Halkos et al., 2013; Halkos et al., 2015; EASAC, 2016; Li et al., 2017), sendo os poluentes atmosféricos vistos como uma proxy para a análise ao desempenho ambiental dos países ou regiões estudadas.

É objetivo neste progresso de obtenção de economias mais circulares a diminuição da poluição e das emissões de poluentes atmosféricos, nomeadamente os que produzem efeito de estufa. Aqui, a procura de alternativas às fontes de energia convencionais é vista como uma das principais soluções possíveis (Liu, 2010; Olabi, 2019), transformando o paradigma das economias tradicionais, habitualmente sustentadas por estas energias tradicionais, mas sendo cada vez mais uma realidade a procura e o uso destas alternativas nos mais variados setores (Korhonen et al., 2018; Klemeš et al., 2019). Por exemplo, Ma, Ma & Liu (2010) demonstram como transformar o setor da agricultura chinês,

habitualmente um setor com altos níveis de poluição, num setor com baixos níveis de carbono com base no conceito de Economia Circular.

É importante num estudo em que se usa os poluentes atmosféricos como uma medida de análise, usar mais do que um poluente atmosférico, sendo assim uma análise mais completa, pois está comprovado que em muitos casos a diminuição de emissões de um determinado poluente atmosférico está diretamente relacionada com o aumento de emissões de outro (López & Mitra, 2000), na recolha de dados para esta dissertação foram recolhidos dados das emissões dos três poluentes de efeitos de estufa mais habitualmente usados, e mais consensuais na generalidade da literatura (Scruggs, 2009; BIO Intelligence Service, 2012; Halkos et al., 2015; Wysokinska, 2016; Hofhuis, 2017; Vercauteren et al., 2017; European Commission, 2018): Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e Metano (CH<sub>4</sub>) (ver tabela 1).

O objetivo da recolha de dados relativos às emissões de poluentes atmosféricos consiste na ótica de utilizar numa fase futura do trabalho o IEC como dado secundário. À semelhança de Halkos, Sundström, & Tzeremes (2015), os dados dos poluentes serão utilizados como *proxy* para o comportamento ambiental das regiões e procurar-se-á perceber a relação deste com o IEC proposto.

### **3.3. Sector Produtivo: Fator Trabalho e Produtividade**

Na mesma linha de pensamento, no uso da nossa proposta de IEC como variável explicativa das emissões de poluentes atmosféricos, optamos por escolher outras variáveis explicativas que complementem a análise. Neste sentido, o fator trabalho age como uma fonte de poluição, sendo muitas vezes as políticas públicas definidas de forma a combater a diminuição da poluição no sector produtivo (Mcdowall et al., 2017).

De forma a estudar os impactos do sector produtivo nas emissões, foi escolhido como indicador do fator trabalho a População Ativa (PA) e como indicador de produtividade o Valor Acrescentado Bruto (VAB) (Tabela 1), sendo objetivo utilizar ambos como variável explicativa das emissões de poluentes atmosféricos numa fase mais avançada desta dissertação.

### **3.3.1. População Ativa**

A População Ativa é também bastante utilizada como indicador do fator trabalho de um país ou região, e estando naturalmente ligada ao fator trabalho, é um excelente indicador demográfico, simples e intuitivo (ILO, 1982; ILO, 1990; Hoffmeyer-Zlotnik & Warner, 2011). Nesta análise, a população ativa preenche o objetivo de completar a análise da relação entre o fator trabalho e as emissões de poluentes atmosféricos, mas para este nível regional só existem disponíveis dados dos censos de 2011 (Tabela 1), sendo estes os únicos valores assumidos para todos os anos.

### **3.3.2. Valor Acrescentado Bruto**

No estudo do sector produtivo é utilizado muitas vezes a análise do Valor Acrescentado Bruto, sendo este visto como um indicador de análise de crescimento económico, de análise de níveis de produtividade, ou até para análises de desempenho dos setores não financeiros (Roeger, 1995; Timmer, O'mahony, & Van Ark, 2007). Sendo assim, o VAB é um bom indicador para a análise que pretendemos efetuar, neste caso como variável explicativa, sendo nosso objetivo demonstrar os efeitos do sector produtivo nas emissões atmosféricas.

Para o efeito, foram recolhidos dados do Total do Valor Acrescentado Bruto das empresas não financeiras (Tabela 1).

### **3.4. Organização da Recolha de dados**

Nesta fase da dissertação, após a recolha de dados, foi feita uma organização dos mesmos para que a análise e todo o tratamento de dados fosse a mais intuitiva e simplificada possível. Uma análise relacionada com um conceito que abrange diferentes dados, com diferentes unidades de medida, geralmente torna-se uma análise de dados complexa e de difícil interpretação. Sendo objetivo deste estudo ultrapassar estas barreiras e limitações a nível regional, foi necessário colmatar algumas das falhas de dados existentes.

Reconhecendo todas as limitações de dados para estes níveis regionais, foi feita a recolha possível de indicadores que representasse todos os tópicos previamente falados, tentando ser o mais abrangente possível, sendo objetivo fundamental que estes dados se aproximassem o máximo possível da realidade dos municípios estudados.

Esta organização na recolha de dados, é imprescindível para a metodologia que propomos na seguinte fase da dissertação. Toda a informação sobre a base de dados apresenta-se na tabela 1:

**Tabela 1 – Organização da base de dados e fontes**

<b>Base de Dados Recolhida</b>				<b>Fonte:</b>
<b>IEC</b>	<b>Eficiência de Recursos</b>	<b>Energia</b>	Total de Consumo de energia elétrica (kWh) Consumo de combustível automóvel por habitante (tep/hab) Água distribuída (m3)	Pordata INE
		<b>Água</b>	Qualidade de água para consumo: Água segura (%) Análises realizadas (%)	INE
	<b>Gestão de Resíduos</b>	<b>Uso de matéria prima Área</b>	Produtividade aparente do trabalho das empresas não financeiras: total Superfície por município (km2)	Pordata Pordata
		<b>Resíduos</b>	Recolha: Total Recolha seletiva (%) Índice de Hierarquia de Gestão de Resíduos Urbanos	Pordata
		<b>Inovação</b>	<b>Investimento em I&amp;D</b>	Pessoal total empregado em I&D por NUTS II População Ativa por Município População Ativa por NUTS II
<b>Preocupação Ambiental</b>	<b>Despesa Municipal ONG</b>	Despesas dos municípios em ambiente em % do total de despesas Organizações não Governamentais de Ambiente (ONGA): número	Pordata	
<b>Poluentes Atmosféricos</b>	<b>Dióxido de carbono Óxido nitroso Metano</b>	<b>CO2 N2O CH4</b>	Total de Emissões em t- toneladas - Municípios Portugueses 2015	APA
	<b>Dióxido de carbono</b>	<b>CO2</b>	Total de Emissões em t- toneladas - Municípios Centro 2009 a 2015	CCDRc
<b>Sector Produtivo</b>	<b>População Ativa</b>	<b>PA</b>	Total da População Ativa segundo os censos 2011	Pordata
	<b>Valor Acrescentado Bruto</b>	<b>VAB</b>	Total do Valor Acrescentado Bruto das empresas não financeiras	

Fonte: Tabela Elaboração Própria; Pordata: <https://www.pordata.pt/> ; Instituto Nacional de Estatística (INE): <https://www.ine.pt> ; Agência Portuguesa do Ambiente (APA): <https://www.http://apambiente.pt> ; Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro (CCDRc): <https://www.ccdrc>.

## 4. Metodologia

Nesta dissertação existem diferentes metodologias aplicadas que posteriormente se complementam. Uma primeira fase é focada na proposta e criação de um Índice que abrange as categorias e indicadores recolhidos, tentando transformá-los todos de certa forma num único indicador (o IEC). O principal objetivo será criar um IEC que ajudará na análise do desempenho da Economia Circular dos municípios portugueses. Para o efeito, serão propostos dois índices idênticos, um para praticamente a totalidade dos municípios portugueses para o ano de 2015, outro para os municípios do Centro de Portugal, mas para os anos de 2009 a 2015. Numa segunda fase da metodologia será objetivo utilizar e demonstrar que este Índice proposto, para além de servir como análise de desempenho da EC, possa ser utilizado como dado secundário. Neste caso em concreto, utilizaram-se os Índices propostos em modelos econométricos, sob a forma de variável explicativa.

### 4.1. Cálculo do IEC PT2015

Para a criação do Índice de Economia Circular (IEC PT2015) apenas considerámos os municípios que apresentavam dados disponíveis para todos os “*sub*” indicadores recolhidos. Desta forma não foi calculado o índice para os seguintes municípios: Lajes das Flores, Mealhada, Odivelas e Santa Cruz das Flores. Perante isto, o IEC proposto refere-se a um total de 304 municípios analisados para o ano de 2015, ano para o qual foi possível obter todos estes dados para os vários indicadores que compõem a nossa proposta de IEC.

Para cada um dos indicadores do índice foi atribuída uma pontuação, sendo o máximo de pontuação possível 304, o equivalente ao número de observações, e o mínimo de pontuação possível 1, onde aqueles municípios que apresentavam melhores resultados em prol da economia circular receberiam melhores pontuações, criando assim um sistema de *ranking* de desempenho de economia circular.

Posteriormente decidimos valorizar cada uma das 4 categorias – Eficiência de Recursos, Gestão de Resíduos, Inovação, Preocupação Ambiental - com uma ponderação de ¼ atribuída a cada, ou seja, não existe nenhuma distinção de importância entre as quatro principais categorias de indicadores, independentemente de existirem mais dados para determinada categoria face outra. No entanto, a própria definição de EC e toda a literatura envolvente não faz nenhuma distinção de importância entre as categorias.

Dentro de cada uma destas categorias foi calculada uma média de cada indicador. Assim sendo, para cada um dos 304 municípios o IEC resume-se a:

$$\text{Cálculo do IEC 2015} \\ = \frac{\frac{1}{4} * \frac{\sum \text{Eficiência de Recursos}}{n^{\circ} \text{ Indicadores}} + \frac{1}{4} * \frac{\sum \text{Gestão de Resíduos}}{n^{\circ} \text{ Indicadores}} + \frac{1}{4} * \frac{\sum \text{Inovação}}{n^{\circ} \text{ Indicadores}} + \frac{1}{4} * \frac{\sum \text{Preocupação Ambiental}}{n^{\circ} \text{ Indicadores}}}{n^{\circ} \text{ observações}} \quad [2]$$

#### 4.2. Cálculo do IEC Centro 09/15

Tendo em conta um dos principais objetivos desta dissertação, uma análise de desempenho de EC, é para nós importante face à literatura estudada, uma análise temporal deste desempenho. Todavia, devido à limitação de dados existentes para municípios, não foi possível elaborar uma proposta de índice para todos os municípios do país, mas foi feita uma proposta de Índice de Economia Circular apenas para os municípios do Centro (IEC Centro 09/15) do país, abrangidos pela base dados da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro (CCDRc), dos anos de 2009 a 2015, onde todos os municípios analisados apresentam dados para a totalidade dos indicadores e para todos os sete anos analisados. Deste modo, o IEC Centro 09/15 seguiu a mesma metodologia descrita pela equação 2 mas apenas aplicada aos municípios do centro. Este índice foi, por sua vez, calculado para os 77 municípios do centro do país, e toda a metodologia de cálculo é igual à que foi utilizada para o IEC PT15 (tanto a divisão por categorias, como a própria fórmula e o sistema de ranking, que neste caso varia entre 1 e 77). Nesta situação, o principal objetivo e prioridade deste índice face ao calculado anteriormente é o de proporcionar uma análise temporal do desempenho da EC.

### 4.3. Contribuições e Limitações da Criação de um Índice de Economia Circular

A proposta do Índice de Economia Circular surge da necessidade já encontrada na literatura existente, da falta de indicadores e da dificuldade na análise de dados.

Um conceito como o de Economia Circular, sendo tão abrangente, englobando energia, ambiente, produção e consumo, desperdício, resíduos, poluição, reciclagem, entre tantos outros e diferentes conceitos, torna difícil ter uma noção global de como é o desempenho de uma região específica no contexto da Economia Circular. Sendo que a análise é normalmente feita indicador a indicador, isso torna ainda mais difícil a comparação entre regiões, neste contexto específico os municípios portugueses.

O método utilizado permite uma melhor comparação entre todas as regiões analisadas, de uma forma global, e simultaneamente também permite uma análise individual para cada indicador. Adicionalmente, o índice é totalmente flexível, sendo que podem ser sempre adicionadas diferentes informações estatísticas, caso estas estejam devidamente justificados pela literatura.

O problema de vários indicadores com diferentes unidades de medida é também ultrapassado pelo sistema de *ranking*, onde os indicadores com impacto positivo para a economia circular beneficiam e atribuem aos municípios um lugar melhor no *ranking*, sendo que o oposto também acontece. Exemplificando, para o caso do IEC PT2015, um município que tem um número elevado de consumo de energia estará mal classificado no *ranking* específico desse indicador – mais próximo de 1, mas ao mesmo tempo poderá ser um município onde a percentagem de resíduos recolhidos seletivamente é bastante elevada, tendo melhor lugar no *ranking* desse indicador em específico – mais próximo de 304. É por nós reconhecido, que os dados atualmente recolhidos e disponíveis, são muito limitados e escassos, sendo que para estes níveis regionais, é um problema reconhecido também na literatura, a dificuldade que acarreta a procura de dados e de indicadores que pudessem contribuir para que o IEC fosse um

índice mais completo e abrangente, no entanto são os dados disponíveis de momento.

Ao longo da elaboração da dissertação foi feito um contacto constante com as entidades responsáveis pela recolha e tratamento de dados, desde entidades com responsabilidades nacionais, a entidades com maior foco na regionalização, sendo por nós agradecido o apoio que foi sempre demonstrado tanto pelos contactos efetuados, como presencialmente em conferências realizadas sobre o tema, que foram desde a escassez de dados ou até mesmo de recursos para a recolha e o tratamento dos mesmos. Este ponto é algo factual, muito discutido e alvo de interesse, sendo que à data da realização desta dissertação foi uma grande barreira à criação do índice que aqui propomos.

A própria divisão do desempenho em quatro grandes categorias – Eficiência de Recursos, Gestão de Resíduos, Inovação e Preocupação Ambiental - apesar de ser amplamente justificada pela maioria da literatura estudada, é sempre subjetiva e passível de alteração, assim como a própria ponderação, que no nosso caso foi atribuída a mesma para as quatro componentes, é alvo de possível discussão, poderão sempre surgir pontos de vista diferentes que justifiquem determinada categoria ter maior ponderação face a outra. Na nossa ótica foi objetivo definir quatro grandes categorias que demonstrassem da melhor forma possível o quão abrangente é a definição de Economia Circular, atribuindo a mesma importância a cada uma delas, não se encontrando motivo para dar maior importância a determinada categoria face a outra. Contudo, a nível de recolha de dados, algumas categorias apresentavam uma maior quantidade de dados e indicadores disponíveis para este nível regional de detalhe, que foi o foco do nosso trabalho.

Esta escolha de ponderação aliada ao número limitado de indicadores, leva a outra questão que podemos colocar ao IEC: o facto de ser um índice altamente sensível, onde um novo indicador numa determinada categoria poderá mudar de grande forma o resultado final do desempenho de Economia Circular dos municípios. Mais uma vez, esta questão só será ultrapassada com uma maior e mais completa base de dados, com mais e melhores indicadores, que complementem da melhor forma as quatro categorias identificadas, tornando o

índice mais robusto, tornando-se esta uma importante dica de investigação futura.

Tendo em conta o maior interesse verificado nos últimos anos nesta área de investigação, tanto a nível de novos indicadores que surgem especificamente voltados para a EC, como o crescente número de artigos que abordam o tema, ou até a própria melhoria de dados disponibilizados para níveis altos de regionalização, o IEC terá sempre espaço para ser aperfeiçoado, olhando de um ponto de vista positivo, como um trabalho em progresso, próximo do desejado, mas com muitas oportunidades para melhorar.

#### 4.4. Aplicação prática do IEC em modelos econométricos

##### 4.4.1. Municípios portugueses – 2015

Na base de dados recolhidos para os municípios portugueses no ano de 2015, as variáveis dependentes CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, tomam valor máximo de 12642,621; 19,589; 0,179, respetivamente, e valor mínimo de 2,452; 0,040; 0,001, respetivamente. Já as variáveis explicativas IEC, PA e VAB, apresentam valor máximo de 0,735; 260405; 19622339, respetivamente e valor mínimo de 0,304; 253 e 737, respetivamente.

**Tabela 2 - Estatística Descritiva – Dados 2015**

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	IEC	PA	VAB
<b>Média</b>	172,854	1,432	0,035	0,496	16236,694	263148,417
<b>Desvio-padrão</b>	784,873	2,009	0,033	0,081	27881,928	1200701,181
<b>Mínimo</b>	2,4527402	0,0408	0,001	0,304	253	737
<b>Máximo</b>	12642,621	19,589	0,179	0.735	260405	19622339

Fonte: Elaboração Própria.

Para o ano de 2015, o único ano em que temos valores para todas as variáveis estudadas, com uma amostra quase completa de todos os municípios, mais concretamente para 304 dos 308 dos municípios que dividem Portugal a nível regional, temos um ano em que a base de dados é mais completa. Este ano foi o que menos sofreu com as limitações de dados disponíveis que previamente identificámos, aproximando-se de uma base de dados completa e que melhor

reflete a realidade, importante numa análise para estes níveis de regiões. Não obstante o facto de não poder existir uma análise econométrica temporal, serve de ano exemplo, e serve também para exemplificar como seria aplicável o índice de economia circular por nós proposto, como indicador secundário, neste caso, como uma variável independente, numa regressão econométrica *cross-section*. De forma a evitar problemas derivados de diferentes unidades de medida, foi feita uma transformação logarítmica a todas as variáveis.

À semelhança de Halkos et al. (2015), no que toca a análises de performance ambiental para níveis regionais, são utilizados como variáveis dependentes os três poluentes: Metano (CH<sub>4</sub>), Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) e Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), onde se procura saber como variam as emissões consoante as diferentes variáveis escolhidas. Na análise *cross-section* serão variáveis independentes: o Índice de Economia Circular por nós proposto, devido ao facto do grau de EC dos municípios poder estar relacionado com o seu desempenho ambiental, nomeadamente as emissões de poluentes, usando assim o IEC para essa análise. Serão também usados o total do Valor acrescentado bruto das empresas não financeiras (VAB) e o total de População Ativa segundo os Censos (PA), sendo estes os indicadores possíveis de recolher para este nível regional e indicadores que representam a força de trabalho e a produtividade, que estão associados às emissões de poluentes.

Existem autores (Fare et al. 1989, 1996; Chung et al. 1997) que definem a performance ambiental através de dois tipos de *outputs*, bons e maus; a título de exemplo, um mau *output* seria as emissões de poluentes e um bom *output* seria o Valor Acrescentado Bruto. É também importante ter a consciência de que a diminuição de emissões de um determinado poluente atmosférico, pode estar diretamente relacionado com o aumento de emissões de outro (López & Mitra, 2000), daí ser importante numa análise deste género, ter mais do que um poluente atmosférico em estudo, sendo que 2015 é o único ano em que é disponível recolher os dados de emissões dos três poluentes atmosféricos com o nível de detalhe que aqui se pretendia.

#### 4.4.1.1. Regressão Linear

Para uma análise regional onde procuramos analisar a performance ambiental dos municípios portugueses e sendo apenas um ano analisado, será feita uma Regressão Linear em dados *cross-section*, onde é especificada uma variável dependente como uma função linear de  $k$  variáveis independentes. Neste caso em específico, pretendemos verificar como variam as emissões de um poluente (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O), variável dependente escolhida, face às variáveis independentes escolhidas, neste caso o IEC, o VAB e a População Ativa.

Um modelo de Regressão Linear, é genericamente apresentado como:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{i,2} + \beta_3 X_{i,3} + \dots + \beta_k X_{i,k} + u_i$$

Sendo:

- $Y_i$  a nossa variável dependente onde  $i$  = identidade.
- $X_i$  será uma variável independente
- $\beta_k$  coeficientes dessa variável independente.
- $\beta_0$  constante da regressão.
- $u_i$  será a perturbação aleatória ou o termo do erro, com distribuição normal.

Desta forma, foram realizadas três regressões, uma para cada poluente atmosférico, sendo as regressões lineares caracterizadas da seguinte forma:

$$Y_{CO_2} = \beta_1 + \beta_2 IEC + \beta_3 PA + \beta_4 VAB + u \quad [3]$$

$$Y_{CH_4} = \beta_1 + \beta_2 IEC + \beta_3 PA + \beta_4 VAB + u \quad [4]$$

$$Y_{N_2O} = \beta_1 + \beta_2 IEC + \beta_3 PA + \beta_4 VAB + u \quad [5]$$

Depois da estimação do modelo, a ser apresentada na próxima fase do estudo, pretendemos obter conclusões acerca da maneira como cada uma das variáveis independentes afetam as diferentes emissões de poluentes (variáveis dependentes). Caso estes sinais se verifiquem e o processo de estimação não tiver qualquer tipo de entrave, iremos testar o estimador obtido ( $\beta$ ) quanto à sua significância. Para isso é necessário realizar um teste de hipótese, teste esse descrito pelas hipóteses:

$$H_0: \beta = 0$$

$$H_1: \beta \neq 0$$

Estes testes foram repetidos para as 3 regressões lineares. Para além de se averiguar a significância individual de cada um dos estimadores devemos ainda testar o modelo quando à sua significância global, recorrendo-se assim a outro teste de hipótese:

$$H0: \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0$$

$$H1: \beta_j \neq 0 ; j = 2,3, \dots, k$$

#### 4.4.2. Municípios do Centro – Dados em painel 2009 a 2015

Na base dados recolhida para os municípios do centro, para os anos de 2009 e 2015, a variável dependente, toma o valor máximo de 4808629,978, no município Figueira da Foz no ano de 2010 e valor mínimo de 0,4 no município Figueiró dos Vinhos no ano de 2014. Já as variáveis explicativas IEC, VAB e PA, apresentam valores máximos de 0,739 (Leiria 2011), 1077446 (Leiria 2009) e 70775 (Coimbra 2011), respetivamente. Os valores mínimos registados foram de 0,336 (Vila Velha de Ródão 2010), 5678 (Manteigas 2012) e de 1101 (Vila Velha de Ródão 2011), respetivamente.

**Tabela 3 - Estatística Descritiva – Dados 2009 a 2015**

	<b>CO2</b>	<b>IEC</b>	<b>VAB</b>	<b>PA</b>
Média	123570,912	0,531	125893,332	10541,310
Desvio-padrão	483160,765	0,076	180838,4986	12955,111
Mínimo	0,4	0,336	5678	1101
Máximo	4808629,978	0,739	1077446	70775

Fonte: Elaboração Própria.

Para os anos de 2009 e 2015, foi feita uma análise de dados em painel para os 74 municípios da zona centro, municípios que tinham valores atribuídos para todas as variáveis e para todos os 7 anos estudados, ficando apenas 3 municípios excluídos (Figueira de Castelo e Rodrigo, Manteigas, Pampilhosa da Serra).

Uma base de dados em painel tem múltiplas observações para as mesmas unidades económicas, neste caso temos múltiplas observações para cada variável, mais concretamente 7 observações, uma por cada ano analisado. Mais uma vez, de forma a evitar problemas derivados de diferentes unidades de medida, foi feita uma transformação logarítmica a todas as variáveis.

Podemos estudar dados em painel através de efeitos aleatórios (EA) ou de efeitos fixos (EF). Num modelo de efeitos fixos, as variáveis não observadas podem ter qualquer associação com as variáveis observadas. Os modelos de efeitos fixos controlam ou eliminam parcialmente os efeitos de variáveis invariáveis no tempo com efeitos invariáveis no tempo. Isso é verdade se a variável é explicitamente medida ou não. Exatamente como eles fazem isso, varia de acordo com a técnica estatística utilizada. Já num modelo de efeitos aleatórios, presume-se que as variáveis não observadas não estejam correlacionadas com (ou, mais fortemente, estatisticamente independente de) todas as variáveis observadas. Esta suposição geralmente estará errada, mas pelas razões dadas acima (por exemplo, erros-padrão muito altos com efeitos fixos, o modelo de EA permite estimar efeitos por tempo invariável), um modelo de EA ainda pode ser desejável em algumas circunstâncias. Para escolher o modelo de painel mais adequado, numa etapa inicial deve ser realizado o Teste de *Hausman*, que nos permite perceber sobre qual dos modelos EF ou EA recai a escolha correta dada a base de dados usada.

De forma resumida a hipótese nula de *Hausman* testa se os erros únicos ( $u_i$ ) estão correlacionados com os estimadores, a hipótese nula assume que estes não estarão correlacionados.

Através do *software Stata* é feita a regressão num modelo de efeitos fixos e posteriormente armazenados os resultados da estimação, e é também feita a regressão num modelo de efeitos aleatórios e também são armazenados os resultados obtidos. Posteriormente, poderemos avançar para o teste de *Hausman*, que irá comparar os dois modelos.

#### 4.4.2.1. Modelo de Efeitos Aleatórios

Num modelo de efeitos aleatórios, contrariamente a um modelo de efeitos fixos, a variação ao longo das entidades é assumida de forma aleatória e não correlacionada com a variável dependente ou com as variáveis independentes incluídas no modelo.

Uma vantagem de um modelo de efeitos aleatórios é o facto de ser possível incluir variáveis que não se alteram ao longo do tempo. Um exemplo comum é o género de um indivíduo. Esta vantagem assume papel fundamental na nossa análise pois existe na nossa base de dados uma variável que não muda ao longo do tempo observado, mais propriamente a variável independente da População Ativa recolhida através dos censos de 2011, que devido há existência da limitação de dados disponíveis, são os únicos valores assumidos para todos os anos.

Genericamente um modelo de efeitos aleatórios é identificado desta forma:

$$Y_{it} = \beta X_{it} + \alpha_i + u_{it} + \varepsilon_{it}$$

Sendo:

- $Y_{it}$  a nossa variável dependente onde  $i$  = identidade e  $t$  = tempo.
- $X_{it}$  será uma variável independente
- $\beta$  coeficientes dessa variável independente.
- $\alpha_i$  ( $i=1\dots n$ ) será o *unknown intercept* ou a constante para cada entidade (n entity-specific intercepts).
- $u_{it}$  é o *Between-entity error*
- $\varepsilon_{it}$  é o *Within-entity error*.

Desta forma o Modelo de efeitos aleatórios realizado nesta análise será caracterizado pela expressão [6].

$$CO2_{it} = \beta_1 IEC_{it} + \beta_2 VAB_{it} + \beta_3 PA_{it} + \alpha_i + u_{it} + \varepsilon_{it} \quad [6]$$

Mais uma vez, após a estimação do modelo, iremos testar os estimadores obtidos ( $\beta$ ) quanto à sua significância. Para isso realizaram-se os mesmos testes de significância individual de coeficientes que foram utilizados na estimação de

dados *cross-section* (2015, dados municipais nacionais). Assim como se testou a significância global do modelo, cujas hipóteses foram também identificadas anteriormente com a exposição do modelo de regressão linear (*cross-section*).



## 5. Resultados Empíricos

### 5.1. Análise dos resultados – IEC PT2015

O IEC PT2015 apresenta resultados algo esperados e até de encontro com alguma da literatura já analisada, nomeadamente a que se foca em níveis regionais semelhantes ao desta análise (Halkos et al., 2013; Li et al., 2017a, 2017b; Wang et al., 2018). Pela análise de resultados efetuada pode-se observar que o contraste entre grandes municípios e pequenos municípios existe e é semelhante ao de alguns casos de estudo focados numa análise de desempenho de economia circular por regiões (Halkos et al., 2013; Li et al. , 2017a, 2017b), onde os grandes municípios de forma geral são os que têm maiores impactos ambientais, mas são ao mesmo tempo os que apresentam maior capacidade no que toca à performance de Economia Circular. De outro modo, apesar dos municípios de maior dimensão apresentarem maiores números no que toca a indicadores de consumo de recursos, são também estes municípios que são mais eficientes tanto na exploração dos mesmos como no tratamento de resíduos. São também os que apresentam maiores níveis de inovação e de preocupação ambiental, refletindo-se em melhores posições tal como se evidencia na tabela A.1. (Desempenho dos Municípios IEC PT2015) apresentada em Anexo.

O topo da lista é ocupado pelos municípios de Lisboa, Cascais e Sintra, já no fundo da tabela aparecem os municípios de Santa Marta de Penaguião, Montalegre, Resende, como se pode verificar na tabela A.1. – Anexo 1.

**Tabela 4 - Estatística Descritiva - IEC PT2015**

<b>IEC PT2015</b>	
<b>Média</b>	0,496
<b>Desvio-padrão</b>	0,081
<b>Mínimo</b>	0,304
<b>Máximo</b>	0,735

Fonte: Elaboração Própria.

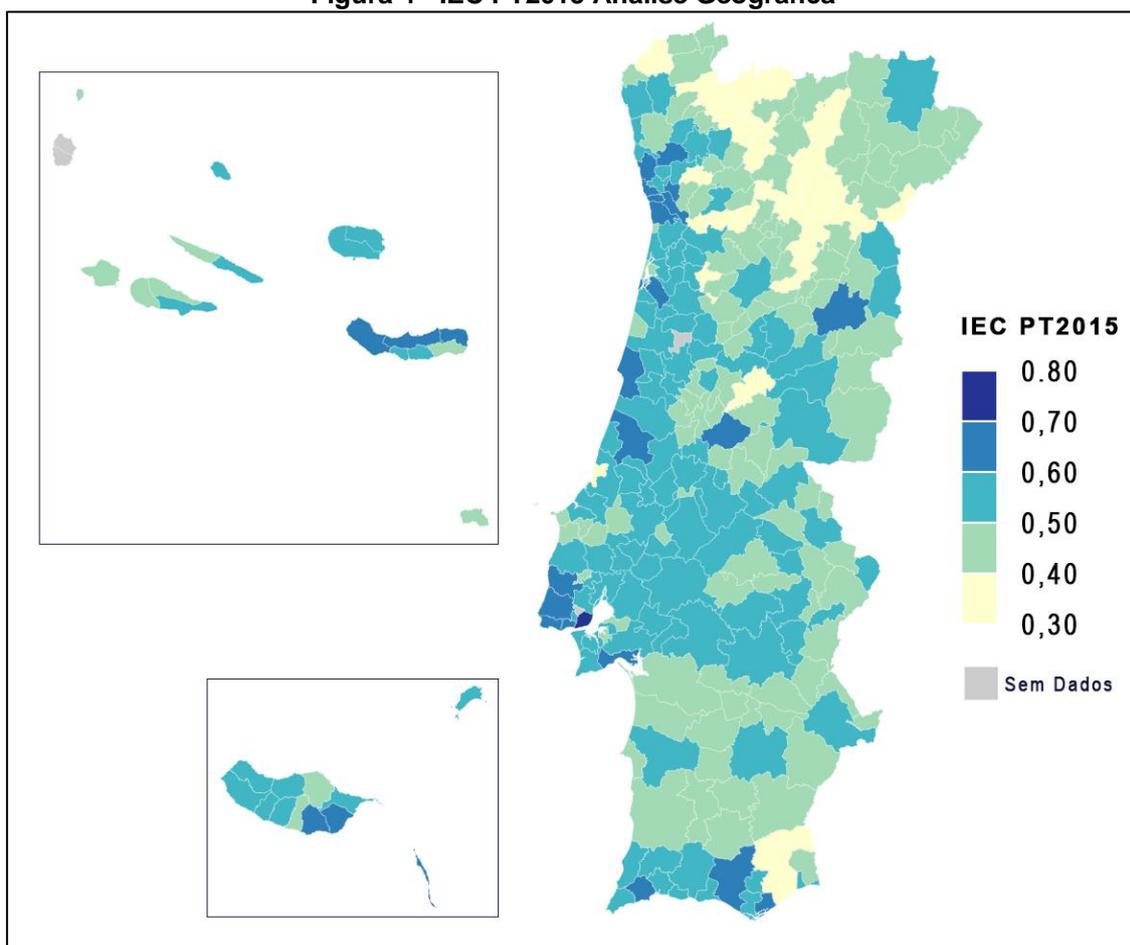
Na tabela 4 apresenta-se a estatística descritiva para o IEC municipal. Para o IEC PT2015, Lisboa apresenta o maior resultado do índice (0,735), e o município de Resende apresenta o resultado mais baixo do índice (0,304) (ver tabela A.1. – Anexo 1), sendo a média de resultados do índice de 0,496 e o desvio-padrão é de aproximadamente 0.08 tal como evidenciado na tabela 5.

Como forma de analisar estes resultados de outra perspetiva, apresenta-se uma análise geográfica na figura 4, onde os municípios situados mais a litoral assumem regra geral melhor desempenho de Economia Circular, quando comparados com os municípios do interior. Mais especificamente, nas áreas metropolitanas do Porto e principalmente de Lisboa, onde se localizam os municípios com melhor desempenho. Existem, claro, algumas exceções, como o exemplo do município da Guarda que apesar de ser interior, é um município de maior dimensão comparativamente com os municípios que estão geograficamente situados no interior, dando assim a ideia, de que apenas municípios de grande dimensão conseguem ultrapassar algumas barreiras e limitações. Limitações essas que a maioria dos municípios localizados no interior têm, para obter melhor desempenho no que toca à Economia Circular.

Esta análise de resultados, indica muito do panorama nacional no que toca à capacidade dos municípios, tanto a níveis de produção e consumo, como a níveis de preocupação ambiental, englobando toda a capacidade que estes têm em trabalhar os recursos minimizando ao mesmo tempo os impactos ambientais, ou seja, sendo eco eficientes.

As políticas públicas assumem assim um papel fundamental para que seja possível reverter esta situação e diminuir as disparidades entre municípios, onde medidas e apoios devem ser dados a municípios que se mostrem interessados em praticar uma Economia Circular, tendo em conta as características dos mesmos, tanto a nível de dimensão, como de capacidade produtiva ou até de recursos disponíveis. Existe assim uma necessidade de medidas equitativas, que diminuam de certa forma as desigualdades entre municípios.

**Figura 4 - IEC PT2015 Análise Geográfica**



Fonte: Elaboração Própria

## 5.2. Análise dos resultados – IEC Centro09/15

Os resultados do IEC Centro09/15 vai de encontro à literatura estudada (Li et al., 2017a, 2018b), sendo semelhante aos resultados do IEC PT2015, onde a disparidade entre grandes e pequenos municípios existe de igual forma. Também na região centro de Portugal, os municípios de maior dimensão têm a tendência de apresentar melhores desempenhos a nível de EC face aos de menor dimensão, como se pode verificar nos resultados apresentados na tabela A.2 – Anexo 2. (Desempenho dos Municípios IEC Centro09/15) que é apresentada no Anexo.

O índice proposto para os municípios do centro, a nível de análise é mais completo, face ao índice proposto ao nível nacional de 2015, pois permite uma análise temporal. Foi feita uma análise temporal tanto ao desempenho da EC do

índice proposto, como para as quatro categorias do índice. De forma a tornar esta análise intuitiva e menos complexa, foram escolhidos três municípios de grande dimensão que apresentam os melhores resultados no IEC – Coimbra, Guarda e Leiria - assim como três municípios de menor dimensão que por sua vez apresentam os piores resultados no IEC - Aguiar da Beira, Oliveira de Frades e Pampilhosa da Serra (ver Tabela A.2. – Anexo 2).

Para a análise das quatro categorias - Eficiência de Recursos; Gestão de Resíduos; Inovação; Preocupação ambiental - foi feita uma média dos *rankings* dos seis municípios escolhidos, com o objetivo de perceber de forma mais profunda a origem desta disparidade entre os municípios.

No que toca às categorias: Gestão de resíduos (Figura 6), Inovação (Figura 7) e Preocupação ambiental (Figura 8), os municípios de maior dimensão apresentam na generalidade dos anos, melhores posições de *ranking* em média, face aos municípios de menor dimensão, tal como já tinha sido identificado pelos autores Li et al. (2017a, 2017b) e Wang et al. (2018) e justificando os resultados finais obtidos através do indicador IEC Centro09/15.

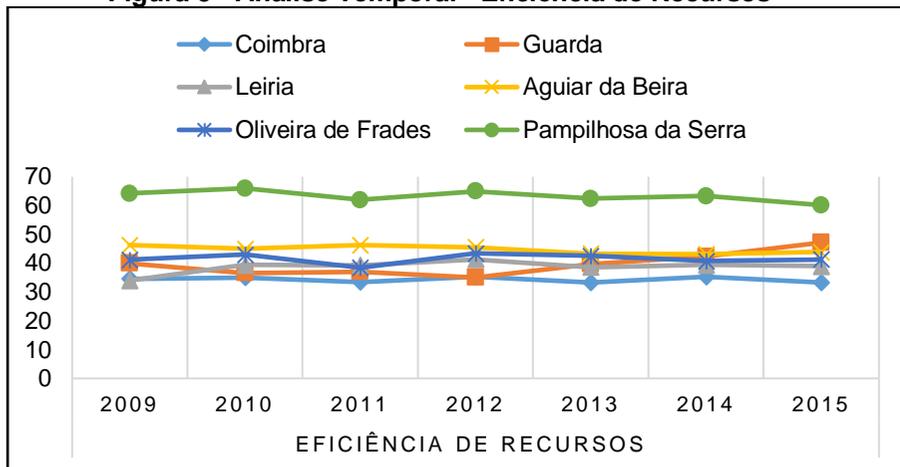
Ao nível da categoria Eficiência de Recursos, como se pode verificar na Figura 5, os municípios de menor dimensão apresentam melhores posições em média face aos municípios de maior dimensão, como de certa forma seria esperado, pois é a categoria do IEC onde a dimensão dos municípios está diretamente ligada a uma maior utilização de recursos. Tendo-se como exceção Pampilhosa da Serra, a diferença entre os municípios de grande dimensão e pequena dimensão, não é tão grande como seria de esperar à partida, justificando de certa forma, que no global do Índice, esta categoria embora influencie, não é suficiente para diminuir a disparidade entre grandes e pequenos municípios.

A categoria de Inovação, é constante nos municípios analisados ao longo dos anos. A justificação para esta evidência resulta do facto desta categoria, embora sendo importante no conceito de Economia Circular, ser composta por um número de indicadores muito limitado, sendo ao nível regional de municípios quase inexistente, e pelo facto de a alternativa utilizada neste estudo ter sido a de propor um indicador (Equação 1). Adicionalmente, o indicador tem na sua base a variável população ativa dos municípios, cujos dados são os dos censos 2011. Deste modo, sendo uma análise interessante na perspetiva de categoria

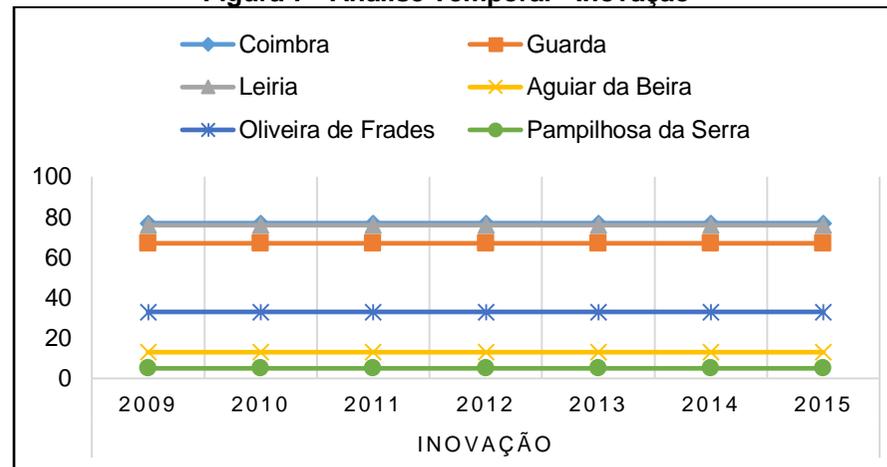
e no impacto que esta tem nos resultados finais do índice proposto, como análise temporal é bastante limitada, demonstrando de forma bastante evidente o impacto da escassez de dados para estes níveis regionais numa análise como a que pretendemos fazer com esta dissertação.

Esta análise ao nível das categorias dos indicadores, vai de encontro ao esperado pelos resultados apresentados pelo índice e mais uma vez de encontro com a literatura (Banaitė & Tamošiūnienė, 2016; EASAC, 2016; Vercauteren et al., 2017; Saidani et al., 2019), mas demonstra os benefícios de um índice que englobe vários indicadores, assim como o sistema de *ranking* que ultrapassa a barreira de cada indicador ter uma unidade de medida diferente, tornando a análise mais simplificada e ao mesmo tempo mais aprofundada, complementando falhas identificadas pela literatura, onde há falta de indicadores de EC, principalmente para este nível de regionalização.

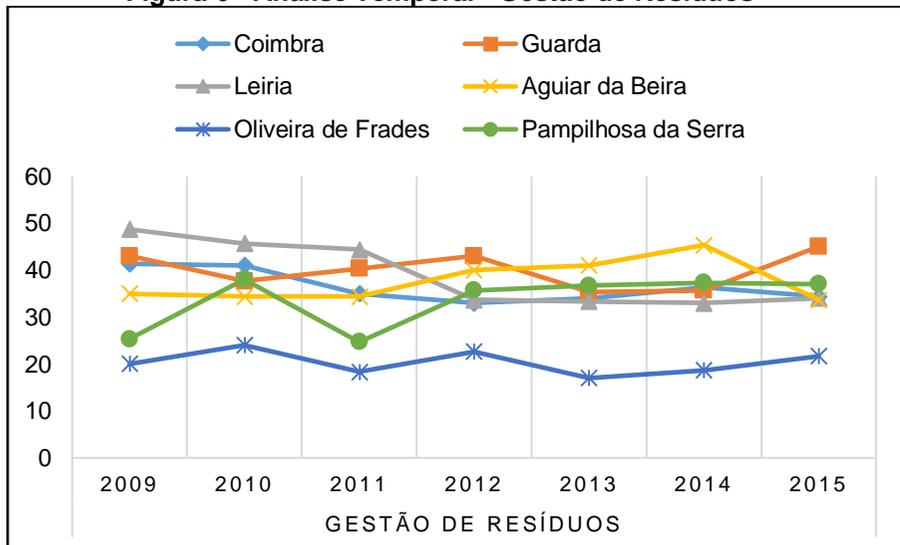
**Figura 5 - Análise Temporal - Eficiência de Recursos**



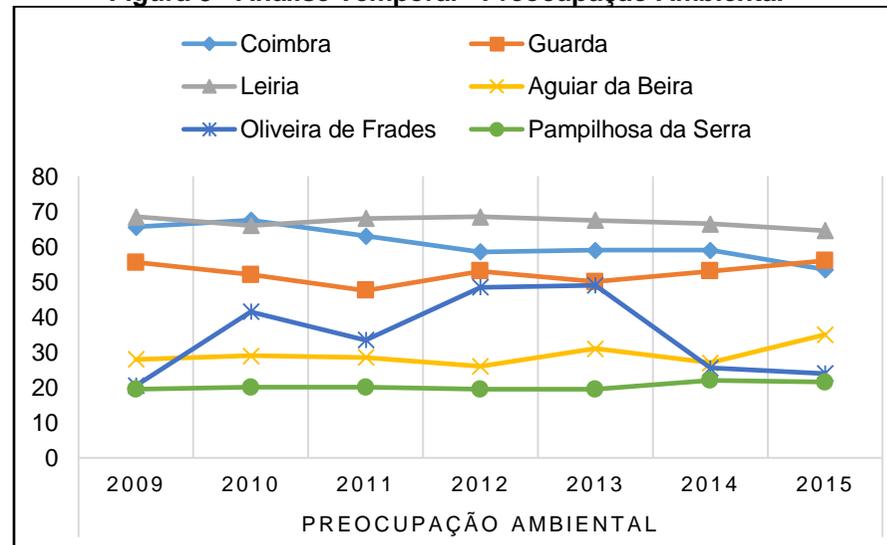
**Figura 7 - Análise Temporal - Inovação**



**Figura 6 - Análise Temporal - Gestão de Resíduos**

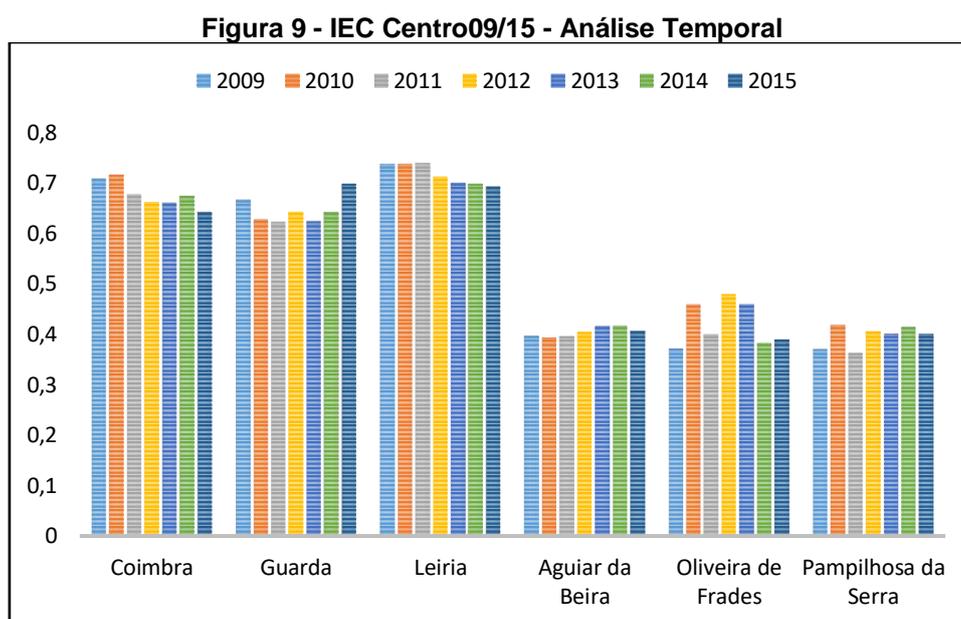


**Figura 8 - Análise Temporal - Preocupação Ambiental**



Fonte: Elaboração Própria.

Fonte: Elaboração própria.



Fonte: Elaboração própria.

A Figura 9, representa os resultados dos seis municípios que serviram de amostra nesta análise mais aprofundada, de forma mais intuitiva, onde se verifica a disparidade entre estes seis municípios escolhidos como sub amostra, para todos os anos estudados, exemplificando de outra forma o desempenho ao nível da EC dos municípios.

**Tabela 5 - Estatística Descritiva - IEC Centro09/15**

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Média</b>	0,530	0,530	0,530	0,531	0,530	0,529	0,529
<b>Desvio-padrão</b>	0,086	0,084	0,076	0,069	0,069	0,076	0,073
<b>Mínimo</b>	0,370	0,336	0,362	0,404	0,381	0,352	0,389
<b>Máximo</b>	0,737	0,737	0,739	0,712	0,699	0,697	0,698

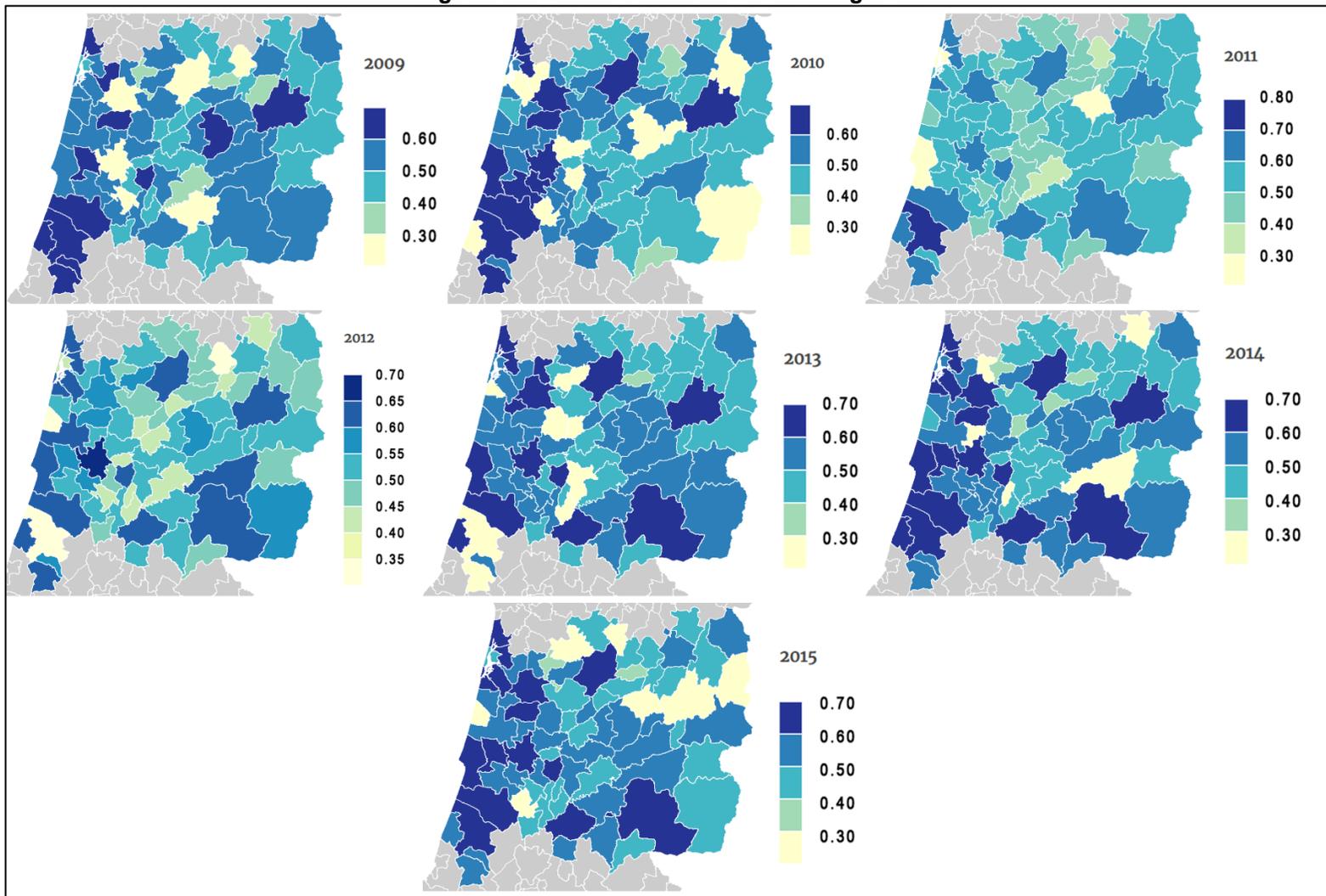
Fonte: Elaboração própria.

Para o IEC Centro 09/15, Leiria apresenta o maior resultado do índice em 2009 (0,737). Por sua vez, Penalva do Castelo apresenta o resultado mais baixo do índice no ano de 2014 (0,352). Tal como é evidente pela análise da tabela 5, a média de resultados do índice para os municípios do centro não varia muito ao longo dos anos, rondando os 0.53, e o desvio-padrão apresenta-se como sendo sempre inferior a 0.08.

Uma análise geográfica do IEC Centro09/15 (Figura 10), demonstra mais uma vez as disparidades entre interior e litoral, onde os municípios no litoral, apresentam para a generalidade dos anos, melhores desempenhos de EC face ao desempenho dos municípios do interior, existindo algumas exceções, semelhante aos resultados obtidos para o IEC PT 2015. A título de exemplo, o município da Guarda, que apesar de ser interior apresenta resultados ao nível dos melhores municípios do centro, sendo mesmo o melhor município no ano de 2015. Todavia, como já concluído anteriormente, Guarda é um município de grande dimensão, mantendo a tendência de que: um município de interior para apresentar bons resultados no que toca a EC, tem de ser um município de grande dimensão. Neste exemplo concreto é uma capital de distrito, sendo que regra geral, as capitais de distrito nos dois índices propostos, são na generalidade dos casos, municípios integrados nos municípios com melhor desempenho.

Este tipo de análise, tendo em conta, todas as limitações do índice proposto previamente identificadas, permite perceber onde estão as debilidades e disparidades entre municípios, uma análise raramente feita para estes níveis regionais, habitualmente apenas para níveis nacionais (Halkos et al., 2013; Li et al., 2017), ao mesmo tempo que permite facilitar a análise de dados para conceitos tão abrangentes e necessários nas economias atuais, tanto a nível de tomada de decisão política, como ao nível de consciencialização e mudança de paradigmas. Isto porque, a Economia Circular é uma realidade nos dias de hoje, surgindo como solução ao impacto das sociedades atuais na estabilidade e sustentabilidade do planeta, sendo importante a criação de novos indicadores e o maior número de pesquisas direcionadas nesta ótica, tendência verificada nos últimos anos (Korhonen et al., 2018; Pieroni et al., 2019; Franco-García et al., 2019), sendo este o objetivo principal desta dissertação.

Figura 10 - IEC Centro09/15 Análise Geográfica



Fonte: Elaboração Própria

### 5.3. Resultados para os municípios portugueses em 2015

Numa primeira fase, será importante fazer um estudo sobre as correlações que poderão existir entre as variáveis no modelo. Para o efeito apresentam-se os valores de correlação de *Pearson* e as respetivas significâncias estatísticas na tabela 6.

Tabela 6 – Correlações - Dados 2015

	CO2	CH4	N2O	IEC	PA	VAB
CO2	1,000					
CH4	0,661***	1,000				
N2O	0,546***	0,821***	1,000			
IEC	0,474***	0,370***	0,279***	1,000		
PA	0,756***	0,535***	0,404***	0,625***	1,000	
VAB	0,759***	0,514***	0,406***	0,613***	0,943***	1,000

Nota: Elaboração própria. \*, \*\*, \*\*\* Estatisticamente significativo a 10%, 5% e 1%, respetivamente.

Olhando para a tabela 6 de correlações, verificamos que todas as variáveis são estatisticamente significativas a 1% e evidenciam correlação positiva entre elas. Todavia, existem valores de correlação entre as variáveis explicativas acima de 65% indiciando que eventualmente poderão ocorrer problemas de multicolineariedade entre as variáveis. Nomeadamente entre as variáveis PA e VAB e para corrigir eventuais problemas, apresentam-se estimações considerando para as variáveis dependentes CO2, CH4 e N2O diferentes especificações, nomeadamente, considerando apenas os efeitos de PA e IEC, bem como os efeitos de VAB e IEC.

Depois de terem sido recolhidos e tratados os dados, a maneira de proceder escolhida foi efetuar uma regressão linear múltipla através do programa econométrico *Stata*. Regressão na qual obtemos os diferentes  $\beta$ 's alocados às diferentes variáveis.

Agora prosseguimos para a análise da regressão linear que estuda como varia o poluente CO2 face às variáveis independentes escolhidas, cujos resultados se apresentam na tabela 7.

Tabela 7 - Regressão Linear CO2

CO2	Coef.	Coef.	Coef.
<b>IEC</b>	-.1005842 (-0.28)	.0228008 (0.06)	.1080402 (0.30)
<b>PA</b>	.3847561*** (3.27)	.7885664 *** (15.64)	
<b>VAB</b>	.3411227 *** (3.78)		.6090356 *** (15.84)
<b>_cons</b>	-3.310669 *** (-5.21)	-3.05231 *** (-4.72)	-2.693978 *** (-4.37)
<b>Number of obs</b>	304	304	304
<b>R-sq:</b>	0.5920	0.5726	0.5775
<b>Adj R-squared</b>	0.5880	0.5698	0.5747
<b>Prob &gt; F</b>	0.0000	0.0000	0.0000

Nota: Elaboração própria. \*, \*\*, \*\*\* Estatisticamente significativo a 10%, 5% e 1% respectivamente. (t-stat).

Numa primeira fase é preciso verificar a significância global do modelo, e como  $\text{Prob} > F = 0.0000 < 0.05$ , rejeitamos  $H_0$ , o que é positivo, pois é o teste que verifica se todos os coeficientes no modelo são diferentes de 0. Neste caso o modelo é altamente significativo, nas três especificações de estimação realizadas.

Olhando para os valores dos coeficientes, numa primeira fase, os sinais dos mesmos vão de encontro ao esperado, onde o IEC apresenta um coeficiente negativo, pois um município com melhor performance a nível da EC será à partida um município com tendência para ter um número menor de emissões de poluentes atmosféricos, neste caso o CO2. Os coeficientes das restantes variáveis independentes são positivos, confirmando o que a literatura argumenta (Du, Li, & Ding, 2009; Halkos et al., 2013; Winans et al., 2017; European Commission, 2018; Liang et al., 2018; Bianco, 2019; Distelkamp & Meyer, 2019), onde o fator produtivo, regra geral, contribui de forma positiva para o aumento das emissões de poluentes atmosféricos, sendo negativo a nível de performance ambiental.

Nas duas regressões efetuadas tendo em conta o possível problema de multicolineariedade demonstrado na tabela de correlações (tabela 6), em que estudamos os efeitos de apenas duas variáveis explicativas na variável dependente, sem que as variáveis PA e VAB fossem analisadas em simultâneo, olhamos para os *p-values*, e podemos verificar que as variáveis independentes da PA e do VAB são estatisticamente significativas nas três regressões

analisadas, pois apresentam um  $p\text{-value} < 0.005$ , ou seja, são variáveis que influenciam significativamente o valor das emissões de CO<sub>2</sub>. Fazendo este mesmo teste para o IEC, este não é estatisticamente significativo em nenhuma das estimações. Este resultado pode ser explicado pelo facto de ser um indicador por nós proposto, tendo consciência de todas as limitações do mesmo e como este poderá a vir ser melhorado, já explicitado anteriormente. No entanto fica aqui o primeiro exemplo de como este pode ser usado como dado secundário para explicar as emissões.

Fazendo a mesma análise para as emissões de Metano e de Óxido Nitroso, obtemos os resultados apresentados nas tabelas 8 e 9, respetivamente.

**Tabela 8 - Regressão Linear CH<sub>4</sub>**

CH <sub>4</sub>	Coef.	Coef.	Coef.
IEC	.4154517 (0.90)	.436639 (0.95)	.6522967 (1.42)
PA	.436802 *** (2.89)	.5061431 *** (7.99)	
VAB	.0585766 (0.50)		.36273 *** (7.37)
_cons	-4.582518 *** (-5.61)	-4.538154 *** (-5.59)	-3.882407 *** (-4.92)
Number of obs	304	304	304
R-sq:	0.2890	0.2884	0.2693
Adj R-squared	0.2819	0.2837	0.2644
Prob > F	0.0000	0.0000	0.0000

Nota: Elaboração própria. \*, \*\*, \*\*\* Estatisticamente significativo a 10%, 5% e 1% respetivamente. (t-stat).

**Tabela 9 - Regressão Linear N<sub>2</sub>O**

N <sub>2</sub> O	Coef.	Coef.	Coef.
IEC	.2103066 (0.52)	.2613741 (0.65)	.2893119 (0.72)
PA	.1457057 (1.09)	.3128378 *** (5.58)	
VAB	.1411865 (1.38)		.2426441 *** (5.65)
_cons	-6.48 (-8.99)	-6.373068 *** (-8.88)	-6.246461 *** (-9.07)
Number of obs	304	304	304
R-sq:	0.1698	0.1645	0.1665
Adj R-squared	0.1615	0.1589	0.1609
Prob > F	0.0000	0.0000	0.0000

Nota: Elaboração própria. \*, \*\*, \*\*\* Estatisticamente significativo a 10%, 5% e 1% respetivamente. (t-stat).

Tanto para o Metano (CH<sub>4</sub>) como para o Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), analisando a significância global, ambos os *p-values* dos dois modelos são menores do que 0.05, sendo à semelhança da estimação anterior para o CO<sub>2</sub>, estatisticamente significativos, nas seis especificações de estimação realizadas.

Olhando para os valores dos coeficientes da variável IEC, tanto para o CH<sub>4</sub> como para o N<sub>2</sub>O, os valores são sempre positivos, sendo uma possível justificação, o facto de por norma, serem os municípios de maior dimensão aqueles que apresentam melhores níveis de desempenho de EC, como analisado anteriormente, sendo simultaneamente os municípios que apresentam maiores níveis de poluição. Por outras palavras, apesar de estes municípios serem os que têm melhor desempenho de EC, este desempenho ainda não é o suficiente de forma a influenciar negativamente as emissões dos poluentes atmosféricos, metano e óxido nitroso.

Quanto às variáveis independentes relacionadas com o fator produtivo, como esperado, os coeficientes tanto da PA como do VAB são positivos em todas as estimações, mais uma vez indo de encontro com a literatura estudada, onde é esperado que para maiores níveis de produção, se verifiquem maiores emissões de poluentes atmosféricos (Du et al. , 2009; Halkos et al., 2013; Winans et al., 2017; European Commission, 2018; Liang et al., 2018; Bianco, 2019; Distelkamp & Meyer, 2019).

Na tabela 8, na primeira estimação apenas a variável PA é estatisticamente significativa, no entanto, tendo em conta o problema da possibilidade de existir multicolineariedade, e realizando-se as duas estimações apenas com duas variáveis explicativas, a PA mantém a significância estatística, e a variável VAB quando apenas estudada em conjunto com IEC também se torna estatisticamente significativa. Adicionalmente, ambas as variáveis são altamente significativas, pois os valores de *p-value* são inferiores a 0.01, ou seja, são variáveis que influenciam significativamente o valor das emissões de metano (CH<sub>4</sub>).

Observando a tabela 9, numa primeira estimação, nenhuma das variáveis explicativas é estatisticamente significativa. Tendo em conta a tabela das correlações (tabela 6) e a possibilidade de existir problemas de

multicolineariedade, foram realizadas duas regressões com apenas duas variáveis explicativas. Nestes casos, tanto PA como VAB, passam a assumir valores de *p-value* inferiores a 0.01, sendo assim variáveis altamente significativas nas emissões de Óxido Nitroso (N2O).

A variável IEC, à semelhança das regressões anteriores, nunca apresenta valores de *p-value* inferiores a 0.1, ou seja, nunca é uma variável estatisticamente significativa.

## 5.2. Resultados para os municípios do centro 2009-2015

Numa primeira análise, devemos estudar os níveis de correlação entre variáveis, cujos resultados e respetiva significância estatística se apresentam na tabela 11. No caso da região centro apenas foi utilizada como variável dependente as emissões de CO2 devido à escassez de dados para os outros poluentes, como os utilizados no subcapítulo anterior.

**Tabela 10 - Correlações - Dados 2009 a 2015**

	<b>CO2</b>	<b>IEC</b>	<b>VAB</b>	<b>PA</b>
<b>CO2</b>	1,000			
<b>IEC 09/15</b>	0,476***	1,000		
<b>VAB</b>	0,164***	-0,007	1,000	
<b>PA</b>	0,660***	0,723***	0,101**	1,000

Nota: \*, \*\*, \*\*\* estatisticamente significativo a 10%, 5% e 1% respetivamente.

Olhando para a tabela 10 de correlações, verificamos que todas as variáveis evidenciam correlação positiva entre elas, com a exceção da relação entre o IEC e o VAB. Todavia, existem valores de correlação entre as variáveis explicativas acima de 65% indiciando que eventualmente poderão ocorrer problemas de multicolineariedade entre as variáveis. Nomeadamente entre as variáveis PA e IEC e para corrigir eventuais problemas, apresentam-se estimações considerando para a variável dependente CO2, diferentes especificações onde são tidos em conta apenas os efeitos de IEC e VAB, bem como os efeitos de PA e VAB.

Depois de terem sido recolhidos e tratados os dados, é feito o Teste *Hausman*, os resultados obtidos com a amostra para o Teste de *Hausman* apresentam-se na tabela 11.

Tabela 11 - Teste de Hausman

	(b) fe	(B) re	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
<b>IEC</b>	,3807004	,3673486	,0133518	,1392657
<b>VAB</b>	,3130824	,2558877	,0571946	,214475
<b>Test:</b>	Ho: difference in coefficients not systematic			
<b>chi2(2)</b>	(b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B) = 0,08			
<b>Prob&gt;chi2</b>	0,9586			

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg

B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Fonte: Elaboração Própria.

Devemos aceitar a Hipótese Nula caso o *p-value* de *Hausman* seja maior que 5%, e nesse caso será apropriado utilizar um modelo de efeitos aleatórios.

Como verificado no teste o  $\text{Prob}>\chi^2 = 0,9586 > 0,05$ , logo devemos aceitar a hipótese nula e pelo Teste de *Hausman*, podemos afirmar que o modelo de efeitos aleatórios é o modelo mais apropriado a adotar, pelo que no capítulo seguinte já só se apresentam os resultados obtidos com a estimação em painel considerando EA.

Desta forma foi realizada uma regressão econométrica para os dados em painel nos anos de 2009 a 2015, através de um modelo de efeitos aleatórios, utilizando-se o programa econométrico *Stata*. Nesta regressão obtemos simultaneamente os diferentes  $\beta$ 's alocados às diferentes variáveis, as respetivas significâncias estatísticas dos coeficientes e a significância global do modelo estimado.

Os resultados do modelo de dados em painel de efeitos aleatórios apresentam-se na tabela 12.

Tabela 12 - Modelo Efeitos Aleatórios CO2

CO2	Coef.	Coef.	Coef.
IEC	.3673486 (0.62)	1.31347 ** (2.21)	
VAB	.2558877 * (1.71)	.3501224 ** (2.10)	.253143 * (1.70)
PA	1.752487 *** (7.45)		1.792155 *** (7.97)
_cons	-9.17426 *** (-3.48)	5.748281 *** (3.04)	-9.727478 *** (-3.95)
Number of groups	74	74	74
R-sq:	0.4464	0.1182	0.4463
Wald chi2	68.71	9.29	69.15
Prob > chi2	0.0000	0.0096	0.0000
sigma u	1.8635697	(fraction of variance due to u_i)	
sigma_e	.78189587		
rho	.85031262		

Nota: Elaboração própria. \*, \*\*, \*\*\* Estatisticamente significativo a 10%, 5% e 1% respetivamente. (z-stat).

Numa primeira análise aos resultados da estimação podemos verificar que o valor de Prob > chi2 é menor que 0.05, rejeitando-se H0, o que é positivo, pois é este teste que procura verificar se todos os coeficientes no modelo são diferentes de 0. Assim, em todas as regressões deste modelo concluímos pela significância global da estimação realizada. Sendo um modelo de efeitos aleatórios este assume uma correlação de 0, pois assume que as diferenças ao longo das unidades não estão correlacionados com os estimadores.

Numa primeira fase analisando os valores dos *p-values* e assumindo  $p < 0,05$ , apenas a variável da população ativa (PA) é estatisticamente significativa, indicando que a população ativa assume uma influência significativa na nossa variável dependente, neste caso as Emissões de CO2, assumindo um valor de  $p < 0,10$  a variável independente do Valor Acrescentado Bruto também se torna uma variável estatisticamente significativa.

Tendo em conta a tabela de correlações (Tabela 10) e o possível problema de multicolineariedade entre as variáveis PA e IEC, realizamos duas regressões sem que estas variáveis sejam analisadas em conjunto. Nesse caso, em ambas as regressões, a variável da PA é altamente significativa (significância a 1%), e a variável VAB é significativa a 5% aquando analisada em simultâneo com o IEC, e a 10% quando analisada em simultâneo com a PA.

O IEC assume pela primeira vez significância estatística a 5%, quando analisado o seu impacto nas emissões de CO<sub>2</sub> apenas em simultâneo com o VAB.

Tendo em conta os coeficientes, a interpretação terá de ter em conta que devido ao facto de ser um modelo de efeitos aleatórios é necessário ter em atenção que estes valores incluem tanto os efeitos *within-entity* e *between-entity*. Por análise da tabela 12, podemos retirar de ilação que todas as variáveis independentes assumem valores positivos, ou seja, as variáveis assumem uma influência positiva no valor das emissões de CO<sub>2</sub>, indo de encontro ao que seria previamente esperado, pois um município com maior população ativa terá tendência a aumentar os seus níveis de CO<sub>2</sub>, assim como quanto ao Valor Acrescentado Bruto. Esta conclusão deriva do facto de estes dois indicadores serem altamente ligados ao fator produtivo, sendo algo factual nas economias atuais e verificado por grande parte da literatura estudada, pois tem havido consenso na literatura que evidencia que onde existe maiores níveis de produção existem maiores níveis de CO<sub>2</sub> (Du et al., 2009; Halkos et al., 2013; Winans et al., 2017; European Commission, 2018; Liang et al., 2018; Bianco et al., 2019; Distelkamp & Meyer, 2019).

Quanto ao coeficiente da variável IEC, este é positivo, o que mais uma vez, pode ser estranho, pois em condições normais, altos níveis de circularidade nas economias deveriam influenciar negativamente as emissões de um poluente atmosférico como o CO<sub>2</sub>, mas uma possível justificação, semelhante ao que aconteceu nos modelos de regressão linear, os municípios que apresentam melhor performance de EC são ao mesmo tempo os municípios de maior dimensão e os que também têm uma maior pegada ambiental, sendo que apesar de serem economias mais circulares, ainda não o são de forma suficiente para influenciar negativamente as emissões, pois estas são ainda muito altas.



## 6. Conclusões

Este trabalho procurou analisar o desempenho dos municípios portugueses face a um conceito como o de Economia Circular, sendo esta uma análise sempre complexa, pela diversidade de indicadores e áreas que o próprio conceito abrange. No entanto, o índice aqui proposto surge como uma forma intuitiva de comparar os diferentes municípios, tendo em conta o seu contexto geográfico ou as características de dimensão e de recursos, dos mesmos, o índice poderá também ser aplicado para qualquer nível de segregação geográfica.

Hoje em dia é imperativo caminhar para uma economia circular, uma vez que isso ajuda no combate à sobrecarga que o planeta terra está submetido, devido a uma prática insustentável de exploração de recursos, tratamento de resíduos ineficientes e de níveis de poluição atingidos que no longo prazo serão incomportáveis. Neste sentido, as práticas governamentais para atingir essa meta são algo de extrema relevância e que devem não só continuar a tendência criada na última década, mas também aumentá-la ao longo dos anos.

Sendo evidente a importância de uma forte e abrangente aposta em políticas públicas voltadas para a Economia Circular, ou pelo menos para que se atinja economias ambientalmente mais sustentáveis, é tanto por nós verificado como pela literatura atual, que para que estas medidas tenham o impacto desejável, é preciso que continue a existir o esforço na criação de indicadores ou até na obtenção de dados que complementem os existentes, refletindo da melhor forma as características dos municípios. Esta evidência permite espelhar a realidade a nível micro de como Portugal atua a nível da Economia Circular, que por vezes é ignorado, ficando a recolha e tratamento dos dados muitas vezes só a nível de país. O IEC aqui proposto, apesar de todas as limitações já assumidas, surge como uma proposta de solução para esta necessidade.

Acreditamos que a existência de poucos indicadores e informação estatística relevante continua a colocar problemas tanto à atuação dos decisores políticos como à própria avaliação dos resultados da política, apoiamos assim, a contínua investigação desta temática.



## Referências

- Andersen, M. S. (2007). An introductory note on the environmental economics of the circular economy, 133–140. <https://doi.org/10.1007/s11625-006-0013-6>
- Banaitė, D., & Tamošiūnienė, R. (2016). Sustainable Development: the Circular Economy Indicators' Selection Model. *Journal of Security and Sustainability Issues*, 6(2), 315–323. [https://doi.org/10.9770/jssi.2016.6.2\(10\)](https://doi.org/10.9770/jssi.2016.6.2(10))
- Behrens, A., Taranic, I., Rizos, V. (2015). Resource Efficiency Indicators for Policy-Making. *CEPS* No. 415/November. <http://aei.pitt.edu/id/eprint/69666>
- Bianco, V., Cascetta, F., Marino, A., Nardini, S. (2019). Understanding energy consumption and carbon emissions in Europe: A focus on inequality issues, *Energy*, 170, 120-130. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.12.120>.
- BIO Intelligence Service (2012). Institute for Social Ecology and Sustainable Europe Research Institute, *Assessment of Resource Efficiency Indicators and Targets*, Final Report Prepared for the European Commission, DG Environment., (June), 11–267. [https://ec.europa.eu/environment/enveco/resource\\_efficiency/pdf/report.pdf](https://ec.europa.eu/environment/enveco/resource_efficiency/pdf/report.pdf)
- Blažek, J., & Kadlec, V. (2019). Knowledge bases, R&D structure and socio-economic and innovation performance of European regions. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 32:1, 26-47, <https://doi.org/10.1080/13511610.2018.1491000>
- Bocken, N.M., Olivetti, E.A., Cullen, J.M., Potting J., Lifset R. (2017). Taking the circularity to the next level: a special issue on the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 21, 476-482, <https://doi.org/10.1111/jiec.12606>
- Christis, M., Athanassiadis, A., Vercauteren, A. (2019) Implementation at a city level of circular economy strategies and climate change mitigation – the case of Brussels, *Journal of Cleaner Production*, 218, 511-520. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.180>.
- Chung, Y.H., Fare, R., Grosskopf, S. (1997). Productivity and undesirable outputs: a directional distance function approach. *Journal of Environmental Management*, 51, 229–240. <https://doi.org/10.1006/jema.1997.0146>
- Costanza, R. (2000). The dynamics of the ecological footprint concept. *Ecological Economics*, 32(3), 341–345. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00150-0](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00150-0)

- D'Amato, D., Droste, N., Winkler, K.J., Toppinen A. (2019). Thinking green, circular or bio: Eliciting researchers' perspectives on a sustainable economy with Q method. *Journal of Cleaner Production*, 230, 460-476. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.099>.
- de Jesus, A., Antunes, P., Santos, R., Mendonça S. (2019). Eco-innovation pathways to a circular economy: Envisioning priorities through a Delphi approach. *Journal of Cleaner Production*, 228, 1494-1513. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.049>
- Distelkamp, M., Meyer, M. (2019). Pathways to a Resource-Efficient and Low-Carbon Europe. *Ecological Economics*, 155, 2019, 88-104. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.07.014>.
- Domenech, T., Bahn-Walkowiak, B. (2019), Transition Towards a Resource Efficient Circular Economy in Europe: Policy Lessons From the EU and the Member States. *Ecological Economics*, 155, 7-19. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.11.001>.
- Du, H., Li, B., & Ding, H. (2009). Circular economy and regional economic development in the Zhejiang province, southern China. *International Journal of Environmental Technology and Management*, 11(4), 319–329. <https://doi.org/10.1504/IJETM.2009.027613>
- EASAC – European Academies' Science Advisory Council. (2016). *Indicators for a circular economy*. Retrieved from <http://www.easac.eu/home/reports-and-statements/detail-view/article/circular-eco-1.html>
- EEA-European Environment Agency (2016). *Circular Economy in Europe - Developing the Knowledge Base*. EEA Report No 2/2016, p. 37. <https://www.eea.europa.eu/publications/circular-economy-in-europe>
- European Commission. (2018). *A European Strategy for Plastics*. European Commission, 24. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b02368>
- European Commission. (2018) (b). Commission Staff Working Document. *Report on Critical Raw Materials and the Circular Economy*. SWD(2018) 36 final. 16.1.2018 (PART 1/3), 1–15. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ewers, R. M., & Smith, R. J. (2007). Choice of index determines the relationship between corruption and environmental sustainability. *Ecology and Society*,

12(1). r2 <https://doi.org/10.5751/ES-01950-1201r02>

- Fare R., Grosskopf S., Lovell CAK., Pasurka C. (1989). Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable. *The Review of Economics and Statistics*, 71, 90–98. <https://www.jstor.org/stable/1928055>
- Fare R., Grosskopf S., Tyteca D. (1996). An activity analysis model of the environment performance of firms: application to fossil-fuel-fired electric utilities. *Ecological Economics*, 18, 161–175. [https://doi.org/10.1016/0921-8009\(96\)00019-5](https://doi.org/10.1016/0921-8009(96)00019-5)
- Franco-García ML., Carpio-Aguilar J.C., Bressers H. (2019). *Towards Zero Waste, Circular Economy Boost: Waste to Resources*. In: Franco-García ML., Carpio-Aguilar J., Bressers H. (eds) *Towards Zero Waste*, 1-8. *Greening of Industry Networks Studies*, vol 6. Springer, Cham [https://doi.org/10.1007/978-3-319-92931-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-92931-6_1)
- Frosch, R.A., N. Gallopoulos. (1989). Strategies for manufacturing. *Scientific American* 261(3):144-152. <https://www.jstor.org/stable/24987406>
- 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>
- Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D., Heinz, M. (2015). How circular is the global economy?: an assessment of material flows, waste production, and recycling in the European Union and the world in 2005. *Journal of Industrial Ecology*, 19 (5), 765-777. <http://hdl.handle.net/10.1111/jiec.2015.19.issue-5>
- Halkos, G. E., Sundström, A., & Tzeremes, N. G. (2015). Regional environmental performance and governance quality: a nonparametric analysis. *Environmental Economics and Policy Studies*, 17(4), 621–644. <https://doi.org/10.1007/s10018-015-0106-5>.
- Halkos, G., Sundstrom, A., & Tzeremes, N. (2013). *Environmental performance and quality of governance: A non-parametric analysis of the NUTS 1-regions in France, Germany and the UK*, (48890). [https://mpra.ub.uni-muenchen.de/48890/1/MPRA\\_paper\\_48890.pdf](https://mpra.ub.uni-muenchen.de/48890/1/MPRA_paper_48890.pdf)
- Hoffmeyer-Zlotnik, J. H. P., & Warner, U. (2011). Concepts of labour status and their operationalisation in cross-national comparative social surveys. *Metodoloski Zvezki*, 8(1), 99–113. <https://bit.ly/34bNByn>

- Hofhuis, M. (2017). *Examining the relationship between circular performance and financial performance of the European private sector*. Master Thesis <http://edepot.wur.nl/437564>
- International Labour Organization (ILO) (1982). *Resolution Concerning Statistics of the Economically Active Population, Employment, Unemployment and Underemployment. Adopted by the Thirteenth International Conference of Labour Statisticians*. [www.ilo.org/public/english/bureau/stat/download/res/ecacpop.pdf](http://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/download/res/ecacpop.pdf)
- International Labour Organization (ILO) (1990). *Surveys of Economically Active Population, Employment, Unemployment and Under Employment: An ILO Manual on Concepts and Methods*. Geneva: ILO. <http://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/download/lfs.pdf>
- Jawahir, I. S., Bradley, R. (2016). Technological Elements of Circular Economy and the Principles of 6R-Based Closed-loop Material Flow in Sustainable Manufacturing. *Procedia CIRP*, 40, 103–108. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.067>
- Klemeš, J.J., Varbanov P.S., Walmsley T.G., Foley A., (2019). Process Integration and Circular Economy for Renewable and Sustainable Energy Systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 116, 109435. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109435>.
- Korhonen J., Honkasalo A., Seppälä J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, 143, 37-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>.
- Kumar, V., Sezersan, I., Garza-Reyes, J., Gonzalez, E. and AL-Shboul, M. (2019). Circular economy in the manufacturing sector: benefits, opportunities and barriers. *Management Decision*, 57, 4, 1067-1086. <https://doi.org/10.1108/MD-09-2018-1070>
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, 143, 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- Kruglianskas, Ribeiro. (2014). *A Economia Circular no contexto europeu: Conceito e potenciais de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos*. Retrieved from

- <http://www.engema.org.br/XVIENGEMA/473.pdf>
- Li, Z., Ouyang, X., Du, K., & Zhao, Y. (2017a). Does government transparency contribute to improved eco-efficiency performance? An empirical study of 262 cities in China. *Energy Policy*, 110(August), 79–89. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.08.001>
- Li, Z., Ouyang, X., Du, K., & Zhao, Y. (2017b). Does government transparency contribute to improved eco-efficiency performance? An empirical study of 262 cities in China. *Energy Policy*, 110(February), 79–89. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.08.001>
- Liang, S., Wang, Y., Zhang, C., Xu, M., Yang, Z., Liu, W., Liu, H., Chiu, A.S.F. (2018). Final production-based emissions of regions in China. *Economic Systems Research*, 30(1), 18-36. DOI: 10.1080/09535314.2017.1312291
- Linder, M., Sarasini, S., van Loon, P., (2017). A metric for quantifying product-level circularity. *Journal of Industrial Ecology*, 21, 545-558. <https://doi.org/10.1111/jiec.12552>
- Liu, X.D. (2010). Study on the effect of biogas project on the development of lowcarbon circular economy - A case study of Beilangzhong eco-village. *Energy Policy*, 5, 160-166. doi:10.1016/j.proenv.2011.03.062.
- López, R., Mitra, S. (2000). Corruption, pollution, and the Kuznets Environment Curve. *Journal of Environmental Economics and Management*, 40(2), 137–150. <https://doi.org/10.1006/jeem.1999.1107>.
- Ma, W., Ma, C., Liu, J. (2010). *Transformation of Chinese Agricultural Economy to Low Carbon under Guidance of Circular Economy*, International Conference on E-Product E-Service and E-Entertainment, Henan, 2010, 1-3. doi: 10.1109/ICEEE.2010.5660650
- Mayer A., Haas W., Wiedenhofer D., Krausmann F., Nuss P., Blengini G.A. (2019). Measuring Progress towards a Circular Economy: A Monitoring Framework for Economy-wide Material Loop Closing in the EU28. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 62-76. <https://doi.org/10.1111/jiec.12809>
- McDowall, W. , Geng, Y. , Huang, B. , Barteková, E. , Bleischwitz, R. , Türkeli, S. , Kemp, R. and Doménech, T. (2017). Circular Economy Policies in China and Europe. *Journal of Industrial Ecology*, 21, 651-661. doi:10.1111/jiec.12597

- Millar, N., McLaughlin, E., Börger, T. (2019). The Circular Economy: Swings and Roundabouts? *Ecological Economics*, 158, 11-19. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.12.012>.
- Mitrovic, D., Veselinov, M. (2018). *Measuring Countries Competitiveness in Circular Economy - Composite Index Approach*. <https://bit.ly/36bZE0t>.
- Morse, S. (2006). Is corruption bad for environmental sustainability? A cross-national analysis. *Ecology and Society*, 11(1). <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art22/>.
- Neumayer, E. (2003). Are left-wing party strength and corporatism good for the environment? Evidence from panel analysis of air pollution in OECD countries. *Ecological Economics*, 45(2), 203–220. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(03\)00012-0](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00012-0)
- Olabi, A.G. (2019). Circular economy and renewable energy. *Energy*, 181, 450-454. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.05.196>.
- Park, J.Y., Chertow, M.R., (2014). Establishing and testing the "reuse potential" indicator for managing wastes as resources. *Journal of Environmental Management*, 137, 45-53. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.11.053>.
- Pieroni, M., McAloone, T., Pigosso, D. (2019). Business model innovation for circular economy and sustainability: A review of approaches, *Journal of Cleaner Production*, 215, 198-216. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.036>.
- Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2016). *Circular Economy: Measuring innovation in the product chain - Policy report*. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, (2544), 42. <https://bit.ly/2JtLhLi>.
- Rico, Corinne. (2019). *Local and Regional Governments Using Waste to Inform Circular Economy Policy*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3377061>; <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3377061>
- Roeger, W. (1995). Can Imperfect Competition Explain the Difference between Primal and Dual Productivity Measures? Estimates for U.S. Manufacturing, *Journal of Political Economy*, 103(2), 316-330. <https://doi.org/10.1086/261985>
- Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y., Cluzel, F., & Kendall, A. (2019). A taxonomy of circular economy indicators. *Journal of Cleaner Production*, 207, 542–559.

- <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.014>
- Sassanelli, C., Rosa P., Rocca, R., & Terzi, S. (2019). Circular economy performance assessment methods: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 229, 440-453. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.019>.
- Sauvé, S., Bernard, S., & Sloan, P. (2016). Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental Development*, 17, 48–56. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.09.002>
- Schroeder, P., Anggraeni, K., Weber, U. (2019). The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 77-95. <https://doi.org/10.1111/jiec.12732>
- Scruggs, L. (2009). Democracy and Environmental Protection: An Empirical Analysis. In *Annual Meeting of the Midwest Political Science Association 67th Annual National Conference, The Palmer House Hilton, Chicago, Illinois.*, (37), 1–37. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.516.2802&rep=rep1&type=pdf>
- Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., Yu, X. (2013). A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, 215–227. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2012.11.020>
- Timmer, M. P., O'mahony, M., & Van Ark, B. (2007). Growth and productivity accounts from EU KLEMS: An overview. *National Institute Economic Review*, 200(1), 64–78. <https://doi.org/10.1177/0027950107080390>
- van Buren, N., Demmers, M., van der Heijden, R., & Witlox, F. (2016). Towards a circular economy: The role of Dutch logistics industries and governments. *Sustainability (Switzerland)*, 8(7), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su8070647>
- Vercalsteren, A., Christis, M., & Van Hoof, V. (2017). *Indicators for a circular economy*. SUMMA+ , 43. <https://bit.ly/34aPwDn>.
- Wang, N., Lee, J. C. K., Zhang, J., Chen, H., & Li, H. (2018). Evaluation of Urban circular economy development: An empirical research of 40 cities in China. *Journal of Cleaner Production*, 180, 876–887. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.089>

- Wang, N., Guo, Z., Meng, F., Wang, H., Yin, J., Liu, Y. (2019). The circular economy and carbon footprint: A systematic accounting for typical coal-fuelled power industrial parks. *Journal of Cleaner Production*, 229, 1262-1273. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.064>.
- Winans, K., Kendall, A., & Deng, H. (2017). The history and current applications of the circular economy concept. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 825–833. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2016.09.123>
- Wysokinska, Z. (2016). The “New” Environmental Policy Of The European Union: A Path To Development Of A Circular Economy And Mitigation Of The Negative Effects Of Climate Change. *Comparative Economic Research. Central and Eastern Europe*, 19(2), 57-73. <https://doi.org/10.1515/ce-2016-0013>
- Zeller, V., Towa, E., Degrez, M., & Achten, W. M. J. (2019). Urban waste flows and their potential for a circular economy model at city-region level. *Waste Management*, 83, 83–94. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.10.034>

## Anexo 1

Tabela 13 - Desempenho dos Municípios - IEC PT2015

IEC PT2015 - Ordenado de Melhor a pior desempenho															
Lisboa	0,73578	Viseu	0,59211	Vagos	0,54993	Vila da Praia da Vitória	0,52675	Vila Pouca de Aguiar	0,49465	Vila Verde	0,46861	Vinhais	0,43742	Moimenta da Beira	0,40112
Cascais	0,69854	Santa Maria da Feira	0,59117	Beja	0,54975	Portimão	0,52508	Sabugal	0,49422	Mira	0,46732	Amares	0,43327	Vimioso	0,40012
Sintra	0,69308	Póvoa de Varzim	0,58921	São João da Madeira	0,54975	Nisa	0,52465	Góis	0,49387	Cadaval	0,46591	Vila do Porto	0,43149	Aguiar da Beira	0,39969
Mafra	0,66755	Tomar	0,58811	Montemor-o-Novo	0,54960	Vila Real de Santo António	0,52430	Câmara de Lobos	0,49371	Vila de Rei	0,46589	Vila Nova da Barquinha	0,43141	Pampilhosa da Serra	0,39918
Porto	0,65680	São Brás de Alportel	0,58788	Oliveira do Hospital	0,54762	Alter do Chão	0,52113	Rio Maior	0,49332	Vila Nova de Poiares	0,46491	Barrancos	0,43139	Lousada	0,39713
Ponta Delgada	0,65310	Torres Vedras	0,58766	Constância	0,54746	Covilhã	0,52070	Elvas	0,49313	Vila Flor	0,46411	Torre de Moncorvo	0,43137	Castelo de Paiva	0,39699
Leiria	0,65308	Ovar	0,58743	Ribeira Brava	0,54738	Sardoal	0,52038	Barcelos	0,49270	Castro Marim	0,46395	Sátão	0,42928	Mondim de Basto	0,39464
Guarda	0,65300	Vila Franca de Xira	0,58674	Calheta [R.A.M.]	0,54684	Sever do Vouga	0,51927	Horta	0,49207	Belmonte	0,46366	Crato	0,42794	Carraceda de Ansiães	0,39452
Vila Nova de Famalicão	0,64775	Alenquer	0,58670	Vale de Cambra	0,54619	Soure	0,51774	Portel	0,49093	Alvaiázere	0,46327	Vila Real	0,42673	Sernancelhe	0,39274
Oeiras	0,64278	Chamusca	0,58559	Vila Viçosa	0,54404	Almeida	0,51680	Alpiarça	0,49048	Monforte	0,46309	Mourão	0,42669	Terras de Bouro	0,38910
Loulé	0,64004	Machico	0,58543	Condeixa-a-Nova	0,54382	Trofa	0,51608	Ansião	0,48923	Póvoa de Lanhoso	0,46243	Sines	0,42618	Vila Nova de Foz Côa	0,38892
Aveiro	0,63753	Torres Novas	0,58476	Campo Maior	0,54380	Bragança	0,51582	Miranda do Corvo	0,48761	Gouveia	0,46239	Mangualde	0,42518	Peso da Régua	0,38826
Gondomar	0,63628	Loures	0,58453	Porto de Mós	0,54267	Porto Santo	0,51494	Borba	0,48719	Velas	0,46176	Alcácer do Sal	0,42258	Paços de Ferreira	0,38786
Matosinhos	0,63499	Águeda	0,58228	Esposende	0,54169	Arruda dos Vinhos	0,51437	Trancoso	0,48641	Alandroal	0,45714	Castanheira de Pêra	0,42250	Cabeceiras de Basto	0,38506
Vila Nova de Gaia	0,63064	Maia	0,58198	Fundão	0,54094	Gavião	0,51371	Proença-a-Nova	0,48604	Moita	0,45542	Mértola	0,42250	Valpaços	0,38013
Figueira da Foz	0,62692	Ílhavo	0,58139	Porto Moniz	0,54061	Fronteira	0,51367	Lourinhã	0,48573	Murtosa	0,45520	Caminha	0,42146	Penalva do Castelo	0,37878
Nordeste	0,62686	Benavente	0,57971	Vendas Novas	0,54022	Batalha	0,51310	Carregal do Sal	0,48426	Baião	0,45459	Monção	0,42103	Alcoutim	0,37664
Setúbal	0,62600	Silves	0,57942	Montijo	0,53951	Salvaterra de Magos	0,51294	Odemira	0,48369	Mêda	0,45424	Alvito	0,42101	Vieira do Minho	0,37024
Olhão	0,62012	Tavira	0,57858	Vila Franca do Campo	0,53932	Lajes do Pico	0,51281	Madalena	0,48304	Castelo de Vide	0,45324	Alfândega da Fé	0,42084	Oliveira de Frades	0,36930
Valongo	0,61509	Cartaxo	0,57599	Coruche	0,53750	Braga	0,51138	Oleiros	0,48259	Cuba	0,45313	Corvo	0,41941	Paredes de Coura	0,36611
Vila do Conde	0,61306	Fafe	0,57505	Castelo Branco	0,53697	Marco de Canaveses	0,51067	Felgueiras	0,48152	Celorico da Beira	0,45162	Ferreira do Alentejo	0,41906	Freixo de Espada à Cinta	0,36456

<b>Guimarães</b>	0,61184	<b>Monchique</b>	0,57468	<b>Sesimbra</b>	0,53691	<b>Estremoz</b>	0,51044	<b>Alcochete</b>	0,48036	<b>Santana</b>	0,44960	<b>Marvão</b>	0,41886	<b>Cinfães</b>	0,36041
<b>Santa Cruz</b>	0,61008	<b>Santa Cruz da Graciosa</b>	0,57440	<b>Oliveira de Azeméis</b>	0,53642	<b>Entroncamento</b>	0,50783	<b>Amarante</b>	0,47719	<b>Mogadouro</b>	0,44939	<b>São Roque do Pico</b>	0,41821	<b>Nazaré</b>	0,35949
<b>Lagoa</b>	0,60847	<b>Anadia</b>	0,56843	<b>Faro</b>	0,53597	<b>Moura</b>	0,50672	<b>Miranda do Douro</b>	0,47652	<b>Tondela</b>	0,44882	<b>Vila Nova de Paiva</b>	0,41584	<b>Ponte da Barca</b>	0,35802
<b>Funchal</b>	0,60779	<b>Marinha Grande</b>	0,56665	<b>Seia</b>	0,53562	<b>Penacova</b>	0,50652	<b>Bombarral</b>	0,47623	<b>Fornos de Algodres</b>	0,44788	<b>Celorico de Basto</b>	0,41565	<b>Ribeira de Pena</b>	0,35644
<b>Ribeira Grande</b>	0,60695	<b>Alcanena</b>	0,56608	<b>Albergaria-a-Velha</b>	0,53546	<b>Oliveira do Bairro</b>	0,50605	<b>Mirandela</b>	0,47490	<b>Pinhel</b>	0,44741	<b>Castro Daire</b>	0,41481	<b>Sabrosa</b>	0,35411
<b>Sertã</b>	0,60103	<b>Palmela</b>	0,56461	<b>Caldas da Rainha</b>	0,53444	<b>Mortágua</b>	0,50519	<b>Almodôvar</b>	0,47486	<b>Sousel</b>	0,44572	<b>Calheta [R.A.A.]</b>	0,41420	<b>São João da Pesqueira</b>	0,35260
<b>Lagos</b>	0,60054	<b>Pombal</b>	0,56422	<b>Redondo</b>	0,53428	<b>Arraiolos</b>	0,50470	<b>Castro Verde</b>	0,47431	<b>Tarouca</b>	0,44471	<b>Melgaço</b>	0,41404	<b>Vila Nova de Cerveira</b>	0,35211
<b>Santarém</b>	0,59902	<b>Lousã</b>	0,56332	<b>Cantanhede</b>	0,53382	<b>Óbidos</b>	0,50423	<b>Vidigueira</b>	0,47253	<b>Ourique</b>	0,44063	<b>Vila Velha de Ródão</b>	0,41395	<b>Alijó</b>	0,35039
<b>Alcobaça</b>	0,59898	<b>Lagoa [R.A.A.]</b>	0,56105	<b>Golegã</b>	0,53356	<b>Arganil</b>	0,50294	<b>Avis</b>	0,47220	<b>São Pedro do Sul</b>	0,44030	<b>Nelas</b>	0,41310	<b>Armamar</b>	0,34538
<b>Coimbra</b>	0,59786	<b>Montemor-o-Velho</b>	0,55694	<b>Barreiro</b>	0,53256	<b>Figueira de Castelo Rodrigo</b>	0,50200	<b>Serpa</b>	0,47194	<b>Penamacor</b>	0,44028	<b>Povoação</b>	0,41181	<b>Murça</b>	0,34169
<b>Portalegre</b>	0,59786	<b>Almeirim</b>	0,55555	<b>Viana do Castelo</b>	0,53235	<b>Ponte de Lima</b>	0,50170	<b>Chaves</b>	0,47145	<b>Grândola</b>	0,43993	<b>Arronches</b>	0,40972	<b>Penedono</b>	0,33602
<b>Évora</b>	0,59632	<b>Almada</b>	0,55553	<b>Vizela</b>	0,53178	<b>Arouca</b>	0,50110	<b>Macedo de Cavaleiros</b>	0,46949	<b>Reguengos de Monsaraz</b>	0,43973	<b>Idanha-a-Nova</b>	0,40862	<b>Valença</b>	0,33445
<b>Santo Tirso</b>	0,59583	<b>Abrantes</b>	0,55539	<b>Azambuja</b>	0,53172	<b>Ponta do Sol</b>	0,50055	<b>Espinho</b>	0,46922	<b>Arcos de Valdevez</b>	0,43879	<b>Pedrógão Grande</b>	0,40748	<b>Mesão Frio</b>	0,33433
<b>Ourém</b>	0,59559	<b>Ferreira do Zêzere</b>	0,55510	<b>Santiago do Cacém</b>	0,53115	<b>Vouzela</b>	0,49963	<b>Mora</b>	0,46916	<b>Paredes</b>	0,43838	<b>Tábua</b>	0,40453	<b>Tabuaço</b>	0,32638
<b>Albufeira</b>	0,59402	<b>Ponte de Sor</b>	0,55359	<b>Aljezur</b>	0,53068	<b>Peniche</b>	0,49843	<b>Figueiró dos Vinhos</b>	0,46908	<b>Aljustrel</b>	0,43824	<b>Viana do Alentejo</b>	0,40453	<b>Santa Marta de Penaguião</b>	0,31884
<b>Amadora</b>	0,59369	<b>Seixal</b>	0,55294	<b>São Vicente</b>	0,53035	<b>Sobral de Monte Agraço</b>	0,49812	<b>Mação</b>	0,46881	<b>Manteigas</b>	0,43789	<b>Lamego</b>	0,40253	<b>Montalegre</b>	0,31800
<b>Estarreja</b>	0,59265	<b>Angra do Heroísmo</b>	0,55293	<b>Vila do Bispo</b>	0,52810	<b>Penafiel</b>	0,49626	<b>Penela</b>	0,46867	<b>Santa Comba Dão</b>	0,43785	<b>Boticas</b>	0,40171	<b>Resende</b>	0,30408

## Anexo 2

Tabela 14 - Desempenho dos Municípios - IEC Centro 09/15

IEC Centro09/15 - Ordenado de Melhor a pior desempenho													
	2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015
Leiria	0,7375541	Leiria	0,7373222	Leiria	0,7390229	Leiria	0,7125077	Leiria	0,6993661	Leiria	0,69782	Guarda	0,69851577
Porto de Mós	0,7120439	Coimbra	0,7159091	Coimbra	0,6767161	Coimbra	0,6616419	Coimbra	0,6600186	Coimbra	0,6740878	Leiria	0,693181818
Coimbra	0,7091064	Aveiro	0,6724644	Porto de Mós	0,6591682	Guarda	0,6428571	Estarreja	0,6594774	Aveiro	0,6637291	Aveiro	0,679576376
Viseu	0,6961967	Porto de Mós	0,671846	Viseu	0,6517471	Castelo Branco	0,6399196	Viseu	0,6358225	Guarda	0,6427025	Figueira da Foz	0,659554731
Guarda	0,6672078	Ovar	0,6717687	Sertã	0,6447897	Cantanhede	0,6365182	Águeda	0,628556	Montemor-o-Velho	0,6382962	Coimbra	0,643243661
Pombal	0,6621058	Anadia	0,6586271	Marinha Grande	0,6427798	Lousã	0,6312616	Guarda	0,6235312	Sertã	0,6335034	Sertã	0,640538033
Montemor-o-Velho	0,6555349	Viseu	0,6581633	Castelo Branco	0,6407699	Estarreja	0,6284787	Castelo Branco	0,6229128	Águeda	0,6306432	Montemor-o-Velho	0,633348794
Marinha Grande	0,6515925	Marinha Grande	0,6567718	Pombal	0,6309524	Sertã	0,6252319	Porto de Mós	0,6201299	Ovar	0,6289425	Anadia	0,623608534
Batalha	0,6452536	Lousã	0,655303	Lousã	0,6236085	Ovar	0,624227	Ovar	0,6195887	Estarreja	0,628556	Pombal	0,619820656
Anadia	0,633658	Figueira da Foz	0,6440167	Guarda	0,6228355	Figueira da Foz	0,6212894	Lousã	0,6192022	Marinha Grande	0,6280921	Viseu	0,613404453
Lousã	0,6209029	Pombal	0,6440167	Estarreja	0,6181973	Fundão	0,6187384	Figueira da Foz	0,6190476	Castelo Branco	0,6276283	Estarreja	0,612012987
Águeda	0,6192795	Soure	0,6368275	Ovar	0,609462	Pombal	0,6123995	Ílhavo	0,6175788	Sever do Vouga	0,627551	Águeda	0,608920841
Seia	0,6109307	Águeda	0,6314162	Ílhavo	0,6034323	Porto de Mós	0,6123995	Sertã	0,6122449	Anadia	0,6216759	Ovar	0,608611626
Ovar	0,605906	Guarda	0,6273964	Águeda	0,6014224	Viseu	0,6056741	Pombal	0,6049011	Ílhavo	0,6203618	Ílhavo	0,605442177
Albergaria-a-Velha	0,6020408	Condeixa-a-Nova	0,6068336	Figueira da Foz	0,6012678	Marinha Grande	0,6049011	Marinha Grande	0,6039734	Figueira da Foz	0,6176562	Castelo Branco	0,604514533
Aveiro	0,5992579	Estarreja	0,605906	Fundão	0,5991033	Aveiro	0,6011132	Sever do Vouga	0,6018862	Lousã	0,6151824	Lousã	0,600881262
Figueira da Foz	0,5969388	Seia	0,6052876	Sever do Vouga	0,5880489	Ílhavo	0,6008813	Oliveira do Bairro	0,6011132	Viseu	0,603355	Fundão	0,595779221
Castelo Branco	0,596475	Montemor-o-Velho	0,5923006	Anadia	0,5870439	Águeda	0,5987941	Figueira de Castelo Rodrigo	0,5941558	Pombal	0,600572	Condeixa-a-Nova	0,589672233
Sertã	0,5874304	Cantanhede	0,5882808	Aveiro	0,586812	Montemor-o-Velho	0,5979437	Fundão	0,5871985	Soure	0,5905999	Soure	0,582714904

Ílhavo	0,5854205	Mealhada	0,5874304	Idanha-a-Nova	0,5864255	Anadia	0,5970161	Cantanhede	0,5787724	Figueira de Castelo Rodrigo	0,5794682	Marinha Grande	0,579854669
Estarreja	0,582483	Batalha	0,5813234	Batalha	0,5800093	Idanha-a-Nova	0,5790043	Proença-a-Nova	0,5759122	Porto de Mós	0,5787724	Vagos	0,578540507
Fundão	0,5823284	Albergaria-a-Velha	0,5809369	Figueira de Castelo Rodrigo	0,5765306	Seia	0,5777675	Seia	0,5714286	Oliveira do Bairro	0,5742115	Porto de Mós	0,573051948
Soure	0,5803185	Fundão	0,5779221	Mortágua	0,5698052	Condeixa-a-Nova	0,5761441	Montemor-o-Velho	0,5681045	Proença-a-Nova	0,5731293	Figueira de Castelo Rodrigo	0,568491033
Mealhada	0,5787724	Penacova	0,5769171	Cantanhede	0,5692641	Sever do Vouga	0,5675634	Batalha	0,5670996	Seia	0,572047	Oliveira do Hospital	0,568491033
Sever do Vouga	0,5748299	Ílhavo	0,5762214	Manteigas	0,5600649	Batalha	0,5619975	Aveiro	0,5657081	Vagos	0,5714286	Covilhã	0,565940012
Tondela	0,5739023	Figueiró dos Vinhos	0,5674861	Oliveira do Hospital	0,5574366	Vouzela	0,5534168	Vagos	0,5655535	Condeixa-a-Nova	0,5699598	Cantanhede	0,564935065
Mira	0,5655535	Figueira de Castelo Rodrigo	0,5667904	Proença-a-Nova	0,5559678	Mealhada	0,5498609	Figueiró dos Vinhos	0,5616883	Fundão	0,5654762	Seia	0,564162028
Cantanhede	0,564162	Tondela	0,5541899	Seia	0,5535714	Figueira de Castelo Rodrigo	0,546073	Anadia	0,5573593	Batalha	0,5628479	Sever do Vouga	0,547541744
Figueira de Castelo Rodrigo	0,5626933	Sever do Vouga	0,5452226	Vouzela	0,5516388	Belmonte	0,5459957	Oliveira do Hospital	0,5566636	Cantanhede	0,5581323	Penacova	0,546923315
Vouzela	0,5625387	Trancoso	0,5427489	São Pedro do Sul	0,5492424	Góis	0,5443723	Idanha-a-Nova	0,5551175	Penacova	0,5479283	Proença-a-Nova	0,544990724
Oliveira do Bairro	0,5605288	Mangualde	0,538188	Gouveia	0,5480829	Penacova	0,543522	Soure	0,5522573	Vouzela	0,545068	Albergaria-a-Velha	0,540970934
Condeixa-a-Nova	0,5585962	Ansião	0,5374923	Oleiros	0,5476964	Soure	0,5404298	Vouzela	0,5483148	Vila de Rei	0,5442177	Vouzela	0,538961039
Penacova	0,5477737	Manteigas	0,5334725	Sabugal	0,5454545	Covilhã	0,5388064	Albergaria-a-Velha	0,5473098	Albergaria-a-Velha	0,5388837	Gouveia	0,5360235
Figueiró dos Vinhos	0,5443723	Oliveira do Hospital	0,5333952	Montemor-o-Velho	0,5429035	Oleiros	0,5284477	Penacova	0,5470006	Oliveira do Hospital	0,5387291	Mortágua	0,533781694
Manteigas	0,5429035	Mira	0,5331633	Oliveira do Bairro	0,5390383	Trancoso	0,5271336	Condeixa-a-Nova	0,5433673	Mortágua	0,5299165	Miranda do Corvo	0,532003711
São Pedro do Sul	0,5421305	Gouveia	0,5318491	Condeixa-a-Nova	0,5371058	Vagos	0,5264378	Manteigas	0,5379561	Covilhã	0,5263605	Vila de Rei	0,530766852
Covilhã	0,5291435	Oliveira do Bairro	0,5302257	Belmonte	0,5357143	Proença-a-Nova	0,5263605	Oleiros	0,5326994	Sabugal	0,523423	Sabugal	0,528679654
Ansião	0,5272109	Mortágua	0,5272882	Mealhada	0,5355597	Manteigas	0,5256648	Mangualde	0,531308	Carregal do Sal	0,5210266	Ansião	0,52605133

Oliveira do Hospital	0,52265	Vouzela	0,5266698	Penacova	0,5337044	São Pedro do Sul	0,5249691	Mira	0,5267471	Miranda do Corvo	0,5209493	Arganil	0,523577613
Belmonte	0,5187848	Murtosa	0,5248918	Almeida	0,5314626	Mortágua	0,5232684	Mortágua	0,5254329	Oleiros	0,5195578	Oliveira do Bairro	0,523423006
Gouveia	0,5173933	Penela	0,5210266	Soure	0,5272882	Gouveia	0,5221088	Penela	0,5233457	Vila Velha de Ródão	0,5185529	Trancoso	0,521799629
Oleiros	0,5163111	Vila Nova de Paiva	0,5115955	Figueiró dos Vinhos	0,520872	Oliveira do Bairro	0,5207947	Mealhada	0,5225727	Penela	0,5174706	Almeida	0,51631107
Mangualde	0,5156153	Vila de Rei	0,5071892	Trancoso	0,5199443	Sabugal	0,5190167	Gouveia	0,5218769	Gouveia	0,5150742	Oleiros	0,512445887
Mortágua	0,5109771	Carregal do Sal	0,50688	Celorico da Beira	0,5142239	Albergaria-a-Velha	0,5174706	Carregal do Sal	0,5132189	Idanha-a-Nova	0,5149969	Góis	0,511750155
Vagos	0,5108225	Miranda do Corvo	0,5061843	Vagos	0,5128324	Figueiró dos Vinhos	0,5133735	Penamacor	0,5113636	Mealhada	0,5146104	Carregal do Sal	0,508812616
Góis	0,5100495	Góis	0,504329	Ansião	0,512214	Oliveira do Hospital	0,5125232	Góis	0,5065708	Ansião	0,5047155	Batalha	0,507730365
Idanha-a-Nova	0,5071119	Alvaiázere	0,5040971	Miranda do Corvo	0,5120594	Ansião	0,506107	Covilhã	0,5059524	Murtosa	0,5044063	Manteigas	0,506802721
Trancoso	0,5030148	Sertã	0,5014688	Carregal do Sal	0,5111317	Vila de Rei	0,5054113	Ansião	0,5054113	Figueiró dos Vinhos	0,5006184	Mealhada	0,501855288
Alvaiázere	0,4959029	São Pedro do Sul	0,4923469	Pinhel	0,5108998	Arganil	0,505102	Murtosa	0,504329	Arganil	0,4994589	Figueiró dos Vinhos	0,495902907
Murtosa	0,4953618	Penamacor	0,4904143	Vila de Rei	0,5105133	Mira	0,4991497	São Pedro do Sul	0,500773	Góis	0,4972944	Penamacor	0,492888064
Sabugal	0,4918058	Vagos	0,4888683	Albergaria-a-Velha	0,5047155	Almeida	0,4989951	Vila de Rei	0,4986085	Manteigas	0,4953618	Celorico da Beira	0,490027829
Vila de Rei	0,487786	Belmonte	0,4883271	Covilhã	0,5014688	Celorico da Beira	0,4987631	Tondela	0,4954391	Mira	0,4939703	Fornos de Algodres	0,489022882
Sátão	0,4837662	Castelo Branco	0,4854669	Mira	0,4979128	Castro Daire	0,4983766	Castro Daire	0,4910328	Belmonte	0,4881725	Belmonte	0,488017934
Penela	0,4779685	Vila Nova de Poiares	0,4731756	Vila Nova de Paiva	0,4969852	Pinhel	0,4954391	Sabugal	0,4900278	Penamacor	0,4871676	Mira	0,48770872
Penamacor	0,4717842	Sabugal	0,4680736	Tondela	0,4940476	Tondela	0,4952072	Vila Velha de Ródão	0,4880179	Tondela	0,4760359	Mêda	0,486703772
Fornos de Algodres	0,4663729	Castro Daire	0,4679963	Góis	0,4897959	Penamacor	0,4943568	Celorico da Beira	0,4850804	São Pedro do Sul	0,4735622	Vila Nova de Poiares	0,485621521
Pinhel	0,464363	Pinhel	0,4656772	Vila Velha de Ródão	0,4882498	Vila Nova de Paiva	0,4897186	Belmonte	0,480133	Celorico da Beira	0,473021	Murtosa	0,478277675
Castro Daire	0,4619666	Almeida	0,4632808	Penamacor	0,4855442	Carregal do Sal	0,4871676	Vila Nova de Paiva	0,480133	Pinhel	0,4703154	Pinhel	0,478200371
Carregal do Sal	0,4575603	Arganil	0,4620439	Murtosa	0,4779685	Vila Velha de Ródão	0,485235	Miranda do Corvo	0,4794372	Tábua	0,4691558	Mangualde	0,475108225
Proença-a-Nova	0,4560915	Oliveira de Frades	0,4594156	Sátão	0,4703154	Oliveira de Frades	0,4792053	Alvaiázere	0,4747217	Sátão	0,4683055	São Pedro do Sul	0,4745671

Miranda do Corvo	0,4511441	Castanheira de Pêra	0,4575603	Mangualde	0,4690785	Alvaiázere	0,4784323	Sátão	0,4742579	Fornos de Algodres	0,466141	Penela	0,472325294
Santa Comba Dão	0,4474335	Covilhã	0,4563234	Alvaiázere	0,461812	Miranda do Corvo	0,4758813	Tábua	0,4613482	Vila Nova de Poiares	0,4655226	Tondela	0,466991342
Almeida	0,4438776	Sátão	0,4537724	Santa Comba Dão	0,4534632	Mangualde	0,4734848	Oliveira de Frades	0,4596475	Alvaiázere	0,4649814	Vila Velha de Ródão	0,466218306
Vila Nova de Paiva	0,4424861	Pedrógão Grande	0,4506803	Mêda	0,443491	Penalva do Castelo	0,4683055	Santa Comba Dão	0,458256	Castanheira de Pêra	0,4616574	Alvaiázere	0,462430427
Arganil	0,4393939	Nelas	0,4480519	Castro Daire	0,4424088	Sátão	0,4670686	Pinhel	0,4557823	Mangualde	0,4611163	Sátão	0,459879406
Vila Velha de Ródão	0,4390847	Proença-a-Nova	0,4458101	Fornos de Algodres	0,4382344	Murtosa	0,4495207	Castanheira de Pêra	0,4505257	Castro Daire	0,4577149	Santa Comba Dão	0,455473098
Castanheira de Pêra	0,4380798	Santa Comba Dão	0,4420996	Arganil	0,4329777	Mêda	0,4489796	Vila Nova de Poiares	0,4467378	Almeida	0,4551639	Castanheira de Pêra	0,454545455
Vila Nova de Poiares	0,4249382	Oleiros	0,4306586	Penela	0,4311224	Castanheira de Pêra	0,4414811	Mêda	0,4400897	Trancoso	0,4538497	Idanha-a-Nova	0,438852814
Tábua	0,415739	Penalva do Castelo	0,4304267	Nelas	0,42718	Penela	0,4407854	Arganil	0,4389301	Vila Nova de Paiva	0,4475108	Vila Nova de Paiva	0,4322047
Nelas	0,4154298	Idanha-a-Nova	0,4264842	Pedrógão Grande	0,4221552	Vila Nova de Poiares	0,4318182	Pedrógão Grande	0,4387755	Mêda	0,4345238	Pedrógão Grande	0,430967842
Mêda	0,4066945	Tábua	0,4199907	Vila Nova de Poiares	0,41829	Pedrógão Grande	0,4304267	Almeida	0,4351422	Aguiar da Beira	0,4171305	Tábua	0,425401979
Pedrógão Grande	0,4014378	Pampilhosa da Serra	0,4188312	Castanheira de Pêra	0,4127242	Santa Comba Dão	0,4202226	Fornos de Algodres	0,4310451	Pampilhosa da Serra	0,4143476	Castro Daire	0,422696351
Aguiar da Beira	0,3970315	Fornos de Algodres	0,4184447	Tábua	0,4115646	Tábua	0,4196042	Trancoso	0,4294218	Pedrógão Grande	0,408859	Nelas	0,420995671
Penalva do Castelo	0,3956401	Mêda	0,4129561	Penalva do Castelo	0,4059988	Nelas	0,4189085	Aguiar da Beira	0,4165121	Santa Comba Dão	0,3939394	Aguiar da Beira	0,407544836
Celorico da Beira	0,3927025	Celorico da Beira	0,4029066	Oliveira de Frades	0,400201	Fornos de Algodres	0,4090136	Nelas	0,4100186	Nelas	0,3907699	Pampilhosa da Serra	0,401437848
Oliveira de Frades	0,3722171	Aguiar da Beira	0,3939394	Aguiar da Beira	0,3964904	Pampilhosa da Serra	0,4063853	Pampilhosa da Serra	0,4012832	Oliveira de Frades	0,3827304	Penalva do Castelo	0,392316017
Pampilhosa da Serra	0,3700526	Vila Velha de Ródão	0,3369666	Pampilhosa da Serra	0,3625541	Aguiar da Beira	0,4044527	Penalva do Castelo	0,3818027	Penalva do Castelo	0,3525046	Oliveira de Frades	0,389455782

