

# iscte

INSTITUTO  
UNIVERSITÁRIO  
DE LISBOA

---

***“Carbon Tax”*** – Caracterização da investigação

Andreia Alexandra Vivas Rocha

Mestrado em Contabilidade

Orientador:

Prof. Doutor Paulo Jorge Varela Lopes Dias, Prof. Auxiliar  
ISCTE Business School

outubro, 2020

# iscte

BUSINESS  
SCHOOL

---

Departamento de Contabilidade

***“Carbon Tax”*** – Caracterização da investigação

Andreia Alexandra Vivas Rocha

Mestrado em Contabilidade

Orientador:

Prof. Doutor Paulo Jorge Varela Lopes Dias, Prof. Auxiliar  
ISCTE Business School

outubro, 2020

## **Agradecimentos**

*O meu primeiro agradecimento especial é para os meus pais, Virgílio e Paula, por me terem ajudado e apoiado incondicionalmente em todas as etapas da minha vida, dando-me a oportunidade de realizar o meu percurso académico.*

*Ao meu namorado, Diogo, por ter estado sempre ao meu lado, oferecendo todo o seu apoio, ajuda e companhia, de maneira a que conseguisse terminar esta dissertação. Obrigada por me incentivares e caminhares comigo na realização dos meus sonhos.*

*Ao meu orientador, professor Paulo Dias, por ter aceite orientar esta dissertação, pela ajuda e conhecimentos transmitidos, aconselhando-me sempre da melhor forma para conseguir cumprir este trabalho.*

*Por último, agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desta dissertação.*

*Muito obrigada a todos!*



## Resumo

Uma das principais preocupações climáticas que tem vindo a receber muita atenção pela sociedade e que proporciona rápidas alterações no clima é o aumento das concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

Na tentativa e necessidade de combater este problema têm sido aplicadas em vários países diversas políticas de regulamentação por parte dos governos, sendo o imposto sobre o carbono uma das políticas mais económica e eficaz na redução de emissões de CO<sub>2</sub>, verificando-se assim um aumento da pesquisa científica acerca desta temática. Desta forma, este estudo segue uma abordagem bibliométrica dos artigos disponíveis na base de dados *Scopus*, tendo como principal objetivo a caracterização da investigação existente sobre a temática “Carbon Tax” entre 1995 e 31 de agosto de 2020, na área de estudo *Business, Management and Accounting*. Recolheu-se uma amostra de 121 artigos científicos, onde foram seguidamente identificadas diversas características relativas ao conteúdo dos artigos publicados e respetivos autores. Os resultados obtidos revelam que o número de publicações relacionadas com “Carbon Tax” têm vindo a aumentar ao longo do tempo, sendo que as temáticas que mais se relacionam com esta investigação são: “cap-and-trade”, “carbon dioxide emissions”, “climate change”, “computable general equilibrium (cge) model” e “emissions”. Relativamente ao perfil dos investigadores, o tipo de autoria coletiva é o mais comum e o país com mais autores afiliados é a China. As conclusões retiradas deste estudo permitem apoiar os investigadores a compreender melhor a investigação existente acerca do imposto sobre o carbono bem como contribuir para futuras investigações.

**Palavras-chave:** Emissões de CO<sub>2</sub>, Imposto sobre o carbono, Abordagem bibliométrica, *VOSviewer*

**Classificação JEL:** H20; H23



## **Abstract**

One of the main climatic concerns that has been receiving a lot of attention by society and that provides rapid changes in the climate is the increase of CO<sub>2</sub> concentrations in the atmosphere. In the attempt and need to combat this problem, several regulatory policies have been applied in several countries by the governments, with the carbon tax being one of the most economical and effective policies in reducing CO<sub>2</sub> emissions, thus leading to an increase in scientific research on this topic. Therefore, this study follows a bibliometric approach to the articles available in the Scopus database, with the main objective of characterizing the existing research on the theme Carbon Tax between 1995 and August 31, 2020, in the Business, Management and Accounting study area. A sample of 121 scientific articles was collected, where several characteristics related to the content of published articles and respective authors were subsequently identified. The results obtained reveal that the number of publications related to Carbon Tax has been increasing over time, and the themes that are most related to this investigation are: cap-and-trade, carbon dioxide emissions, climate change, computable general equilibrium (cge) model and emissions. Regarding the profile of researchers, the type of collective authorship is the most common and the country with the most affiliated authors is China. The conclusions drawn from this study allow supporting researchers to better understand the existing research on carbon tax as well as to contribute to future research.

**Keywords:** CO<sub>2</sub> emissions, Carbon tax, Bibliometric approach, VOSviewer

**JEL Classification:** H20, H23





## Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	iii
Abstract.....	v
Índice.....	vii
Índice de Tabelas.....	ix
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Gráficos.....	xiii
Índice de Anexos.....	xv
Lista das Abreviaturas e Siglas Utilizadas.....	xvii
I. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento geral.....	1
1.2. Objetivos do estudo.....	2
1.3. Justificação da relevância da investigação.....	3
1.4. Metodologia.....	4
1.5. Estrutura da dissertação.....	5
II. Revisão de Literatura.....	7
2.1 Enquadramento teórico – Alterações climáticas.....	7
2.1.1. As emissões de GEE em Portugal e no Mundo.....	7
2.1.2. Protocolo de Quioto e Acordo de Paris.....	11
2.2. Principais políticas de redução de emissões.....	13
2.2.1. Comércio de emissões - Sistema “ <i>cap-and-trade</i> ”.....	13
2.2.2. Imposto sobre o carbono.....	14
2.3. Investigação em “ <i>Carbon Tax</i> ”.....	15
2.3.1. Conceito de imposto ambiental.....	15
2.3.2. Tributação do carbono.....	16
2.3.3. Impactos da implementação de um imposto sobre o carbono.....	19
III. Metodologia.....	27
3.1. Recolha de dados e Definição da amostra - Abordagem bibliométrica.....	27
3.2. Indicadores bibliométricos.....	34
3.3. Análise de dados.....	35
IV. Resultados.....	37
4.1. Indicadores de atividade científica.....	37
4.1.1. Número e evolução dos trabalhos publicados.....	37
4.1.2. Produtividade dos autores.....	38

4.1.3.	Colaboração na autoria dos trabalhos .....	40
4.1.4.	Colaboração geográfica dos trabalhos .....	43
4.2.	Indicadores de impacto científico .....	46
4.2.1.	Impacto dos trabalhos na comunidade científica.....	47
4.2.2.	Impacto das fontes de publicação .....	53
4.3.	Indicadores de associações temáticas .....	56
4.3.1.	Análise de <i>keywords</i> .....	56
V.	Conclusão .....	61
5.1.	Objetivos e resultados .....	61
5.2.	Limitações do estudo .....	64
5.3.	Sugestões para investigações futuras .....	65
VI.	Bibliografia.....	67
VII.	Anexos .....	77

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Lista e descrição das questões de investigação .....	2
Tabela 2 – Artigos elegíveis para o estudo, divididos por título, autor(es) e ano de publicação.....	29
Tabela 3 - Número de artigos publicados por autor .....	39
Tabela 4 - Número de autores por artigo .....	40
Tabela 5 - Afiliação dos autores por país .....	44
Tabela 6 - Artigos mais citados ( $\geq 10$ citações) .....	48
Tabela 7 – Distribuição dos artigos publicados por revista científica.....	54
Tabela 8 - Top 5 das revistas científicas com maior fator de impacto <i>CiteScore</i> 2019 .	56
Tabela 9 - Principais <i>keywords</i> dos artigos relacionadas com "Carbon Tax" .....	58
Tabela 10 - Conclusões das questões de investigação.....	63



## Índice de Figuras

Figura 1 - Processo de aplicação das restrições.....	28
Figura 2 - Número e Evolução de artigos publicados por ano .....	37
Figura 3 - Produtividade dos autores .....	38
Figura 4 – Associações de coautoria dos autores mais produtivos.....	41
Figura 5 – Associações de cocitação dos autores mais citados .....	43
Figura 6 - Associações geográficas .....	46
Figura 7 - Mapa de densidades de citações por artigo científico .....	51
Figura 8 - Análise cronológica das citações por ano .....	52
Figura 9 - <i>H-Index</i> dos artigos científicos que constituem a amostra do estudo .....	53
Figura 10 - Mapa de árvore das áreas de estudo.....	55
Figura 11 - <i>Keywords</i> utilizadas pelos autores nos artigos científicos .....	58



## **Índice de Gráficos**

Gráfico 1 - Total de emissões de CO <sub>2</sub> a nível mundial em 2018 (Mt CO <sub>2</sub> ) .....	9
Gráfico 2 - Principais países europeus emissores de CO <sub>2</sub> em 2018 (Mt CO <sub>2</sub> ).....	10
Gráfico 3 - Impostos com relevância ambiental, por categoria (%).....	19
Gráfico 5 - Tipo de autoria .....	40
Gráfico 6 - Afiliação dos autores por continente.....	44





## **Índice de Anexos**

Anexo 1 - Artigos indisponíveis, divididos por título, autor(es) e ano de publicação ... 77



## **Lista das Abreviaturas e Siglas Utilizadas**

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

BTA – *Border Tax Adjustments*

CCS – *Carbon Capture and Storage*

CDP – *Carbon Disclosure Project*

CELE – Comércio Europeu de Licenças de Emissão

CGE – *Computable General Equilibrium model*

CIEC – Código dos Impostos Especiais de Consumo

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

CQNUAC – Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas

CRP – Constituição da República Portuguesa

EEA – *European Environment Agency*

EU ETS – *European Union's Emissions Trading Scheme*

EUA – Estados Unidos da América

GEE – Gases com Efeito de Estufa

GSM – *Google Scholar Metrics*

IEA – *International Energy Agency*

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*

ISP – Imposto sobre os Produtos Petrolíferos e Energéticos

ISV – Impostos sobre os Veículos

IUC – Imposto Único de Circulação

I&D – Investigação e Desenvolvimento

I-O – *Input-Output model*

LGT – Lei Geral Tributária

NOAA – *National Oceanic and Atmospheric Administration*

OCDE – Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Económico

PIB – Produto Interno Bruto

SCC - *Social Cost of Carbon*

UE – União Europeia

WoS – *Web of Science*



## I. Introdução

### 1.1. Enquadramento geral

Ao longo dos últimos anos tem-se observado frequentemente a ocorrência de eventos climáticos extremos, tendo o passado ano, 2019, verificado anomalias climáticas significativas, como por exemplo altas temperaturas, elevada precipitação e ventos fortes.

A discussão sobre as alterações climáticas não é um tema recente, mas é um problema que tem prejudicado a economia mundialmente, afetando a vida das comunidades. Associado a este tema encontra-se o aquecimento global provocado pelas emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) de atividades humanas, sendo o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) o gás que apresenta maiores níveis de emissões na atmosfera. Entre os fatores determinantes dessas emissões estão a queima de combustíveis fósseis, processos industriais, pecuária e tratamentos de resíduos.

Assim, de maneira a contrariar os impactos negativos que as emissões de CO<sub>2</sub> têm nos ecossistemas, no funcionamento de sistemas socioeconómicos e na saúde e bem-estar humano, surgiu a necessidade de implementar políticas governamentais para reduzir tais emissões na atmosfera. Atualmente, as duas principais políticas utilizadas são o imposto sobre o carbono e o comércio de emissões, também designado por “*cap-and-trade*”.

No âmbito da Convenção das Nações Unidas, a tomada de medidas urgentes é um dos seus 17 objetivos de desenvolvimento sustentável para combater esta problemática e os seus impactos, dando assim lugar à aprovação de um instrumento de ação a nível global, o Protocolo de Quioto, que entrou em vigor em fevereiro de 2005. Após uns anos, a 4 de novembro de 2016, implementou-se o Acordo de Paris como necessidade urgente de acabar com o aumento da temperatura global e resolver todos os desafios relacionados com as alterações climáticas. Este acordo destaca-se pela possibilidade de reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> de modo que a temperatura média global não ultrapasse os 2°C.

Este estudo focar-se-á na investigação da política de imposto sobre o carbono através de uma análise bibliométrica aos artigos relacionados com esta temática. Numa época em que se observa um aumento da preocupação mundial sobre a poluição resultante das atividades humanas, mais especificamente sobre as quantidades excessivas de CO<sub>2</sub> emitidas para a atmosfera, torna-se relevante identificar e divulgar tendências teóricas

acerca do imposto sobre o carbono, uma vez que tais informações podem ser pertinentes para investigadores ou para grupos de pesquisas, como por exemplo estudantes acadêmicos, no sentido de poderem acompanhar a literatura essencial.

## 1.2. Objetivos do estudo

O presente trabalho tem como objetivo geral caracterizar a investigação existente sobre a temática “*Carbon Tax*” através da revisão de artigos publicados na base de dados *Scopus* entre 1995 e 31 de agosto de 2020, por forma a verificar as tendências de publicações de artigos científicos a propósito do imposto sobre o carbono na área de gestão e contabilidade ao longo de 25 anos. Como objetivos específicos, esta investigação pretende:

- (i) analisar um conjunto de indicadores bibliométricos referentes às características do conteúdo dos artigos publicados, nomeadamente: o ano de publicação, o número de citações, a revista científica e as temáticas investigadas; e
- (ii) analisar um conjunto de indicadores bibliométricos relacionados com o perfil e características dos investigadores, tais como: a produtividade dos autores, o tipo de autoria e a afiliação geográfica.

De forma a atingir os objetivos do estudo e orientar a análise dos resultados foi seguida a metodologia do artigo “*Financial modelling with multiple criteria decision making: A systematic literature review*” publicado por de Almeida-Filho A. T. et al. (2020), tendo-se elaborado as seguintes questões de investigação:

**Tabela 1 - Lista e descrição das questões de investigação**

Objetivos Específicos	Questões de Investigação	Descrição
(i)	QI#1	Houve um crescimento no número de publicações científicas sobre " <i>Carbon Tax</i> " em gestão e contabilidade?
	QI#2	Houve um crescimento no número de publicações a citar artigos científicos sobre " <i>Carbon Tax</i> " em gestão e contabilidade?
	QI#3	A investigação sobre " <i>Carbon Tax</i> " em gestão e contabilidade é mais relevante para revistas científicas com foco em pesquisas e práticas ambientais?
	QI#4	A investigação sobre " <i>Carbon Tax</i> " em gestão e contabilidade relaciona-se com temáticas ambientais?

	QI#5	Existe algum investigador que prevalece na publicação de artigos científicos sobre "Carbon Tax" em gestão e contabilidade?
(ii)	QI#6	Existe prevalência da autoria coletiva face à autoria individual nos artigos científicos sobre “Carbon Tax” em gestão e contabilidade?
	QI#7	Existe algum continente/país que prevalece na afiliação dos autores na investigação sobre "Carbon Tax" em gestão e contabilidade?

*Fonte: Elaboração própria*

### 1.3. Justificação da relevância da investigação

Desde os tempos pré-industriais que a Humanidade tem provocado um grande aumento das emissões de GEE, sendo o CO<sub>2</sub> o principal gás gerado e que mais contribui para o aquecimento global.

As altas concentrações de CO<sub>2</sub> provocam poluição do ar, chuva ácida, aumento da temperatura na Terra, resultando em grandes degradações ambientais ao nível de ecossistemas e paisagens. Assim, para diminuir as emissões de CO<sub>2</sub> torna-se necessário não só o privilégio por fontes de energia renováveis, mas também a adoção de políticas governamentais mais rígidas para que se consiga atingir esse objetivo o mais rápido possível. Sendo o imposto sobre o carbono uma dessas políticas que se tem demonstrado bastante eficaz na redução de emissões de CO<sub>2</sub>, fez com que as investigações científicas acerca desta temática aumentassem ao longo dos anos, contribuindo assim para uma forte fonte de dados.

A avaliação da produção científica é fundamental não só para estudantes académicos poderem acompanhar a literatura relevante relativa a um tema específico, mas também para o reconhecimento dos investigadores e instituições de ensino, sendo baseada em indicadores bibliométricos.

Assim, o presente estudo apresenta uma relevância académica uma vez que, ao serem identificadas as tendências das publicações relacionadas com a tributação do carbono, serve de apoio científico a investigadores em futuras pesquisas.

#### 1.4. Metodologia

Para a realização deste estudo sobre a tributação do carbono foi adotada uma abordagem bibliométrica. Esta técnica, que teve origem no conceito da bibliografia estatística, surgiu pela primeira vez em 1917 quando Cole e Eales publicaram uma análise estatística da história da disciplina de anatomia comparada, e caracteriza-se pela utilização de métodos quantitativos e estatísticos específicos para medir índices de produção e disseminação do conhecimento, e acompanhar o desenvolvimento das diversas áreas científicas (Costa et al., 2012; Sancho, 1990). Segundo Cortez (2011), os tipos de produção científica mais relevantes são livros, teses, capítulos de livros, artigos publicados em revistas científicas, comunicações em atas de conferências, entre outros.

Neste estudo será analisada e avaliada a produção de artigos publicados em revistas científicas a respeito do imposto sobre o carbono, sendo essa avaliação feita através da aplicação de diversos indicadores bibliométricos que podem ser divididos em indicadores de qualidade científica, atividade científica, impacto científico e de associações temáticas (Costa et al., 2012; Sancho, 1990).

Assim, de forma a recolher a evidência, tanto para a revisão de literatura como para o estudo, foi feita a recolha e tratamento de informação usando a base de dados *Scopus* publicado pela *Elsevier*, na qual foram selecionados artigos publicados delimitados pelo critério de palavra-chave, área de estudo e tipo de produção científica. Não foi feita qualquer limitação temporal de forma a poder-se analisar todos os artigos científicos disponíveis sobre esta temática, constatando-se assim um período temporal de 25 anos de 1995 a 31 de agosto de 2020.

A base de dados, em *Excel*, foi alimentada pela extração do ficheiro da *Scopus* no padrão de conteúdo *CSV*, onde contém informação sobre o autor, título do artigo, ano de publicação, revista, palavras-chave, número de citações e afiliação geográfica. Para além da ferramenta *Excel*, que permite organizar melhor a informação recolhida, também foi utilizado o software *VOSviewer*, que permite construir e visualizar grandes mapas bibliométricos de modo a facilitar a análise dos dados (Liao et al., 2018; van Eck e Waltman, 2010).



## **1.5. Estrutura da dissertação**

Este estudo encontra-se dividido em cinco capítulos. No primeiro capítulo é demonstrada uma perspetiva geral do estudo de forma a fazer um enquadramento da investigação, ou seja, são mencionados os objetivos geral e específicos, bem como a relevância do estudo, uma breve descrição da metodologia adotada e por fim, a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo é descrita a revisão de literatura efetuada, nomeadamente, são apresentados alguns dados das emissões de GEE em Portugal e noutros países do mundo, as principais políticas de redução de emissões, e a investigação existente acerca da política de imposto sobre o carbono nos últimos anos, permitindo assim perceber como esta temática está a ser tratada e a sua importância na atualidade.

No terceiro capítulo é exposta a metodologia utilizada no estudo, o método de recolha de dados que permitiu definir a amostra, a escolha dos indicadores a utilizar, a informação que foi necessária retirar consoante o indicador, e o processo de análise de dados.

No quarto capítulo apresentam-se os resultados obtidos referentes aos indicadores estipulados para avaliar a produção científica.

Por fim, no quinto capítulo encontra-se a conclusão do estudo, onde são indicados os objetivos e os principais resultados, algumas limitações desta dissertação e sugestões para investigações futuras relacionadas com esta temática.



## II. Revisão de Literatura

### 2.1 Enquadramento teórico – Alterações climáticas

Atualmente, as alterações climáticas<sup>1</sup> são uma realidade global evidente e politicamente urgente, uma vez que apresentam sérios riscos para os sistemas humano e natural. Segundo o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*), é extremamente provável que a influência da ação humana tenha sido a principal causa do aquecimento que se tem observado no planeta nos últimos 50 anos.

A principal razão que contribui para o aceleração das alterações climáticas são as emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE)<sup>2</sup>, que se devem essencialmente às atividades humanas (Datta et al., 2020). O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) é o gás com efeito de estufa mais emitido, sendo consequência direta da queima de combustíveis fósseis, industrialização, geração de eletricidade e veículos (Mishra et al., 2020; Datta et al., 2020). Estes gases, uma vez emitidos na atmosfera, provocam danos não só a nível interno do país em que ocorrem como também a nível externo, e o seu impacto é substancial e duradouro, tanto em países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento (Dwyer et al., 2013, 2012). Como referido por Cao et al. (2020a, 2020b), nos últimos anos, as emissões de CO<sub>2</sub> causaram sérias poluições ambientais, como é o caso do aquecimento global, o aumento do nível do mar e a erosão do solo, atraindo assim cada vez mais as atenções por parte dos governos, empresas e consumidores para esta problemática ambiental (Chen e Hu, 2018; Zhou et al., 2018; Liang et al., 2016; Hou et al., 2015; Park et al., 2015).

#### 2.1.1. As emissões de GEE em Portugal e no Mundo

A intensificação dos efeitos dos GEE devido ao aumento das intervenções antropogénicas e aumento contínuo das emissões globais de CO<sub>2</sub> levaram a alterações climáticas

---

<sup>1</sup> O IPCC afirma que a alteração climática deve-se eventualmente a processos naturais ou forçamento externo (como por exemplo, modulações dos ciclos solares, erupções vulcânicas e alterações antropogénicas que persistem na atmosfera ou na utilização dos solos), definindo assim alteração climática como uma mudança nas propriedades do clima e a sua persistência durante um longo período de tempo, normalmente décadas ou mais anos.

<sup>2</sup> Os GEE são gases que retêm o calor na atmosfera da Terra, absorvendo energia e impedindo que o calor escape para o espaço, sendo que os mais importantes, referidos no Protocolo de Quioto, são: o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), os hidrofluorcarbonetos (HFC), os perfluorcarbonetos (PFC's) e o hexafluoreto de enxofre (SF<sub>4</sub>).

desfavoráveis colocando em risco a vida de imensas espécies (Kalita e Barua, 2019). Segundo Yu et al. (2018), as alterações climáticas são amplamente reconhecidas como o principal problema ambiental que a humanidade está a enfrentar atualmente, com severos impactos e custos significativos.

Em 2017, a concentração total de GEE, incluindo aerossóis, atingiu o valor de 454 partes por milhão (ppm) de CO<sub>2</sub> equivalente, aumentando cerca de 4 ppm comparativamente a 2016 e 37 ppm em relação há 10 anos atrás (EEA, 2019).

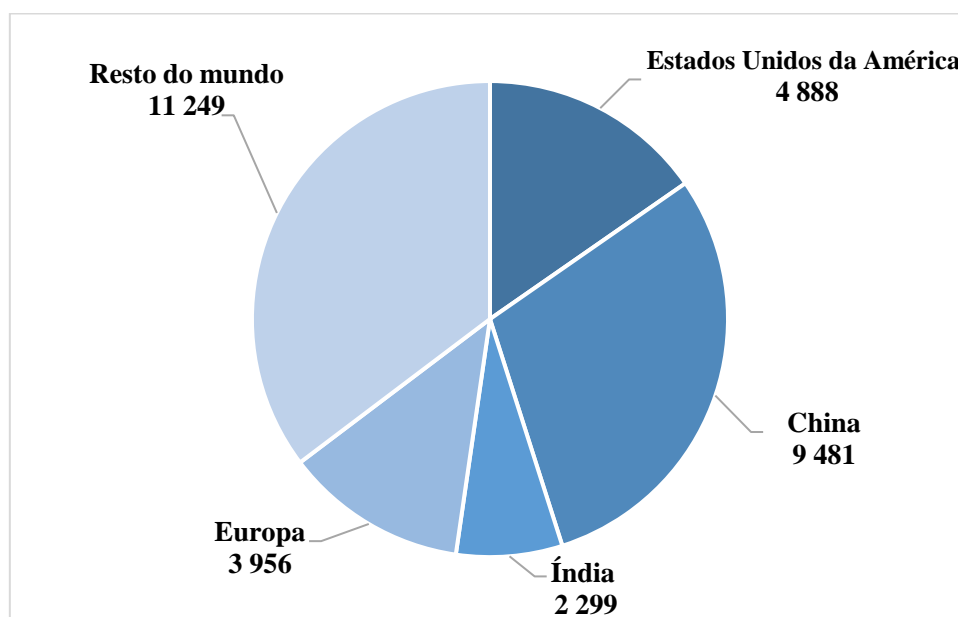
A concentração média anual global de CO<sub>2</sub> na atmosfera, atingiu o valor de 405 e 408 ppm em 2017 e 2018, respetivamente (EEA, 2019; IEA, 2019) aumentando para 410 em 2019 (NOAA, 2019).

Segundo a IEA (2019), a nível mundial o total de emissões de CO<sub>2</sub> derivado da queima de combustíveis fósseis em 2018 foi de 33 143 milhões de toneladas (Mt), tendo aumentado cerca de 1,7% relativamente ao ano anterior, sendo que o carvão é a maior fonte de aquecimento global representando 30% do total das emissões de CO<sub>2</sub> na geração de energia. Este aumento derivou essencialmente de um elevado consumo global de energia, aproximadamente de 2,3%, impulsionado por uma economia volumosa e pelas alterações climáticas que levam à procura de soluções de aquecimento e refrigeração por parte das pessoas de forma a combater esses efeitos.

Como se pode verificar pelo Gráfico 1, a China, os Estados Unidos da América (EUA) e a Índia representam os três maiores países emissores de CO<sub>2</sub>, tendo em 2018 emitido 9 481, 4 888 e 2 299 milhões de toneladas, com um crescimento de 2,5%, 3,1% e 4,8%, respetivamente, face a 2017.

Na China observou-se um crescimento de 3,5% na procura de energia, o maior aumento desde 2012 que derivou essencialmente do aumento de 17,7% no consumo de gás natural para a geração de energia. Já os EUA também apresentaram um grande consumo deste combustível fóssil, cerca de 10,5% relativamente ao ano anterior, mas por outro lado, diminuíram o consumo de carvão em 4,5%. A nível mundial, a procura de carvão, petróleo e gás natural para a geração de energia sofreu um acréscimo de 0,7%, 1,3% e 4,6%, respetivamente, entre 2017 e 2018. Relativamente à Índia, sendo o terceiro país com mais emissões de CO<sub>2</sub>, manifestou-se um crescimento de 4% na procura de energia, tendo aumentado em média 4,7% o consumo de todos os combustíveis fósseis para produzir energia.

**Gráfico 1 - Total de emissões de CO<sub>2</sub> a nível mundial em 2018 (Mt CO<sub>2</sub>)**



*Fonte: Elaboração própria*

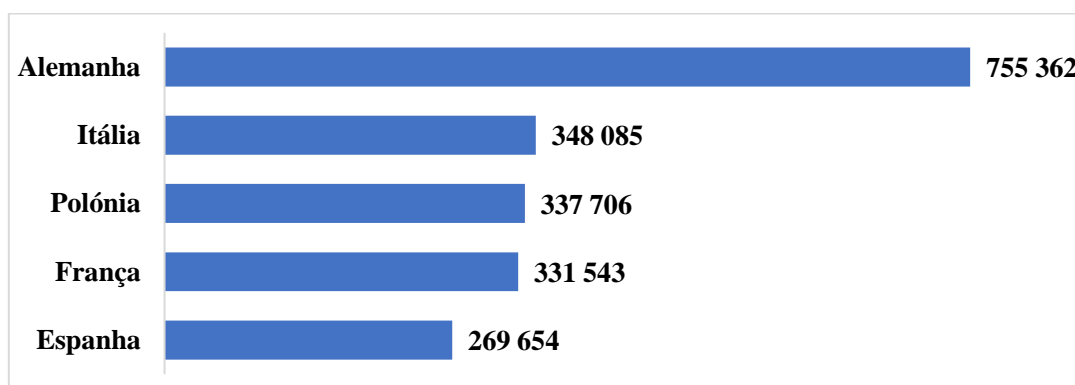
Ao nível da UE, em 2018 as emissões de GEE<sup>3</sup> nos 27 Estados-Membros foram de 3 764 Mt, diminuindo cerca de 2,3% (ou 89 Mt) relativamente a 2017. O setor energético é a atividade que contribuiu com mais emissões de GEE para a atmosfera, representando 77,2%, das quais o transporte contribuiu com 22%, seguindo-se o setor agrícola com 10,5%, os processos industriais com 9,1% e a gestão de resíduos com 3,1% (Eurostat, 2020c; Pordata, 2020).

O dióxido de carbono é o gás com efeito de estufa com maior representatividade, com 81,2% do total das emissões de GEE da UE.

Dentro da UE, a Alemanha, Itália, Polónia e França foram os quatro principais países emissores de CO<sub>2</sub> em 2018 segundo o Gráfico 2, emitindo 755, 348, 338 e 332 milhões de toneladas, respetivamente, sendo que a Polónia foi a única a registar um ligeiro aumento, de 0,1%, das suas emissões face ao ano anterior, em contrapartida com os restantes que diminuíram cerca de 4% no caso da Alemanha e França e de 0,9% na Itália (Eurostat, 2020c).

<sup>3</sup> Corresponde ao total de emissões de GEE, sem contabilizar as emissões de alteração do uso do solo e florestas (LULUCF) e da aviação internacional.

**Gráfico 2 - Principais países europeus emissores de CO<sub>2</sub> em 2018 (Mt CO<sub>2</sub>)**



*Fonte: Elaboração própria*

Em Portugal, o CO<sub>2</sub> também é o gás com maior representatividade, com cerca de 76,5% do total das emissões nacionais em 2018, atingindo nesse ano o valor de 52 Mt, com um decréscimo de 6,4% em relação a 2017. Este facto deve-se fundamentalmente à importância que o setor energético apresenta para o país e a predominância de combustíveis fósseis (Eurostat, 2020c; APA, 2020). A nível nacional, o setor da energia também é a fonte predominante de CO<sub>2</sub>, contribuindo 92% para as emissões nacionais. Logo de seguida encontram-se os processos industriais com 7,5%, e por último, o setor agrícola e a gestão de resíduos com 0,1% cada.

Muitos dos GEE são libertados naturalmente na atmosfera, no entanto a atividade humana acrescenta quantidades excessivas que aumentam o efeito estufa, contribuindo assim para o aquecimento global (Costello, 2019). Por esse motivo é que a opinião científica defende cada vez mais que o problema das alterações climáticas são um desafio mundial que necessita de uma solução global de longo prazo a fim de evitar deslocamentos ambientais, sociais e económicos (IPCC, 2007).

Como resultado da necessidade de reduzir as emissões de GEE surge um acordo internacional, denominado por “Protocolo de Quioto”, e mais tarde com a urgência em combater as alterações climáticas e mitigar o aquecimento global surge o Acordo de Paris.

### 2.1.2. Protocolo de Quioto e Acordo de Paris

Em dezembro de 1997 foi assinado o Protocolo de Quioto<sup>4</sup> ao abrigo da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (CQNUAC), o primeiro tratado jurídico internacional que tinha como objetivo fundamental incentivar os países desenvolvidos a limitar as suas emissões de GEE. O plano global de redução das emissões de carbono teve início com o estabelecimento deste Protocolo, estipulando que mais de 30 países eram obrigados a reduzir em pelo menos 5,2% das suas principais emissões de GEE no período entre 2008 e 2012, comparativamente ao níveis de 1990 (Hu et al., 2020; Zhou et al., 2018; Yang et al., 2017).

Da mesma forma, a implementação do Acordo de Paris<sup>5</sup>, adotado em dezembro de 2015, representou um importante avanço a nível internacional procurando dar uma resposta global e eficaz à necessidade urgente de impedir que a temperatura média global aumente continuamente e agir perante os desafios relativos às alterações climáticas (APA, 2020).

Vários países desenvolvidos e em desenvolvimento comprometeram-se a reduzir as suas emissões de carbono. Por exemplo, na Austrália, o governo comprometeu-se a reduzir a poluição causada pelas emissões de carbono em 5% em relação aos níveis de 2000 até 2020 (Dwyer et al., 2013, 2012). Já o governo chinês, nas conferências climáticas de Copenhaga em 2009 e Paris em 2015, definiu que as emissões de carbono por unidade de PIB deveria ser reduzida em 40-45% e 60-65% até 2020 e 2030, respetivamente, em relação ao nível de 2005 (Zhang e Zhang, 2020a, 2020b; Ma et al., 2020; Hu et al., 2020; Liang et al., 2016).

Em 2015, a Índia, os EUA, a UE, o Japão, a Rússia e o Canadá também anunciaram as suas metas de redução de emissões em 35%, 42%, 20-30%, 25%, 15-25% e 17%, respetivamente (Saxena et al., 2018). Na África do Sul as metas de redução de emissões estão alinhadas com as diretrizes das Nações Unidas, sendo de 34% até 2020 e 45% até 2025 (Apleni et al., 2017). O Conselho Europeu salientou que a UE está empenhada em

---

<sup>4</sup> O Protocolo de Quioto introduziu 3 mecanismos flexíveis: o Comércio Internacional de Emissões, a Implementação Conjunta e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (APA, 2020; Mishra et al., 2020; Choudhary et al., 2015).

<sup>5</sup> O Acordo de Paris pretende direcionar os países para uma economia neutra em carbono, estabelecendo “como um dos seus objetivos de longo prazo limitar o aumento da temperatura média global a níveis bem abaixo dos 2°C acima dos níveis pré-industriais e prosseguir esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C” (APA, 2020; Diretiva (UE) 2018/410).

transformar a Europa numa economia de alta eficiência energética e com baixas emissões de GEE, assumindo o compromisso firme e independente de reduzir as suas emissões totais de GEE em pelo menos 20% até 2020 em relação a 1990 (Directiva 2008/101/CE). Todos estes compromissos são importantes passos para reduzir globalmente as emissões de GEE e na transição para uma economia de baixo carbono.

- **Economia de baixo carbono**

O aumento das preocupações ao longo dos últimos anos com a proteção ambiental, devido às alterações climáticas globais severas, pressionaram os países a ir de encontro a uma economia de baixo carbono e ao desenvolvimento sustentável (Yu et al., 2020; Chen e Hu, 2018; Meng et al., 2018; Zhuo e Zhang, 2017).

Numa economia de baixo carbono defende-se a inovação tecnológica e institucional para atingir o objetivo de reduzir o consumo de combustíveis fósseis, como carvão e o petróleo. Segundo Xu et al. (2020: 1), “*the essence of developing a low carbon economy is to change the way energy is consumed*”, portanto, torna-se necessário para o desenvolvimento económico futuro a existência de uma economia de baixo carbono, com menor consumo de energia e poluição.

A importância de se desenvolver uma economia de baixo carbono ficou reconhecida por todo o mundo, tornando-se assim necessário o papel de liderança a desempenhar pelos governos em direção à mudança tradicional de consumo de alta energia (Xu et al., 2020; Wang et al., 2017). Por exemplo ao nível da UE, muito recentemente em dezembro de 2019, foi anunciado pela Comissão Europeia o Pacto Ecológico Europeu<sup>6</sup> (*European Green Deal*) que engloba diversas medidas para dar resposta ao desafio das alterações climáticas, visando transformações profundas nos hábitos de produção e consumo dos cidadãos, isto é, numa utilização mais eficiente dos recursos através da transição para uma economia limpa e circular (Comissão Europeia, 2020).

Posto isto, vários países implementaram políticas climáticas para lidar com os problemas ambientais, que se tornaram ferramentas poderosas para alcançar as metas de redução de

---

<sup>6</sup> O Pacto Ecológico Europeu abrange um conjunto de 50 ações a ser implementado até 2050 e integra todos os setores da economia, desde os transportes, energia, imobiliário, agricultura e indústria. A meta mais emblemática deste Pacto é que a UE atinja a neutralidade climática até 2050, estabelecendo assim várias medidas necessárias para atingir esse objetivo, como por exemplo a descarbonização do setor da energia, priorizando fontes de energia renováveis em substituição dos combustíveis fósseis (Comissão Europeia, 2020).



emissões de carbono (Zhang e Zhang, 2020; Datta et al., 2020; Zhou e Zhang, 2017; Wang et al., 2017).

## 2.2. Principais políticas de redução de emissões

Segundo Haites (2018), as principais políticas que têm sido aplicadas em muitos países, de forma separada ou em conjunto, para controlar as emissões de carbono e lutar contra as alterações climáticas são o Imposto sobre o carbono e o Regime de Comércio de Emissões (*Emissions Trading Scheme – ETS*), também designado por “*cap-and-trade*” (Zhao et al., 2020; Zhang e Zhang, 2020; Yu et al., 2020; Datta et al., 2020; Saelim, 2019; Ndhaief et al., 2019; Lee, 2019; Zhou e Zhang, 2017; Yang et al., 2017; Xu et al., 2016; Pillay e Buys, 2015, 2013; Hou et al., 2015; Zakeri et al., 2015; Dwyer et al., 2013, 2012; Andrew et al., 2010). Ambas as políticas estão entre as ferramentas mais eficazes para reduzir as emissões de carbono (Zhao et al., 2020; Mishra et al., 2020; Shi et al., 2019; Lin e Xu, 2019; Kalita e Barua, 2019; Meng et al., 2018; Xu et al. 2016; Hou et al., 2015; Williams et al., 2014).

Vários estudos empíricos têm-se concentrado nos impactos económicos e ambientais destes dois regimes de políticas de emissões através de diferentes métodos e casos de pesquisa, no entanto, todos eles estão em sintonia em relação à sua implementação, isto é, permite reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> mas impedirá o desenvolvimento económico (Zhang e Zhang, 2020; Haites, 2018).

### 2.2.1. Comércio de emissões - Sistema “*cap-and-trade*”

O mais importante mercado de carbono em operação é o Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE)<sup>7</sup> (*European Union’s Emissions Trading System – EU ETS*), lançado em 2005, que funciona através do sistema de “*cap-and-trade*”. Consiste num mecanismo flexível desenvolvido pela UE, previsto no contexto do Protocolo de Quioto, tendo sido o primeiro instrumento de mercado intracomunitário de regulação das emissões de GEE (Ndhaief et al., 2019; Dwyer et al., 2013), permitindo às empresas participantes a possibilidade de comprar e vender licenças de emissão<sup>8</sup>. Ou seja, é atribuído a título

---

<sup>7</sup> A aprovação da Diretiva 2003/87/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de outubro, alterada pela Diretiva 2004/101/CE, ligou o Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE) de GEE com os mecanismos do Protocolo de Quioto.

<sup>8</sup> Uma licença de emissão (*European Union Allowances – EUAs*) dá direito a emitir uma tonelada de CO<sub>2</sub>e.

gratuito uma quantidade fixa de licenças de emissão a cada um dos Estados-membros da UE<sup>9</sup>, sobre a qual as instalações abrangidas não devem ultrapassar esse limite, no entanto, caso haja uma diferença entre a quantidade atribuída e as emissões verificadas, as instalações poderão adquirir ou vender licenças a outras empresas dentro da UE (Mishra et al., 2020; Shuang et al., 2019; Lee, 2019; Yu et al., 2018; Xu et al., 2016; Pillay e Buys, 2015; Jeffrey e Perkins, 2015; Pillay e Buys, 2013; Dwyer et al., 2012).

O sistema “*cap-and-trade*” gera pressões às empresas, na medida em que lhes aplica multas significativas pela excessiva poluição, mas também cria incentivos, pela recompensa financeira derivado da venda de licenças excedentes, com o objetivo de as incentivar a ter iniciativas ambientais apropriadas (Zakeri et al., 2015). Assim, as empresas acabam por reduzir as suas emissões de carbono não apenas como uma responsabilidade social, mas também por benefícios económicos (Zhou e Zhang, 2017). Este regime de comércio de emissões foi introduzido por muitos países, tal como a Noruega, Finlândia, Suíça, Dinamarca, Suécia, Itália, Eslovénia, Reino Unido, EUA Canadá, entre outros (Mishra et al., 2020; Hu et al., 2020; Andrew et al., 2010).

### **2.2.2. Imposto sobre o carbono**

A política de imposto sobre o carbono consiste numa forma de precificação explícita do carbono relacionada diretamente com o nível de emissões de CO<sub>2</sub>, normalmente expressas por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub>e), derivado da queima de combustíveis fósseis, criando incentivos para os emissores alterarem para uma produção menos intensiva em GEE com o objetivo de proteger o meio ambiente e mitigar o aquecimento global (Shi et al., 2019; Lin e Xu, 2019; Lee, 2019; Yu et al., 2018; Zhou e Zhang, 2017; Kortum e Weisbach, 2017; Kuo et al., 2016; Liang et al., 2016; Xu et al., 2016; Liu et al., 2015; Pillay e Buys, 2015; Zakeri et al., 2015; Jeffrey e Perkins, 2015; Nordhaus, 2010; Zhang e Baranzini, 2004).

O Fundo Monetário Internacional defende esta política como um instrumento imprescindível para sustentar o aquecimento global 2°C acima da era pré-industrial. Nordhaus (1992) demonstrou que é possível desacelerar o aquecimento global com um

---

<sup>9</sup> É feita uma atribuição das licenças de emissão a título gratuito a fim de evitar o risco de fuga de carbono (Diretiva (UE) 2018/410) Estas permissões são distribuídas para as empresas de acordo com “Planos Nacionais de Alocação”, que são determinados através de negociações entre membros de estado e firmas e então submetidas para aprovação da Comissão Europeia.

nível adequado de imposto sobre o carbono (Hu et al., 2020), uma vez que poderá levar as empresas intensivas em emissões de carbono a mudar as suas estratégias de negócio a longo prazo, alterando o seu processo de produção de forma a diminuírem as suas emissões. Caso contrário, se o nível de imposto for inadequado, corre-se o risco das empresas optarem por pagar esse imposto ao invés de tentarem reduzir as emissões de carbono (Kuo et al., 2016).

Tal como a política de comércio de emissões, o imposto sobre o carbono também foi adotado por muitos países para controlar as suas emissões de GEE, como por exemplo a Finlândia<sup>10</sup>, Noruega, Suécia, Dinamarca, Holanda, Alemanha, Reino Unido e Austrália (Cao et al., 2020a, 2020b; Yu et al., 2020; Hu et al., 2020; Zhou et al., 2018; Kuo et al., 2016; Gale et al., 2013; Dwyer et al., 2013).

No entanto, muitos investigadores defendem que a política de imposto é mais fácil de implementar comparativamente ao sistema “*cap-and-trade*”, dado que pode contar com estruturas administrativas tributárias de energia e não requer o estabelecimento de um mercado de comércio de emissões (Saelim, 2019; Park et al., 2015; Pillay e Buys, 2013).

Este instrumento político baseado em incentivos (Hou et al., 2015) é defendido como uma das políticas mais populares para reduzir as emissões de carbono na atmosfera e tem sido frequentemente reconhecido como económico, atraindo assim cada vez mais discussões académicas abrangentes relacionadas com esta temática (Liang et al., 2016).

Desta forma, no ponto seguinte será apresentado em mais detalhe a literatura relevante acerca desta política tributária e como tem sido a sua investigação ao longo do tempo.

## **2.3. Investigação em “Carbon Tax”**

### **2.3.1. Conceito de imposto ambiental**

Segundo o artigo 3º, nº2 da LGT, para além das taxas e das contribuições especiais, o imposto faz parte do conceito de tributo, caracterizando-se por ser uma prestação que assenta essencialmente na capacidade contributiva, através do rendimento ou da sua utilização e do património, e visa satisfazer as necessidades financeiras do Estado e de outras entidades públicas (Artigo 4º, nº1 e Artigo 5º, nº1 da LGT).

---

<sup>10</sup> Foi o primeiro país europeu a introduzir a política tributária do carbono, em 1990 (Liu et al., 2015).

No que diz respeito ao imposto ambiental, não existe uma noção uniforme deste imposto. A Eurostat (2020b) define-o como: “*a tax whose tax base is a physical unit (or a proxy of it) of something that has a proven, specific negative impact on the environment*”. Arthur Cecil Pigou (1920) foi o primeiro autor a referir a importância de criar um imposto por unidade de medida de poluição, a fim de internalizar as externalidades negativas <sup>11</sup> de atividades económicas no ambiente (Jeffrey e Perkins, 2015), num modelo a que chamou de “*Imposto Pigouviano*”.

A utilização de instrumentos económicos, como é o caso dos impostos ambientais, é cada vez mais frequente com o objetivo principal de internalizar as externalidades nos preços dos bens, serviços ou atividades que lhes deram origem, tentando assim que os agentes económicos tenham em conta esses custos no momento de tomarem uma decisão. É uma forma de enviar um sinal ao mercado de que o uso de determinados recursos está a provocar danos ambientais à sociedade, sendo necessário que haja alterações no comportamento.

Um imposto poderá ser considerado uma ferramenta eficaz e eficiente de auxílio ao Estado na defesa da natureza e do ambiente e na preservação dos recursos naturais (Artigo 9º, alínea e) da CRP). Assim, o Estado pode utilizar os impostos ambientais como instrumentos para proteger o meio ambiente, garantindo um ambiente de vida humano sadio e ecologicamente equilibrado (Artigo 66º, nº1 da CRP).

### **2.3.2. Tributação do carbono**

A tributação do carbono é um mecanismo político baseado no mercado (Saelim, 2019; Yu et al., 2018; Huo et al., 2015) utilizado por muitos países para cumprir diversos objetivos, nomeadamente de proteção ambiental e de angariação de receitas (Jeffrey e Perkins, 2015).

Numa perspetiva económica, o imposto sobre o carbono é um exemplo de “*Imposto Pigouviano*”, que tem sido considerado como um importante meio, empregue pelos governos, para incentivar os consumidores a alterarem o seu comportamento em direção

---

<sup>11</sup> As externalidades formam-se como consequência das emissões de GEE das atividades humanas ou indústrias, espalhando-se pelo mundo e persistindo por um longo período de tempo (Kalita e Barua, 2019). Externalidades negativas são vistas como reduções na disponibilidade de bens essenciais à sobrevivência, como ar e água limpos, diversidade biológica e clima global, provocadas pela poluição, por exemplo (Pigou, 1920).

a uma utilização mais eficiente dos recursos naturais, a fim de reduzir as emissões de carbono e consequentemente os efeitos do aquecimento global (Apleni et al., 2017; Liang et al., 2016; van Heerden et al., 2016; Zakeri et al., 2015; Jeffrey e Perkins, 2015; Dwyer et al., 2013). Chang e Han (2020) referem que tributar o carbono, com o objetivo de internalizar a externalidade negativa causada pelas emissões de CO<sub>2</sub>, tem impacto na produção, tornando os consumos intensivos em CO<sub>2</sub> mais caros e os consumos mais limpos ligeiramente mais baratos. Tal e qual como defendido por Andrew et al. (2010) no qual os impostos sobre o carbono impõem um custo à entidade poluidora e colocam-lhe a responsabilidade, obrigando-a assim a internalizar o custo da poluição, tornando-se dessa forma num custo interno, ou seja, fazendo parte do custo de produção e do custo dos produtos vendidos.

Assim sendo, para reduzir a carga deste imposto, as empresas podem reduzir as suas emissões investindo em tecnologia “verde” ao nível da sua cadeia de abastecimento, isto é, por exemplo no processo de produção, armazenamento e transporte (Datta et al., 2020; Yu et al., 2018; van Heerden et al., 2016; Metcalf e Weisbach, 2009).

A política tributária de carbono na UE teve início nos anos 90, quando países como Finlândia, Noruega, Suécia e Dinamarca se interessaram pela defesa do ambiente e orientaram os seus objetivos nesse sentido, implementando vários impostos energéticos e sobre o CO<sub>2</sub>, sendo posteriormente seguidos pelos Países Baixos e Alemanha no final da década. Em 2001, o Reino Unido seguiu o exemplo e mais tarde, a Austrália, em 2011 (Gale et al., 2013).

Segundo Hou et al. (2015), o imposto sobre o carbono pode ser positivo, quando assume a forma de punição para as empresas que prejudicam o meio ambiente, ou negativo, quando se apresenta como subsídio para empresas que se preocupam com a sustentabilidade ambiental.

Kalita e Barua (2019) afirmam que a imposição de um preço sobre o carbono seria crucial para descarbonizar o meio ambiente, sendo a abordagem do Custo Social do Carbono<sup>12</sup> (*Social Cost of Carbon – SCC*) o método mais popular na determinação do preço ideal que deveria ser aplicado. O SCC deve ser igual ou inferior às receitas geradas pela

---

<sup>12</sup> O custo social do carbono foi definido como a quantidade de dano (por exemplo, na agricultura ou saúde humana) provocado por uma tonelada adicional de CO<sub>2</sub> emitida na atmosfera (Parry et al., 2015; Pillay e Buys, 2013; Pearce, 2003).

implementação do imposto sobre o carbono de maneira a que este instrumento político seja viável (Pillay e Buys, 2013).

### **2.3.2.1. Tributação do carbono no ordenamento fiscal português**

A tributação ambiental em Portugal reside essencialmente nos impostos sobre os automóveis e sobre os produtos petrolíferos e energéticos. A tributação do carbono foi introduzida em 2007 indiretamente no Imposto sobre os Veículos (ISV) e no Imposto Único de Circulação (IUC), sendo que o ordenamento fiscal português regula a tributação do carbono no Código dos Impostos Especiais sobre o Consumo (CIEC) na parte II, capítulo II, através do Imposto sobre os Produtos Petrolíferos e Energéticos (ISP) (Artigo 1º, alínea b) do CIEC). Segundo o Artigo 88º, nº1 do CIEC, este imposto incide sobre a comercialização tanto de produtos petrolíferos e energéticos como de outros produtos como carburantes e combustíveis destinados ao consumo ou à venda.

A tributação do carbono é uma das medidas mais representativas da Reforma da Fiscalidade Verde<sup>13</sup> no combate às emissões poluentes, sendo apresentado como um Imposto Especial sobre o Consumo, uma vez que visa penalizar consumos considerados nefastos para a sociedade.

De acordo com dados da Eurostat (2020a), Portugal é um dos países da UE que cobra mais impostos ambientais aos seus cidadãos, tendo em 2018 gerado um proveito de 5,3 mil milhões de euros com este tipo de imposto. O setor energético foi o que gerou maior receita em taxas ambientais, com 3,8 mil milhões de euros (71,6% do total), seguindo-se o setor dos transportes com 1,4 mil milhões (26,4%) e a poluição e recursos com 35 milhões (0,7%).

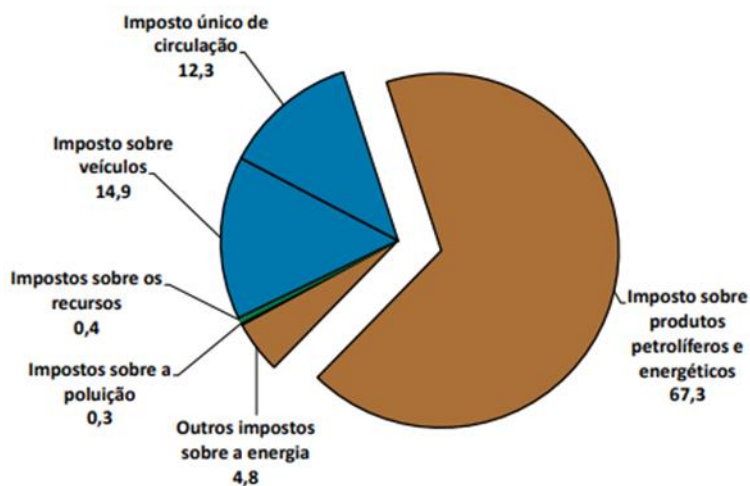
Os principais impostos com relevância ambiental em 2018, de acordo com o Gráfico 3 , inclui essencialmente três componentes: o imposto sobre produtos petrolíferos e

---

<sup>13</sup> A Reforma da Fiscalidade Verde que está em vigor desde 2015, pela Lei n.º82-D/2014, baseia-se nos pressupostos da neutralidade fiscal (isto é, o aumento líquido da receita seria utilizado para reduzir outros impostos, nomeadamente, sobre o rendimento) e a obtenção de um triplo dividendo (ou seja, tem como objetivos proteger o meio ambiente, reduzir a dependência energética do exterior, fomentar o empreendedorismo e a criação de emprego e ainda, contribuir para a responsabilidade orçamental e para a redução dos desequilíbrios externos) (APA, 2020).

energéticos (ISP, 67,3%), o imposto sobre veículos (ISV, 14,9%) e o imposto único de circulação (IUC, 12,3%).

**Gráfico 3 - Impostos com relevância ambiental, por categoria (%)**



Fonte: INE, 2018

### 2.3.3. Impactos da implementação de um imposto sobre o carbono

Segundo Nordhaus (2010), a característica desejável de qualquer imposto é a geração máxima de receita com o mínimo de efeitos prejudiciais para a economia.

A política tributária do carbono acarreta diversos benefícios, nomeadamente no aumento da receita do Estado, no desincentivo à utilização de combustíveis fósseis que leva consequentemente à quebra de emissões de CO<sub>2</sub>, e na promoção de uma indústria mais ambiental (Jin et al., 2018). Assim, é possível verificar uma diminuição da poluição atmosférica, levando por sua vez a melhorias no bem-estar social.

Por outro lado, este tipo de precificação do carbono tem implicações diferenciais para as famílias e indústrias (Metcalf, 2014). Existem muitos estudos que exploram os impactos ambientais e económicos de um imposto sobre o carbono em importantes variáveis macroeconómicas, como é o caso do PIB, da produção e do emprego, utilizando para tal uma das principais ferramentas analíticas considerada poderosa e altamente credível, o modelo Computacional de Equilíbrio Geral<sup>14</sup> (*Computable General Equilibrium – CGE*)

<sup>14</sup> Este modelo baseia-se na teoria do equilíbrio geral de Walras, estabelecendo uma relação quantitativa entre as várias componentes da economia nacional, permitindo avaliar o impacto da perturbação de uma parte da economia na outra parte da economia (Zhang e Zhang, 2020b; Kuo et al., 2016; Liang et al., 2016).

(Zhang e Zhang, 2020b; Li e Masui, 2019; Liang et al., 2016; Koks et al., 2016; Dwyer et al., 2013). Este modelo é descendente de outro amplamente utilizado pela comunidade científica, o modelo *Input-Output (I-O)*<sup>15</sup>, frequentemente elogiado pela sua simplicidade e capacidade de analisar as interdependências económicas custo-preço entre setores e regiões (Chang e Han, 2020; Koks et al., 2016).

A maioria desses estudos constata que tal política apresenta elevados custos económicos, ou seja, reduções no PIB, no consumo, aumentos nos custos de energia e investimentos adicionais que se tornam necessários para produzir energia mais limpa (Zhu et al., 2020b; Peng et al., 2017; Dwyer et al., 2013, 2012).

Por exemplo, Li e Masui (2019) estudaram os impactos socioeconómicos e ambientais da política tributária do carbono no setor da eletricidade na China chegando à conclusão que o imposto sobre o carbono provocava uma perda de PIB entre 0,1% e 0,7%, sendo que os setores intensivos em energia sofrem maior impacto do que os setores agrícola e de serviços que, pelo contrário, sofrem um ligeiro crescimento na produção. Para além disso, o imposto leva o setor da eletricidade a transitar para tecnologias “verdes”, ou seja, a eletricidade a carvão e gás natural vão-se transformando gradualmente em outras tecnologias limpas para produzir eletricidade. Como referido por Zuo et al. (2016: 1484) “*CO<sub>2</sub> emission reduction and carbon taxes can both help to reduce CO<sub>2</sub> emissions and increase diversification of the power generation structure to include a greater share of renewables*”.

Segundo um estudo dos economistas Pereira e Pereira (2019) sobre o impacto das taxas sobre o CO<sub>2</sub> em Portugal, defende-se a implementação de um imposto sobre o carbono de 114€/ton de CO<sub>2</sub> de forma a atingir as metas do *IPCC* até 2030<sup>16</sup>. Os modelos de simulação utilizados pelos autores permitiram prever uma redução no PIB de 5,2% com perdas no emprego, no investimento e no consumo privado em 2,7%, 1,3% e 1,2%, respetivamente. No entanto, este nível de imposto permite gerar receitas fiscais no valor de 1,9% do PIB e antecipar uma diminuição da dívida pública em cerca de 12,7%.

---

Como referido por Liang et al. (2016: 1570), o modelo *CGE* é “*good at describing the interactions among different agents and at assessing the direct, indirect and economy-wide impacts of a given policy*”.

<sup>15</sup> A estrutura analítica do modelo *I-O*, proposto pela primeira vez por Wassily Leontief no final da década de 1930, consiste na descrição das relações estruturais entre indústrias dentro de uma economia, isto é, analisa os fluxos de bens e serviços de um setor (produtor) com outros (consumidor) (Koks et al., 2016; Miller e Blair, 2009).

<sup>16</sup> É necessário reduzir as emissões antropogénicas de CO<sub>2</sub> em 45% até 2030 relativamente aos níveis de 2010, com o objetivo de atingir a neutralidade carbónica até 2050 (Pereira e Pereira, 2019).



Para além disso, existem ainda outros aspectos ou impactos negativos quanto à implementação de um imposto sobre o carbono, nomeadamente a eventualidade de este ser regressivo, influenciar na competitividade das empresas e na possibilidade de fuga de carbono por parte destas, também designado por “*carbon leakage*”.

### **2.3.3.1. Regressividade do imposto e Utilização da receita**

A política de imposto sobre o carbono é bastante criticada pela sua potencial regressividade (Williams et al., 2015), isto é, mais prejudicial para populações de baixo rendimento, uma vez que lhes exige o pagamento de uma elevada percentagem, gerando uma carga fiscal desproporcional (Williams et al., 2014; Gale et al., 2013). Além disso, os contribuintes têm a percepção de que o imposto sobre o carbono funciona simplesmente como esquema fiscal para angariar receita o que distorce o efeito desejado da política como incentivo à não poluição.

Este impacto regressivo que o imposto sobre o carbono pode apresentar, torna necessário a tomada de medidas por parte do Estado de forma a garantir a neutralidade fiscal, isto é, podia-se resolver este efeito utilizando as receitas fiscais para favorecer as famílias de baixo rendimento (Williams et al., 2015). Igualmente visto por Metcalf (2014) ao nível das empresas que as receitas do imposto sobre o carbono poderiam ser usadas para reduzir ou evitar aumentos noutros impostos de forma a manter o mesmo grau de progressividade, a mesma carga fiscal e a neutralidade distributiva, contribuindo assim para uma maior eficiência do sistema tributário.

Esta melhoria de eficiência obtida pela diminuição de outros impostos existentes poderá representar um benefício para a sociedade e conseqüentemente, a reciclagem da receita poderá gerar um duplo dividendo<sup>17</sup> (também conhecido como dividendo económico), que consiste num duplo benefício, isto é, na proteção ambiental e num maior bem-estar social.

---

<sup>17</sup> O fenómeno do duplo dividendo ocorre quando pela implementação de um imposto ambiental consegue-se obter um efeito positivo no ambiente reduzindo o efeito negativo na economia, através do uso das receitas desse imposto para diminuir outros impostos distorcivos (como por exemplo, o imposto sobre o rendimento das famílias), possibilitando assim aumentar os níveis do PIB e/ou da eficiência económica (Parry et al., 2015).

### 2.3.3.2. Competitividade organizacional

O impacto de um imposto sobre o carbono reflete-se na diminuição dos lucros das empresas, uma vez que influencia a sua estrutura de custos, sendo assim um fator que pode comprometer a competitividade organizacional (Jin et al., 2018; Gray e Metcalf, 2017; Liang et al., 2016; Hovelaque e Bironneau, 2015; Baranzini et al., 2000).

Devido às crescentes preocupações e consciência ambiental por parte dos *stakeholders* (como organizações internacionais, governos, fornecedores e consumidores), relativamente aos impactos ambientais das atividades da cadeia de abastecimento (como produção, transporte e armazenamento), tornou-se um fator de decisão importante para muitas empresas a participação em iniciativas para reduzir a sua pegada carbónica, a fim de permanecerem competitivas (Yu et al., 2020; Shamayleh et al., 2019; Lee, 2019; Hovelaque e Bironneau, 2015; Choudhary et al., 2015).

Ao longo dos anos, a sociedade em geral tem-se tornado mais recetiva à ideia de colocar taxas para conter as emissões de carbono (Yang e Chen, 2018; Park et al., 2015).

As organizações também têm consciência das implicações negativas que as suas operações têm para o clima, por isso os gestores começaram a levar em consideração aspectos ambientais e económicos na tomada de decisões, visto ser muito importante para se tornarem mais competitivas e para o desenvolvimento sustentável. Dessa forma, foi possível observar por parte das empresas um número crescente de divulgação voluntária<sup>18</sup> de informação relativa aos seus impactos sobre o meio ambiente e recursos naturais, nomeadamente sobre a pegada de carbono dos seus produtos e serviços, que se tornam úteis para investidores e múltiplos *stakeholders* na tomada de decisões de investimento.

Uma organização socialmente responsável é um aspeto essencial não só do ambiente corporativo e para garantir o desenvolvimento sustentável a longo prazo como também para atrair mais investidores, isto porque, de acordo com Church et al. (2019), este tipo de empresas atrai todo o tipo de investidores, quer os que se preocupam somente com o desempenho financeiro como os que dão sobretudo importância à responsabilidade social corporativa, contudo, estes últimos tendem a investir mais. Assim sendo, uma organização deve ser financeiramente segura bem como reduzir impactos ambientais

---

<sup>18</sup> Uma das iniciativas muito utilizadas é o *Carbon Disclosure Project (CDP)* que incentiva as empresas a divulgar voluntariamente informações sobre os seus impactos ambientais, particularmente no que diz respeito às emissões de carbono, para dessa forma, descobrir formas de reduzi-los (Schiemann e Sakhel, 2019).

indesejáveis e agir conforme as expectativas de todos os *stakeholders*, harmonizando o desenvolvimento económico, a qualidade ambiental e o bem-estar social (Pillay e Buys, 2015)

Atualmente, as empresas têm inovado nos processos físicos envolvidos nas suas operações, como a alteração no *design* dos seus produtos e embalagens, utilização de equipamentos e instalações com maior eficiência energética e fontes de energia menos poluentes (como os recursos renováveis), visto que, num ambiente competitivo, a satisfação do cliente torna-se prioridade para as empresas, sendo um dos seus principais objetivos (Ndhaief et al., 2019).

Um grande número de consumidores começou a demonstrar interesse em comprar produtos ecológicos, sendo que aqueles que apresentam uma consciência ambiental mais forte estão dispostos a pagar mais por esses produtos. No entanto, para a maioria das empresas, pode ser necessário grandes investimentos em tecnologia avançada para produzir produtos com baixas emissões de carbono, o que por um lado faz com que estas tenham receio de avançar nesse sentido. Assim, é muito importante e necessário que os governos implementem regulamentos e leis para motivar as empresas a adotar ativamente estratégias ecológicas de modo a produzir produtos de baixo carbono, maximizando os seus lucros (Jin et al., 2018; Wang et al., 2017).

Por outro lado, Zhou e Zhang (2017), Hovelaque e Bironneau (2015) defendem que é possível mitigar as emissões de CO<sub>2</sub> através de ajustes operacionais, como alterações nos tamanhos dos lotes ou nas quantidades de pedidos, para além de que pode ser uma alternativa ou complemento aos investimentos mais caros em tecnologias de redução de carbono.

De acordo com Costello et al. (2019), a investigação e desenvolvimento (I&D) permite ganhos de eficiência relevantes para uma empresa, uma vez que pode incentivá-las a comercializar novas tecnologias económicas com capacidade de diminuir novas emissões de carbono, colocar o carbono inofensivamente no subsolo ou removê-lo da atmosfera. Um exemplo disso é o *Carbon Capture and Storage (CCS)*<sup>19</sup> que ganhou grande atenção

---

<sup>19</sup> Tecnologia que extrai as emissões de CO<sub>2</sub>, transporta e armazena em locais geológicos profundos no solo, de forma a isolar as emissões da atmosfera e para não surgirem consequências nocivas ao meio ambiente (Zhu et al., 2015; Parry et al., 2015; IPCC, 2005).

como uma tecnologia boa e eficaz para descarbonizar o setor elétrico e outras indústrias (Moioli e Pellegrini, 2020).

Posto isto, apesar da implementação de um imposto sobre o carbono influenciar os lucros das empresas, de acordo com a hipótese de Porter, este promove a capacidade de inovação de um país ou setor de atividade, levando assim a um aumento da competitividade (Ma et al., 2020). A título de exemplo está o estudo de Zhu et al. (2020a) onde se verificou que a política tributária do carbono promove o surgimento de comportamentos financeiros ecológicos nas empresas de energia.

Segundo o World Bank (2019), a precificação do carbono é uma ferramenta crucial para impulsionar o investimento e as ações na direção certa, e tendo os preços certos consegue-se atingir as metas climáticas e de desenvolvimento sustentável. Para além disso, se houver uma economia de baixo carbono (também designada por economia verde) é possível promover a competitividade empresarial através da produção de bens e serviços com menor impacto ambiental, gerando assim mais emprego e riqueza no país.

### **2.3.3.3.Fuga de carbono**

O risco potencial de fuga de carbono (*carbon leakage*) resulta da ausência de medidas vinculativas a nível internacional ou dos diferentes preços do carbono entre os países, criando um incentivo às empresas para transferirem as suas atividades operacionais para outros países cujas as indústrias não estão sujeitas a mecanismos de precificação do carbono ou possuem impostos sobre o carbono mais baixos. Dessa forma, as empresas conseguiriam diminuir os seus custos internos, aumentar os lucros e ganhar novamente competitividade no mercado, no entanto, essa mudança de localização operacional iria aumentar as emissões de GEE em países terceiros. Isto significa que os empregos e a atividade económica do país sujeito a imposto sobre o carbono seriam adversamente afetados e o objetivo de reduzir as emissões globais não seria alcançado (Kortum e Weisbach, 2017; Metcalf, 2014).

O sistema “*cap-and-trade*” possui vantagem sobre a política de tributação do carbono relativamente a este aspecto, do potencial problema de fuga de carbono (Hu et al., 2020; Ritter e Zimmermann, 2019), uma vez que a Comissão Europeia apresenta uma lista dos setores e subsectores de indústrias intensivas em energia considerados expostos a um risco

significativo de fuga de carbono, atribuindo-lhes 100% de licenças de emissão a título gratuito, segundo a Diretiva 2003/87/CE (Kuik e Hofkes, 2010).

Se o imposto sobre o carbono for aplicado apenas a um subconjunto de países, será internalizado as emissões apenas das atividades desses países, portanto, Kortum e Weisbach (2017) defendem que a melhor forma de internalizar a externalidade global das emissões de CO<sub>2</sub> e controlar a fuga de carbono, será através da implementação de um imposto global harmonizado de carbono.

No entanto, é difícil alcançar um regime harmonizado a nível internacional, então vários autores têm proferido a utilização de mecanismos de impostos ajustados nas fronteiras<sup>20</sup> (*Border Tax Adjustments – BTA*) para reduzir o possível impacto do imposto sobre o carbono nas empresas. Esta abordagem de ajustes de impostos nas fronteiras tem sido introduzida pelos EUA e por vários países europeus com o objetivo de resolver as preocupações relacionadas com os impactos desfavoráveis à competitividade das empresas e com o problema global de fuga de carbono (Zhu et al., 2020b; Gray e Metcalf, 2017; Liang et al., 2016; Kuik e Hofkes, 2010; Zhang e Baranzini, 2004). Porém, Kuik e Hofkes (2010) concluíram no seu estudo que a implementação de impostos ajustados nas fronteiras na UE tem um impacto limitado sobre o potencial risco de fuga de carbono, não sendo muito eficaz para resolver esta questão.

Assim, ao estruturar um imposto sobre o carbono deve-se ter em conta aspectos de competitividade para reduzir os impactos deste imposto, como por exemplo, o momento de exigibilidade do imposto, os impostos ajustados nas fronteiras, a reciclagem de receitas fiscais do imposto sobre o carbono e isenções (Baranzini et al., 2000).

---

<sup>20</sup> Este mecanismo consiste em impor um imposto sobre as importações e oferecer um desconto quando o bem é exportado com base nas emissões da produção desse bem (Kortum e Weisbach, 2017; Gray e Metcalf, 2017; Metcalf e Weisbach, 2009; Zhang e Baranzini, 2004; Baranzini et al., 2000). É uma espécie de imposto extra que pretende garantir que os preços das importações de bens com origem em países terceiros onde não há impostos sobre o carbono não se tornem mais competitivos que os bens nacionais.



### **III. Metodologia**

A produção científica apresenta diversas características importantes para as atividades académicas e de investigação dado que é através desse instrumento que a comunidade científica é capaz de mostrar os resultados, a pertinência e a relevância da investigação (Costa et al., 2012).

De forma a alcançar os objetivos deste estudo, a metodologia que será aplicada aos dados obtidos será a bibliometria, que consiste numa das principais ferramentas para avaliar a produção científica. Costa et al. (2012: 1) definem bibliometria como “*uma técnica quantitativa e estatística para medir índices de produção e disseminação do conhecimento, bem como acompanhar o desenvolvimento de diversas áreas científicas e os padrões de autoria e publicação*”.

Assim, ao ser adotada uma abordagem bibliométrica torna-se possível, por exemplo, avaliar os progressos realizados relativos a um assunto, identificar as fontes mais fiáveis de publicações científicas, estabelecer as bases académicas para a avaliação de novos desenvolvimentos, identificar os principais autores científicos e desenvolver indicadores bibliométricos para avaliar a produção académica (Cobo et al., 2015).

O presente capítulo está dividido em três partes. Primeiro será apresentado o método utilizado na recolha dos dados e a definição da amostra do estudo, seguindo-se a definição dos indicadores bibliométricos a investigar e por último, a apresentação dos métodos estatísticos aplicados para analisar os dados.

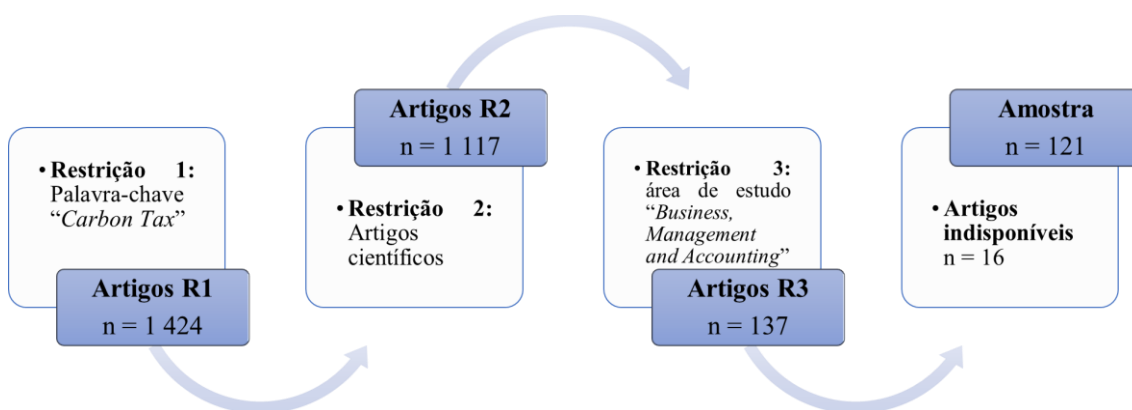
#### **3.1. Recolha de dados e Definição da amostra - Abordagem bibliométrica**

Tendo em conta a abordagem bibliométrica seguida, a presente investigação procedeu à recolha de artigos científicos publicados em diversas revistas científicas sobre a temática “Carbon Tax” até 31 de agosto de 2020, utilizando o repositório digital de conteúdos da base de dados *Scopus*, que apresenta uma ampla cobertura global e regional de revistas científicas, atas de conferências e livros com dados de alta qualidade, sendo muito utilizado em estudos bibliométricos e em investigações académicas (Zhu e Liu, 2020; Baas et al., 2020; Costa et al., 2012).

Na recolha da evidência publicada na base de dados *Scopus*, estabeleceu-se os seguintes critérios de investigação: todos os documentos tinham de apresentar a palavra-chave “*Carbon Tax*”, ser do tipo artigo científico e pertencer à área de estudo *Business, Management and Accounting*. Não houve qualquer restrição temporal imposta neste estudo uma vez que se pretende incluir todos os artigos relacionados com esta temática.

Posto isto, depois das restrições impostas para recolher os artigos científicos, foi possível definir a amostra do estudo. Após a primeira limitação, pelo critério palavra-chave, obteve-se 1 424 publicações, contudo este número diminuiu ligeiramente para 1 117 artigos científicos com a imposição da segunda restrição, pelo tipo de documento, e logo de seguida com a terceira limitação, pelo critério área de estudo, reduziu significativamente para um total de 137 artigos científicos. Retirou-se ainda 16 artigos por estarem indisponíveis (Anexo 1) atingindo assim uma amostra total de 121 artigos científicos elegíveis para a realização deste estudo, também utilizados na Revisão de Literatura. A Figura 1 ilustra de um modo geral o processo de aplicação das restrições impostas às publicações da *Scopus* até obter a amostra do estudo.

**Figura 1 - Processo de aplicação das restrições**



*Fonte: Elaboração própria*

A Tabela 2 exhibe todos os artigos elegíveis para o estudo, assim como o(s) autor(es) e respetivo ano de publicação.

Seguidamente, procedeu-se à criação de uma base de dados em formato *Excel*, visto ser um instrumento útil para organizar e analisar melhor os dados recolhidos, que foi alimentada pelo documento em formato *CSV* retirado da *Scopus* com as seguintes



informações: *Author(s), Document Title, Year, Source Title, Citation Count, Digital Object Identifier (DOI), Affiliations e Author Keywords.*

Posteriormente, este documento foi ainda introduzido no software *VOSviewer* para criar e visualizar mapas bibliométricos de forma a facilitar a análise dos dados obtidos.

**Tabela 2 – Artigos elegíveis para o estudo, divididos por título, autor(es) e ano de publicação**

Título do artigo	Autor(es)	Ano de publicação
<i>Carbon emissions reduction and financial effects of a cap and tax system on an operating supply chain in the cement sector</i>	Cadavid-Giraldo, N., Velez-Gallego, M.C., Restrepo-Boland, A.	2020
<i>Should firms provide online return service for remanufactured products?</i>	Cao, K., Xu, Y., Wang, J.	2020
<i>Rethinking the choice of carbon tax and carbon trading in China</i>	Jia, Z., Lin, B.	2020
<i>Research on a single policy or policy mix in carbon emissions reduction</i>	Zhao, L., Yang, C., Su, B., Zeng, S.	2020
<i>Examining the economic and environmental effects of emissions policies in China: A Bayesian DSGE model</i>	Zhang, J., Zhang, Y.	2020
<i>Optimal carbon reduction level and ordering quantity under financial constraints</i>	Cao, K., Xu, B., He, Y., Xu, Q.	2020
<i>Integrated optimization of railway freight operation planning and pricing based on carbon emission reduction policies</i>	Li, L., Zhang, X.	2020
<i>Environmental issue in an integrated production and maintenance control of unreliable manufacturing/remanufacturing systems</i>	Ndhaief, N., Nidhal, R., Hajji, A., Bistorin, O.	2020
<i>Carbon tax and sustainable facility location: The role of production technology</i>	Gaigné, C., Hovelaque, V., Mechouar, Y.	2020
<i>Collaborative optimal carbon tax rate under economic and energy price shocks: A dynamic stochastic general equilibrium model approach</i>	Chan, Y.T.	2020
<i>A sustainable production-inventory model for a controllable carbon emissions rate under shortages</i>	Mishra, U., Wu, J.-Z., Sarkar, B.	2020
<i>Fixed and Capture Level Reduction operating modes for carbon dioxide removal in a Natural Gas Combined Cycle power plant</i>	Moioli, S., Pellegrini, L.A.	2020
<i>Chinese tourism economic change under carbon tax scenarios</i>	Zhang, J., Zhang, Y.	2020
<i>The short-term roles of sectors during a carbon tax on Chinese economy based on complex network: An in-process analysis</i>	Ma, N., Li, H., Wang, Y., Zhang, J., Li, Z., Arif, A.	2020
<i>Impacts of horizontal integration on social welfare under the interaction of carbon tax and green subsidies</i>	Xu, C., Wang, C., Huang, R.	2020
<i>Collaboration in a low-carbon supply chain with reference emission and cost learning effects: Cost sharing versus revenue sharing strategies</i>	Yu, B., Wang, J., Lu, X., Yang, H.	2020

<i>Cost-push impact of taxing carbon in China: A price transmission perspective</i>	Chang, N., Han, C.	2020
<i>Challenges and Development Perspectives of the Tax System</i>	Niemann, R., Schreiber, U.	2020
<i>The Role of Universities in Private Environmental Governance Experimentalism</i>	Light, S.E.	2020
<i>A hybrid carbon policy inventory model with emission source-based green investments</i>	Datta, T.K., Nath, P., Dutta Choudhury, K.	2020
<i>Green financial behavior and green development strategy of Chinese power companies in the context of carbon tax</i>	Zhu, N., Bu, Y., Jin, M., Mbroh, N.	2020
<i>Carbon tax or cap-and-trade: Which is more viable for Chinese remanufacturing industry?</i>	Hu, X., Yang, Z., Sun, J., Zhang, Y.	2020
<i>A simulation study of China's imposing carbon tax against American carbon tariffs</i>	Zhu, N., Qian, L., Jiang, D., Mbroh, N.	2020
<i>Optimal trade-in and warranty period strategies for new and remanufactured products under carbon tax policy</i>	Cao, K., Xu, B., Wang, J.	2020
<i>Evolutionary macroeconomic assessment of employment and innovation impacts of climate policy packages</i>	Rengs, B., Scholz-Wäckerle, M., van den Bergh, J.	2020
<i>Flexible versus simple trade-in strategy for remanufacturing</i>	Yang, Z., Hu, X., Sun, J., Zhang, Y.	2020
<i>How to set the proper level of carbon tax in the context of Chinese construction sector? A CGE analysis</i>	Shi, Q., Ren, H., Cai, W., Gao, J.	2019
<i>Essay on climate apocalypse and a carbon tax</i>	Costello, K.W.	2019
<i>The Role of Universities in Private Environmental Governance Experimentalism</i>	Light, S.E.	2019
<i>Green scheduling model of shuttle tanker fleet considering carbon tax and variable speed factor</i>	Xin, X., Wang, X., Tian, X., Chen, Z., Chen, K.	2019
<i>Carbon tax incidence on household demand: Effects on welfare, income inequality and poverty incidence in Thailand</i>	Saelim, S.	2019
<i>Exploring the green total factor productivity of China's metallurgical industry under carbon tax: A perspective on factor substitution</i>	Lin, B., Xu, M.	2019
<i>Determining a Carbon Tax Rate for India in the Context of Global Climate Change</i>	Kalita, U., Barua, N.A.	2019
<i>Techno-economic optimization and social costs assessment of microgrid-conventional grid integration using genetic algorithm and Artificial Neural Networks: A case study for two US cities</i>	Nagapurkar, P., Smith, J.D.	2019
<i>A stochastic reverse logistics production routing model with emissions control policy selection</i>	Shuang, Y., Diabat, A., Liao, Y.	2019
<i>Operational and environmental decisions for a two-stage supply chain under vendor managed consignment inventory partnership</i>	Hariga, M., Babekian, S., Bahroun, Z.	2019
<i>Service and pricing strategies in online retailing under carbon emission regulation</i>	Ding, Y., Jin, M.	2019
<i>Optimizing a sustainable logistics problem in a renewable energy network using a genetic algorithm</i>	Sadeghi, J., Haapala, K.R.	2019
<i>Economic and environmental models for cold products with time varying demand</i>	Shamayleh, A., Hariga, M., As'ad, R., Diabat, A.	2019

<i>Will carbon tax affect the strategy and performance of low-carbon technology sharing between enterprises?</i>	Wang, M., Li, Y., Li, M., Shi, W., Quan, S.	2019
<i>Optimal Climate Policy and the Future of World Economic Development</i>	Budolfson, M., Dennig, F., Fleurbaey, M., Scovronick, N., Siebert, A., Spears, D., Wagner, F.	2019
<i>Assessing the impacts of China's environmental tax using a dynamic computable general equilibrium model</i>	Li, G., Masui, T.	2019
<i>Production decision model with carbon tax for the knitted footwear industry under activity-based costing</i>	Tsai, W.-H., Jhong, S.-Y.	2019
<i>Production and pricing decisions in a dual-channel supply chain under remanufacturing subsidy policy and carbon tax policy</i>	Cao, K., He, P., Liu, Z.	2019
<i>Towards a sustainable and inclusive low-carbon economy: Why carbon taxes, and not schemes of emission trading, are a cost-effective economic instrument to curb greenhouse gas emissions</i>	Ionescu, L.	2019
<i>Investing in carbon emissions reduction in the EOQ model</i>	Lee, J.-Y.	2019
<i>Using evolutionary game theory to study governments and manufacturers' behavioral strategies under various carbon taxes and subsidies</i>	Chen, W., Hu, Z.-H.	2018
<i>A carbon-constrained EOQ model with uncertain demand for remanufactured products</i>	Liao, H., Deng, Q.	2018
<i>A fuzzy goal programme with carbon tax policy for Brownfield Tyre remanufacturing strategic supply chain planning</i>	Saxena, L.K., Jain, P.K., Sharma, A.K.	2018
<i>Coordinated Pricing Analysis with the Carbon Tax Scheme in a Supply Chain</i>	Ma, X., Ho, W., Ji, P., Talluri, S.	2018
<i>Shelf space allocation problem under carbon tax and emission trading policies</i>	Yu, V.F., Maglasang, R., Tsao, Y.-C.	2018
<i>Pricing decisions and social welfare in a supply chain with multiple competing retailers and carbon tax policy</i>	Zhou, Y., Hu, F., Zhou, Z.	2018
<i>The unpaid social cost of carbon Introducing a framework to estimate “legal looting” in the fossil fuel industry</i>	Linnenluecke, M., Smith, T., Whaley, R.E.	2018
<i>Retailer-driven carbon emission abatement with consumer environmental awareness and carbon tax: Revenue-sharing versus Cost-sharing</i>	Yang, H., Chen, W.	2018
<i>Low-carbon product selection with carbon tax and competition: Effects of the power structure</i>	Meng, X., Yao, Z., Nie, J., Zhao, Y., Li, Z.	2018
<i>Service competition in an online duopoly market</i>	Ding, Y., Gao, X., Huang, C., Shu, J., Yang, D.	2018
<i>The effect of governmental policies of carbon taxes and energy-saving subsidies on enterprise decisions in a two-echelon supply chain</i>	Yuyin, Y., Jinxi, L.	2018
<i>Carbon tax, tourism CO2 emissions and economic welfare</i>	Zhang, J., Zhang, Y.	2018
<i>Determining the optimal carbon tax rate based on data envelopment analysis</i>	Jin, M., Shi, X., Emrouznejad, A., Yang, F.	2018

<i>Make or buy? It is the question: A study in the presence of carbon tax</i>	Meng, X., Yao, Z., Nie, J., Zhao, Y.	2018
<i>Assigning firm-level GHGE reductions based on national goals - Mathematical model &amp; empirical evidence</i>	Jackson, J., Belkhir, L.	2018
<i>The cost of policy uncertainty in electric sector capacity planning: Implications for instrument choice</i>	Leibowicz, B.D.	2018
<i>Carbon pricing in the Northeast: Looking through a legal lens</i>	Milne, J.E.	2017
<i>Integration and consolidation in air freight shipment planning: An economic and environmental perspective</i>	Zhou, G., Zhang, Y.	2017
<i>The role of revenue sharing and first-mover advantage in emission abatement with carbon tax and consumer environmental awareness</i>	Yang, H., Luo, J., Wang, H.	2017
<i>The impacts of carbon pricing on coastal megacities: A CGE analysis of Singapore</i>	Li, Y., Su, B.	2017
<i>Performance evaluation of climate policies in China: A study based on an integrated assessment model</i>	Peng, P., Zhu, L., Fan, Y.	2017
<i>Environmental taxation and mergers in oligopoly markets with product differentiation</i>	Fikru, M.G., Gautier, L.	2017
<i>Regulatory impact on voluntary climate change-related reporting by Australian government-owned corporations</i>	Liu, Z., Abhayawansa, S., Jubb, C., Perera, L.	2017
<i>The design of border adjustments for carbon prices</i>	Kortum, S., Weisbach, D.	2017
<i>Carbon tax competitiveness concerns: Assessing a best practices carbon credit</i>	Gray, W.B., Metcalf, G.E.	2017
<i>WTO law constraints on border tax adjustment and tax credit mechanisms to reduce the competitive effects of carbon taxes</i>	Trachtman, J.P.	2017
<i>An assessment of decarbonization in the strategic Indian electricity generation sector</i>	Vedachalam, N., Surendar, S., Srinivasalu, S.	2017
<i>Supply chain enterprise operations and government carbon tax decisions considering carbon emissions</i>	Wang, C., Wang, W., Huang, R.	2017
<i>Cumulative emissions, unburnable fossil fuel, and the optimal carbon tax</i>	van der Ploeg, F., Rezai, A.	2017
<i>Cutting carbon emissions from electricity generation</i>	Procter, R.J.	2017
<i>The implications of the proposed carbon tax in South Africa's tourism industry</i>	Apleni, L., Mxunyelwa, S., Vallabh, D.	2017
<i>The impact of the Australian carbon tax on the tourism industry</i>	Meng, S., Pham, T.	2017
<i>Unintended possible consequences of fuel input taxes for individual investments in greenhouse gas mitigation technologies and the resulting emissions</i>	Klingelhöfer, H.E.	2017
<i>Do carbon taxes work? Analysis of government policies and enterprise strategies in equilibrium</i>	Kuo, T.C., Hong, I.-H., Lin, S.C.	2016
<i>Ambiguous tipping points</i>	Lemoine, D., Traeger, C.P.	2016
<i>Multi-objective optimization of the operating conditions in a cutting process based on low carbon emission costs</i>	Liu, Z.-J., Sun, D.-P., Lin, C.-X., Zhao, X.-Q., Yang, Y.	2016

<i>Low-carbon city logistics distribution network design with resource deployment</i>	Yang, J., Guo, J., Ma, S.	2016
<i>Australian climate concern and the ‘attitude–behaviour gap’</i>	Higham, J., Reis, A., Cohen, S.A.	2016
<i>China's future energy mix and emissions reduction potential: a scenario analysis incorporating technological learning curves</i>	Zou, H., Du, H., Broadstock, D.C., Guo, J., Gong, Y., Mao, G.	2016
<i>Addressing the competitiveness effects of taxing carbon in China: domestic tax cuts versus border tax adjustments</i>	Liang, Q.-M., Wang, T., Xue, M.-M.	2016
<i>Joint production and pricing decisions for multiple products with cap-and-trade and carbon tax regulations</i>	Xu, X., Xu, X., He, P.	2016
<i>The economic and environmental effects of a carbon tax in South Africa: A dynamic CGE modelling approach</i>	van Heerden, J., Blignaut, J., Bohlmann, H., Cartwright, A., Diederichs, N., Mander, M.	2016
<i>Investigating the impact of carbon tax on socially responsible corporate governance: The case of south African motor vehicle manufacturers</i>	Pillay, S., Buys, P.	2015
<i>Carbon taxes and U.S. fiscal reform</i>	McKibbin, W.J., Morris, A.C., Wilcoxon, P.J., Cai, Y.	2015
<i>The initial incidence of a carbon tax across income groups</i>	Williams, R.C., Gordon, H., Burtraw, D., Carbone, J.C., Morgenstern, R.D.	2015
<i>Carbon taxes and fiscal reform in the United States</i>	Jorgenson, D.W., Goettle, R.J., Ho, M.S., Wilcoxon, P.J.	2015
<i>Low-carbon product multi-objective optimization design for meeting requirements of enterprise, user and government</i>	Xu, Z.-Z., Wang, Y.-S., Teng, Z.-R., Zhong, C.-Q., Teng, H.-F.	2015
<i>CO2 mitigation potential of CCS in China e an evaluation based on an integrated assessment model</i>	Zhu, L., Duan, H.-B., Fan, Y.	2015
<i>An analysis of company choice preference to carbon tax policy in China</i>	Liu, X., Wang, C., Niu, D., Suk, S., Bao, C.	2015
<i>Will export rebate policy be effective for CO2 emissions reduction in China? A CEEPA-based analysis</i>	Fan, J.-L., Liang, Q.-M., Wang, Q., Zhang, X., Wei, Y.-M.	2015
<i>Optimal Decisions of Countries with Carbon Tax and Carbon Tariff</i>	Hou, Y., Jia, M., Tian, X., Wei, F., Wei, K.	2015
<i>The carbon-constrained EOQ model with carbon emission dependent demand</i>	Hovelaque, V., Bironneau, L.	2015
<i>Carbon emissions in a multi-echelon production-inventory model with lead time constraints</i>	Hammami, R., Nouira, I., Frein, Y.	2015
<i>Tactical supply chain planning under a carbon tax policy scheme: A case study</i>	Fahimnia, B., Sarkis, J., Choudhary, A., Eshragh, A.	2015
<i>Carbon pricing versus emissions trading: A supply chain planning perspective</i>	Zakeri, A., Dehghanian, F., Fahimnia, B., Sarkis, J.	2015
<i>A carbon market sensitive optimization model for integrated forward–reverse logistics</i>	Choudhary, A., Sarkar, S., Settur, S., Tiwari, M.K	2015

<i>System Dynamics Approach for the Impacts of FINEX Technology and Carbon Taxes on Steel Demand: Case Study of the POSCO</i>	Jeong, S.-J.	2015
<i>The association between energy taxation, participation in an emissions trading system, and the intensity of carbon dioxide emissions in the European Union</i>	Jeffrey, C., Perkins, J.D.	2015
<i>Supply Chain Design and Carbon Penalty: Monopoly vs. Monopolistic Competition</i>	Park, S.J., Cachon, G.P., Lai, G., Seshadri, S.	2015
<i>Using the tax system to address competition issues with a carbon tax</i>	Metcalf, G.E.	2014
<i>The initial incidence of a carbon tax across U.S. States</i>	Williams, R.C., Gordon, H., Burtraw, D., Carbone, J.C., Morgenstern, R.D.	2014
<i>Carbon tax, corporate carbon profile and financial return</i>	Luo, L., Tang, Q.	2014
<i>Retail store density and the cost of greenhouse gas emissions</i>	Cachon, G.P.	2014
<i>Downscaling long term socio-economic scenarios at city scale: A case study on Paris</i>	Viguié, V., Hallegatte, S., Rozenberg, J.	2014
<i>Carbon tax pricing and the social cost of carbon: The case in the South African motor vehicle manufacturing industry</i>	Pillay, S., Buys, P.W.	2013
<i>Economic Impacts of a Carbon Tax on the Australian Tourism Industry</i>	Dwyer, L., Forsyth, P., Spurr, R., Hoque, S.	2013
<i>Forging cleaner production: the importance of academic-practitioner links for successful sustainability embedded carbon accounting</i>	Burritt, R.L., Tingey-Holyoak, J.	2012
<i>Wither Australian Tourism? Implications of the Carbon Tax</i>	Dwyer, L., Forsyth, P., Spurr, R.	2012
<i>The financials of constructing a solar PV for net-zero energy operations on college campuses</i>	Kwan, C.L., Kwan, T.J.	2011
<i>Carbon tax: Challenging neoliberal solutions to climate change</i>	Andrew, J., Kaidonis, M.A., Andrew, B.	2010
<i>Economic impact of the integration of alternative vehicle technologies into the New Zealand vehicle fleet</i>	Leaver, J., Gillingham, K.	2010
<i>Carbon taxes to move toward fiscal sustainability</i>	Nordhaus, W.D.	2010
<i>Public policies against global warming: a supply side approach</i>	Sinn, H.-W.	2008
<i>Tourists' Perception of International Air Travel's Impact on the Global Climate and Potential Climate Change Policies</i>	Becken, S.	2007
<i>The Political Economy of Implementing Environmental Taxes</i>	Pearson, M.	1995

Fonte: Elaboração própria

### 3.2. Indicadores bibliométricos

Após ter sido efetuada a recolha dos dados e definida a amostra será necessário avaliar a produção científica em “Carbon Tax”. Para tal, recorre-se a diversos indicadores

bibliométricos que se dividem em indicadores de qualidade científica, de atividade científica, de impacto científico e de associações temáticas (Costa et al., 2012; Sancho, 1990).

Os indicadores de qualidade científica não foram avaliados nesta investigação, uma vez que se baseiam na percepção ou opinião dos pares que analisam as publicações pelo o seu conteúdo científico (Costa et al., 2012), tendo como base estimativas de outros investigadores através de trabalhos publicados, questionários, cartas, entrevistas, entre outros, sobre os estudos realizados e os autores que os realizam (Sancho, 1990). Tal como Ball (2018) afirma, a percepção de especialistas qualificados na avaliação da produção científica é subjetiva e não pode ser quantificada, dado que esta não é determinada por características objetivas. Desta forma, os indicadores que foram aplicados neste estudo avaliam exclusivamente aspetos quantitativos.

Os indicadores de atividade científica utilizados na investigação foram o número e distribuição dos trabalhos publicados, a produtividade dos autores, a colaboração na autoria dos trabalhos e a colaboração geográfica dos trabalhos.

Os indicadores de impacto científico subdividem-se em indicadores de impacto dos trabalhos na comunidade científica e em indicadores de impacto das fontes de publicação. Como indicadores de impacto dos trabalhos foi analisado o número de citações recebidas dos artigos, e como indicadores de impacto das fontes foi avaliada a influência das revistas científicas assim como o seu fator de impacto recorrendo à métrica *CiteScore*.

Finalmente, no que diz respeito aos indicadores de associações temáticas foi efetuada uma análise às *keywords* dos artigos científicos.

### **3.3. Análise de dados**

Por último, na análise, tratamento e mapeamento dos dados utilizou-se dois diferentes *softwares*. O primeiro instrumento aplicado que facilitou muito a investigação foi o *software Excel* uma vez que permite construir tabelas de frequências e gráficos de barras/circulares, organizando um grande conjunto de dados de forma rápida e prática simplificando assim a sua interpretação. Esta ferramenta, que continha informações retiradas da base de dados *Scopus*, foi utilizada nos seguintes indicadores bibliométricos: número e evolução dos trabalhos publicados, produtividade dos autores, colaboração na

autoria dos trabalhos, colaboração geográfica dos trabalhos, número de citações dos artigos científicos, influência das revistas científicas e análise de *keywords*.

O segundo instrumento usado foi o *software VOSviewer*<sup>21</sup> que possibilita a construção e visualização de redes e conexões bibliográficas facilitando a visualização dos dados que se pretende analisar. Este instrumento foi aplicado na construção de mapas de densidade ou de *network* para os seguintes indicadores bibliométricos: colaboração na autoria dos trabalhos, colaboração geográfica dos trabalhos, número de citações dos artigos científicos e análise de *keywords*.

Além disso, para uma melhor medição do impacto dos trabalhos na comunidade científica e das fontes de publicação, foi ainda utilizado as métricas disponibilizadas pela *Scopus*, *H-Index* e *CiteScore*, respetivamente.

Posto isto, no capítulo seguinte serão apresentados os resultados obtidos da análise bibliométrica realizada nesta investigação.

---

<sup>21</sup> É um *software* disponível gratuitamente que foi desenvolvido em 2010 por Nees Jan van Eck e Ludo Waltman na Universidade de Leiden (Holanda) (van Eck e Waltman, 2010).



## IV. Resultados

Tendo em conta o objetivo geral de caracterizar a investigação existente sobre a temática “Carbon Tax” através da revisão de artigos publicados na base de dados *Scopus* entre 1995 e 31 de agosto de 2020, neste capítulo serão apresentados os resultados do estudo considerando uma amostra de 121 artigos científicos e os indicadores bibliométricos de atividade científica, de impacto científico e de associações temáticas, definidos e referidos anteriormente.

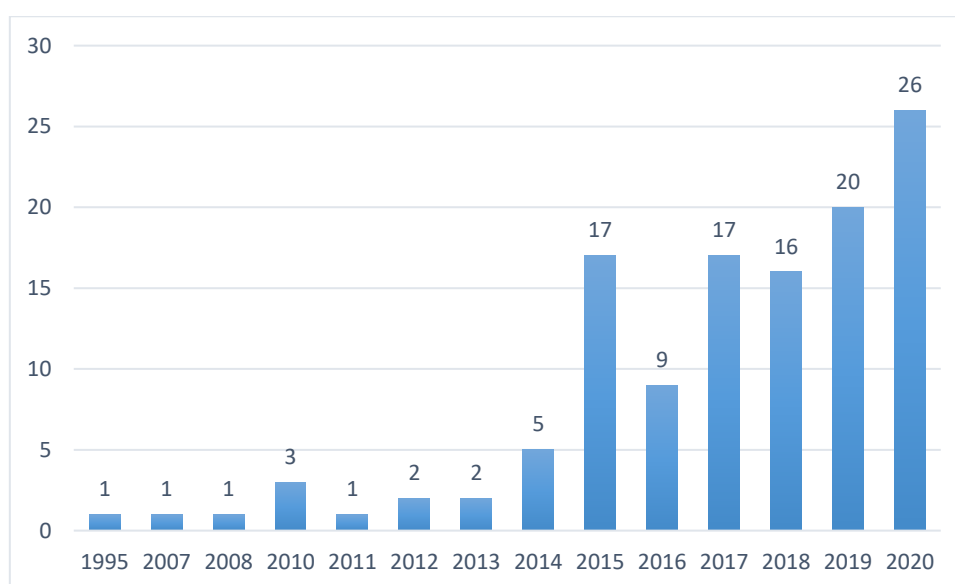
### 4.1. Indicadores de atividade científica

Os indicadores de atividade científica que vão ser analisados nesta investigação são: o número e a evolução ao longo dos anos dos trabalhos publicados pelos investigadores, a sua produtividade, colaboração na autoria dos trabalhos e colaboração geográfica dos trabalhos.

#### 4.1.1. Número e evolução dos trabalhos publicados

Este estudo, como se pode verificar pela Figura 2, compreende um horizonte temporal de 25 anos, tendo o primeiro artigo científico data de publicação de 1995 e o mais recente de 2020. As publicações científicas acerca da temática “Carbon Tax” têm vindo a aumentar ao longo dos anos, isto é, tendo em conta o total da amostra (121 artigos) a produção científica cresce em média 14% por ano, sendo que a maioria dos artigos foram publicados nos últimos 5 anos (105 artigos).

**Figura 2 - Número e Evolução de artigos publicados por ano**



Fonte: Elaboração própria

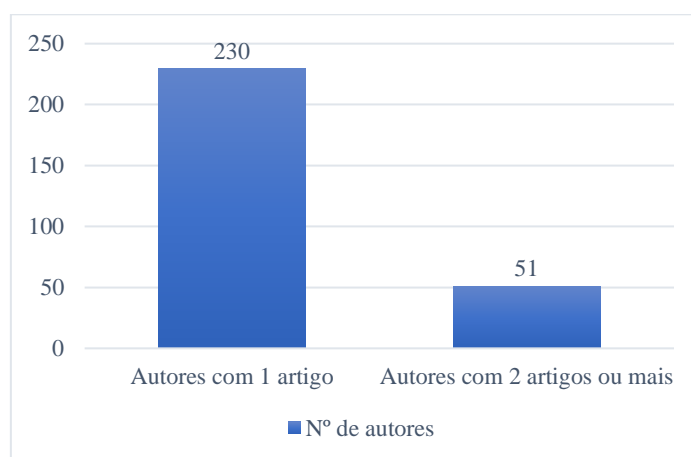
Nota-se que o número de artigos científicos publicados sobre esta temática tem apresentado uma evolução positiva, verificando-se que o presente ano, 2020, foi o que registou até ao momento o maior número de publicações, com 26 artigos científicos. Em contrapartida, observa-se que em 1995, 2007, 2008 e 2011 apenas foi publicado 1 artigo científico.

O maior aumento ocorrido no número de publicações científicas foi em 2015 face a 2014, em 12 artigos, atingindo 17 artigos publicados. Este facto pode ser explicado por um acontecimento importante surgido em 2015, relacionado com a preocupação ambiental, a aprovação do Acordo de Paris. Porém, logo no ano seguinte, em 2016, este número diminuiu significativamente para um total de 9 artigos científicos, quebrando assim nesse mesmo ano a tendência positiva verificada. Além desse ano, nos anos 2011 e 2018 também houve diminuições no número de artigos publicados face aos anos anteriores, mas pouco significativas, em 2 e 1 artigo, respetivamente. Ainda assim, a resposta à QI#1 é: “sim”, o número de artigos científicos sobre “*Carbon Tax*” têm vindo a aumentar ao longo dos anos.

#### 4.1.2. Produtividade dos autores

A produtividade dos autores é um indicador que permite perceber quais os autores que mais contribuem com o seu conhecimento para a comunidade científica relativamente a um determinado tema. Neste estudo constatou-se que para o total da amostra de 121 publicações científicas contribuem 281 autores, sendo que a maior parte deles (230 autores que corresponde a 82% do total) contribui apenas com um artigo científico e os restantes 51 (18%) com dois ou mais artigos (Figura 3).

**Figura 3 - Produtividade dos autores**



*Fonte: Elaboração própria*

Como resposta à QI#5, através da Tabela 3 é possível observar que Zhang, Y. é o autor que mais contribui para a investigação sobre a tributação do carbono com 6 artigos científicos, seguido de Cao, K. e Zhang, J. com 4 artigos e Jin, M., Wang, C., Wang, J. e Yang, H. com 3 artigos. Os restantes 44 e 230 autores contribuíram apenas com 2 e 1 artigos científicos, respetivamente, correspondendo estes últimos a mais de metade dos artigos publicados por autor (66,9%).

Portanto, a resposta à QI#5 é: “sim”, Zhang, Y. é o autor que prevalece na publicação de artigos científicos sobre “Carbon Tax” seguido de Cao, K. e Zhang, J..

**Tabela 3 - Número de artigos publicados por autor**

Autor(es)	Nº de artigos	%	Autor(es)	Nº de artigos	%
Zhang, Y.	6	1,74%	Li, Z.	2	0,58%
Cao, K.	4	1,16%	Liang, Q.-M.	2	0,58%
Zhang, J.	4	1,16%	Light, S.E.	2	0,58%
Jin, M.	3	0,87%	Lin, B.	2	0,58%
Wang, C.	3	0,87%	Liu, Z.	2	0,58%
Wang, J.	3	0,87%	Mbroh, N.	2	0,58%
Yang, H.	3	0,87%	Meng, X.	2	0,58%
Burtraw, D.	2	0,58%	Metcalf, G.E.	2	0,58%
Cachon, G.P.	2	0,58%	Morgenstern, R.D.	2	0,58%
Carbone, J.C.	2	0,58%	Nie, J.	2	0,58%
Chen, W.	2	0,58%	Pillay, S.	2	0,58%
Choudhary, A.	2	0,58%	Sarkis, J.	2	0,58%
Diabat, A.	2	0,58%	Spurr, R.	2	0,58%
Ding, Y.	2	0,58%	Su, B.	2	0,58%
Dwyer, L.	2	0,58%	Sun, J.	2	0,58%
Fahimnia, B.	2	0,58%	Tian, X.	2	0,58%
Fan, Y.	2	0,58%	Wilcoxon, P.J.	2	0,58%
Forsyth, P.	2	0,58%	Williams, R.C.	2	0,58%
Gordon, H.	2	0,58%	Xu, B.	2	0,58%
Guo, J.	2	0,58%	Yang, Z.	2	0,58%
Hariga, M.	2	0,58%	Yao, Z.	2	0,58%
He, P.	2	0,58%	Zhang, X.	2	0,58%
Hovelaque, V.	2	0,58%	Zhao, Y.	2	0,58%
Hu, X.	2	0,58%	Zhu, L.	2	0,58%
Huang, R.	2	0,58%	Zhu, N.	2	0,58%
Li, Y.	2	0,58%	Restantes autores	1	66,86%
<b>TOTAL</b>				<b>344</b>	<b>100,00%</b>

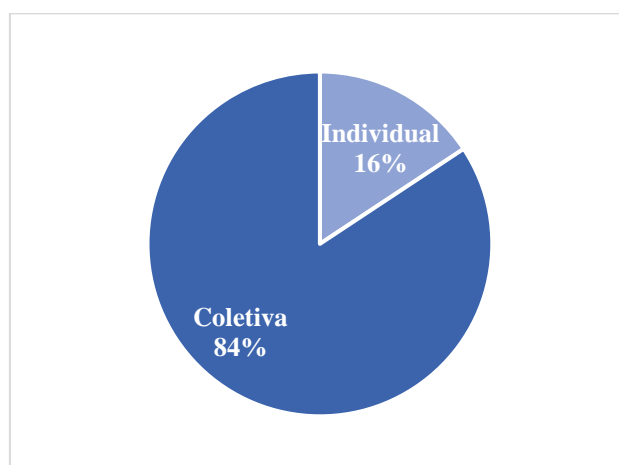
Fonte: Elaboração própria

### 4.1.3. Colaboração na autoria dos trabalhos

Na autoria de um artigo científico o número de investigadores envolvidos varia, ou seja, um artigo pode ser escrito apenas por um autor (autoria individual) ou por mais do que um autor (autoria coletiva). Pelo Gráfico 4 obtém-se a resposta à QI#6, uma vez que se verifica que nesta investigação, o tipo de autoria mais comum é a autoria coletiva, representando 84% da amostra. Dentro da autoria coletiva, a maior parte dos artigos são escritos por 2 autores ou por 4 ou mais autores (29,8%), seguindo-se os artigos com 3 autores (24,8%). Relativamente à autoria individual, esta tem apenas uma representação de 16% na investigação em “*Carbon Tax*”, com 19 artigos científicos (Gráfico 4 e Tabela 4).

Posto isto, a resposta à QI#6 é: “sim”, os artigos científicos sobre “*Carbon Tax*” são fundamentalmente de autoria coletiva.

**Gráfico 4 - Tipo de autoria**



*Fonte: Elaboração própria*

**Tabela 4 - Número de autores por artigo**

Tipo de autoria	Nº de artigos	%
Artigos com 1 autor	19	15,70%
Artigos com 2 autores	36	29,75%
Artigos com 3 autores	30	24,79%
Artigos com 4 autores ou mais	36	29,75%
<b>TOTAL</b>	<b>121</b>	<b>100,00%</b>

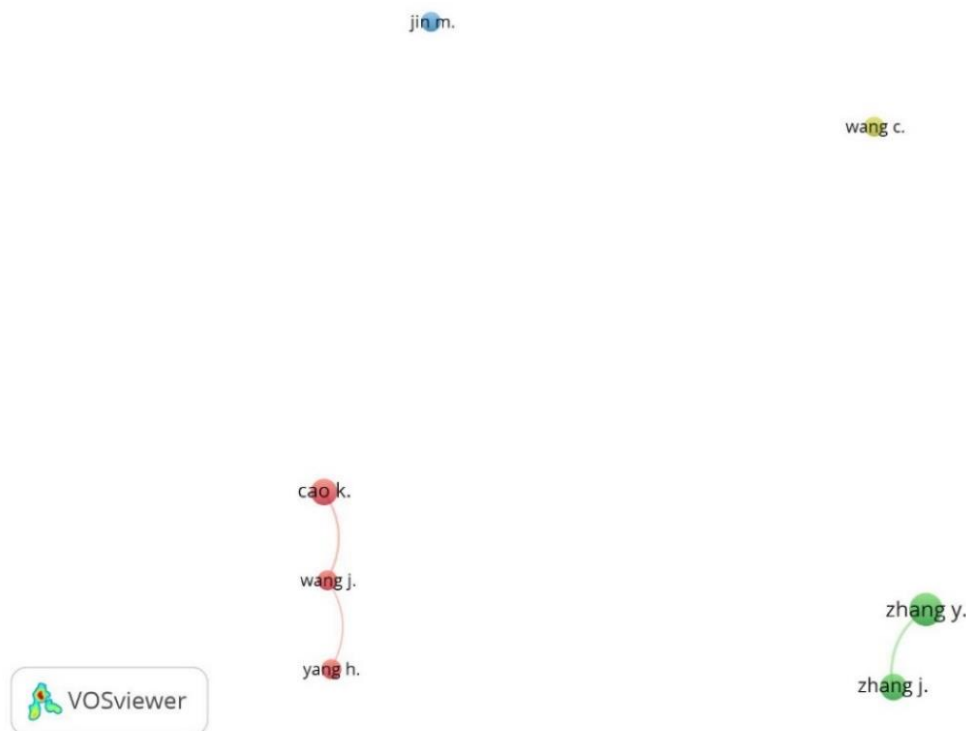
*Fonte: Elaboração própria*

Com o objetivo de entender a relação existente entre os autores foi construído um mapa bibliográfico ou *network* de coautoria. A Figura 4 demonstra as associações dos autores mais produtivos, isto é, que contribuem para a investigação sobre tributação do carbono com 3 ou mais artigos científicos, através de *clusters*. Neste mapa, cada círculo representa um investigador e o seu tamanho é tanto maior quanto mais artigos forem publicados por esse autor, e as linhas representam a ligação entre os autores quando estes publicam artigos em conjunto.

Assim, constata-se que existem 4 *clusters* (4 cores diferentes), sendo o maior constituído por 3 autores (Cao, K., Wang, J. e Yang, H.), seguindo-se o *cluster* com 2 autores (Zhang, Y. e Zhang, J.) e os restantes dois constituídos apenas por 1 autor (Jin, M. e Wang, C.), significando estes últimos que publicaram artigos de forma individual ou não se associam com nenhum dos outros autores abrangidos no mapa bibliográfico.

Quanto a Zhang, Y. e Zhang, J. foi possível verificar que estes publicaram 3 artigos em conjunto, nomeadamente, o artigo “*Carbon tax, tourism CO2 emissions and economic welfare*“ em 2018 e os artigos “*Chinese tourism economic change under carbon tax scenarios* “ e “*Examining the economic and environmental effects of emissions policies in China: A Bayesian DSGE model* “ em 2020.

**Figura 4 – Associações de coautoria dos autores mais produtivos**



Fonte: Elaboração própria através do VOSviewer

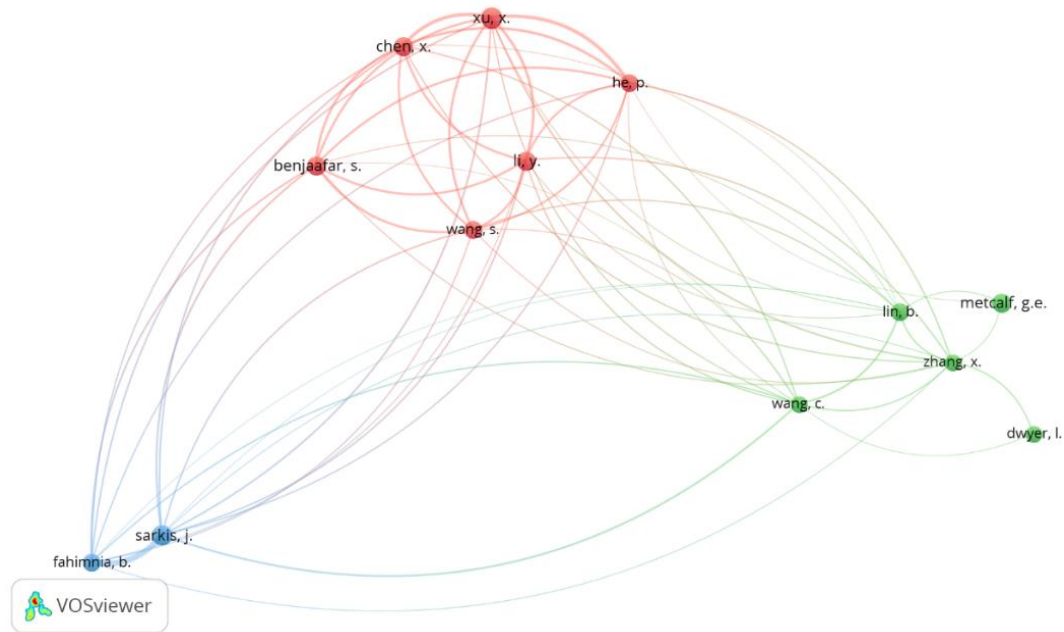
Após realizada a análise de coautoria dos autores mais produtivos na investigação em “*Carbon Tax*” com o intuito de reconhecer a sua relação na execução e publicação conjunta de artigos científicos, também se torna pertinente compreender que investigadores são frequentemente citados por esses mesmos autores nas suas publicações científicas, uma vez que são igualmente relevantes para investigações inseridas nesta temática.

Assim sendo, utilizou-se novamente o *software VOSviewer* para construir um mapa *network* de cocitação dos autores mais citados na investigação em “*Carbon Tax*”, isto é, com pelo menos 24 citações (Figura 5). A cocitação ocorre quando dois autores são citados em simultâneo por um terceiro autor (Lima e Leocádio, 2017).

Conforme evidenciado pela Figura 5, foram identificadas 60 associações de cocitação entre 13 autores agrupados em 3 *clusters*. O *cluster* maior, representado pela cor vermelha, é constituído por 6 autores (Benjafaar, S., Chen, X., Xu, X., He, P., Li, Y. e Wang, S.) maioritariamente focados nos seguintes tópicos de investigação: “*Environmental Markets*”, “*Pollution Tax*” e “*Trade Regulations*”. Neste *cluster* foi possível identificar duas associações de coautoria, uma entre Benjafaar, S. e Chen, X. na publicação do artigo “*The carbon-constrained EOQ*” em 2013 e outra entre Xu, X. e He, P. com o artigo “*Joint production and pricing decisions for multiple products with cap-and-trade and carbon tax regulations*” em 2016.

Segue-se o *cluster* verde composto por 5 autores (Wang, C., Lin, B., Metcalf, G.E., Zhang, X. e Dwyer, L.) cujo os tópicos de interesse são “*Pollution Tax*”, “*Environmental Tax Reform*” e “*Double Dividend*”, e por último, o *cluster* azul, marcado por 2 autores (Fahimnia, B. e Sarkis, J.) que publicaram conjuntamente em 2015 os artigos “*Carbon pricing versus emissions trading: A supply chain planning perspective*” e “*Tactical supply chain planning under a carbon tax policy scheme: A case study*”, focados em “*Green Supply Chain Management*”, “*Environmentally Preferable Purchasing*” e “*Green Practices*”.

**Figura 5 – Associações de cocitação dos autores mais citados**



Fonte: Elaboração própria através do VOSviewer

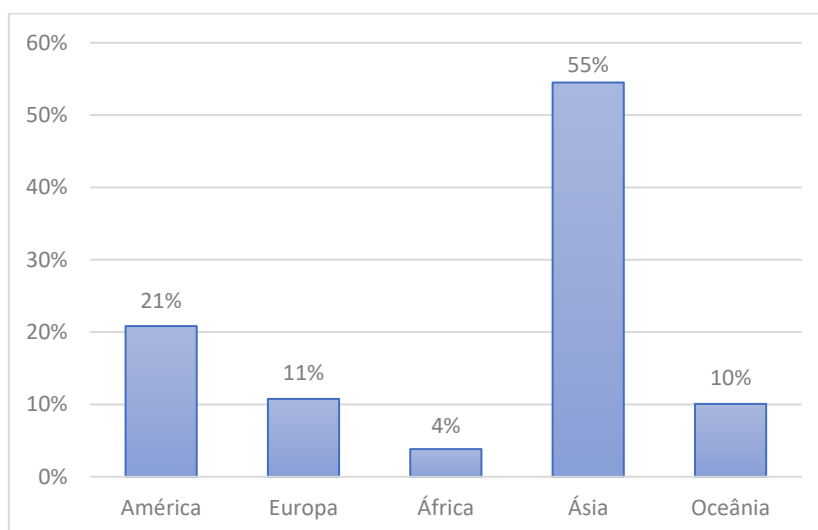
#### 4.1.4. Colaboração geográfica dos trabalhos

A afiliação dos autores foi identificada através do país de vínculo universitário e/ou outra instituição à qual o investigador se encontra afiliado na data em que o artigo foi publicado.

Importa referir que neste estudo existe 1 autor que está afiliado a três países (van der Ploeg, F.), 8 autores que estão afiliados a dois países (Cai, W., Diabat, A., Hallegatte, S., Liu, Z., McKibbin, W.J., Mishra, U., Traeger, C.P., van den Bergh, J.) e 3 autores que não estão afiliados a nenhum (Diederichs, N., Mander, M. e Pearson, M.). Desta forma, entende-se que o número total de autores afiliados (288 autores) não corresponde ao total de autores que contribuem para a investigação em “Carbon Tax” (281 autores).

Através do Gráfico 5 observa-se que este estudo abrange os cinco continentes existentes, tendo o continente Asiático um maior número de autores afiliados, com uma representação de 55% (157 autores), seguindo-se o continente Americano com 21% (60 autores). Em contrapartida, verificou-se que a Europa, a Oceânia e a África possuem o menor número de autores afiliados com uma representação de apenas 11% (31 autores), 10% (29 autores) e 4% (11 autores), respetivamente.

**Gráfico 5 - Afiliação dos autores por continente**



*Fonte: Elaboração própria*

Assim é possível dar uma resposta positiva à QI#7, visto que se conclui que a maioria das publicações científicas relacionadas com a temática “Carbon Tax” tiveram origem no continente Asiático, mais concretamente na China com 112 autores afiliados (Tabela 5). Esta predominância pode estar relacionada com o facto do governo chinês estar a ponderar a possível implementação de um imposto sobre o carbono sobre as emissões de CO<sub>2</sub>.

**Tabela 5 - Afiliação dos autores por país**

Continentes/País	Nº de autores afiliados	%
<b>América</b>	<b>60</b>	<b>20,83%</b>
Canadá	4	1,39%
Estados Unidos da América	53	18,40%
Colômbia	3	1,04%
<b>Europa</b>	<b>31</b>	<b>10,76%</b>
Alemanha	2	0,69%
Áustria	5	1,74%
Espanha	1	0,35%
França	13	4,51%
Holanda	2	0,69%
Itália	2	0,69%
Noruega	1	0,35%
Reino Unido	4	1,39%
Roménia	1	0,35%
<b>África</b>	<b>11</b>	<b>3,82%</b>
África do sul	11	3,82%
<b>Ásia</b>	<b>157</b>	<b>54,51%</b>
China	112	38,89%
Coreia do sul	2	0,69%
Emirados Árabes Unidos	7	2,43%



Hong Kong	1	0,35%
Índia	15	5,21%
Irão	2	0,69%
Japão	4	1,39%
Rússia	1	0,35%
Singapura	3	1,04%
Tailândia	1	0,35%
Taiwan	9	3,13%
<b>Oceânia</b>	<b>29</b>	<b>10,07%</b>
Austrália	26	9,03%
Nova Zelândia	3	1,04%
<b>TOTAL</b>	<b>288</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Elaboração própria

Através da Tabela 5 também se verifica que dentro da América, o país que mais publicou artigos científicos foi os EUA, com uma representação de 19% (53 autores afiliados). Já no continente Europeu, destaca-se a França com 13 autores afiliados e na Oceânia, a Austrália com 26 autores. Por outro lado, em África não existe uma predominância de um país em relação a outros, pois o único país com autores afiliados neste continente foi a África do Sul, com 11 autores.

Importa ainda referir que a Espanha, Noruega, Roménia, Hong Kong, Rússia e Tailândia são países onde se verificou apenas um autor afiliado (0,4% do total de autores afiliados).

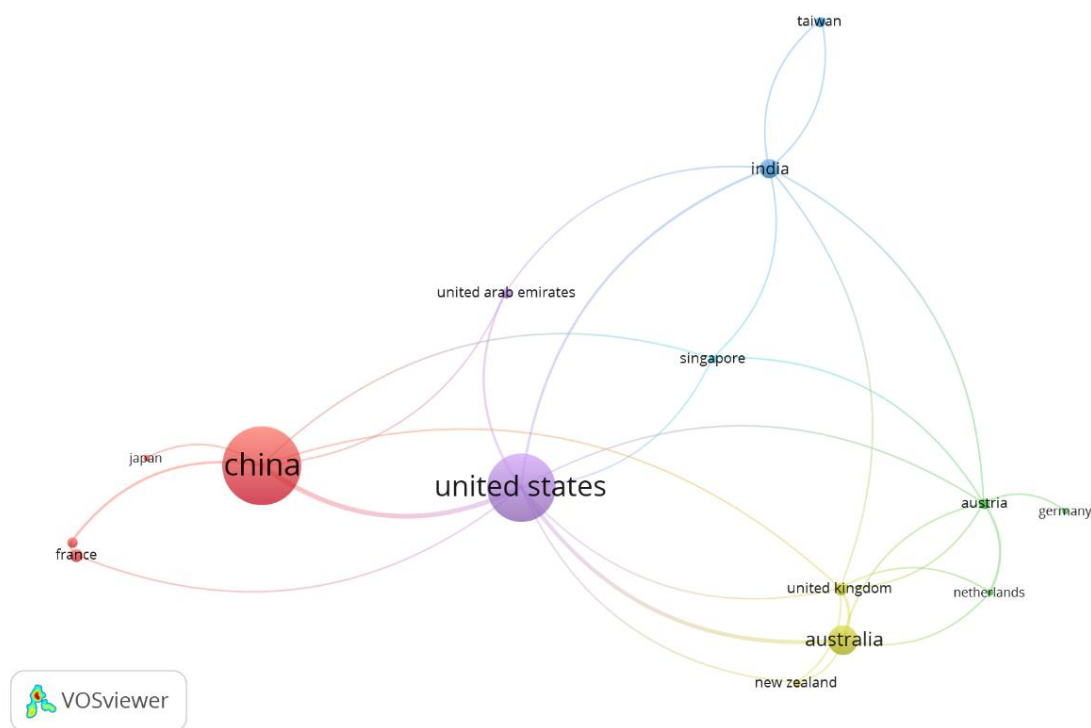
Tal como foi feita a análise de colaboração na autoria dos trabalhos no ponto anterior (ponto 4.1.3), também se pode aplicar a mesma análise às geografias identificadas para perceber o nível de comunicação entre os países (Liao et al., 2018) bem como os países mais influentes nesta investigação.

Assim, levando em consideração os continentes e países anteriormente analisados foi construído por meio do *VOSviewer* um mapa *network* com as colaborações geográficas dos países com pelo menos dois artigos científicos publicados (Figura 6). Verificou-se um total de 17 países agrupados pelo *software* em 7 *clusters*, existindo 32 associações geográficas.

Constata-se que os EUA é o país que apresenta maior número de ligações com outros países quanto às publicações científicas relacionadas com a temática “Carbon Tax”, com 9 associações, tendo a relação mais forte com a China (força de ligação de 7, isto é, 7 artigos partilhados num total de 21) e de seguida com a Austrália (força de ligação de 5).

A Índia é o segundo país com mais associações depois dos EUA, com 7 ligações (Emirados Árabes Unidos, EUA, Singapura, Reino Unido, Áustria, Coreia do Sul e Taiwan), seguindo-se a China com 6 ligações (Japão, Canadá, EUA, Emirados Árabes Unidos, Reino Unido e Singapura) e Austrália com 5 ligações (EUA, Nova Zelândia, Holanda, Áustria e Reino Unido). A maior parte das associações da Índia e metade das associações da China são com países próximos, pertencentes ao mesmo continente (continente Asiático) e as ligações da Austrália são sobretudo com países europeus. No entanto, todos eles possuem a relação mais forte com os EUA, o que significa que a vantagem de proximidade geográfica entre os países não é um fator influenciador nas colaborações para a produção científica em “*Carbon Tax*”.

**Figura 6 - Associações geográficas**



Fonte: Elaboração própria através do VOSviewer

#### 4.2. Indicadores de impacto científico

Após a análise à atividade científica em “*Carbon Tax*” importa avaliar o impacto dessa atividade. Os indicadores de impacto científico dividem-se em indicadores de impacto dos trabalhos na comunidade científica e de impacto das fontes de publicação (Costa et al., 2012). Neste estudo, como indicador de impacto dos trabalhos será analisado o número de citações recebidas dos artigos científicos referindo o *H-Index* do estudo para

complementar essa análise, e como indicadores de impacto das fontes será investigada a influência das revistas científicas e o seu fator de impacto *CiteScore*.

#### 4.2.1. Impacto dos trabalhos na comunidade científica

##### ❖ Número de citações recebidas dos artigos

O número de citações é um fator relevante para um investigador uma vez que lhe permite saber se determinado artigo científico é importante para o seu estudo, assim como se tal artigo está a ser utilizado por outros investigadores para produzir novo conhecimento. Ou seja, quanto mais citações tiver um artigo, maior influência possui e mais relevante se torna para a ciência visto que serviu de apoio para o desenvolvimento de mais artigos.

Na análise de citações é importante referir o dia em que foi consultado o número de citações dos 121 artigos científicos, uma vez que é muito provável que este número em algumas publicações aumente à medida que mais artigos forem publicados. Desta forma, a análise deste indicador foi realizada no dia 28 de agosto de 2020 mediante a informação contida no ficheiro *CSV* extraído da base de dados *Scopus*, tendo sido construída a Tabela 6 com os artigos mais citados (isto é, no mínimo com 10 citações).

Através da Tabela 6 é possível observar que existem quatro artigos com mais de 100 citações, todos eles publicados por diferentes autores. O artigo que possui o maior número de citações é o “*Public policies against global warming: a supply side approach*” publicado por Sinn, H. (2008) com 350 citações, seguido do artigo “*Tourists’ Perception of International Air Travel’s Impact on the Global Climate and Potential Climate Change Policies*” publicado por Becken, S. (2007), com 234 citações. Este facto também é demonstrado no mapa de densidades construído através do *VOSviewer*, presente na Figura 7.

Verifica-se, desta forma, que o autor com maior número de citações (Sinn, H.) não corresponde ao autor mais produtivo (Zhang, Y) que se observou no ponto 4.1.2. relativo à produtividade dos autores.

**Tabela 6 - Artigos mais citados (≥ 10 citações)**

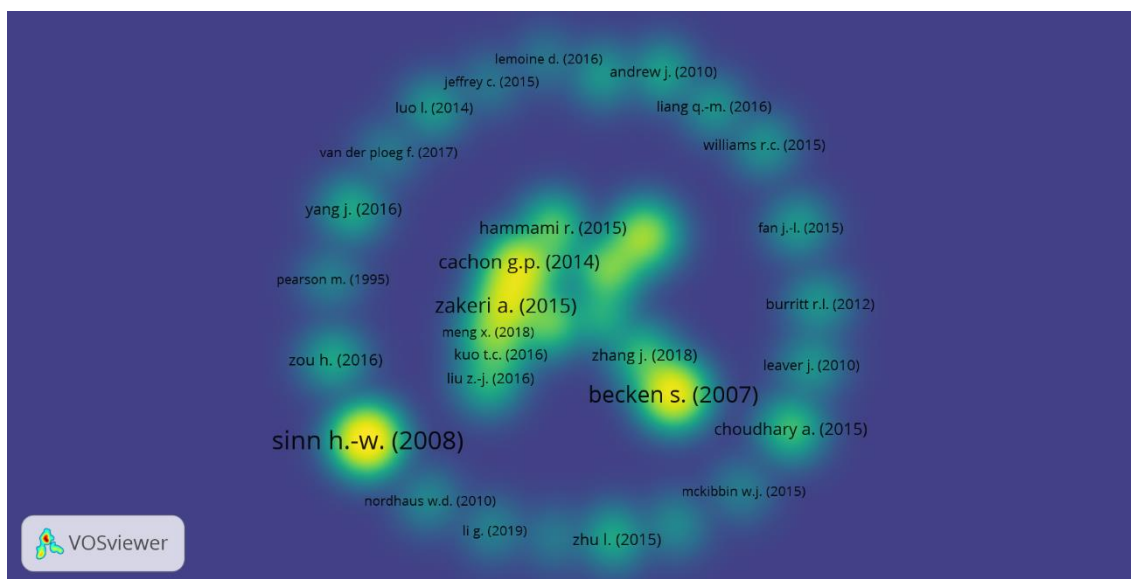
<b>Autor(es)</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>Título do artigo</b>	<b>Revista</b>	<b>Nº de citações</b>
Sinn, H.-W.	2008	<i>Public policies against global warming: a supply side approach</i>	<i>International Tax and Public Finance</i>	350
Becken, S.	2007	<i>Tourists' Perception of International Air Travel's Impact on the Global Climate and Potential Climate Change Policies</i>	<i>Journal of Sustainable Tourism</i>	234
Zakeri, A., Dehghanian, F., Fahimnia, B., Sarkis, J.	2015	<i>Carbon pricing versus emissions trading: A supply chain planning perspective</i>	<i>International Journal of Production Economics</i>	149
Cachon, G.P.	2014	<i>Retail store density and the cost of greenhouse gas emissions</i>	<i>Management Science</i>	122
Xu, X., Xu, X., He, P.	2016	<i>Joint production and pricing decisions for multiple products with cap-and-trade and carbon tax regulations</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	90
Hovelaque, V., Bironneau, L.	2015	<i>The carbon-constrained EOQ model with carbon emission dependent demand</i>	<i>International Journal of Production Economics</i>	89
Yang, H., Chen, W.	2018	<i>Retailer-driven carbon emission abatement with consumer environmental awareness and carbon tax: Revenue-sharing versus Cost-sharing</i>	<i>Omega (United Kingdom)</i>	78
Fahimnia, B., Sarkis, J., Choudhary, A., Eshragh, A.	2015	<i>Tactical supply chain planning under a carbon tax policy scheme: A case study</i>	<i>International Journal of Production Economics</i>	74
Wang, C., Wang, W., Huang, R.	2017	<i>Supply chain enterprise operations and government carbon tax decisions considering carbon emissions</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	72
Choudhary, A., Sarkar, S., Settur, S., Tiwari, M.K	2015	<i>A carbon market sensitive optimization model for integrated forward–reverse logistics</i>	<i>International Journal of Production Economics</i>	68
Hammami, R., Nouira, I., Frein, Y.	2015	<i>Carbon emissions in a multi-echelon production-inventory model with lead time constraints</i>	<i>International Journal of Production Economics</i>	63
Chen, W., Hu, Z.-H.	2018	<i>Using evolutionary game theory to study governments and manufacturers' behavioral strategies under various carbon taxes and subsidies</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	47
Yuyin, Y., Jinxi, L.	2018	<i>The effect of governmental policies of carbon taxes and energy-saving subsidies on enterprise decisions in a two-echelon supply chain</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	46
Park, S.J., Cachon, G.P., Lai, G., Seshadri, S.	2015	<i>Supply Chain Design and Carbon Penalty: Monopoly vs. Monopolistic Competition</i>	<i>Production and Operations Management</i>	43
Yang, J., Guo, J., Ma, S.	2016	<i>Low-carbon city logistics distribution network design with resource deployment</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	42
Zhu, L., Duan, H.-B., Fan, Y.	2015	<i>CO2 mitigation potential of CCS in China e an evaluation based on an integrated assessment model</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	42
Liu, X., Wang, C., Niu, D., Suk, S., Bao, C.	2015	<i>An analysis of company choice preference to carbon tax policy in China</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	40

Zhang, J., Zhang, Y.	2018	<i>Carbon tax, tourism CO2 emissions and economic welfare</i>	<i>Annals of Tourism Research</i>	40
Zou, H., Du, H., Broadstock, D.C., Guo, J., Gong, Y., Mao, G.	2016	<i>China's future energy mix and emissions reduction potential: a scenario analysis incorporating technological learning curves</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	40
Dwyer, L., Forsyth, P., Spurr, R., Hoque, S.	2013	<i>Economic Impacts of a Carbon Tax on the Australian Tourism Industry</i>	<i>Journal of Travel Research</i>	37
Kuo, T.C., Hong, I.-H., Lin, S.C.	2016	<i>Do carbon taxes work? Analysis of government policies and enterprise strategies in equilibrium</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	35
Andrew, J., Kaidonis, M.A., Andrew, B.	2010	<i>Carbon tax: Challenging neoliberal solutions to climate change</i>	<i>Critical Perspectives on Accounting</i>	35
Yang, H., Luo, J., Wang, H.	2017	<i>The role of revenue sharing and first-mover advantage in emission abatement with carbon tax and consumer environmental awareness</i>	<i>International Journal of Production Economics</i>	31
Luo, L., Tang, Q.	2014	<i>Carbon tax, corporate carbon profile and financial return</i>	<i>Pacific Accounting Review</i>	28
Viguié, V., Hallegatte, S., Rozenberg, J.	2014	<i>Downscaling long term socio-economic scenarios at city scale: A case study on Paris</i>	<i>Technological Forecasting and Social Change</i>	28
Burritt, R.L., Tingey-Holyoak, J.	2012	<i>Forging cleaner production: the importance of academic-practitioner links for successful sustainability embedded carbon accounting</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	27
Leaver, J., Gillingham, K.	2010	<i>Economic impact of the integration of alternative vehicle technologies into the New Zealand vehicle fleet</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	27
Liu, Z.-J., Sun, D.-P., Lin, C.-X., Zhao, X.-Q., Yang, Y.	2016	<i>Multi-objective optimization of the operating conditions in a cutting process based on low carbon emission costs</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	26
Williams, R.C., Gordon, H., Burtraw, D., Carbone, J.C., Morgenstern, R.D.	2015	<i>The initial incidence of a carbon tax across income groups</i>	<i>National Tax Journal</i>	25
Liang, Q.-M., Wang, T., Xue, M.-M.	2016	<i>Addressing the competitiveness effects of taxing carbon in China: domestic tax cuts versus border tax adjustments</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	25
Zhou, Y., Hu, F., Zhou, Z.	2018	<i>Pricing decisions and social welfare in a supply chain with multiple competing retailers and carbon tax policy</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	24
Xu, Z.-Z., Wang, Y.-S., Teng, Z.-R., Zhong, C.-Q., Teng, H.-F.	2015	<i>Low-carbon product multi-objective optimization design for meeting requirements of enterprise, user and government</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	24
Higham, J., Reis, A., Cohen, S.A.	2016	<i>Australian climate concern and the ‘attitude–behaviour gap’</i>	<i>Current Issues in Tourism</i>	21
Ding, Y., Gao, X., Huang, C., Shu, J., Yang, D.	2018	<i>Service competition in an online duopoly market</i>	<i>Omega (United Kingdom)</i>	19
Nordhaus, W.D.	2010	<i>Carbon taxes to move toward fiscal sustainability</i>	<i>Economists' Voice</i>	18

Jin, M., Shi, X., Emrouznejad, A., Yang, F.	2018	<i>Determining the optimal carbon tax rate based on data envelopment analysis</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	17
Liao, H., Deng, Q.	2018	<i>A carbon-constrained EOQ model with uncertain demand for remanufactured products</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	16
Fan, J.-L., Liang, Q.-M., Wang, Q., Zhang, X., Wei, Y.-M.	2015	<i>Will export rebate policy be effective for CO2 emissions reduction in China? A CEEPA-based analysis</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	16
Li, G., Masui, T.	2019	<i>Assessing the impacts of China's environmental tax using a dynamic computable general equilibrium model</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	15
Shuang, Y., Diabat, A., Liao, Y.	2019	<i>A stochastic reverse logistics production routing model with emissions control policy selection</i>	<i>International Journal of Production Economics</i>	15
Pearson, M.	1995	<i>The Political Economy of Implementing Environmental Taxes</i>	<i>International Tax and Public Finance</i>	14
Meng, X., Yao, Z., Nie, J., Zhao, Y., Li, Z.	2018	<i>Low-carbon product selection with carbon tax and competition: Effects of the power structure</i>	<i>International Journal of Production Economics</i>	13
Li, Y., Su, B.	2017	<i>The impacts of carbon pricing on coastal megacities: A CGE analysis of Singapore</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	13
McKibbin, W.J., Morris, A.C., Wilcoxon, P.J., Cai, Y.	2015	<i>Carbon taxes and U.S. fiscal reform</i>	<i>National Tax Journal</i>	13
Wang, M., Li, Y., Li, M., Shi, W., Quan, S.	2019	<i>Will carbon tax affect the strategy and performance of low-carbon technology sharing between enterprises?</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	13
Ma, X., Ho, W., Ji, P., Talluri, S.	2018	<i>Coordinated Pricing Analysis with the Carbon Tax Scheme in a Supply Chain</i>	<i>Decision Sciences</i>	11
van der Ploeg, F., Rezai, A.	2017	<i>Cumulative emissions, unburnable fossil fuel, and the optimal carbon tax</i>	<i>Technological Forecasting and Social Change</i>	11
Meng, S., Pham, T.	2017	<i>The impact of the Australian carbon tax on the tourism industry</i>	<i>Tourism Economics</i>	11
Dwyer, L., Forsyth, P., Spurr, R.	2012	<i>Wither Australian Tourism? Implications of the Carbon Tax</i>	<i>Journal of Hospitality and Tourism Management</i>	11
Lemoine, D., Traeger, C.P.	2016	<i>Ambiguous tipping points</i>	<i>Journal of Economic Behavior and Organization</i>	10
Jeffrey, C., Perkins, J.D.	2015	<i>The association between energy taxation, participation in an emissions trading system, and the intensity of carbon dioxide emissions in the European Union</i>	<i>International Journal of Accounting</i>	10
Hu, X., Yang, Z., Sun, J., Zhang, Y.	2020	<i>Carbon tax or cap-and-trade: Which is more viable for Chinese remanufacturing industry?</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	10
Tsai, W.-H., Jhong, S.-Y.	2019	<i>Production decision model with carbon tax for the knitted footwear industry under activity-based costing</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	10

Fonte: Elaboração própria

**Figura 7 - Mapa de densidades de citações por artigo científico**



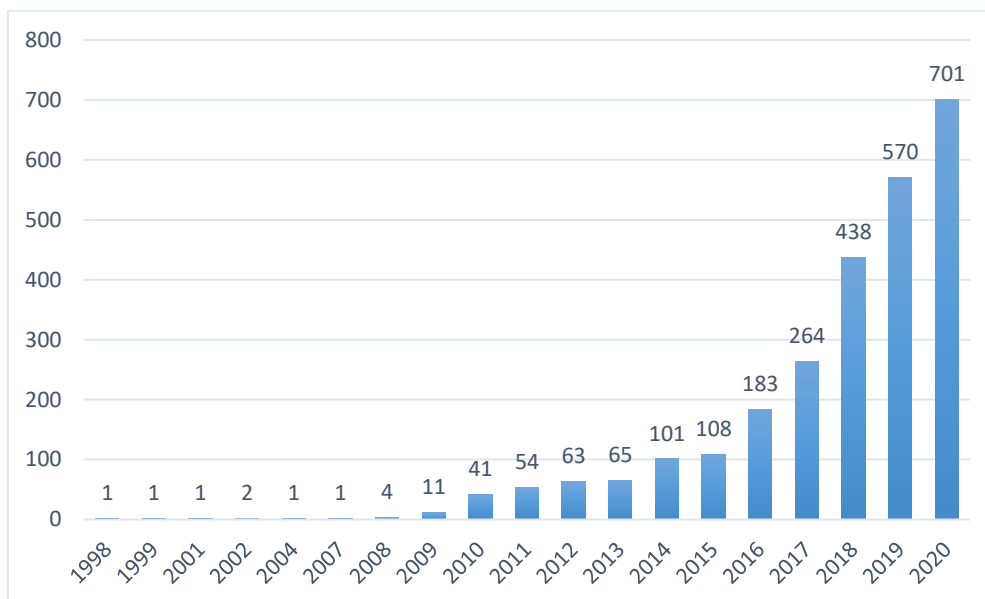
*Fonte: Elaboração própria através do VOSviewer*

Relativamente à QI#2, a Figura 8 ilustra o número de citações que os artigos científicos sobre “Carbon Tax” têm vindo a receber ao longo dos anos. Verifica-se uma evolução positiva no número de citações, ou seja, as publicações científicas sobre esta temática são cada vez mais citadas. Tanto que, nos últimos três anos já receberam mais de metade das citações, isto é, 1709 num total de 2610 citações. Assim, é possível concluir que esta temática está a torna-se mais relevante ano após ano.

Até ao ano 2008, a investigação em “Carbon Tax” não apresentou ser um tema relevante para a comunidade científica, isto porque, em média, havia apenas 1 citação por ano. Este pouco interesse por esta temática vai de encontro ao que se verificou no ponto 4.1.1, o facto de ter sido publicado um único artigo científico até 2007.

Todavia, esta tendência alterou-se, o número de artigos publicados sobre o imposto sobre o carbono começou a aumentar, além das citações dos artigos continuarem sem interrupção. Até ao momento, 2020 é o ano em que os artigos científicos sobre “Carbon Tax” receberam o maior número de citações (701 citações), no entanto, tendo em conta que este ano ainda não terminou, muito provavelmente o número de citações irá aumentar. Isto demonstra que os investigadores estão cada vez mais interessados por esta temática. Portanto, a resposta para a QI#2 é: “sim”, o número de publicações a citar artigos científicos sobre “Carbon Tax” tem vindo a aumentar ao longo dos anos.

**Figura 8 - Análise cronológica das citações por ano**



*Fonte: Elaboração própria*

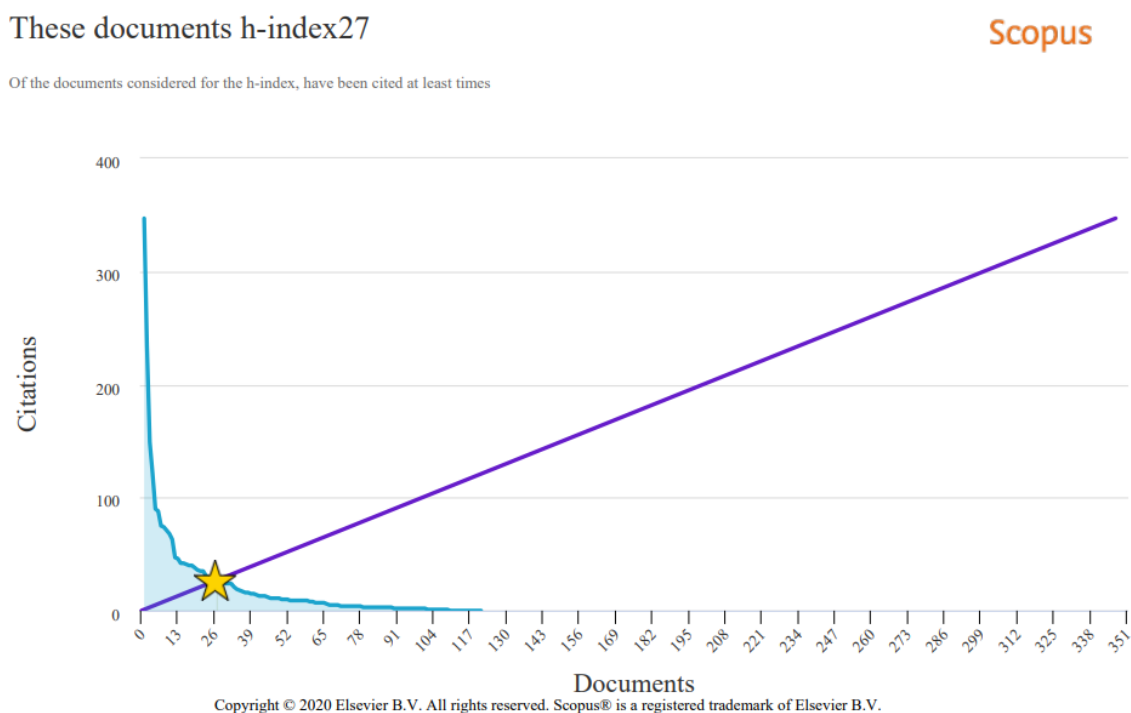
#### ❖ *H-Index*

O *H-Index* é uma métrica que foi introduzida pela primeira vez pelo físico Jorge Hirsch em 2005, tendo como objetivo medir a produtividade e o impacto de um investigador, baseando-se nos seus artigos mais citados (Costa et al., 2012). Este indicador é disponibilizado pela base de dados *Scopus* e reúne os artigos mais citados de cada investigador e o número de citações que obteve.

Esta métrica pode ser aplicada a um publicação individual ou a um conjunto de publicações, instituições, países e revistas científicas. Aplicando ao conjunto de publicações científicas que constituem a amostra deste estudo, conclui-se que este apresenta um *H-Index* de 27, isto é, dos 121 artigos científicos, 27 destes possui pelo menos 27 citações cada (Figura 9).



**Figura 9 - H-Index dos artigos científicos que constituem a amostra do estudo**



Fonte: Scopus

#### 4.2.2. Impacto das fontes de publicação

##### ❖ Influência das revistas científicas

A QI#3 está diretamente relacionada com as revistas científicas que publicam artigos científicos sobre “Carbon Tax”.

Através da análise da Tabela 7, constata-se que os 121 artigos que constituem a amostra deste estudo encontram-se publicados em 40 revistas científicas. Dentro destas, a revista que mais publicou artigos científicos sobre a tributação do carbono foi a *Journal of Cleaner Production*, com 48 artigos, representando cerca de 40% do total da amostra.

A segunda revista com mais publicações foi a *International Journal of Production Economics* com 11 artigos (9,1%), seguindo-se a *National Tax Journal* com 9 artigos (7,4%). Os restantes 44% dos artigos encontram-se publicados em revistas com 4 ou menos publicações sobre esta temática, sendo que mais de metade (65%) dessas revistas apenas publicou 1 artigo científico.

Assim, a resposta à QI#3 é: “sim”, os artigos científicos sobre “Carbon Tax” em gestão e contabilidade são encontrados em grande parte na *Journal of Cleaner Production*, que

é uma revista focada essencialmente em estratégias ambientais e de sustentabilidade, como é o caso de práticas de produção mais limpa.

**Tabela 7 – Distribuição dos artigos publicados por revista científica**

Revista	Nº de artigos publicados	%
<i>Journal of Cleaner Production</i>	48	39,67%
<i>International Journal of Production Economics</i>	11	9,09%
<i>National Tax Journal</i>	9	7,44%
<i>Electricity Journal</i>	4	3,31%
<i>International Journal of Production Research</i>	3	2,48%
<i>Technological Forecasting and Social Change</i>	3	2,48%
<i>Journal of the Operational Research Society</i>	3	2,48%
<i>Current Issues in Tourism</i>	2	1,65%
<i>International Tax and Public Finance</i>	2	1,65%
<i>Journal of Economic Behavior and Organization</i>	2	1,65%
<i>Omega (United Kingdom)</i>	2	1,65%
<i>OPSEARCH</i>	2	1,65%
<i>Organization and Environment</i>	2	1,65%
<i>South African Journal of Economic and Management Sciences</i>	2	1,65%
<i>Accounting Research Journal</i>	1	0,83%
<i>African Journal of Hospitality, Tourism and Leisure</i>	1	0,83%
<i>Annals of Tourism Research</i>	1	0,83%
<i>Corporate Ownership and Control</i>	1	0,83%
<i>Critical Perspectives on Accounting</i>	1	0,83%
<i>Decision Sciences</i>	1	0,83%
<i>Economists' Voice</i>	1	0,83%
<i>Financial Accountability and Management</i>	1	0,83%
<i>International Journal of Accounting</i>	1	0,83%
<i>International Journal of Precision Engineering and Manufacturing - Green Technology</i>	1	0,83%
<i>International Journal of Recent Technology and Engineering</i>	1	0,83%
<i>International Transactions in Operational Research</i>	1	0,83%
<i>Journal of Applied Business Research</i>	1	0,83%
<i>Journal of Economics/ Zeitschrift fur Nationalökonomie</i>	1	0,83%
<i>Journal of Hospitality and Tourism Management</i>	1	0,83%
<i>Journal of Industrial Engineering and Management</i>	1	0,83%
<i>Journal of Self-Governance and Management Economics</i>	1	0,83%
<i>Journal of Sustainable Tourism</i>	1	0,83%
<i>Journal of Travel Research</i>	1	0,83%
<i>Management Science</i>	1	0,83%
<i>Pacific Accounting Review</i>	1	0,83%
<i>Production and Operations Management</i>	1	0,83%
<i>Schmalenbachs Zeitschrift fur Betriebswirtschaftliche Forschung</i>	1	0,83%
<i>Tourism Economics</i>	1	0,83%
<i>Utilities Policy</i>	1	0,83%
<i>World Bank Economic Review</i>	1	0,83%
<b>TOTAL</b>	<b>121</b>	<b>100,00%</b>

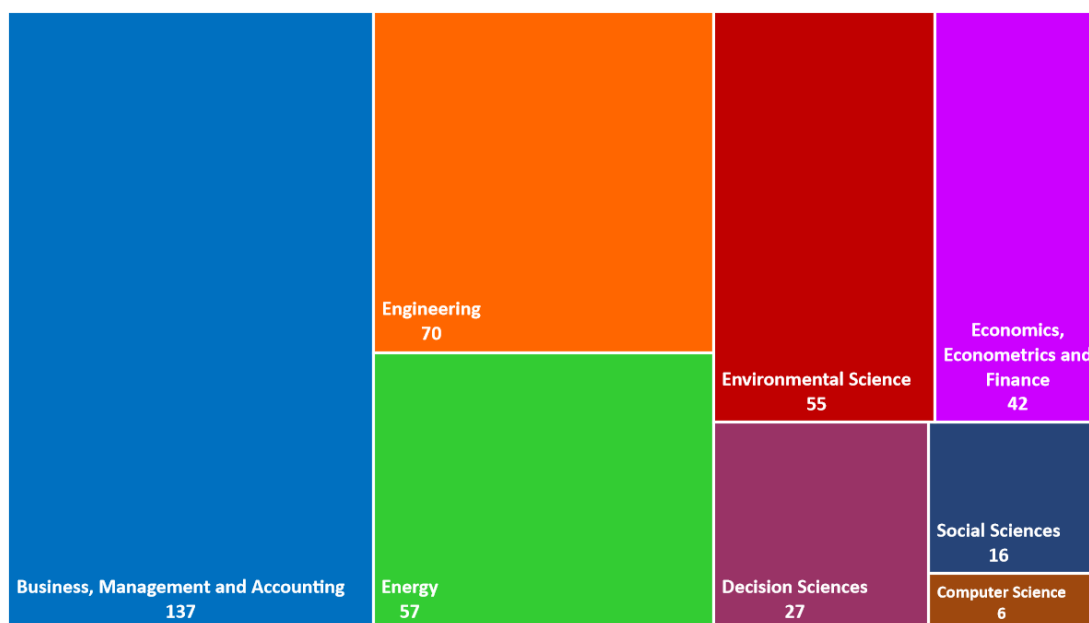
Fonte: Elaboração própria

Todos os artigos científicos sobre “Carbon Tax” que constituem a amostra do estudo inserem-se na área de *Business, Management and Accounting*, no entanto, estes artigos também podem estar alocados a outras áreas, como se pode observar no mapa da Figura 10.

Importa referir que este mapa foi construído consoante informação retirada da *Scopus*, onde se verifica que a área de estudo desta investigação integra 137 artigos científicos, ou seja, os 16 artigos anteriormente retirados da amostra também estão incluídos.

De acordo com a Figura 10, um grande número de publicações científicas sobre a tributação do carbono que pertencem à área de gestão e contabilidade também dizem respeito à área de *Engineering* (70 artigos), de *Energy* (57 artigos) e de *Environmental Science* (55 artigos).

**Figura 10 - Mapa de árvore das áreas de estudo**



Fonte: Elaboração própria

#### ❖ Fator de impacto *CiteScore*

O *CiteScore* é um indicador de avaliação do impacto de revistas científicas, que determina a frequência com que um artigo é citado. Esta métrica foi lançada pela primeira vez pela *Elsevier* em 2016 como uma alternativa aos fatores de impacto da *Journal Citation Reports (JCR)* que são normalmente utilizados nesta análise, baseando-se nas citações verificadas na *Scopus* de artigos publicados nos três anos anteriores, ao invés de dois ou cinco (Silva e Memon, 2017). Isto é, o *CiteScore* de uma revista científica identifica o

número médio de vezes que os seus artigos publicados foram citados por ano, nos últimos três anos.

Assim, antes de proceder à análise deste indicador, importa referir que este tem em conta todos os artigos científicos publicados e não apenas aqueles que compreendem a amostra deste estudo.

Considerando o fator de impacto *CiteScore* para o ano de 2019, verificou-se que a *Journal of Cleaner Production*, com o maior número de artigos publicados (48 artigos) é uma das revistas com maior *CiteScore*, de 10,9 (Tabela 8). Tal e qual como a *Omega (United Kingdom)* e a *Journal of Travel Research*, no entanto, curiosamente a primeira revista publicou apenas 2 artigos científicos e a segunda 1 artigo.

A segunda revista com maior número de publicações científicas acerca da temática “*Carbon Tax*”, *International Journal of Production Economics* com 11 artigos, também apresenta o segundo maior *CiteScore*, de 10,5. Pelo contrário, o *CiteScore* da revista *National Tax Journal* com 9 publicações é de apenas 2,2.

**Tabela 8 - Top 5 das revistas científicas com maior fator de impacto *CiteScore* 2019**

Revista	Nº de artigos publicados	%	<i>CiteScore</i> 2019
<i>Journal of Cleaner Production</i>	48	39,67%	10,9
<i>Omega (United Kingdom)</i>	2	1,65%	10,9
<i>Journal of Travel Research</i>	1	0,83%	10,9
<i>International Journal of Production Economics</i>	11	9,09%	10,5
<i>Organization and Environment</i>	2	1,65%	9,1

Fonte: Elaboração própria

### 4.3. Indicadores de associações temáticas

Por fim, torna-se relevante analisar as associações temáticas dos artigos que constituem a amostra desta investigação, para isso recorreu-se à análise das *keywords* mais utilizadas.

#### 4.3.1. Análise de *keywords*

De forma a compreender quais as temáticas mais investigadas e que se relacionam com “*Carbon Tax*” para responder à QI#4, foi realizada uma análise às *keywords* que os autores utilizam nos seus artigos científicos.

Através da ferramenta *VOSviewer* foi possível construir um mapa *network* com as *keywords* selecionadas pelos autores e que se encontram presentes em dois ou mais artigos científicos (Figura 11). Neste mapa, cada círculo representa uma temática, sendo que quanto maior for o seu diâmetro maior é a sua ocorrência nos artigos e mais relevante se torna para a investigação, e as linhas representam a existência de uma relação entre as temáticas, isto é, aparecem juntas nos artigos, sendo que quanto mais grossa for a linha maior a sua co-ocorrência. Além disso, em relação à distância entre as temáticas, quanto menor for esta distância maior será o seu nível de associação (isto é, revelam uma relação mais forte).

Antes de proceder à análise da Figura 11, importa referir que após ter sido inserido o documento em formato *CSV* no *software VOSviewer* identificou-se um total de 396 *keywords*. No entanto, verificou-se a existência de palavras-chave escritas de forma diferente mas com igual significado, como por exemplo “*cap and trade*” e “*cap-and-trade*”. Assim sendo, fez-se uma alteração ao ficheiro de dados “*thesaurus\_terms.txt*” do *VOSviewer* de forma a eliminar as palavras repetidas, levando dessa maneira à redução no número de *keywords* para um total de 357. Ainda assim, a Figura 11 apenas inclui as *keywords* que surgem em pelo menos dois artigos científicos visto que 287 apenas ocorreram uma vez num total de 121 artigos. Ou seja, somente 70 palavras-chave estão integradas no mapa, agrupadas pelo *software* em 15 *clusters*.

Tendo em conta o mapa *network* (Figura 11) e a Tabela 9, constata-se que a palavra-chave “*Carbon Tax*” relaciona-se principalmente com “*cap-and-trade*” (13 de força de ligação<sup>22</sup>), “*carbon dioxide emissions*” (14), “*climate change*” (11), “*computable general equilibrium (cge) model*” (7) e “*emissions*” (6). Sendo assim, é possível dar uma resposta positiva à QI#4, a investigação sobre “*Carbon Tax*” em gestão e contabilidade está sobretudo associada a temáticas ambientais.

---

<sup>22</sup> A força de ligação (*link strength*) diz respeito à frequência de co-ocorrência.



licenças de emissão a outras empresas. Ambas as políticas, sistema “*cap-and-trade*” e o imposto sobre o carbono, demonstram ser bastante eficazes na redução das emissões de carbono quando aplicadas individualmente. No entanto, vários autores, como Datta et al. (2020), defendem que a implementação de uma política de carbono híbrida (isto é, a aplicação das duas políticas em conjunto) teria um melhor impacto positivo no meio ambiente, daí a relação entre estas duas políticas ser tão forte.

- ❖ “**Carbon dioxide emissions**”: O CO<sub>2</sub> é um composto químico gasoso indispensável para a existência de vida no planeta, visto que é uma das principais fontes utilizada pelas plantas para a realização da fotossíntese. Contudo, a grande preocupação está no aumento contínuo das emissões globais de CO<sub>2</sub> na atmosfera derivado essencialmente das intervenções antropogénicas, como é o caso da queima de combustíveis fósseis. Isto provoca alterações indesejadas na atmosfera colocando em risco a vida de inúmeras espécies. Assim, a política de tributação do carbono surge, colocando um preço sobre essas emissões de CO<sub>2</sub>, com o objetivo de proteger o meio ambiente e mitigar o aquecimento global.
  
- ❖ “**Climate change**”: As alterações climáticas são um problema global, identificado como uma das maiores ameaças ambientais, sociais e económicas, que o planeta e a humanidade enfrentam atualmente (APA, 2020). Essas variações no clima podem resultar de processos naturais, mas hoje em dia estão sobretudo associadas a causas antropogénicas (queima de combustíveis fósseis e industrialização, por exemplo) que levam à emissão de grandes quantidades de GEE para a atmosfera contribuindo para o aquecimento global. Assim, a implementação de políticas governamentais, como é o caso do imposto sobre o carbono, para reduzir tais emissões da atmosfera e combater as alterações climáticas torna-se uma necessidade urgente para evitar consequências negativas ao funcionamento dos ecossistemas e na saúde e bem-estar da humanidade.
  
- ❖ “**Computable general equilibrium (cge) model**”: O modelo Computacional de Equilíbrio Geral é uma classe de modelos económicos que utiliza dados reais para observar os efeitos económicos de uma alteração política, tecnológica ou de outros fatores externos. Esses dados são ajustados a um conjunto de equações que visam

capturar a estrutura da economia e a resposta comportamental dos agentes (empresas, famílias, governo). Devido ao seu rigor e ampla capacidade analítica, esta ferramenta tornou-se o método mais frequentemente utilizado para analisar políticas ambientais, como é o caso da política de tributação do carbono.

- ❖ **“Emissions”**: As emissões atmosféricas consistem na libertação de gases na atmosfera que podem derivar de fontes naturais, como as atividades vulcânicas, ou antropogênicas, como as atividades industriais. Vários países têm implementado planos, programas ou instrumentos políticos, como o imposto sobre o carbono, para prevenir e controlar as emissões de forma a atingirem as suas metas de redução de emissões para a atmosfera. Como já foi referido, o CO<sub>2</sub> é o principal gás emitido, no entanto, existem outros GEE emitidos em quantidades mais pequenas mas que retêm muito mais o calor, como é o caso do metano (CH<sub>4</sub>) e do óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), trazendo de igual forma grandes repercussões na saúde humana e nos ecossistemas.



## V. Conclusão

As crescentes preocupações ambientais por parte da sociedade devido ao aumento dos desequilíbrios ambientais que se tem assistido nos últimos anos, como é o caso do aquecimento global resultante do excesso de emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera, exige por parte dos governos a tomada de medidas adequadas a fim de proteger o meio ambiente. Uma dessas medidas é o imposto sobre o carbono, que se verificou bastante eficaz na redução de emissões de CO<sub>2</sub> e que foi ao longo dos anos implementada por vários países, aumentando dessa forma o número de pesquisas científicas relacionadas com esta política.

Nesse sentido, é útil proceder à avaliação da produção científica em “Carbon Tax” para que estudantes académicos interessados nesta temática possam acompanhar a literatura relevante e além disso, contribui para o reconhecimento dos investigadores e instituições de ensino.

### 5.1. Objetivos e resultados

No presente estudo foi definido como objetivo geral a caracterização da investigação efetuada acerca da temática “Carbon Tax” por meio de artigos publicados entre 1995 e 31 de agosto de 2020. De forma atingir este objetivo, foram definidos dois objetivos específicos. O primeiro objetivo específico consiste na análise de um conjunto de características relacionadas com o conteúdo dos artigos científicos publicados e o segundo na análise de um conjunto de características relacionadas com o perfil dos investigadores dos respetivos artigos.

A abordagem aplicada para a realização deste estudo foi a bibliometria que recorre a métodos bibliométricos, tal como foi seguido por Zhang et al. (2016) num estudo sobre a mesma temática utilizando a base de dados *Web of Science* e sem restrições quanto à área de estudo.

Na recolha dos dados foi utilizada a base de dados *Scopus*, delimitando as publicações apenas a artigos científicos, com a palavra-chave “Carbon Tax” e da área de estudo *Business, Management and Accounting*. Obteve-se um total de 137 artigos científicos, no entanto, foram retirados 16 artigos por não estarem disponíveis, resultando assim num total de 121 artigos científicos considerados elegíveis para amostra deste estudo.

Posteriormente, em *Excel*, foi construída uma base de dados com informações retiradas do ficheiro *CSV* da *Scopus*, nomeadamente sobre o autor, título do artigo, ano de publicação, revista, palavras-chave, número de citações e afiliação geográfica. Para além disso, na construção dos mapas bibliométricos utilizou-se o *software VOSviewer*.

Relativamente aos resultados deste estudo, quanto ao primeiro objetivo específico, verificou-se que o número de publicações científicas acerca da temática “*Carbon Tax*” aumentou ao longo dos anos, crescendo em média 14% por ano no período analisado (1995-2020). Identicamente, também se observou uma evolução positiva no número de citações recebidas destes artigos durante os 25 anos. O presente ano, 2020, registou o maior número de publicações, com 26 artigos publicados, e o maior número de citações recebidas, com 701 citações. Isto significa que a comunidade científica está cada vez mais interessada por esta temática, considerando-a relevante na atualidade. Constatou-se que os artigos mais influentes, isto é, utilizados frequentemente para o desenvolvimento de outras investigações, são os de Sinn, H. -W. (2008) e Becken, S. (2007), com 350 e 234 citações, respetivamente. Utilizando a métrica *H-Index* que permite medir a produtividade e o impacto de um investigador, baseando-se nos seus artigos mais citados (Costa et al., 2012), concluiu-se que a amostra deste estudo apresenta um índice de 27, ou seja, dos 121 artigos científicos, 27 destes possui pelo menos 27 citações cada.

Relativamente às fontes de publicação identificou-se a revista *Journal of Cleaner Production* como dominante na publicação de artigos científicos sobre a temática “*Carbon Tax*” em gestão e contabilidade, com 48 artigos publicados. Esta é uma revista focada essencialmente em pesquisas e práticas de produção mais limpa, meio ambiente e sustentabilidade, tendo apresentado em 2019 um *CiteScore* de 10,9, isto é, o número médio de citações anual dos seus artigos nos últimos 3 anos foi de 10,9. Para além disso, foi possível concluir que grande parte das publicações científicas inseridas na área de *Business, Management and Accounting* também estão associadas às áreas de *Engineering, Energy* e *Environmental Science*.

A análise das *keywords* permitiu demonstrar que “*Carbon Tax*” está principalmente relacionado com temáticas ambientais, como “*cap-and-trade*”, “*carbon dioxide emissions*”, “*climate change*”, “*computable general equilibrium (cge) model*” e “*emissions*”. Assim, entende-se que estas são as temáticas mais referidas por grande parte dos investigadores nos seus artigos científicos quando abordam o tema da política de tributação do carbono.

Em relação ao segundo objetivo específico, verificou-se que Zhang, Y. é o autor que mais contribuiu na publicação de artigos científicos sobre “Carbon Tax” em gestão e contabilidade, com 6 artigos publicados, seguindo-se Cao, K. e Zhang, J. com 4 artigos cada um. Foi possível perceber que Zhang, Y. e Zhang, J. produziram em conjunto 3 artigos científicos. No entanto, a maioria dos autores, cerca de 82%, contribuíram para a comunidade científica apenas com 1 artigo científico sobre esta temática. Além disso, observou-se que a autoria coletiva é o tipo de autoria predominante nos artigos analisados, com uma representação de 84%. Dentro destes, os artigos produzidos por 2 autores ou por 4 ou mais autores possuem a maior representatividade, de 29,8%.

Adicionalmente, identificou-se outros investigadores frequentemente citados na investigação em “Carbon Tax”, uma vez que são igualmente relevantes nas pesquisas sobre esta temática, como por exemplo, Benjafaar, S. e Chen, X. especialmente focados em “Environmental Markets”, “Pollution Tax” e “Trade Regulations”.

Por último, constatou-se que os cinco continentes existentes estão representados neste estudo, sendo que o continente Asiático é o mais representativo, com 157 autores afiliados (55%). Dentro deste, destaca-se a China com 112 autores afiliados (38,9%). Para além disso, na análise da relação entre os países, percebeu-se que os EUA é o país que possui mais ligações a outros países (9 associações), tendo a relação mais forte com a China, isto é, com maior número de artigos partilhados (7 artigos). De seguida encontra-se a Índia, a China e a Austrália com 7, 6 e 5 associações, respetivamente.

Com base na apresentação dos resultados, o conjunto das questões de investigação foram verificadas. A Tabela 10 apresenta as conclusões retiradas da análise realizada às 7 questões de investigação apresentadas inicialmente na Tabela 1.

**Tabela 10 - Conclusões das questões de investigação**

Objetivos Específicos	Questões de Investigação	Conclusão
(i)	QI#1	O número de artigos científicos sobre "Carbon Tax" em gestão e contabilidade cresceu em média 14% por ano ao longo do período analisado, entre 1995 e 2020
	QI#2	Verificou-se um aumento no número de publicações a citar artigos científicos sobre "Carbon Tax" em gestão e contabilidade
	QI#3	Os artigos científicos sobre "Carbon Tax" em gestão e contabilidade são encontrados em maior número na revista <i>Journal of Cleaner Production</i> , focada essencialmente em estratégias ambientais e de sustentabilidade

	QI#4	As principais temáticas que se relacionam com "Carbon Tax" são ambientais: "cap-and-trade", "carbon dioxide emissions", "climate change", "computable general equilibrium (cge) model" e "emissions"
	QI#5	Zhang, Y., Cao, K. e Zhang, J. são os investigadores que mais publicam artigos científicos sobre "Carbon Tax" em gestão e contabilidade
(ii)	QI#6	Verificou-se que a autoria coletiva é o tipo de autoria mais encontrado nos artigos científicos sobre "Carbon Tax" em gestão e contabilidade
	QI#7	A China, pertencente ao continente Asiático, é o país com maior número de autores afiliados na investigação sobre "Carbon Tax" em gestão e contabilidade

*Fonte: Elaboração própria*

Assim, face às conclusões retiradas, este estudo contribui para o conhecimento do estado da investigação atual sobre “Carbon Tax” em gestão e contabilidade, ao serem identificadas as últimas tendências sobre esta temática, autores e revistas influentes nesta área, assim como outras temáticas relacionadas e relevantes, servindo assim de papel orientador para investigadores em futuras pesquisas sobre a política de tributação do carbono.

## 5.2. Limitações do estudo

O presente estudo apresenta algumas limitações, destacando-se as seguintes:

- A não abrangência de todos os artigos científicos publicados em 2020 e somente até 31 de agosto faz com que as conclusões retiradas para este ano não estejam totalmente completas.
- As publicações científicas estarem indexadas apenas à base de dados *Scopus* leva a que não se considere tantas ou mais publicações que poderiam existir, e ainda a restrição imposta a uma única área de estudo faz com que os artigos apresentados sejam produzidos por autores virados para esse perfil e publicados em revistas científicas focadas principalmente nessa área.
- A existência de muito poucos artigos aplicando uma abordagem bibliométrica à investigação sobre a temática “Carbon Tax” e a inexistência dos mesmos aplicados à área de gestão e contabilidade faz com que não haja a possibilidade de comparar os resultados obtidos.

### 5.3. Sugestões para investigações futuras

Face aos resultados obtidos neste estudo e às principais limitações apresentadas foi possível elaborar as seguintes sugestões para futuras investigações:

- Realizar o mesmo estudo incluindo os restantes artigos respeitantes ao ano 2020 de forma a completar os dados obtidos nesta investigação.
- Efetuar um estudo idêntico alargando a amostra com artigos publicados em outras bases de dados, como por exemplo, na *Web of Science*, assim como não limitar a qualquer área de estudo, de forma a abranger um maior número de investigações igualmente relevantes e tornar assim o estudo sobre “Carbon Tax” mais completo.
- Desenvolver o mesmo estudo acrescentando a palavra-chave “cap-and-trade” de forma a obter uma amostra maior e compreender melhor como esta temática está tão relacionada com “Carbon Tax”. Além disso, poderá ainda ser explorado a relação com “Green Tax”, visto que o imposto sobre o carbono se enquadra na categoria de impostos “verdes” ou ambientais.



## VI. Bibliografia

- Andrew, J., Kaidonis, M. A., & Andrew, B. 2010. Carbon tax: Challenging neoliberal solutions to climate change. *Critical Perspectives on Accounting*, 21: 611-618.
- APA. “Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE)”. Disponível em: <https://apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=295> (08/11/2019).
- APA. “Fiscalidade Verde”. Disponível em: <https://apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=1104> (11/06/2020).
- Apleni, L., Mxunyelwa, S., & Vallabh, D. 2017. The implications of the proposed carbon tax in South Africa’s tourism industry. *African Journal of Hospitality, Tourism and Leisure*, 6 (1): 1-12.
- Autoridade Tributária e Aduaneira. “Lei Geral Tributária”. Disponível em: [https://info.portaldasfinancas.gov.pt/pt/informacao\\_fiscal/codigos\\_tributarios/lgt/pages/lei-geral-tributaria-indice.aspx](https://info.portaldasfinancas.gov.pt/pt/informacao_fiscal/codigos_tributarios/lgt/pages/lei-geral-tributaria-indice.aspx) (10/06/2020).
- Baas, J., Schotten, M., Plume, A., Côté, G., & Karimi, R. 2020. Scopus as a curated, high-quality bibliometric data source for academic research in quantitative science studies. *Quantitative Science Studies*: 1 (1): 377-386.
- Ball, R. 2018. *An introduction to bibliometrics: New development and trends*. Cambridge, MA: Chandos Publishing.
- Baranzini, A., Goldemberg, J., & Speck, S. 2000. A future for carbon taxes. *Ecological Economics*, 32: 395-412.
- Cabral, A. I. 2012. *Tributação da electricidade num contexto ambiental*. Dissertação de Mestrado, Universidade Católica, Porto.
- Cao, K., Xu, B., He, Y., & Xu, Q. 2020a. Optimal carbon reduction level and ordering quantity under financial constraints. *International Transactions in Operational Research*, 27: 2270-2293.
- Cao, K., Xu, B., & Wang, J., 2020b. Optimal trade-in and warranty period strategies for new and remanufactured products under carbon tax policy. *International Journal of Production Research*, 58 (1): 180-199.
- Chang, N. & Han, C. 2020. Cost-push impact of taxing carbon in China: A price transmission Perspective. *Journal of Cleaner Production*, 248: 1-9.
- Chen, W., & Hu, Z. -H. 2018. Using evolutionary game theory to study governments and manufacturers’ behavioral strategies under various carbon taxes and subsidies. *Journal of Cleaner Production*, 201: 123-141.
- Choudhary, A., Sarkar, S., Settur, S., & Tiwari, M. K. 2015. A carbon market sensitive optimization model for integrated forward–reverse logistics. *International Journal of Production Economics*, 164: 433-444.

Church, B., Jiang, W., Kuang, X., & Vitalis, A. 2019. A Dollar for a Tree or a Tree for a Dollar? The Behavioral Effects of Measurement Basis on Managers' CSR Investment Decision. *The Accounting Review*, 94 (5): 117-137.

Cobo, M. J., Martínez, M. A., Gutiérrez-Salcedo, M., Fujita, H., & Herrera-Viedma, E. 2015. 25 years at Knowledge-Based Systems: A bibliometric analysis. *Knowledge-Based Systems*, 80: 3-13.

Comissão Europeia. 2020. "Pacto Ecológico Europeu". Disponível em: [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_pt](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_pt) (03/03/2020).

Cortez, P. 2011. *Some Scholarly Communication Guidelines*. Teaching Report, Department of Information Systems of University of Minho, Portugal.

Costa, T., Lopes, S., Fernández-Llimós, F., Amante, M., & Lopes, P. 2012. A Bibliometria e a Avaliação da Produção Científica: indicadores e ferramentas. *ACTAS – Congresso Nacional de Bibliotecários, Arquivistas e Documentalistas*, 11: 1-7.

Costello, K. W. 2019. Essay on climate apocalypse and a carbon tax. *The Electricity Journal*, 32: 1-6.

Datta, T. K., Nath, P., & Choudhury, K. 2020. A hybrid carbon policy inventory model with emission source-based green investments. *OPSEARCH*, 57: 202-220.

de Almeida-Filho, A.T., de Lima Silva, D. F., & Ferreira, L. 2020. Financial modelling with multiple criteria decision making: A systematic literature review. *Journal of the operational research society*: 1-19.

Diário da República Eletrónico. "Código dos Impostos Especiais de Consumo (CIEC)". Disponível em: <https://dre.pt/web/guest/legislacao-consolidada/-/lc/34478675/view?q=73%2F2010> (11/06/2020).

Diário da República Eletrónico. "Constituição da República Portuguesa". Disponível em: <https://dre.pt/legislacao-consolidada/-/lc/34520775/view> (10/06/2020).

Dwyer, L., Forsyth, P., & Spurr, R. 2012. Wither Australian tourism? Implications of the carbon tax. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 19: 15-30.

Dwyer, L., Forsyth, P., & Spurr, R., Hoque, S. 2013. Economic Impacts of a Carbon Tax on the Australian Tourism Industry. *Journal of Travel Research*, 52 (2): 143-155.

EEA. 2019. "Atmospheric greenhouse gas concentrations". Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/atmospheric-greenhouse-gas-concentrations-6/assessment-1> (28/04/2020)

Eurostat. 2020a. "Environmental tax revenues". Disponível em: [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?lang=en&dataset=env\\_ac\\_tax](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?lang=en&dataset=env_ac_tax) (11/06/2020).



Eurostat. 2020b. “Environmental tax statistics”. Disponível em: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Environmental\\_tax\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Environmental_tax_statistics) (10/06/2020).

Eurostat. 2020c. “Greenhouse gas emissions by source sector (source: EEA)”. Disponível em: [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?lang=en&dataset=env\\_air\\_gge](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?lang=en&dataset=env_air_gge) (20/06/2020)

Gale, W., Brown, S., & Saltiel, F., 2013. *Carbon taxes as part of the fiscal solution*. Washington, DC: Brookings Institution.

Gray, W. B., & Metcalf, G. E. 2017. Carbon tax competitiveness concerns: Assessing a best practices carbon credit. *National Tax Journal*, 70 (2): 447-468.

Haites, E. 2018. Carbon taxes and greenhouse gas emissions trading systems: what have we learned?. *Climate Policy*, 18 (8): 955-966.

Hou, Y., Jia, M., Tian, X., Wei, F., & Wei, K. 2015. Optimal decisions of countries with carbon tax and carbon tariff. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 8 (3): 981-1001.

Hovelaque, V., & Bironneau, L. 2015. The carbon-constrained EOQ model with carbon emission dependent demand. *International Journal of Production Economics*, 164: 285-291.

Hu, X., Yang, Z., Sun, J., & Zhang, Y. 2020. Carbon tax or cap-and-trade: Which is more viable for Chinese remanufacturing industry?. *Journal of Cleaner Production*, 243: 1-16.

IEA. 2019. “Global Energy & CO2 Status Report 2019”. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-energy-co2-status-report-2019> (08/06/2020)

INE. 2019. “Impostos com relevância ambiental em 2018 representaram 7,4% do total das receitas de impostos e contribuições sociais - 2018”. Disponível em: [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_destaques&DESTAQUESdest\\_boui=354422093&DESTAQUESmodo=2&xlang=pt](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=354422093&DESTAQUESmodo=2&xlang=pt) (07/10/2019).

IPCC. 2005. “Carbon Dioxide Capture and Storage”. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srccs\\_wholereport-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srccs_wholereport-1.pdf) (08/06/2020).

IPCC. 2007. *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press.

IPCC. 2014. “Alterações Climáticas 2014: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade”. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5\\_wg2\\_spmport-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wg2_spmport-1.pdf) (28/04/2020)

Jeffrey, C. & Perkins, J. D. 2015. The association between energy taxation, participation in an emissions trading system, and the intensity of carbon dioxide emissions in the European Union. *International Journal of Accounting*: 1-21.

Jin, M., Shi, X., Emrouznejad, A., & Yang, F. 2018. Determining the optimal carbon tax rate based on data envelopment Analysis. *Journal of Cleaner Production*, 172, 900-908.

Jornal Oficial da União Europeia. “Directiva 2008/101/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de Novembro de 2008 que altera a Directiva 2003/87/CE de modo a incluir as actividades da aviação no regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na Comunidade”. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0101&from=EN> (28/04/2020).

Jornal Oficial da União Europeia. “Diretiva (UE) 2018/410 do Parlamento Europeu e do Conselho de 14 de março de 2018 que altera a Diretiva 2003/87/CE para reforçar a relação custo-eficácia de emissões e o investimento nas tecnologias hipocarbónicas, e a Decisão (UE) 2015/1814). Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0410&from=EN> (19/03/2018).

Kalita, U., & Barua, N. A. 2019. Determining a Carbon Tax Rate for India in the Context of Global Climate Change. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8 (3): 8185-8191.

Koks, E., Carrera, L., Jonkeren, O., Aerts, J, Husby, T., Thissen, M., Standardi, G., & Mysiak, J. 2016. Regional disaster impact analysis: comparing input–output and computable general equilibrium models. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16: 1911-1924.

Kortum, S., & Weisbach, D. 2017. The design of border adjustments for carbon prices. *National Tax Journal*, 70 (2): 421-446.

Kuik, O., & Hofkes, M. 2010. Border adjustment for European emissions trading: Competitiveness and carbon leakage. *Energy Policy*, 38: 1741-1748.

Kuo, T. C., Hong, I. -H., & Lin, S. C. 2016. Do carbon taxes work? Analysis of government policies and enterprise strategies in equilibrium. *Journal of Cleaner Production*, 139: 337-346.

Lee, J. -Y. 2019. Investing in carbon emissions reduction in the EOQ model. *Journal of the Operational Research Society*: 1-12.

Li, G., & Masui, T. 2019. Assessing the impacts of China's environmental tax using a dynamic computable general equilibrium model. *Journal of Cleaner Production*, 208: 316-324.

Liang, Q. -M., Wang, T., & Xue, M. -M. 2016. Addressing the competitiveness effects of taxing carbon in China: domestic tax cuts versus border tax adjustments. *Journal of Cleaner Production*, 112: 1568-1581.

Liao, H., Tang, M., Luo, L., Li, C., Chiclana, F., & Zeng, X. -J. 2018. A Bibliometric Analysis and Visualization of Medical Big Data Research. *Sustainability*, 10 (1): 1-18.

- Lima, S. H. & Leocádio, A. L. 2017. Mapeando a Produção Científica Internacional Sobre Inovação Aberta. *Revista Brasileira de Gestão e Inovação*, 5 (2): 181-208.
- Lin, B., & Xu, M. 2019. Exploring the green total factor productivity of China's metallurgical industry under carbon tax: A perspective on factor substitution. *Journal of Cleaner Production*, 233: 1322-1333.
- Liu, X., Wang, C., Niu, D., Suk, S., & Bao, C. 2015. An analysis of company choice preference to carbon tax policy in China. *Journal of Cleaner Production*, 103: 393-400.
- Ma, N., Li, H., Wang, Y., Zhang, J., Li, Z., & Arif, A. 2020. The short-term roles of sectors during a carbon tax on Chinese economy based on complex network: An in-process analysis. *Journal of Cleaner Production*, 251: 1-14.
- Meng, X., Yao, Z., Nie, J., Zhao, Y., & Li, Z. 2018. Low-carbon product selection with carbon tax and competition: Effects of the power structure. *International Journal of Production Economics*, 200: 224-230.
- Metcalf, G., & Weisbach, D. 2009. The Design of a Carbon Tax. *Reg-Markets Center Working Paper*: 1-63.
- Metcalf, G. E. 2014. Using the tax system to address competition issues with a carbon tax. *National Tax Journal*, 67 (4): 779-806.
- Miller, R., & Blair, P. 2009. *Input-output analysis: Foundations and extensions* (2<sup>a</sup> edição). Cambridge: Cambridge University Press.
- Mishra, U., Wu, J.-Z., & Sarkar, B. 2020. A sustainable production-inventory model for a controllable carbon emissions rate under shortages. *Journal of Cleaner Production*, 256: 1-19.
- Moioli, S., & Pellegrini, L. A. 2020. Fixed and Capture Level Reduction operating modes for carbon dioxide removal in a Natural Gas Combined Cycle power plant. *Journal of Cleaner Production*, 254: 1-12.
- Ndhaief, N., Nidhal, R., Hajji, A., & Bistorin, O. 2019. Environmental issue in an integrated production and maintenance control of unreliable manufacturing/remanufacturing systems. *International Journal of Production Research*: 1-19.
- NOAA. 2019. “Global carbon dioxide growth in 2018 reached 4th highest on record”. Disponível em: <https://www.noaa.gov/news/global-carbon-dioxide-growth-in-2018-reached-4th-highest-on-record> (28/04/2020)
- Nordhaus, W. D. 1992. An Optimal Transition Path for Controlling Greenhouse Gases. *Science*, 258: 1315-1319.
- Nordhaus, W. D. 2010. Carbon taxes to move toward fiscal sustainability. *Economists' Voice*: 1-5.

OCDE. 2007. “Seminário sobre Alterações Climáticas, Inovação e Crescimento”. Disponível em: <http://www.oecd.org/env/cc/seminariosobrealteraoesclimaticasinovaaocrescimento.htm> (05/02/2020)

Ordem dos Engenheiros. “Comércio Europeu de Licenças de Emissão”. Disponível em: <https://www.ordemengenheiros.pt/pt/centro-de-informacao/dossiers/consultorio-juridico/emissao-de-gases-com-efeitos-de-estufa/comercio-europeu-de-licencas-de-emissao/> (09/11/2019)

Park, S. J., Cachon, G. P., Lai, G., & Seshadri, S. 2015. Supply Chain Design and Carbon Penalty: Monopoly vs. Monopolistic Competition. *Production and Operations Management*, 24 (9): 1494-1508.

Parry, I., Morris, A., & Williams, R. 2015. *Implementing a US carbon tax: Challenges and debates*. Nova York: Routledge.

Pearce, D. 2003. The social cost of carbon and its policy implications. *Oxford review of economic policy*, 19 (3): 362-384.

Peng, P., Zhu, L., & Fan, Y. 2017. Performance evaluation of climate policies in China: A study based on an integrated assessment model. *Journal of Cleaner Production*, 164: 1068-1080.

Pereira, A., & Pereira, R. 2019. On the Spillover Effects of CO2 Taxation on the Emissions of other Air Pollutants. Gabinete de Estratégia e Estudos do Ministério da Economia, 131: 1-16. Disponível em: [https://www.gee.gov.pt/RePEc/WorkingPapers/GEE\\_PAPERS\\_131.pdf](https://www.gee.gov.pt/RePEc/WorkingPapers/GEE_PAPERS_131.pdf) (15/06/2020)

Pigou, A. C. 1920. *The economics of welfare*. London: Macmillan.

Pillay, S., & Buys, P. W. 2013. Carbon tax pricing and the social cost of carbon: The case in the South African motor vehicle manufacturing industry. *Journal of Applied Business Research*, 29 (6): 1751-1762.

Pillay, S., & Buys, P. W. 2015. Investigating the impact of carbon tax on socially responsible corporate governance: The case of south African motor vehicle manufacturers. *Corporate Ownership and Control*, 12 (2): 128-134.

Pordata. 2020. “Emissões de gases com efeito de estufa: total e por alguns sectores de emissões de gases”. Disponível em: <https://www.pordata.pt/Europa/Emiss%C3%B5es+de+gases+com+efeito+de+estufa+total+e+por+alguns+sectores+de+emiss%C3%B5es+de+gases-1481> (20/06/2020)

Ritter, H., & Zimmermann, K. 2019. *Cap-and-trade policy vs. carbon taxation: Of leakage and linkage*, FEMM Working paper series no. 19003. Faculty of Economics and Management at Otto von Guericke University, Magdeburg.

- Saelim, S. 2019. Carbon tax incidence on household demand: Effects on welfare, income inequality and poverty incidence in Thailand. *Journal of Cleaner Production*, 234: 521-533.
- Sancho, R. 1990. Indicadores bibliometricos utilizados en la evaluacion de la ciencia y la tecnologia: revision bibliografica. *Revista Española de Documentación Científica*, 13 (3/4): 842–865.
- Saxena, L. K., Jain, P. K., & Sharma, A. K. 2018. A fuzzy goal programme with carbon tax policy for Brownfield Tyre remanufacturing strategic supply chain planning. *Journal of Cleaner Production*, 198: 737-753.
- Shamayleh, A., Hariga, M., As’ad, R., & Diabat, A. 2019. Economic and environmental models for cold products with time varying demand. *Journal of Cleaner Production*, 212: 847-863.
- Shi, Q., Ren, H., Cai, W., & Gao, J. 2019. How to set the proper level of carbon tax in the context of Chinese construction sector? A CGE analysis. *Journal of Cleaner Production*, 240: 1-12.
- Shiemann, F., & Sakhel, A. 2019. Carbon Disclosure, Contextual Factors, and Information Asymmetry: The Case of Physical Risk Reporting. *European Accounting Review*, 28 (4): 791-818.
- Shuang, Y., Diabat, A., & Liao, Y. 2019. A stochastic reverse logistics production routing model with emissions control policy selection. *International Journal of Production Economics*, 213: 201-216.
- Silva, J. & Memon, A. 2017. CiteScore: A cite for sore eyes, or a valuable, transparent metric?. *Scientometrics*, 111: 553–556.
- van Eck, N. J., & Waltman, L. 2010. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84: 523-538.
- van Heerden, J., Blignaut, J., Bohlmann, H., Cartwright, A., Diederichs, N., & Mander, M. 2016. The economic and environmental effects of a carbon tax in South Africa: A dynamic CGE modelling approach. *South African Journal of Economic and Management Sciences*, 19 (5): 714-732.
- Wang, C., Wang, W., & Huang, R. 2017. Supply chain enterprise operations and government carbon tax decisions considering carbon emissions. *Journal of Cleaner Production*, 152: 271-280.
- Williams, R. C., Gordon, H., Burtraw, D., Carbone, J. C., & Morgenstern, R. D. 2014. The initial incidence of a carbon tax across U.S. States. *National Tax Journal*, 67 (4): 807-830.
- Williams, R. C., Gordon, H., Burtraw, D., Carbone, J. C., & Morgenstern, R. D. 2015. The initial incidence of a carbon tax across income groups. *National Tax Journal*, 68 (1): 195-214.

World Bank. 2019. "State and Trends of the Carbon Pricing 2019". Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31755> (08/06/2020).

Xu, C., Wang, C., & Huang, R. 2020. Impacts of horizontal integration on social welfare under the interaction of carbon tax and green subsidies. *International Journal of Production Economics*, 222: 1-13.

Xu, X., Xu, X., & He, P. 2016. Joint production and pricing decisions for multiple products with cap-and-trade and carbon tax regulations. *Journal of Cleaner Production*, 112: 4093-4106.

Yang, H., Luo, J., & Wang, H. 2017. The role of revenue sharing and first-mover advantage in emission abatement with carbon tax and consumer environmental awareness. *International Journal of Production Economics*, 193: 691-702.

Yang, H., & Chen, W. 2018. Retailer-driven carbon emission abatement with consumer environmental awareness and carbon tax: Revenue-sharing versus Cost-sharing. *Omega*, 78: 179-191.

Yu, B., Wang, J., Lu, X., & Yang, H. 2020. Collaboration in a low-carbon supply chain with reference emission and cost learning effects: Cost sharing versus revenue sharing strategies. *Journal of Cleaner Production*, 250: 1-26.

Yu, V. F., Maglasang, R., & Tsao, Y. -C. 2018. Shelf space allocation problem under carbon tax and emission trading Policies. *Journal of Cleaner Production*, 196: 438-451.

Zakeri, A., Dehghanian, F., Fahimnia, B., & Sarkis, J. 2015. Carbon pricing versus emissions trading: A supply chain planning perspective. *International Journal of Production Economics*, 164: 197-205.

Zhang, J., & Zhang, Y. 2020a. Chinese tourism economic change under carbon tax scenarios. *Current Issues in Tourism*, 23 (7): 836-851.

Zhang, J., & Zhang, Y. 2020b. Examining the economic and environmental effects of emissions policies in China: A Bayesian DSGE model. *Journal of Cleaner Production*, 266: 1-9.

Zhang, K., Wang, Q., Liang, Q. -M. & Chen, H. 2016. A bibliometric analysis of research on carbon tax from 1989 to 2014, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58: 297-310.

Zhang, Z., & Baranzini, A. 2004. What do we know about carbon taxes? An inquiry into their impacts on competitiveness and distribution of income. *Energy Policy*, 32: 507-518.

Zhao, L., Yang, C., Su, B., & Zeng, S. 2020. Research on a single policy or policy mix in carbon emissions Reduction. *Journal of Cleaner Production*, 267: 1-10.

Zhou, G., & Zhang, Y. 2017. Integration and consolidation in air freight shipment planning: An economic and environmental perspective. *Journal of Cleaner Production*, 166: 1381-1394.

Zhou, Y., Hu, F., & Zhou, Z. 2018. Pricing decisions and social welfare in a supply chain with multiple competing retailers and carbon tax policy. *Journal of Cleaner Production*, 190: 752-777.

Zhu, J. & Liu, W. 2020. A tale of two databases: the use of Web of Science and Scopus in academic papers. *Scientometrics*, 123: 321-335.

Zhu, L., Duan, H. -B., & Fan, Y. 2015. CO2 mitigation potential of CCS in China e an evaluation based on an integrated assessment model. *Journal of Cleaner Production*, 103: 934-947.

Zhu, N., Bu, Y., Jin M., & Mbroh, N. 2020a. Green financial behavior and green development strategy of Chinese power companies in the context of carbon tax. *Journal of Cleaner Production*, 245: 1-7.

Zhu, N., Qian, L., Jiang, D., & Mbroh, N. 2020b. A simulation study of China's imposing carbon tax against American carbon tariffs. *Journal of Cleaner Production*, 243: 1-12.

Zuo, H., Du, H., Broadstock, D., Guo, J., Gong, Y., & Mao, G. 2016. China's future energy mix and emissions reduction potential: a scenario analysis incorporating technological learning curves. *Journal of Cleaner Production*, 112: 1475-1485.





## VII. Anexos

### Anexo 1 - Artigos indisponíveis, divididos por título, autor(es) e ano de publicação

Título do artigo	Autor(es)	Ano de publicação
<i>The COVID-19 Crisis: Policy Recommendations for Japan</i>	Yoshino, N., Hendriyetty, N.	2020
<i>The Australian carbon tax: corporate perceptions, responses and motivations</i>	Kumarasiri, J., Lodhia, S.	2020
<i>The future of sustainable real estate investments in a post-COVID-19 world</i>	Pike, J.	2020
<i>Optimization of the simultaneous pickup and delivery vehicle routing problem based on carbon tax</i>	Qin, G., Tao, F., Li, L., Chen, Z.	2019
<i>Research on low carbon logistics network optimization considering segmented Carbon Tax</i>	Ye, Y., Wang, J.	2019
<i>Decision-making models for promoting consumption of low energy-intensive broadband terminal products in the Chinese telecommunication industry</i>	Liu, Q., Zhao, S., Zhu, Q.	2018
<i>Emissions from international transport in global supply chains</i>	Gurtu, A., Searcy, C., Jaber, M.Y.	2017
<i>Long-termed investment planning model for a generation company operating in both bilateral contract and day-ahead markets</i>	Sivrikaya, B.T., Cebi, F.	2016
<i>Scope for Reducing CO2Emissions of Indian Manufacturing: Its Likely Impact on Export Competitiveness</i>	Goldar, B., Bhalla, M.	2015
<i>Policy instruments for a market penetration of low carbon technology in developing nations</i>	Thiam, D.R.	2012
<i>The green paradox and greenhouse gas reducing investments</i>	Hoel, M.	2011
<i>The emissions trading scheme: An analysis on its economic instruments and methods to reduce greenhouse gas emissions</i>	Sridhar, K.	2011
<i>Crossing the border</i>	Mills, D.	2009
<i>Carbon tax: The french connection</i>	Laurent, E.	2009
<i>Systems and the problematique. The case of a carbon tax</i>	Roberts, P.	1994
<i>Incorporating environmental externalities into electricity markets: methods and policies</i>	Letendre, S.E.	1994

Fonte: Elaboração própria