



Lisbon School
of Economics
& Management
Universidade de Lisboa

MESTRADO
ECONOMIA INTERNACIONAL
E ESTUDOS EUROPEUS

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO

**O MECANISMO DE AJUSTAMENTO CARBÓNICO FRONTEIRIÇO DA UE:
FUNCIONAMENTO E POTENCIAIS IMPACTOS MACROECONÓMICOS E NA FUGA
DE CARBONO NA UE**

CATARINA BOUIH LEANDRO CARITA

OUTUBRO - 2024

**MESTRADO EM
ECONOMIA INTERNACIONAL
E ESTUDOS EUROPEUS**

**TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO**

**O MECANISMO DE AJUSTAMENTO CARBÓNICO FRONTEIRIÇO DA UE:
FUNCIONAMENTO E POTENCIAIS IMPACTOS MACROECONÓMICOS E NA FUGA
DE CARBONO NA UE**

CATARINA BOUIH LEANDRO CARITA

ORIENTAÇÃO:

PROFESSOR DOUTOR JOSÉ MANUEL ZORRO MENDES

OUTUBRO - 2024

*À minha mãe, à minha avó e à
minha tia” Leandra”.*
*Ao meu orientador, pela sua ajuda,
e a mim, que fiz o trabalho.*

Lista de Abreviaturas

- ACF – Ajustamento Carbónico Fronteiriço
Acordo SMC - Acordo sobre as Subvenções e as Medidas de Compensação
- AEA – Agência Europeia do Ambiente
- CBAM – Mecanismo de Ajustamento Carbónico Fronteiriço (do *inglês Carbon Border Adjustment Mechanism*)
- CELE - Sistema de Comércio de Licenças de Emissão da UE
- EEE – Espaço Económico Europeu
- EITE – Intensiva em Emissões e Exposta ao Comércio (do *inglês Emissions Intensive Trade Exposed*)
- E-M – Estado-Membro
- ETS – Sistema de Troca de Emissões (do *inglês: Emissions Trading System*)
- FRL – Fator de Redução Linear
- GATT – Acordo Geral de Tarifas e Comércio
- GEE – Gases com Efeito Estufa
- OACI - Organização da Aviação Civil Internacional
- OMC – Organização Mundial do Comércio
- PED – Países em Desenvolvimento
- PME – Pequenas e Médias Empresas
- UE – União Europeia

Resumo

Em outubro de 2023, entrou em vigor o Mecanismo de Ajustamento Carbónico Fronteiriço da União Europeia (CBAM) que pretende impor um preço ao carbono emitido por produtos carbono-intensivos importados para o espaço comunitário. Dentro da UE, existe, desde 2005, o Sistema de Comércio de Licenças de Emissão que regula as emissões internas, através de um *cap and trade* que obriga à aquisição de licenças de emissão de GEE a certas atividades económicas, porém, como forma de mitigar a perda de competitividade e o risco de fuga de carbono, têm sido atribuídas licenças gratuitas a setores mais expostos ao comércio internacional, entre outras ajudas. A cedência destas licenças, é contraproducente e retarda a descarbonização, portanto, ao longo dos anos tem-se restringido a cedência das mesmas, assim como diminuído a quantidade de licenças totais, porém de forma lenta.

Recentemente, com o *Objetivo 55*, esta ambição foi reforçada e agora pretende-se eliminar a atribuição gratuita de licenças até 2034. Tal, gera uma grande oportunidade para a deslocação da produção e consumo interno para países que não aplicam medidas de tarifação ou mitigação de emissões carbónicas, o que prejudicará a economia europeia. Para reduzir esse risco criou-se o CBAM.

Nesta dissertação, perante a novidade do tema, expõe-se o atual e futuro funcionamento do mecanismo e exploram-se os seus potenciais efeitos macroeconómicos e na fuga de carbono na UE, por via de uma meta-análise qualitativa dos estudos mais recentes sobre a matéria. Estima-se que os efeitos sejam diminutos a nível económico, mas significativos na redução da fuga de carbono.

Palavras-chave: CBAM; CELE; Impactos macroeconómicos; Fuga de carbono; Meta-análise qualitativa

Códigos JEL: E27, F17, Q58

Abstract

In October 2023, the European Union's Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) came into force, which aims to impose a price on the carbon emitted by carbon-intensive products imported into the EU. Within the EU, there has been the Emissions Trading System since 2005, which regulates domestic emissions through a cap and trade that obliges certain economic activities to purchase GHG emission licences. However, as a way of mitigating the loss of competitiveness and the risk of carbon leakage, free licences have been granted to sectors that are more exposed to international trade, among other aid. Giving away these free allowances is counterproductive and slows down decarbonisation, so over the years they have been curbed, and the total number of allowances has been reduced, albeit slowly.

Recently, with *Fit for 55*, this ambition has been reinforced and now the aim is to eliminate free allocation of allowances by 2034. This creates a great opportunity to shift domestic production and consumption to countries that don't apply carbon pricing or mitigation measures, which will hamper the European economy. CBAM was therefore created to reduce this risk.

In this dissertation, given the novelty of the subject, the current and future functioning of the mechanism is explained and its potential macroeconomic and carbon leakage effects in the EU are explored, through a qualitative meta-analysis of the most recent studies on the subject. The effects are estimated to be small in economic terms, but significant in terms of reducing carbon leakage.

Keywords: CBAM; EU ETS; Macroeconomic impacts; Carbon leakage; Qualitative meta-analysis

JEL Codes: E27, F17, Q58

Índice

1. Introdução	1
2. Enquadramento Legal	2
2.1. Pacto Ecológico Europeu e o Objetivo 55	2
3. Sistema de Comércio de Licenças de Emissão da UE (CELE)	4
3.1. Evolução do CELE	5
3.2. O risco de fuga de carbono	9
4. Ajustamentos Carbónicos Fronteiriços – revisão de literatura	11
4.1. Impactos económicos e na fuga de carbono	16
5. O Mecanismo de Ajustamento Carbónico Fronteiriço da UE	17
5.1. Impacto externo	20
5.2. Impacto Interno	21
6. Análise dos potenciais impactos económicos e na fuga de carbono do CBAM.....	21
6.1. Metodologia.....	21
6.2. <i>Impact Assessment Report (IAR) accompanying the document Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism</i>	22
6.3. Estudo 1 - <i>EU in search of a Carbon Border Adjustment Mechanism</i>	29
6.4. Estudo 2 - <i>Industrial European regions at risk within the Fit for 55: How far implementing CBAM can mitigate?</i>	32
6.5. Discussão (Comparação dos resultados dos Estudos).....	34
7. Conclusão	37
Referências Bibliográficas.....	39
Anexos.....	44

1. Introdução

O Sistema de Comércio de Licenças de Emissão da UE (CELE) tem sido um dos pilares da política ambiental europeia para a redução das emissões. Ao longo da sua existência tem sofrido várias alterações, com o intuito de aumentar a cobertura de atividades económicas e emissões abrangidas que pagam um preço pelo CO₂eq. Para diminuir as perdas de competitividade com o exterior e fugas de carbono, o CELE distribui licenças gratuitas aos setores em maior risco de fuga. Porém, esta prática retarda a descarbonização.

O recente Objetivo 55 da UE, de entre as suas medidas, veio reformar o CELE, de modo a acelerar a redução de licenças totais e, nomeadamente, eliminar até 2034 as licenças gratuitas. No entanto, tal deixa desprotegidas as indústrias internas cujos custos de produção sobem, relativamente a custos de produção externos em países que não aplicam medidas de tarifação ou mitigação de emissões carbónicas. Intensifica-se, assim, o risco de aumento da fuga de carbono.

Para evitar que tal aconteça e garantir a redução global de emissões carbónicas, foi criado o Mecanismo de Ajustamento Carbónico Fronteiriço (CBAM). Este entrou, recentemente, numa fase transitória de implementação, por isso definiu-se como primeiro objetivo desta dissertação, expor o atual e futuro funcionamento do mesmo. O segundo objetivo é explorar os seus potenciais efeitos macroeconómicos e na fuga de carbono dentro da UE, a médio-prazo, através de uma meta-análise qualitativa dos resultados dos poucos estudos já efetuados sobre a matéria.

Na secção 2 será enquadrado o Objetivo 55, como propulsor da revisão do CELE e consequente implementação do CBAM. Na secção 3 será explorado o CELE, a sua evolução, sobretudo no âmbito da quantidade de licenças totais e gratuitas, e o efeito destas últimas na prevenção da fuga de carbono. Na secção 4 é realizada uma revisão de literatura sobre ajustamentos carbónicos fronteiriços e na 5 é exposto o funcionamento do CBAM. Por fim, na secção 6 são analisados, individualmente, três estudos (filtrados após uma revisão da literatura mais recente) sobre os futuros impactos do mecanismo e, posteriormente, comparados e avaliados os seus resultados.

No fim, pretende-se que o leitor obtenha uma melhor compreensão sobre como o CBAM diminuirá a fuga de carbono e afetará alguns aspetos macroeconómicos, nomeadamente, o PIB, as importações/exportações e o emprego na UE.

2. Enquadramento Legal

2.1 Pacto Ecológico Europeu e o Objetivo 55

A 11 de dezembro de 2019, a Comissão Europeia apresentou o Pacto Ecológico Europeu (*European Green Deal*), um roteiro com várias medidas visando a neutralidade climática, com o seu culminar em 2050, e que reforçava as atuais diligências decorrentes do Acordo de Paris para limitar o aumento do aquecimento global em 1,5°C face aos níveis pré-industriais¹. Surgiu, também, em sequência da urgência de intensificar os esforços para combater as alterações climáticas, cujo Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas, em 2018, identificou como sendo insuficientes até ao momento. Este Pacto ganhou o seu carácter vinculativo a 30 de junho de 2021 quando foi transposto para o Regulamento (UE) 2021/1119.

Este regulamento, conhecido por Lei Europeia do Clima, estabelece os seguintes objetivos: o balanço líquido das emissões libertadas e removidas igualado a zero até 2050; a redução de pelo menos 55% de emissões líquidas de GEE, face aos níveis de 1990, até 2030, que substitui a anterior meta de 40% estabelecida no Regulamento (UE) 2018/1999, art.º 2.º, ponto 11; a necessidade de definir uma meta climática para 2040; o acompanhamento da evolução do cenário climático e a revisão dos objetivos e medidas, em conformidade; a criação de um Conselho Consultivo Científico Europeu para as Alterações Climáticas rotativo.

A 14 de julho de 2021, a UE avançou com um pacote legislativo, Objetivo 55 (*Fit for 55*), com propostas políticas para fazer cumprir as metas do Pacto Ecológico. Tais propostas consolidam-se:

- na reforma do *Sistema de Comércio de Licenças de Emissão da UE (CELE)*, no sentido de reduzir mais as emissões provenientes dos setores abrangidos, incorporar novos setores e eliminar gradualmente a cedência de licenças a título gratuito;
- na criação de um CELE II (EU ETS 2) para os combustíveis destinados aos edifícios e transportes rodoviários, com implementação prevista para 2027 e que cobrirá as emissões a montante da cadeia de valores, ou seja, os fornecedores de combustíveis;
- na revisão do *Regulamento Partilha de Esforços (RPE)* através do Regulamento (UE) 2023/857, instituindo metas mais rigorosas de redução de emissões para cada Estado-

¹ Acordo de Paris, art.º 2º, alínea a).

Membro até 2030, de forma a reduzir as mesmas em 40% (na UE), face aos níveis de 2005. O RPE aplica-se à agricultura, edifícios, pequenas indústrias, resíduos (setores não-abrangidos pelo CELE) e aos transportes rodoviários (abrangidos pelo CELE II), que configuram 60% do total de emissões da UE;

- na revisão do *Regulamento relativo ao uso do solo, alteração do uso do solo e florestas (LULUCF)*, através do Regulamento (UE) 2023/839, aumentando assim o limite de remoção de GEE por via deste setor de 225 Mt CO₂eq. para 310 Mt CO₂eq. até 2030;
- na atualização da *Diretiva das Energias Renováveis*, através da Diretiva (UE) 2023/2413, incrementando a meta vinculativa de energia proveniente de fontes renováveis de 32% para 42,5% até 2030;
- na Diretiva (UE) 2023/1791 relativa à Eficiência Energética que sobe o objetivo de redução de consumo energético para -11,7%, relativamente ao cenário de referência de 2020; E na revisão da *Diretiva Desempenho Energético dos Edifícios*;
- em novas normas de emissões de CO₂ para automóveis ligeiros de passageiros e comerciais, pelo Regulamento (UE) 2023/851, e na revisão do *Regulamento Infraestrutura para Combustíveis Alternativos* pelo Regulamento (UE) 2023/1804;
- no regulamento *ReFuelEU Aviação* e no regulamento *FuelEU Transportes Marítimos*;
- no atual processo de revisão da *Diretiva Tributação da Energia*;
- na criação de um *Fundo Social em matéria de Clima*, pelo Regulamento (UE) 2023/955, que, temporariamente, concederá apoio financeiro aos Estado-membros, que por sua vez o alocarão às famílias e empresas mais vulneráveis ao *CELE II*;
- nas propostas, atualmente em curso, para regulamentar a redução das emissões de metano no setor da energia e regravar a descarbonização dos mercados do gás e promoção do hidrogénio;
- e por fim, no *Mecanismo de Ajustamento Carbónico Fronteiriço (CBAM)*, cerne desta dissertação e, que complementarmente o *Sistema de Comércio de Licenças de Emissão da UE*, impondo uma tarifa aos produtos importados que sejam intensivos em emissões carbónicas ou equivalentes.

Outras medidas convergentes com o Pacto Ecológico têm sido adotadas, como o *Plano Industrial do Pacto Ecológico*, o plano *REPowerEU*, a *Estratégia de Biodiversidade para 2030*, o *Novo Bauhaus Europeu* ou o *Fundo de Inovação*.

3. Sistema de Comércio de Licenças de Emissão da UE (CELE)

Em outubro de 2003, foi publicada a Diretiva 2003/87/CE *relativa à criação de um sistema de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na União Europeia*. Este sistema, de acrónimo CELE (EU ETS em inglês), instituiu um modelo de *cap and trade*, impondo um preço ao carbono e limitando a quantidade de gases poluentes que um operador, de uma ou mais das atividades abrangidas, poderia emitir dentro do espaço comunitário. Desta forma, os agentes económicos com atividades carbono-intensivas, a partir de determinada dimensão, passariam a ter as suas emissões controladas. O regime entrou em vigor a 1 de janeiro de 2005, inicialmente, com os E-M responsáveis pelos seus planos nacionais, orientadores da quantidade total de licenças e da sua forma de atribuição e, posteriormente, a Comissão. Atualmente, fazem parte do sistema a UE-27, o Liechtenstein, a Noruega, a Islândia e as centrais elétricas da Irlanda do Norte. Incide sobre as emissões diretas, ou seja, aquelas que resultam diretamente do processo de produção e cujo produtor tem controlo.

Em 2022, o CELE já contribuíra para reduzir as emissões provenientes da indústria e da produção de calor e energia em -37,3%, face a 2005. Cobria 8.640 fábricas, centrais elétricas e de produção de calor e 390 operadores de aeronaves com voos dentro do Espaço Económico Europeu (EEE) e deste para o Reino Unido e Suíça, o que, tudo somado, correspondia a 36% das emissões totais da UE. E gerara 152 mil milhões € em receitas dos leilões.²

Para evitar fugas de carbono e desvantagens competitivas no comércio internacional, dois métodos têm sido usados: a atribuição gratuita de licenças CELE e ajudas estatais para compensar os custos indiretos mais elevados com a eletricidade (cujas emissões são também cobertas pelo sistema), a setores mais expostos.

O que é um cap and trade?

² Comissão Europeia (2023, outubro).

Num sistema *cap and trade* ou de troca de licenças (ETS), a quantidade máxima de emissões de CO₂eq. é limitada pelo número de licenças de emissão que são disponibilizadas (*cap*), através de venda ou concessão gratuita, num determinado período. No caso do CELE, uma licença corresponde ao direito de emissão de 1 tonelada de CO₂ ou outra quantidade de outro gás com o mesmo potencial de aquecimento (atualmente, o metano, o óxido nitroso e os perfluorcarbonetos). Os operadores abrangidos deverão devolver a cada ano um número de licenças correspondente às suas emissões do ano transato. No caso de emitirem menos do que as licenças adquiridas, podem vendê-las a outros operadores ou devolvê-las em anos subsequentes, pois desde 2018, as licenças passaram a ter uma validade indefinida. O preço de cada licença é definido no mercado, diariamente, e reflete a oferta e procura em leilão das mesmas. A não devolução implica uma sanção monetária acrescida da devolução das licenças que deveriam ter sido entregues.

Segundo dados do Banco Mundial, em 2024, 89 jurisdições a nível mundial (nacionais e subnacionais) têm um ou mais instrumentos de tarifação carbónica, num total de 75. Destes, 36 são ETS e 39 são impostos ao carbono – ao contrário de um ETS, um imposto ao carbono fixa um preço que os emissores devem pagar, permitindo que a quantidade flutue. Todos juntos cobrem 12,8 Gt CO₂eq. ou 24% das emissões mundiais. Os ETS, em particular, refletem 19% das emissões.

Na UE vários países possuem, complementarmente ao CELE, os seus próprios impostos carbónicos, ou, no caso alemão, um segundo *cap and trade*. Até 2021, o CELE era o maior ETS no mundo, mas foi ultrapassado pelo ETS chinês que engloba cerca de 5,00 Gt CO₂eq. Este, por agora, cobre apenas a produção elétrica, a um preço por licença de cerca de 8€, valor muito inferior ao atual preço do CELE, mas superior aos valores que este último teve entre 2012 e 2017.

3.1. Evolução do CELE

1ª e 2ª fase

Na 1ª fase (2005-2007), que serviu de piloto, sob a Diretiva de 2003, o CELE abrangia os seguintes setores: centrais elétricas; instalações fixas de combustão com potência térmica nominal >20MW; refinarias de óleos minerais; fornos de coque; indústria siderúrgica; e de produção de clínquer, vidro, cal, produtos cerâmicos, pasta de

papel, papel e cartão. Sendo o único gás monitorizado, o CO₂. As reformas e fases seguintes vieram expandir o leque de atividades abrangidas, mas ainda assim, na altura, as mesmas representavam 41% das emissões de GEE na UE-25 e 49% do CO₂³.

Durante esta fase e a 2^a (2008-2012) foram distribuídas mais licenças gratuitas do que foram verificadas emissões⁴. O próprio art.º 10º previa uma alocação gratuita de 95% das licenças na 1.º fase e 90% na 2.ª, no mínimo. De facto, até 2012 a quota de alocação gratuita esteve sempre acima dos 95%⁵. Ademais, o número total de licenças emitidas foi sempre superior às emissões⁶. Este excesso de oferta de licenças gratuitas e não gratuitas, em ambas as fases, levou inclusivamente, em 2007, a uma média histórica de 0,7€ por licença. Na 1.ª fase o excesso deveu-se, possivelmente, às estimativas sobrevalorizadas, usando valores pouco precisos das efetivas emissões de GEE pelas atividades. Na 2.ª fase, reduziram-se as licenças, porém a crise de 2008 cortou as emissões dos agentes, retomando o excesso de oferta, baixando os preços e enviando um sinal errado aos poluidores. Note-se que licenças da 1ª fase não transitavam para a 2ª.

Segundo a AEA, na 1ª fase, as emissões sujeitas ao CELE terão aumentado em média 3,83% por ano⁷, na UE-27. Já na 2ª terão reduzido -3,13%, anualmente⁸. No entanto, entre 2008-2012, as emissões globais (sujeitas e não sujeitas ao CELE) reduziram em média -11,82%, na UE-15, face a 1990⁹, o que ultrapassava a meta proposta no Protocolo de Quioto (-8%).

3ª fase (2013-2020)

Em 2012, as emissões da aviação internacional, de e para o EEE, foram incluídas, assumindo um distinto método de atribuição e um *cap* separado. No entanto, em 2013, devido a pressões da OACI, a UE reduziu o alcance para emissões de voos intra-EEE, deixando de fora as emissões de e para fora do EEE, que figuram mais de 50% das emissões de CO₂ neste setor. A limitação deveria durar até 2023, porém foi novamente estendida até 2027.

³ Agência Europeia do Ambiente (2024).

⁴ Exceção em 2008, em que se verificou 1,835.256.139 ton/CO₂eq. emitidas, face aos 1,736.538.886 ton/CO₂eq. de licenças alocadas gratuitamente.

⁵ 100% (2005); 99,6% (2006); 97,9% (2007); 97,3% (2008); 97,8% (2009); 97,8% (2010); 97,4% (2011); 95,9% (2012). Agência Europeia do Ambiente (2024).

⁶ Exceto em 2008.

⁷ Não inclui 2005, por falta de dados.

⁸ Agência Europeia do Ambiente (2024).

⁹ Cálculos efetuados pela autora, c/ base nos valores da Agência Europeia do Ambiente (2024a) e de Gov.uk (2023). *Final UK greenhouse gas emissions national statistics: 1990-2013* <https://www.gov.uk/government/statistics/final-uk-emissions-estimates> e sem aviação.

A partir de 2013, a Comissão substituiu os planos nacionais dos E-M e passou a encarregar-se de estabelecer a quantidade absoluta de licenças de emissão a nível comunitário, a qual deveria diminuir -1,74% (FRL-fator de redução linear) ao ano. Ao mesmo tempo, definiu-se a venda em leilão (que se iniciou na 2ª fase), como método de atribuição primário, devendo a alocação gratuita corresponder a 43% das licenças, salvo várias exceções para setores em risco de fuga de carbono. Tal resultou, durante esta fase, numa média de 52,1% de licenças gratuitas (sem aviação). Foram também adicionados novos setores: instalações de captura e armazenamento de carbono; indústria petroquímica e de produção de amoníaco, metais não ferrosos e ferrosos, gesso, alumínio, ácido nítrico, adípico e glioxílico; e os gases N₂O e PFC's. A redução média anual de GEE terá sido de -3,29%¹⁰, superior à da fase anterior, mas graças à descida de 2019 e 2020.

Em 2015, persistia um excesso de oferta de licenças CELE no mercado de carbono, fruto de vários fatores como a significativa alocação gratuita, a diminuição da procura pós-crise de 2008, e os efeitos sobrepostos de políticas em matéria de energias renováveis e eficiência energética¹¹. De facto, desde novembro de 2011 até fevereiro de 2018, o preço da licença esteve sempre abaixo dos 10€. Em resposta a este desequilíbrio estrutural foi criada a Reserva de Estabilidade do Mercado para o CELE, que se operacionalizou em 2019. Este mecanismo ajusta a oferta, retirando e armazenando, e posteriormente, adicionando as licenças aos leilões, conforme as necessidades do mercado.

4ª fase (2021-2030)

Ainda em 2018, a Diretiva foi novamente revista, introduzindo um FRL de licenças de -2,2% anuais, para 2021-2023. Duplicou-se o número de licenças a depositar na Reserva até 2023 e limitou-se a sua validade, caso se acumulem em excesso. A porção de licenças destinada a alocação gratuita manteve-se nos 43%, mas já se previa uma eliminação progressiva da mesma aos setores menos expostos ao risco de fuga de carbono, a partir de 2026. Ainda assim, a média entre 2021 e 2023, foi de 50,5% de licenças gratuitas.

¹⁰ Agência Europeia do Ambiente (2024) sem aviação.

¹¹ Borghesi *et al.* (2023).

Em 2020, o sistema passou a englobar voos para a Suíça e, em 2021, após a saída do RU, voos para o mesmo.

Em 2023, a redução das emissões sujeitas ao CELE situava-se em -47%, face a 2005. De forma global na UE-27, as emissões reduziram -32,5% de 1990 a 2022. No entanto, para atingir o objetivo para 2030 de -55% de emissões, era necessário intensificar os esforços. Nesse sentido, em 2023, o sistema foi novamente revisto e definiu-se uma redução alvo de -62% das emissões dos setores CELE até 2030, face a 2005. Por conseguinte, o fator de redução de licenças passou para -4,3% entre 2024-2027 e para -4,4% depois de 2028, face ao valor de referência de emissões da 2.^a fase.

Foram incluídos, no sistema, o setor do transporte marítimo, que representa 3% a 4% das emissões de CO₂ da UE, a produção de hidrogénio, as instalações de incineração de lixo municipal, e feitos outros ajustes dentro de setores já abrangidos.

Quanto à alocação gratuita, manteve-se nos 43% das licenças, porém foram criados mais requisitos para as empresas acederem às mesmas. Não obstante, a lista mais atual dos setores em risco de fuga de carbono elegíveis para receber licenças de emissão a título gratuito a 100 % dos níveis de referência pertinentes, identifica 63 setores que juntos representam 94% das emissões industriais do CELE¹². Por outro lado, está prevista uma eliminação gradual da alocação gratuita entre 2026 e 2034 para os setores que serão sujeitos ao CBAM.

O Objetivo 55 veio, paralelamente, criar um *cap and trade* específico para as emissões de combustíveis usados na construção, transporte rodoviário e pequenas indústrias não cobertas no CELE, antes abrangidas no *Regulamento Partilha de Esforços*, chamado CELE II. Juntos, os dois sistemas deverão cobrir cerca de 75% das emissões da UE.

Com este CELE mais ambicioso, que, em última instância, pretenderá acabar totalmente com as licenças gratuitas, calcula-se que o custo de cada licença e, consequentemente, dos produtos, direta e indiretamente sujeitos ao CELE, suba. Este aumento acarreta um risco de fuga de produção ou consumo para fora da UE. Como tal, a UE pretende implementar novos mecanismos que mitiguem esse risco e salvaguardem a competitividade europeia e as ambições de redução de GEE. Surge, então, a necessidade

¹² Comissão Europeia (2023, outubro).

de um Mecanismo de Ajustamento Carbónico Fronteiriço (CBAM), complementar ao CELE.

3.2 O risco de fuga de carbono

Em todas as fases a concessão gratuita de licenças tem sido bastante expressiva e, conseqüentemente, empatado uma redução mais célere de emissões de GEE na UE. Esta opção visa, segundo a UE, manter as suas indústrias competitivas e evitar a fuga de carbono. Este último fenómeno ocorre quando, por via de políticas mais rígidas quanto à emissão de gases poluentes numa determinada região, os operadores de atividades económicas que libertam para a atmosfera significativas quantidades de CO₂ (ou gases com potencial de aquecimento equivalente), decidem deslocar a sua produção para áreas com políticas mais relaxadas; ou quando há um aumento da importação desses produtos para dentro da região, em busca de preços mais baixos. Essa deslocação pode implicar a perda de empregos e a redução do PIB da região, além de que, embora as emissões carbónicas e equivalentes reduzam na área, aumentarão nas outras regiões, não gerando qualquer redução líquida a nível global.

Em certa forma, a concessão gratuita tem sido bem-sucedida, pois segundo alguns estudos *ex-post*, ao longo dos anos, a UE verificou uma fuga de carbono insignificativa, pelo menos nas duas primeiras fases:

Verde (2020) fez uma revisão sistemática da literatura até 2019 sobre os efeitos do CELE na competitividade das empresas e na fuga de carbono. Quanto aos efeitos diretos nesta última, encontrou dois estudos: Dechezleprêtre *et al.* (2022¹³) que, numa amostra de 1122 multinacionais (261 sujeitas ao CELE), que representavam, em média, 34% das emissões de CO₂, entre 2007-2014, não detetaram “evidência que o CELE tenha conduzido a uma deslocação das emissões de carbono da Europa para o resto do mundo”. Ao usarem empresas multinacionais puderam testar se a redução de emissões nas suas localizações geográficas dentro da UE foi acompanhada por aumentos em localizações externas. Os autores apontam que este resultado pode dever-se a alocação gratuita de licenças e choques regionais de produtividade específicos. Atente-se, que o grosso do período estudado corresponde à 1ª e 2ª fases, onde se verificou abundância de licenças gratuitas e não gratuitas.

¹³ Versão atualizada.

O segundo estudo pertence a Naegele e Zaklan (2019) que analisaram, igualmente, a fuga carbónica nas duas primeiras fases, através das “mudanças nos fluxos de comércio internacional nos setores de manufatura e os movimentos carbónicos relacionados” (Verde, 2020). Não foi encontrada evidência de fuga. Os autores destacam, no entanto, que o custo das emissões foi largamente atenuado devido à concessão gratuita e ao baixo preço do carbono, tornando a deslocação da produção mais custosa.

Existem outros estudos que analisam a fuga ao nível de setores específicos, como Branger *et al.* (2016), no setor do aço e do cimento, e Sartor (2013), no setor do alumínio, e que confirmam a falta de evidência de fuga (*apud* Dechezleprêtre *et al.* (2022)).

Aichele e Felbermayr (2015) investigaram se o Protocolo de Quioto induziu fuga de carbono. Ao analisarem o carbono incorporado nas trocas comerciais verificaram, empiricamente, que países que se comprometeram com metas carbónicas, viram as suas importações de carbono incorporado provenientes de países “sem compromissos” 8% mais altas. O facto dos estudos em espaço da União não terem identificado essa fuga, pode ajudar a evidenciar o sucesso das políticas de mitigação do risco de fuga carbónica.

Porém, a partir da 3ª fase, a alocação gratuita reduziu significativamente, o que terá tido efeito nos fluxos de comércio. Estudos que analisam a fuga carbónica nesta fase são escassos, no entanto, recentemente, a investigação de Wang e Kuusi (2024) evidenciou a ocorrência de fuga causada pelo CELE entre 2000 e 2018. Os autores detetaram um aumento do teor de carbono no total de importações da UE-27 em 13%, sem que a intensidade carbónica dos produtos importados tenha aumentado.

A consulta pública (2020) realizada pela Comissão Europeia no âmbito do relatório de avaliação de impacto da proposta do Mecanismo de Ajustamento Carbónico Fronteiriço, também aferiu que a maioria dos inquiridos acredita que a fuga de carbono é um problema real¹⁴.

Efetivamente, espera-se ver um acréscimo da fuga de carbono refletido em estudos futuros que analisem a 3ª e 4ª fases. Isto porque o aumento abrupto de preços desde o fim de 2020, derivado de medidas mais rigorosas e um Pacto Ecológico mais ambicioso, deverá tornar a produção tradicional mais custosa e potenciar a deslocação das emissões para fora da UE. Deverá existir uma quebra da atividade económica, resultado do apertar das medidas de tarifação carbónica, tal como nos indica o estudo de Känzig (2023).

¹⁴ Comissão Europeia (2021a, julho).

4. Ajustamentos Carbónicos Fronteiriços – revisão de literatura

Na falta de uma tarifação carbónica harmonizada universal, surge a necessidade dos países desenvolverem mecanismos de “defesa” que assegurem o custo-eficácia das suas políticas de mitigação de emissões carbónicas e a sua competitividade no comércio doméstico e internacional. Os ajustamentos carbónicos fronteiriços (ACF) têm, por isso, sido estudados como solução.

Um ajustamento carbónico fronteiriço, como o CBAM (MACF, em português), constitui “uma medida aplicada aos produtos comercializados que procura fazer com que os seus preços nos mercados de destino reflitam os custos que teriam incorrido se tivessem sido regulados pelo regime de emissões de gases com efeito de estufa do mercado de destino.” (Cosbey *et al.*,2012). É aplicado a produtos que atravessam jurisdições, podendo estas localizar-se dentro do mesmo país, como no caso californiano. Nesse sentido, os ACF atuam como encargos que tarifam o carbono (e os GEE) embebido nos produtos importados e, adicionalmente, podem incluir restituições à exportação, devolvendo o preço pago pelo carbono a quem exporta para jurisdições que não aplicam regimes de tarifação a GEE. Assim, eliminam as vantagens de produção no exterior para venda doméstica e as desvantagens da produção doméstica para venda externa, resultantes da tarifação interna (Kortum & Weisbach, 2017).

Motivação

Os ajustamentos são aplicados, principalmente, por dois motivos: para evitar a fuga de carbono e para preservar a competitividade das indústrias carbono-intensivas e expostas ao comércio internacional. Um terceiro motivo passa pela vontade de coagir outros países a adotarem políticas de mitigação de GEE.

Existem dois canais principais que levam à fuga de carbono: o canal da competitividade, quando por via de regulamentações unilaterais às emissões, os preços internos sobem, incentivando a deslocalização da produção e consumo para o exterior e levando a um aumento de emissões externas; e o canal do mercado energético, quando a redução da procura por combustíveis fósseis nas regiões reguladas, origina uma quebra do preço mundial dos mesmos, aumentando a sua procura e, conseqüentemente, aumentando as emissões de carbono em zonas não reguladas (Cosbey *et al.*,2019). Os ACF atuam apenas no primeiro, o que contribui para sua incapacidade em eliminar, totalmente, a fuga de carbono. As outras razões encontram-se na impraticabilidade de

cobrir a totalidade das reais emissões incorporadas (diretas e indiretas) de todos os produtos importados (a montante e jusante), por questões administrativas, de custos e de verificação.

Usar a preservação da competitividade como motivo da imposição de um ACF, pode apresentar problemas de legalidade junto da OMC, pois não é um motivo que esteja incluído nas exceções do GATT.

Aplicação

Na elaboração de um ajustamento é necessário determinar o alcance do regime, i.e., os produtos/setores que serão cobertos, o tipo de emissões, os *benchmarks*, os valores predefinidos no cálculo das emissões incorporadas e os países a incluir. Porém, o maior desafio, é projetar todos estes requisitos em conformidade com as regras da OMC. A imposição de uma taxa ou regulamentação às importações está sujeita a violar o art.º III do GATT e o Acordo SMC, salvo se justificada pelas exceções enunciadas no art.º XX. Por isso, a configuração de ACF implica um criterioso discernimento.

A primeira condição de um ACF é ser complementar a um regime de tarifação carbónica já existente. Como tal, deve espelhar a taxa ou *cap and trade* já implementado, tanto quanto aos produtos como às emissões cobertas. O desvio destas condições pode comprometer a legalidade.

O ideal era o ajustamento cobrir o maior número possível de produtos, reduzindo ao máximo o espaço para fugas. Porém, a inclusão de muitos bens, vários com pouca relevância para a fuga de carbono, significa uma maior carga administrativa com um benefício marginal decrescente na redução de emissões. A extensão da abrangência a produtos e cadeias de valor mais complexos, agravaria o fenómeno de *trans-shipment*, em que os produtos são desviados para um país que tem algum tipo de isenção ao ajustamento e, daí, são transportados para o destino. Para que os produtos não sejam indevidamente isentos, as autoridades têm de verificar a origem ou se os produtos sofreram, de facto, uma “transformação substancial” (Cosbey *et al.*,2012) no porto anterior, o que se torna mais complicado perante produtos complexos.

A inclusão de produtos a jusante, também complica e encarece o processo de cálculo das emissões incorporadas, quer para as autoridades domésticas que verificam, quer para os produtores estrangeiros, acentuando a transferência do esforço no combate

climático para os PED. Não obstante, uma significativa porção das emissões importadas vem destes produtos (Kortum & Weisbach, 2017).

Alguns autores apontam, por isso, para uma cobertura mais reduzida, circunscrita aos setores EITE e com maior risco de fuga (Cosbey *et al.*,2019), ou maior intensidade-GEE e sensibilidade ao comércio (Cosbey *et al.*,2012).

Quanto às emissões cobertas, um ajustamento pode englobar apenas emissões diretas, produzidas e controladas diretamente pelo produtor; emissões indiretas, provenientes da produção da eletricidade consumida; e emissões indiretas provenientes do resto da cadeia de valor que não são produzidas ou controladas pelo produtor (âmbitos 1, 2 e 3, respetivamente). Evidentemente, quanto maior o âmbito de emissões, menor o risco de fuga, no entanto, o grau de complexidade de verificação e cálculo de emissões também aumenta. Para assegurar a conformidade com o princípio do Tratamento Nacional do GATT, não devem ser cobertas mais emissões do que as cobertas pelo regime interno.

No mínimo, um ACF irá abranger as emissões diretas. A inclusão do âmbito 3 é muito menos provável. A maior dúvida instala-se na inclusão das emissões indiretas¹⁵. Estas são muito significativas em algumas indústrias como a fundição de alumínio e os setores do aço e do cimento. Böhringer *et al.* (2022), por exemplo, constata que as emissões indiretas constituem a maioria das emissões incorporadas em muitos dos produtos EITE. Curiosamente, a meta-análise de Branger e Quiron (2014), a 25 estudos, revelou que a inclusão das emissões indiretas não era, estatisticamente, significativa na redução da fuga de carbono.

Outra questão a avaliar são os *benchmarks*, ou seja, os métodos de cálculo das emissões de CO₂ eq. dos produtos, na ausência de dados reais e verificáveis, uma vez que, nem sempre é possível ou fácil rastrear todo, ou qual, o processo de fabricação de um produto, os combustíveis usados ou a intensidade energética das máquinas e fábricas, num determinado país. Torna-se, portanto, necessário criar categorias de produtos e valores predefinidos, o que tem consequências nos incentivos à descarbonização e na equidade com que se tarifam as importações.

As propostas de *benchmarks* apresentadas em literatura incluem a utilização da:
a) intensidade média das emissões por categoria de produto no país exportador (ou no

¹⁵ Leia-se, doravante, emissões do âmbito 2.

país importador); b) intensidade média de emissões da melhor tecnologia para cada categoria de produto no país exportador (ou país importador); c) intensidade média de emissões da pior tecnologia para cada categoria de produto no país exportador (ou país importador) (Cosbey *et al.*, 2012).

Usar médias dos países exportadores como referências requer informação de todos estes e pode ampliar o fenómeno de *trans-shipment*. Porém, incentiva mais a descarbonização, do que usar as referências do país que implementa o ajustamento, pois, geralmente, os primeiros têm médias de emissões mais altas. Não obstante, utilizar apenas *benchmarks* referentes a médias do importador, diminui o risco de colidir com o princípio da Nação Mais Favorecida (NMF) da OMC, que impede a discriminação entre parceiros comerciais.

A utilização de *benchmarks*, especialmente usando o país de origem como referência, pode ainda impor maior desvantagem aos PED, assim como às PME, pois a verificação e fornecimento de dados reais, para evitar o pagamento de mais emissões do que as suas efetivas, é dispendioso.

Tomando como pressuposto que as emissões indiretas contribuem, em grande parte, para o CO₂eq. embebido e que tendem a ser mais variáveis segundo cada país e o seu cabaz energético nacional, Cosbey *et al.* (2012) recomenda que estas sejam refletidas com a intensidade média de cada país exportador, enquanto que as emissões diretas, que serão mais uniformes entre países, se guiem apenas pelos *benchmarks* do país importador, o que, segundo os autores, descomplicará o processo, mantendo a força na prevenção de fuga de carbono.

No caso dos países apresentarem as suas emissões efetivas, existe ainda o risco de *resource shuffling*, situação em que um país evita os encargos fronteiriços “através de uma simples reafectação da produção com menor teor de carbono para a exportação para países com ACF, deixando a produção com maior teor de carbono para consumo noutros mercados” (Böhringer *et al.*, 2022).

Quanto a isenções poderão ser consideradas para: a) Parceiros em acordos multilaterais, como o Protocolo de Quioto, tendo ou não métodos de tarifação carbónica. Asseguraria conformidade com o princípio *Responsabilidades Comuns Mas Diferentes*¹⁶

¹⁶ Princípio da UNFCCC que defende que as nações com maior responsabilidade pelas alterações climáticas, devem fazer maiores esforços que outras.

(RCMD), mas não evitaria o risco de fuga; b) Países com *cap and trade* eficazes. Seria eficaz a prevenir a fuga e, apesar de colidir com o princípio NMF, poderia ser justificado com o art.º XX; c) Países com outras políticas de mitigação de emissões. Se for uma taxa, seria necessário acompanhar, regularmente, se esta estaria ao mesmo nível que o sistema interno e cobrar a diferença. Se for uma política não fiscal, torna-se difícil avaliar o custo dessa ação e traduzir em isenções ao ACF. Haveria risco de fuga, mas estaria mais de acordo com o princípio RCMD e o NMF; d) Países em desenvolvimento. Respeitaria os princípios anteriores, mas imporiam um risco considerável de fuga de carbono via *trans-shipment* e incentivaria a criação de *paraísos de poluição*, com o desenvolvimento de indústrias intensivas em emissões nos PED. Esta questão é problemática, pois, por um lado, reconhece-se que tal ajudaria os países a crescer e a desenvolver-se. Em contrapartida, mais cedo ou mais tarde, seriam prejudicados pelo desenvolvimento de um tipo de indústria que irá ser cada vez mais penalizada devido às suas emissões.

Além disto, um ACF “completo” teria restituições à exportação. Assim, empresas exportadoras domésticas com elevadas emissões não sairiam prejudicadas no comércio internacional e mitigava-se o risco de fuga de empresas cujo principal mercado é o externo. Böhringer *et al.* (2022) identificam que a falta de restituições pode exacerbar os efeitos negativos da tarifação carbónica, nos países que importam e exportam bastantes emissões incorporadas. Porém, sendo a descarbonização o motivo que permite recorrer às exceções do artigo XX e, assim, aplicar um ajustamento em conformidade com o GATT, se se isentar as empresas de pagar pelo que poluem, justificando que as suas vendas destinam-se ao estrangeiro, poder-se-á ultrapassar as exceções. Por isso, dificilmente seria aplicado. Além disso, segundo Cosbey *et al.* (2019), uma restituição num ajustamento que acompanhe um ETS interno, seria, provavelmente, considerada um subsídio à exportação proibido, “uma vez que a legislação da OMC não prevê a possibilidade de dedução dos custos regulamentares nas fronteiras”.

Devido à capacidade de transferirem os esforços climáticos para terceiros e diminuírem o bem-estar, por redução das exportações e receitas dos mesmos, os ajustamentos podem gerar conflitos comerciais e, os implementadores, serem acusados de protecionismo. Uma potencial guerra comercial traria desvantagens ao bem-estar de qualquer das partes. Uma forma de atenuar esse mal-estar e salvaguardar o princípio RCMD, seria através da distribuição das receitas do ajustamento pelos países em

desenvolvimento. Ao serem canalizadas para fundos que investissem em tecnologia mais limpa e que mitigassem os impactos económico-sociais nesses países, afastava-se, assim, a necessidade de isenções. O problema está em verificar a aplicação desses fundos e que os mesmos não estão a ser usados para subsidiar a produção intensiva em carbono.

4.1 Impactos económicos e na fuga de carbono

Como não existem ACF, até hoje, em pleno funcionamento (à exceção dos micro casos da Califórnia e do Quebec para a eletricidade), os estudos económicos que existem são *ex-ante*. A maioria usa modelos de equilíbrio geral computacional (EGC) para projetar cenários.

Böhringer et al. (2012) analisaram doze estudos de ACF “completos” com modelos EGC. Supondo medidas de redução de emissões em 20% para uma coligação de países industrializados do Protocolo de Quioto, identificaram que os ajustamentos reduzem em um terço a fuga de carbono nos produtos EITE (de 5% a 19% para 2% a 12%). Quanto a efeitos económicos, se as receitas do ajustamento forem distribuídas pelos exportadores, a perda no PIB seria, aproximadamente, de -0,35% para os implementadores e -0,2% para os outros, face a -0,31% para ambos, se as receitas ficarem para o implementador (sem ajustamento, a perda seria -0,4% para implementadores e -0,14% para os outros). Verificam, ainda, que um ACF sem restituições à exportação teria um impacto muito semelhante a um “completo”, pois os países sob consideração, importam muitas mais emissões incorporadas do que exportam. As perdas de produção (EITE) passariam de -2.8% para -1%.

Branger & Quiron (2014) realizaram uma meta-análise com 25 estudos (2004-2012) e identificaram que os ACF reduziram, em média, a fuga de 14% para 6%. Efetuaram, ainda, uma meta-regressão que revelou uma redução do rácio de fuga¹⁷ em 6 pontos percentuais. Se, ao ajustamento, fossem acrescentadas restituições e incluídos todos os setores, além dos EITE, o rácio da fuga deveria diminuir mais 4 p.p. por cada variável. Quanto ao PIB, variava entre -1,58% a 0,02%, sem ajustamentos, e -0,9% a 0,40%, com ajustamentos. A produção, entre -16% a -0,1%, sem ACF, e -15,5% e 2,2%, com ACF.

¹⁷ Variação de emissões CO₂eq. no grupo de países estudados vs variação no resto do mundo.

Böhringer *et al.* (2018) identificaram, através de modelo EGC, que a introdução de tarifas carbónicas à importação na OCDE, reduz a fuga (com destino a países não-OCDE) de 14,1%¹⁸ para 10,9%, quando aplicada apenas a emissões diretas, e para 8,9% quando aplicada a diretas e indiretas (37% de redução). Além disso, transferem, significativamente, o custo das políticas para os países não-OCDE. Taxando emissões diretas e indiretas, a variação de bem-estar na OCDE melhora de -0,497%¹⁹ para -0,216%, enquanto fora da OCDE, o efeito no bem-estar reduz de -0,689% para -1,273%. Já na UE, a perda passaria de -0,592% para -0,110%, e em termos globais, -0,553% para -0,528%.

Drake, D. F. (2018) demonstrou que ajustamentos fronteiriços nem sempre diminuem a fuga de carbono. Isto pode acontecer se empresas estrangeiras que tenham vantagens nos custos de produção, adotarem tecnologias mais limpas, perante um preço do carbono mais baixo do que aquele que faria empresas domésticas adotarem. O autor chega a esta conclusão, ao comprovar que as escolhas tecnológicas são mais sensíveis aos preços em empresas estrangeiras do que em domésticas. Nesse intervalo de preço a fuga pode aumentar. Porém, globalmente as emissões descem.

5. O Mecanismo de Ajustamento Carbónico Fronteiriço da UE

Pelo Regulamento (UE) 2023/956, a 1 de outubro de 2023 entrou em funcionamento o Mecanismo de Ajustamento Carbónico Fronteiriço da UE (EU CBAM), numa espécie de “free trial”, denominada fase transitória, e que terminará no fim de 2025. Neste período de avaliação e aprendizagem, os importadores apenas têm de reportar, trimestralmente, os produtos importados, respetivas emissões incorporadas e preço do carbono já pago na origem, sem pagar qualquer tipo de encargo. A partir de 2026, iniciará-se a fase definitiva, onde os declarantes CBAM autorizados (importadores) terão de pagar pelas emissões incorporadas nas suas importações. Os objetivos apresentados pela UE são a redução da fuga de carbono e o combate às alterações climáticas.

Como o mecanismo é complementar ao CELE (um *cap and trade*), quando o período transitório acabar, o preço ao carbono será imposto na forma de certificados

¹⁸ Cenário apenas com tarifações domésticas.

¹⁹ Cenário apenas com tarifações domésticas. Bem-estar medido em alterações percentuais na variação equivalente Hicksiana do rendimento.

CBAM, correspondentes a 1 ton/CO₂eq., que serão adquiridos pelos importadores e, cujo preço, refletirá a média dos preços de fecho das licenças CELE em cada semana. Os certificados deverão ser devolvidos, em cada ano, em número equivalente às toneladas de emissões incorporadas nas mercadorias declaradas no ano transato. Ao contrário do CELE, o mecanismo não estabelecerá um *cap* às importações (o que seria legalmente inviável), disponibilizando todos os certificados que forem precisos, porém terão um prazo de validade de cerca de dois anos. Os importadores, também, não vão poder revender os certificados entre si, mas os Estados-Membros terão de os recomprar, a pedido do importador, até um terço do excedente, pelo preço a que foram vendidos.

O CBAM irá substituir as licenças CELE a título gratuito, por isso enquanto estas coexistirem, a quantidade de certificados a devolver será menor, sofrendo um ajustamento que reflita os benefícios que, internamente, as indústrias que usufruem destas licenças têm. Até 2034, à medida que as licenças gratuitas forem eliminadas, o mecanismo irá entrando em pleno funcionamento. Em 2030, conta-se estar a 48,5% do seu funcionamento.

O mecanismo irá refletir o sistema de tarifação carbónica interna, mas, inicialmente, de forma mais restrita, limitando-se a setores intensivos em carbono e com maior risco de fuga, predominantemente, a montante da cadeia de valor²⁰. São estes, o cimento, os fertilizantes, o ferro e aço, o alumínio, a eletricidade e o hidrogénio, onde, quase a totalidade de licenças é a título gratuito. Nos setores incluem-se materiais básicos, produtos de materiais básicos e um número limitado de produtos finais. Engloba dióxido de carbono, óxido nitroso e perfluorocarbonetos. Além disso, o CBAM aplica-se a mercadorias (simples e complexas), e não a indústrias, como o CELE.

Pretende cobrir emissões diretas e indiretas²¹, porém, por agora, só os setores do cimento e dos fertilizantes cobrirão as indiretas, além das diretas. Isto porque, nos restantes setores, coexistem, ainda, internamente, medidas de apoio financeiro para compensar “os custos das emissões indiretas decorrentes da repercussão dos custos das emissões de GEE nos preços da eletricidade”²². As emissões dos precursores²³, também serão incluídas nos cálculos, caso os mesmos sejam abrangidos no CBAM (ex.: o clínquer

²⁰ O regulamento revela a intenção de alargar aos restantes setores do CELE em 2030.

²¹ As emissões indiretas estão indiretamente cobertas pelo CELE, por via da sua cobertura ao setor da energia.

²² Regulamento (UE) 2023/956.

²³ Matérias-primas usadas na produção de mercadorias complexas.

está incluído no CBAM e é um dos principais precursores do cimento Portland, também incluído, portanto, as suas emissões incorporadas serão incluídas no cálculo das emissões do produto final).

Quanto ao cálculo destas emissões incorporadas, dá-se primazia à utilização de valores de emissões reais, exceto para a eletricidade. Na impossibilidade de obter, corretamente, esses valores, e para as emissões indiretas, devem utilizar-se valores predefinidos. Quando verificadas certas condições, enumeradas no n.º 5 e 6 do anexo IV do Regulamento, pode recorrer-se a emissões reais incorporadas para o cálculo das emissões da eletricidade (mercadoria) e das emissões indiretas dos restantes setores.

Na fase definitiva, na ausência de valores reais, os valores predefinidos para emissões diretas, exceto para a eletricidade, terão por base a intensidade média das emissões do país exportador para cada mercadoria, acrescida de uma majoração. Se tal, também não puder ser averiguado, usa-se o valor da intensidade média de emissões de X%²⁴ das instalações CELE com pior desempenho, para cada mercadoria. No caso da eletricidade, a norma será o recurso a valores predefinidos, por país, com base no fator de emissão de CO₂²⁵ no mesmo. E na falta desta referência, com base no fator de emissão de CO₂ na UE. Para as emissões indiretas, poderá recorrer-se às médias do fator de emissão da rede elétrica da União ou do país de origem, ou a média do fator de emissão de CO₂ das fontes de fixação de preços, (geralmente, o gás e o carvão) no país de origem, da eletricidade usada.

Durante a fase transitória, existem outros métodos para o cálculo de emissões, incluindo o uso de valores predefinidos globais, cujo recurso é limitado a 3 vezes (e até 31 de julho de 2024). É neste período que a UE irá recolher valores mais exatos por mercadoria e país, para aplicar na posterior fase, e verificará quais os métodos mais apropriados de cálculo.

Por fazerem parte do CELE, o mecanismo não se aplica ao Liechtenstein, à Noruega e à Islândia, e ainda, à Suíça pelo seu ETS estar ligado ao CELE. Além destes, outros países cujos sistemas de licenças sejam conectados ao CELE, por acordo, e cujo preço de carbono pago seja efetivamente cobrado, poderão ser isentos do CBAM. Além disso, se uma mercadoria já pagar um preço de carbono na origem, haverá uma redução

²⁴ A definir em ato de execução pela Comissão.

²⁵ “Média ponderada da intensidade de CO₂ da eletricidade produzida a partir de combustíveis fósseis numa área geográfica” Regulamento (UE) 2023/956.

proporcional na quantidade de certificados a devolver. Não haverá isenções a países em desenvolvimento.

Como previsto, o ajustamento não terá restituições à exportação para nivelar a competitividade dos produtos destinados aos mercados sem tarifação carbónica.

O regulamento prevê que se tomem precauções para mitigar a evasão, nomeadamente, o *resource shuffling*, o *trans-shipment*, a ligeira modificação dos produtos para saírem do espetro do CBAM e o fracionamento de remessas para manter o valor abaixo do limiar definido no art.º 2.º, n.º 3, mas sem anunciar medidas específicas.

Relativamente às receitas que a venda de certificados gerará, está previsto que estas venham a constituir um novo recurso próprio da UE. Para já, as mesmas não serão encaminhadas para financiar projetos de transição ecológica nos PED. Como as mercadorias compreendidas não são muito relevantes no comércio dos PED, espera-se que os mesmos não sejam muito afetados. Contudo, durante o período de transição, o impacto nesses países será reavaliado.

5.1 Impacto externo

Os ajustamentos implicam uma transferência dos custos das políticas climáticas para os países sem esquemas de tarifação, ou que os têm de forma mais leve. Consequentemente, e sobretudo nas economias em desenvolvimento e emergentes, com significativas exportações carbono-intensivas para a UE, deverá haver impactos negativos nas mesmas e, logicamente, no seu desenvolvimento e bem-estar. Perante isto, vários países já manifestaram a sua indignação e oposição, como a Índia, a Indonésia e a Tailândia que o vêem como uma medida protecionista.

Em termos absolutos, os maiores afetados serão a China, a Rússia, a Ucrânia e a Turquia, por serem os principais parceiros da UE para as mercadorias CBAM. Em termos relativos, pela UE representar um importante mercado para estes, os maiores efeitos socioeconómicos poderão verificar-se nos Balcãs, em Moçambique, no Zimbabué, no Bahrain e em Marrocos.²⁶

Não obstante, muitos já contemplam medidas para mitigar os efeitos. A Indonésia adotou o seu próprio ETS em 2023, e a Turquia, a Tailândia e o Vietname, também,

²⁶ Magacho *et al.* (2023).

ponderam adoção dos seus próprios regimes de tarifação carbónica²⁷. A China, grande opositor, irá reforçar o seu *cap and trade*, embora se estime que, em termos percentuais, os efeitos negativos não serão elevados. Um relatório²⁸ do *think tank* Sandbag calcula que as tarifas pagas, no âmbito do mecanismo, pelas importações chinesas irão representar, apenas, 0,12% do total do valor dos seus bens importados. A Índia, outro opositor, está a tornar a sua indústria mais verde com investimentos em energia renovável e subsídios à produção doméstica de hidrogénio verde. Já os EUA, o Reino Unido e a Austrália ponderam o seu próprio mecanismo de ajustamento.

5.2 Impacto Interno

As consequências internas macroeconómicas são o segundo objetivo deste estudo e serão em seguida avaliadas. É esperado que o CBAM controle a fuga de carbono, mas a dimensão deste controlo dependerá do preço de carbono imposto e da capacidade de evasão dos exportadores ao mesmo, além de todas as tecnicidades do mecanismo já referidas. Consequentemente, a mesma tendência se verificará nas importações, podendo um aumento da produção interna substituí-las. No entanto, uma produção interna mais custosa, graças à falta de inputs externos mais baratos e a uma tarifação carbónica interna mais pesada devido à eliminação de licenças gratuitas, pode trazer efeitos negativos no consumo, nas exportações, no emprego e na produção. Se os custos mais altos, não forem suficientes para impedir a dinamização da produção interna e, inclusivamente, impulsionarem a inovação, poderemos assistir a um efeito oposto. Já o bem-estar das famílias dependerá do quão expostas estão aos preços dos setores afetados.

6. Análise dos potenciais impactos económicos e na fuga de carbono do CBAM

6.1 Metodologia

Para obter potenciais impactos macroeconómicos e na fuga de carbono do Mecanismo de Ajustamento Carbónico Fronteiriço dentro da UE, foi realizada uma análise qualitativa comparativa do “estado-da-arte” neste domínio. Selecionaram-se

²⁷ O que faria as receitas do preço pago pelo carbono ficarem para os seus países e, não, para os que aplicam ajustamentos carbónicos.

²⁸ Sandbag (2024).

vários estudos de impacto, contemporâneos à discussão final e publicação do Regulamento (UE) 2023/956 (entre 2021 e junho de 2024), que estudassem futuros impactos deste ajustamento. O estudo que simulou o ajustamento mais análogo ao atual mecanismo foi o Relatório de Avaliação de Impacto da proposta de regulamentação do CBAM (*Impact Assessment Report*), realizado pela Comissão Europeia em 2021. Por este motivo e pela sua maior extensão, tornou-se o estudo central da análise. Devido à novidade do tema, os estudos focados nos impactos económicos dentro da UE são ainda reduzidos, por isso, além do Relatório, foi possível reter mais dois estudos que analisaram impactos económicos de ajustamentos com características próximas às da versão final do CBAM, apesar de conterem mais dissemelhanças que o primeiro²⁹. Todos exploram o potencial mecanismo por meio de modelos de equilíbrio geral computacional.

Em seguida, são expostos e avaliados os resultados que cada estudo obteve, identificando as limitações que comprometem os mesmos. Por fim, na *Discussão*, os três estudos são confrontados entre si, numa meta-análise qualitativa, que pretende encontrar intervalos de resultados para os efeitos potenciais do mecanismo. Nos casos em que se comprova difícil delimitar os mesmos, são identificados os fatores condicionantes dos estudos e os contextos atuais que alteram e limitam a obtenção dos mesmos resultados.

6.2 Impact Assessment Report (IAR) accompanying the document Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism

Este estudo foi elaborado pela Comissão Europeia e publicado em julho de 2021, com o intuito de averiguar as melhores opções de concretização do futuro ACF e os seus impactos ambientais, económicos, sociais e administrativos. Para avaliar estes efeitos, são simuladas seis opções (5 ACF + 1 *excise duty*) que, além de comparadas entre elas, são confrontadas com um cenário de referência (*baseline*) e dois cenários contrafactuais, onde inexistente qualquer ajustamento.

A *baseline* consiste no *Cenário de Referência da UE para 2020*, que serviu de base comum a outros estudos de impacto de iniciativas do *Objetivo 55*. Assume: uma redução de 43,8% de emissões GEE em 2030, na UE, face 1990; um FRL de licenças de

²⁹ Um quarto estudo, de Korpar *et al.* (2022), foi posteriormente excluído por não modelar o CELE nem incluir os efeitos da eliminação das licenças gratuitas.

-2,2% anuais para 2021-2030; a continuação de licenças a título gratuito (43% do total + setores em risco de fuga); e as metas resultantes de legislação climática e energética³⁰, na sua redação em 2020, que visavam, pelo menos uma redução de 40% de emissões GEE. Prevê um preço de licença CELE de 29€ em 2025 e 30€ em 2030. Considera os efeitos da Covid-19 nas projeções do PIB, da população e dos preços dos combustíveis.

Os cenários contrafactuais – MIX e MIX *full-auctioning* – retratam versões da *baseline* com atualizações do Objetivo 55. No MIX, a meta de redução de emissões passa para -55%, enquanto a quantidade de licenças emitidas é reduzida de forma congruente; o CELE é estendido aos setores dos edifícios e transportes; o preço por licença sobe para 35,2€ em 2025 e 47,9€ em 2030. Não há alterações à percentagem de licenças gratuitas, que cobre a 100% as emissões dos níveis de referência dos setores em risco de fuga. No MIX *full-auctioning* espelha-se um cenário MIX com eliminação das licenças gratuitas nos setores ajustados, sem se criar um mecanismo para prevenir a fuga de carbono.

São alvo de ajustamento, o cimento, ferro e aço, alumínio e fertilizantes (setores CBAM). O ajustamento na eletricidade é analisado à parte. O único em falta, relativamente ao CBAM, é o hidrogénio, porém o seu comércio ainda é pouco significativo³¹.

Todavia, relativamente às mercadorias incluídas nos setores, existem algumas discrepâncias para o Regulamento final, que podem ser visualizadas na tabela 1, em anexo.

Todas as opções de ajustamento estudadas cobrem as emissões diretas das mercadorias, e indiretas, quando significativas³². No CBAM, a contabilização de ambas, só está prevista para o cimento, fertilizantes e eletricidade. Dependendo da relevância das emissões indiretas de cada setor, poderá verificar-se uma sobrevalorização do custo das importações no estudo, face ao que será a realidade.

Opções

As cinco opções de configuração de um ACF são paralelas ao prosseguimento do CELE e com as mesmas condições de base que o cenário MIX. Na tabela 2, em anexo, pode ser visualizado um quadro, sintetizando-as. Para efeitos de modelagem das opções,

³⁰ Dos quais: o *Regulamento Partilha de Esforços*, a *Diretiva CELE*, *Regulamento LULUCF*, *Diretiva das Energias Renováveis* e *Diretiva sobre a Eficiência Energética*.

³¹ Importações de hidrogénio em 2020: 0,00008% do total de *commodities*.

³² Porém, não é referido para que setores / produtos foram consideradas significativas.

é assumida uma aplicação unilateral do ajustamento a todas as importações, ou seja, não são tidas em conta isenções ou descontos a produtos de origens onde já são aplicados regimes de tarifação carbónica. Tal, poderá significar uma pequena sobrevalorização das receitas e das mudanças nos fluxos de importações e exportações, já que 2 dos 10 maiores exportadores para a UE, nos setores CBAM, aplicam *cap and trades*, embora o preço da licença seja baixo³³. Já a Noruega e a Islândia, que pertencem ao CELE, são contabilizadas como parceiros externos e representam 26% das importações de alumínio³⁴.

A opção que mais se aproxima ao CBAM em vigor é a *Opção 4*. Esta opção aplica um sistema de compra de certificados, dissociado do CELE, mas que reflete o seu preço do carbono (preço das licenças). Cobre materiais básicos e produtos de materiais básicos importados, ou seja, a montante da cadeia de valor. Utiliza, as médias das intensidades carbónicas por setor e por país exportador, como *proxies* das emissões reais de cada produto. E implica uma remoção gradual das licenças gratuitas (-50% em 2030 e -100% em 2035), em simultâneo com a introdução gradual do ajustamento carbónico, entre 2025 e 2035.

É nos impactos dessa opção que me irei focar e no seu confronto com a *baseline* e com o cenário contrafactual MIX, que melhor representa a atual 4.^a fase do CELE e outras metas do Objetivo 55 em implementação.

Eletricidade

A incidência de um ajustamento sobre o setor da eletricidade é avaliada à parte das anteriores opções, devido às particularidades da mercadoria: não tem, praticamente, alocação de licenças gratuitas; é a maior contribuidora de emissões carbónicas; e necessita de uma rede de transporte específica que a leve à UE e, portanto, está menos exposta ao comércio internacional.

Avaliou-se, então, uma *opção A*, em que um futuro ACF calcularia as emissões da eletricidade importada com base na média de carbono embebido na eletricidade gerada na UE; uma *opção B.1* cujo cálculo basear-se-ia na média do fator de emissão de CO₂ das fontes de fixação de preços na UE; uma *opção B.2*, em que o importador pode requerer o

³³ China (12-13\$) e Coreia do Sul (6-7\$). A Ucrânia tem um ETS mas de valor irrelevante. Restantes parceiros: Rússia, Turquia, Índia, EAU, Sérvia, Moçambique, Egípto. (Sabyrbekov e Overland, 2024).

³⁴ Embora, este seja o setor com menor receita prevista.

uso do fator de emissão do país de origem; e uma *opção B.3*, em que a norma é usar o fator de emissão do país de origem.

Metodologia

Para estimar os possíveis impactos ambientais e macroeconómicos das opções, recorreu-se ao JRC-GEM-E3, um modelo de equilíbrio geral computacional dinâmico recursivo usado pela União Europeia, em especial, para simular impactos macroeconómicos de novas políticas climáticas.

Um modelo EGC pretende representar a economia em larga-escala e simular variações (no bem-estar, na produção, no comércio, etc.), a médio e longo-prazo, quando um choque (ex.: uma política) é introduzido. Assume que a economia começa e tende para um equilíbrio e, por isso, perante choques, encontra novos preços e alocações de bens e fatores que satisfaçam essa premissa. Nos modelos EGC dinâmicos é possível rastrear a evolução das variáveis ao longo do tempo e, por ser recursivo, considera a evolução das mesmas no passado.

O JRC-GEM-E3 permite formular um mercado de licenças de emissões com diferentes esquemas de alocação. Está calibrado de forma a atingir um equilíbrio a cada 5 anos. E inclui inputs do modelo PRIMES, um modelo de equilíbrio parcial para o setor da energia na UE, e do modelo POLES-JRC, para o resto do mundo.

A base de dados primária foi a GTAP 10 (último ano de referência: 2014), aliada à EXIOBASE, que melhorou granularidade setorial do modelo. Ainda assim, estes “subsetores”, continuaram a reunir mais mercadorias do que aquelas desejadas pelo IAR.

Uma particularidade do modelo, é assegurar a neutralidade do orçamento. Ou seja, o modelo utiliza, automaticamente, as receitas do CBAM para reduzir impostos sobre o trabalho, em vez de definir outra via de aproveitamento.

Para o setor da eletricidade recorreu-se ao modelo de equilíbrio parcial, PRIMES, que simulou cenários, com e sem ACF. A *baseline* deste cenário, é o cenário MIX.

Análise de resultados

Fuga de carbono

Nos cenários sem qualquer ajustamento (MIX e MIX *full-auctioning*), o modelo estima uma fuga de carbono nos setores CBAM, em 2030, de 8% e 42% superior à estimada para *baseline*. Significando isto que, avançando com as restantes medidas do Objetivo 55, sem criar um ACF, a fuga aumentaria, em especial, se se acabasse com as

licenças gratuitas nos setores CBAM. Para a *Opção 4*, estima-se uma fuga 29% inferior à *baseline*. Isto não significa que se elimine a fuga, mas que esta seria inferior à que existiria, ainda antes de avançar com o Objetivo 55. Face ao cenário MIX, na *Opção 4* a fuga desce em -34%.

A descida deve-se ao retorno da produção/consumo para dentro da UE, devido à imposição de certificados CBAM, e à introdução gradual do ajustamento, que propicia tempo para as empresas adaptarem a sua tecnologia e não sofrerem tanto com a subida dos custos de produção, pois nesta opção a descida na fuga é superior às opções com introdução imediata.

Além disto, a *Opção 4* projeta uma descida de -1,2% (-3,4 Mt CO₂) de emissões CO₂eq. na UE e de -0,4% no resto do mundo, nos setores CBAM, face ao MIX.

Por outro lado, para o cálculo da fuga de carbono, o ajustamento inclui as emissões indiretas do alumínio e do ferro e aço, que têm um peso muito significativo nestes setores. Por agora, o CBAM não conta estas emissões nestes setores, portanto a redução da fuga poderá ser menor.

Quanto à fuga de carbono geral, não são apresentadas estimativas, sendo apenas indicado que o nível de emissões na UE desceria, ligeiramente, em setores a jusante³⁵. Mas, reduções praticamente idênticas nestes setores, verificam-se com ou sem ACF, o que leva a crer que, a subida de preços CELE e restantes medidas do Objetivo 55, seriam os verdadeiros catalisadores da redução. Muito provavelmente, a quebra deve-se à diminuição de produção/consumo interno, que é confirmada pelas descidas de output em setores a jusante, face ao MIX. Existe, ainda, uma subida de importações dos mesmos, o que indica a possibilidade de aumento da fuga nestes setores. Ainda assim, o IAR argumenta que risco de fuga a jusante é baixo, o que, atendendo aos valores diminutos destas variações, é justificável. Não obstante, a verificarem-se preços de licenças mais altos que os considerados no estudo (que é o caso), poderá dar-se uma maior transferência de produção /consumo para o estrangeiro, para evitar a transferência de custos das licenças mais caras dos produtos a montante para os a jusante, e enquanto estes últimos não se incluírem no CBAM.

³⁵ Uma fuga em setores CBAM mais baixa, não implica necessariamente uma fuga geral mais baixa, se aumentar as importações de produtos a jusante, de países com emissões mais altas.

Se a isto, ainda acrescentarmos as isenções e descontos por preço de carbono pago na origem, sobretudo em importantes parceiros como o Reino Unido e a Noruega, menos a fuga deverá descer.

Preço licenças/certificados

O modelo calcula, endogenamente, que em 2030, a implementação do ACF tenha escalado o preço da licença CELE de 35,2€ (2025) para 47,2€ (+34,1%). No cenário MIX, a subida é muito semelhante, 47,9€ (2030). Porém, já assistimos a preços muito superiores desde 2021. Os preços estiveram a subir a partir de 2019, devido à Reserva de Estabilidade do Mercado (REM), que absorveu o excesso de licenças, ao aumento do FRL de licenças e à recuperação económica pós-Covid. Depois dum período de flutuação escarpada, iniciado com a invasão russa, o preço voltou a subir até março de 2023 (104€), motivado em parte pela subida do preço do gás e, por conseguinte, pelo aumento da procura de carvão, mais carbono-intensivo. Até ao início de 2024, o preço desceu até metade, após o mercado ser inundado com licenças vindas do REM para financiar o REPowerEU e devido, também, à expansão das energias renováveis, à diminuição do preço do gás, que reduziu a procura por carvão, e à diminuição da atividade económica. Desde fevereiro tem vindo a recuperar. As previsões, para já, apontam para 100-150€/ton de Co₂eq., em 2030³⁶.

Uma subida de preços superior à prevista pelo IAR, implicará certificados CBAM mais caros e, conseqüentemente, produtos estrangeiros, relativamente, mais caros que os internos, pois, em regra, os primeiros são mais carbono-intensivos³⁷.

Macroeconómicos

Os efeitos estimados são diminutos. Segundo o IAR, por representarem uma parte reduzida da economia da UE (0,79% do VAB, 2,32% das importações e 2,61% das exportações, em 2020), um ajustamento nos setores CBAM terá pouco impacto no PIB (-0,223%), investimento (+0,388%) e consumo (-0,558%), face à *baseline*, em 2030. Face ao MIX, diminuiria -0,001% (PIB), -0,025% (I) e -0,003% (C), revelando-se, a introdução do ACF insignificante, perante a atual trajetória sem o mesmo. A subida dos custos das importações apresenta, portanto, um efeito muito baixo relativamente ao causado pelo restante Objetivo 55. A introdução gradual tem, aqui, impacto positivo, ao

³⁶ Statista e Bloomberg.

³⁷ Preço de carbono de 1 unidade de produto \rightarrow (Preço licença \times Emissões_{1un.UE}) < (Preço certificado \times Emissões_{1un.RdM})

permitir que as empresas se adaptem mais lentamente, visto que, no caso da *Opção 3*, com introdução imediata, a descida no PIB, face ao MIX, é superior (-0,005%).

Mais, uma vez, licenças mais caras que o esperado, poderão significar o agravamento dos efeitos.

Ao recalcular a quota-parte de comércio internacional destes setores, recorrendo às mercadorias que constam, atualmente, no regulamento³⁸, averigui que os valores apresentam uma diferença quase insignificativa do calculado pela Comissão: em 2020, representavam 2,41% das importações e 2,21% das exportações (+3,9% e -15,3%, respetivamente); em 2022, representavam 2,36% (imp.) e 2,22% (exp.)³⁹. Apesar do próprio estudo ter contabilizado setores mais agregados do que aqueles que propunha, a estimativa de comércio afetado ficou muito próxima da realidade, visto que o Regulamento acabou, igualmente, por incluir mais mercadorias.

Um aspeto curioso, é o investimento no MIX ser superior à *Opção 4*, pois esperava-se que, tornando-se cada vez mais competitivo produzir e comprar lá fora, houvesse menor interesse em investir cá dentro. Porém, creio que a explicação pode estar noutro fenómeno. Por ficar mais caro produzir/consumir cá dentro, empresas que não têm dimensões para se deslocar, assumem a necessidade de transição tecnológica, para contornar os preços do carbono, contribuindo para o aumento do investimento. Na existência, de um ajustamento, não deixaria de haver a necessidade de transição, mas, possivelmente, seria menos premente.

Quanto ao output, no âmbito dos setores CBAM, espera-se um acréscimo de 0,1%⁴⁰, face à *baseline*, e de 0,6%, face ao MIX, justificado pela significativa diminuição de importações. Quanto aos setores a jusante apresentados, verifica-se uma redução do output, face ao MIX, porém de menor grandeza (*produtos agrícolas*: -0,14%; *bens de consumo*: -0,06%; *outros equipamentos*: -0,32%; *equipamentos de transporte*: -0,18%; *outros químicos*: -0,03%; *outros metais não-ferrosos*: -0,22%, *construção*: -0,04%; *bens elétricos*: -0,13%).

Importações e exportações

³⁸ Exceto hidrogénio e eletricidade.

³⁹ O valor absoluto das exportações (importações) por produto foi retirado do sites TrendEconomy e WITS (Banco Mundial) e dividido pelo total de produtos exportados (importados) (*TrendEconomy*) mais o total de serviços exportados (importados) (*dados OCDE*).

⁴⁰ O cimento, porém, desce -1,6%.

O ajustamento reduziria -11,9%, as importações, e -6,8%, as exportações de mercadorias CBAM em 2030, face à *baseline*. Face ao MIX, -13,3% e -5,5%, respetivamente. Em países com níveis de emissões semelhantes, as importações poderão aumentar, como no caso do RU.

Mais uma vez, com preços de licenças e, conseqüentemente, de certificados superiores aos do IAR, espera-se uma maior diminuição das importações e exportações. Porém, o IAR não considera os preços ao carbono já praticados noutros países e que deverão atenuar estas variações de fluxos.

Nos setores a jusante espera-se uma ligeira subida de importações, em média, +0,28% que no MIX, presumivelmente, porque os inputs internos e externos ficam mais caros e compensa transferir a produção/consumo.

Emprego

Para 2030, é previsto uma subida em 0,32%, face à *baseline*, e 0,1%, frente ao MIX, do emprego, nos setores CBAM. A jusante, verifica-se uma pequena descida, em média -0,05%, frente ao MIX, e oscilando entre -0,26% nos *outros equipamentos* e +0,13% nos produtos agrícolas. Globalmente, uma subida de 0,05% e 0,01%, frente à *baseline* e ao MIX, respetivamente, e que aparenta estar conectada ao ligeiro aumento de output nos setores CBAM.

Impactos na eletricidade

Os efeitos anteriores não observam o impacto do ajustamento na eletricidade que, em 2020, representava 0,13% das importações da UE. Os impactos neste setor são analisados à parte e concluem que, perante a *opção B.2* (a *B.3* é a que mais se assemelha mas não apresentam dados para esta), as emissões globais podem diminuir entre 54 e 58 Mt CO₂. Na UE, as emissões aumentariam 1%-1,1%, ao privilegiar a produção na UE (expansão da geração elétrica em 0,5%-0,6%), mas seriam compensadas pela descida nos parceiros. As importações líquidas reduziriam de 22TWh para -116TWh.

A influência disto no PIB, emprego e preços não é apresentada.

6.3 Estudo 1 - *EU in search of a Carbon Border Adjustment Mechanism*

Neste estudo de Bellora e Fontagné (2023) são avaliados impactos económicos e ambientais de diferentes cenários de um CBAM, através de um modelo EGC dinâmico recursivo, MIRAGE-VA.

De forma a avaliá-los foi construída uma *baseline* com base numa trajetória da economia mundial até 2040, onde os países que, efetivamente, se comprometeram com metas nacionais de redução⁴¹ no Acordo de Paris, aplicam medidas congruentes, as quais são introduzidas no modelo na forma de preços ao carbono. No caso da UE, é modelado o regime CELE, na forma de taxa, onde são mantidas as licenças a título gratuito (43% do total) nos setores em risco de fuga, enquanto o *cap* vai descendo e os preços de carbono, ajustando-se. Nos restantes setores e consumidores finais é aplicada outra taxa, que expressa as reduções complementares necessárias para atingir a redução de 55% de emissões em 2030.

Seguidamente, são projetados três cenários contrafactuais, onde coexiste um ajustamento aplicado a todos os setores CELE⁴², incidindo, apenas, sobre as emissões diretas, num regime de certificados. À semelhança do IAR, o ajustamento é introduzido gradualmente, a par da eliminação das licenças gratuitas, entre 2026 e 2035. Os países menos desenvolvidos ficaram isentos da tarifação e, nos outros exportadores, os preços ao carbono pagos na origem são descontados. Para esta análise comparativa, o *cenário 2* é o mais pertinente, pela sua proximidade ao CBAM. Neste, a intensidade carbónica de referência é a média do exportador e não existe restituição às exportações.

Como é constatado, a única diferença entre a *baseline* e os cenários é a eliminação de licenças gratuitas e a imposição do ajustamento, portanto equiparo a *baseline* ao cenário MIX do IAR.

Como base de dados, utilizou-se a GTAP 10.1 MRIO, uma extensão da GTAP 10 que distingue o comércio bilateral e os fluxos tarifários por agente, e que permite que o modelo distinga entre procura por bens finais e procura por bens intermédios, a EconMap⁴³ com dados do PIB, fatores de produção e progresso técnico, a partir de 1980 e com projeções até 2100, para 170 países, e o MAcMap-HS6⁴⁴ com dados sobre direitos aduaneiros bilaterais em vigor.

Os resultados são projetados para 2040, altura em que o mecanismo já estará a 100%.

⁴¹ Contribuições Nacionais Determinadas.

⁴² Os quais, no estudo 1, são: Químicos (chm, bph); Eletricidade incl. Distribuição (ely); Produtos de metais (i_s, nfm, fmp); Outros manufaturados energético-intensivos (ppp, nmm). Entre parêntesis o código do setor GTAP.

⁴³ e ⁴⁴ Do *Centre d'Etudes Prospectives et d'Informations Internationales*.

Análise de resultados

O preço do certificado segue o preço da licença CELE, que é simulado endogenamente, subindo no *cenário 2* até $\cong 270\text{€}$ (+ 40€ que na *baseline*), em 2030, e descendo aos $\cong 240\text{€}$ (+30€), em 2040. Valor elevado comparado com as expectativas para 2030.

As estimativas de fuga de carbono na UE são apresentadas de forma acumulada para o período 2021-2040 e revelam que, no *cenário 2*, as emissões acumuladas deslocadas para o resto do mundo diminuem -41,3% (-6 Gt CO₂eq.), face ao cenário de referência em que os compromissos do Acordo de Paris são aplicados e existem licenças gratuitas (sem ajustamento)⁴⁵.

A variação do PIB no mesmo cenário é de -1,3%, representando o efeito do aumento dos custos de produção internos por eliminação gradual de licenças gratuitas, maior subida de preços CELE e aumento do custo das importações.

Nas importações há uma contração de -8,3% nos produtos intermédios e -3,0% nos finais, estando distribuída tanto pelos setores incluídos no CBAM como pelos restantes, apesar de uma maior prevalência nos *Químicos* e Eletricidade. Os produtos finais importados diminuem menos, pois estão menos sujeitos ao ajustamento, tanto diretamente como através da cadeia de valor, e continuam a ser preferidos face a produtos finais domésticos cujos inputs vão sendo tarifados ao longo da cadeia de produção. Importações do Reino Unido e EFTA, porém, atenuam a descida, pois, por já terem um preço ao carbono semelhante ao da UE, sobem as suas exportações, ao substituírem as de outros países mais poluentes. As importações dos países menos desenvolvidos e, conseqüentemente a sua isenção no modelo, é pouco significativa para a UE. Já as exportações da UE, dos produtos intermédios, reduzem -8,6%, e as dos finais, -6%.

Este estudo apenas considera emissões diretas, o que pode indicar uma significativa subvalorização dos resultados, como nos indica Böhringer *et al.* (2022), ou uma irrelevância estatística se seguirmos a meta-análise de Branger e Quiron (2014).

⁴⁵ O resto do mundo continua, porém, a emitir mais 8,6 Gt CO₂eq. do que emitiria num cenário em que a UE não aplicasse qualquer política de tarifação e mitigação carbónica. Mas, sem ajustamento fronteiro, esse valor subiria para 14,6 Gt CO₂eq.

6.4 Estudo 2 - *Industrial European regions at risk within the Fit for 55: How far implementing CBAM can mitigate?*

O Estudo 2 de Perdana e Vielle (2025), seguiu uma via ligeiramente diferente, pois focou-se nos impactos do Objetivo 55 com adição do ajustamento carbónico fronteiriço no emprego a nível regional na UE. No entanto nesta dissertação, analiso apenas os seus primeiros resultados ao nível do agregado UE.

Para o efeito, foi criado um cenário de referência para o período 2011-2030, que engloba todas as políticas implementadas desde 2015 em matéria de clima e energia. Segue o *Cenário de Referência da UE para 2016*, exceto no consumo de energia e emissões CO₂ após 2015, onde não pressupõem reduções climáticas adicionais no CELE, nem novas políticas climáticas e energéticas, além das implementadas até ao Objetivo 55, exclusive.

Para estimar os cenários recorre-se a um modelo EGC dinâmico recursivo, GEMINI-E3, com base nos dados da GTAP 9 (ano de referência: 2011). São, apenas, consideradas as emissões de CO₂. O modelo assume que existe perfeita flexibilidade laboral entre setores ao nível nacional e inexistente migração entre regiões.

São simulados cinco cenários contrafactuais, para 2030, sendo para esta dissertação, relevantes os cenários *Objetivo 55 s/ CBAM* e *Objetivo 55 c/ CBAM (2)*. No primeiro são incluídas as metas do Objetivo 55, sob a forma de taxas domésticas sobre o CO₂ em setores não-CELE, com base no *Regulamento Partilha de Esforços*. Enquanto o CELE, também introduzido sob forma de taxa, funciona como proposto, porém com eliminação imediata de todas as licenças gratuitas e sem implementar o CBAM. No cenário *CBAM (2)* é acrescentado o ajustamento, de forma imediata, incidindo sobre emissões diretas e indiretas das indústrias energético-intensivas e produção de eletricidade (EII), com base nas emissões dos exportadores⁴⁶. Os preços endógenos das licenças variam entre 98€ e 104€, nos dois cenários, respetivamente. Não há referência a isenções nem a descontos por tarifação carbónica na origem.

Análise de resultados

O cenário *s/CBAM* é irrealista, pois não serão removidas totalmente as licenças gratuitas, sem implementar um ajustamento que as substitua para defender a

⁴⁶ Perdana, S. e Vielle, M. (2022). As EII correspondem à quase totalidade do CELE.

competitividade. Porém, é relevante para desconstruir os resultados que se observam nos outros cenários. Neste cenário, o efeito agregado do Objetivo 55 reduziria -1,89% o PIB da UE, em 2030, face ao cenário de referência⁴⁷. Na prática, a diferença do cenário de referência para este último, é a eliminação de licenças gratuitas e as taxas domésticas ao CO₂, que aumentam os custos de produção (pois, ainda não existe qualquer barreira à importação).

No entanto, quando se observa o cenário *CBAM* (2), a redução no PIB é de -1,82%. A diferença para o anterior cenário é, relativamente, pequena e positiva (+0,07%)⁴⁸, o que pode indicar alguma capacidade de proteção da tarifação às importações, quando todas as licenças são leiloadas, mas de baixa intensidade. Porém, seria necessário saber o efeito do Objetivo 55 antes da eliminação (gradual) das licenças gratuitas, para compreender a dimensão do efeito do ajustamento. Isto pois, a redução de -1,89% do PIB no cenário *s/CBAM* pode dever-se mais aos *proxies* utilizados para representar as restantes medidas do Objetivo 55, e menos ao fim de licenças gratuitas. Resumindo, o estudo revela que a tarifação às importações pode atenuar o efeito negativo no PIB, mas não evidencia o efeito conjunto desta tarifação e da eliminação de licenças gratuitas, que juntos formam o *CBAM*.

Quanto à fuga de carbono, existe um aumento de 20,8% no cenário *s/ CBAM*, e 16,7% no cenário *CBAM* (2), face à referência. À semelhança do PIB, apenas posso concluir que a fuga é atenuada 20% quando se aplica uma tarifa à importação. Um valor ainda longe da redução detetada por Branger & Quiron (2014) ou Böhringer *et al.* (2018), mas ligeiramente mais próxima da redução de um terço de Böhringer *et al.* (2012), que inclui restituições à exportação.

No cenário *Objetivo 55 c/ CBAM* (2), estimam uma perda de 225 793 postos de emprego (-3,12%) nas indústrias EII, face ao cenário de referência. No output a redução é de -5,9%. Por outro lado, a tarifa aduaneira reduz em 54% a queda no emprego e em 37% a do output, observadas no cenário *s/CBAM* (-491 689 empregos e -9,3% de output). Tal, confirma uma significativa capacidade de proteção, tanto do emprego como do output, pela tarifação às importações, nestas indústrias.

⁴⁷ Equiparado à *baseline* do IAR.

⁴⁸ O valor vai de encontro ao estudo de Böhringer *et al.* (2012), onde o ajustamento reduzia a perda no PIB em 0,09 p.p (de -0,4% para -0,31%).

6.5 Discussão (Comparação dos resultados dos Estudos)

Sendo um dos objetivos desta dissertação avaliar potenciais impactos macroeconómicos do CBAM, é conveniente usar, como base comparativa, um cenário mais próximo à realidade, onde, atualmente, as restantes medidas e metas do Objetivo 55 já estão em curso. Para mais, ao optar por assumir estas medidas já presentes, é possível isolar os efeitos do CBAM. Parece-me portanto, o cenário MIX do IAR e a *baseline* do Estudo 1, as bases mais adequadas, as quais podem ser equiparadas.

Os três estudos aplicam, de alguma forma, taxas que incidem sobre os setores extra-CELE, de forma a reproduzir efeitos das restantes políticas do Objetivo 55.

Fuga de carbono

Perante o já exposto, posso inferir que, quanto à fuga de carbono, o ajustamento fronteiriço, introduzido de forma gradual, poderá diminuir a mesma em mais de um terço entre 2030 e 2040 (-34% no IAR e -41,3% no E1). Ainda assim, esta relação não é direta, pois vários fatores fazem diferir o ajustamento dos dois estudos: Primeiramente, o IAR refere-se a 2030, altura em que o mecanismo estará apenas 50% implementado, enquanto o E1 apresenta resultados para 2040, 6 anos após o mesmo estar 100% operacional. Depois, apenas estão incluídos no cálculo de fuga do IAR, os setores CBAM e, como já mencionado, há razões para crer que a fuga pode subir, ligeiramente, nos setores a jusante, deixando incógnito o resultado final da fuga. Quanto aos preços das licenças/certificados em 2030, no E1 é 1,8 a 2,5 vezes superior às previsões, enquanto no IAR é 2,1 a 3,1 vezes inferior. Já para 2040, ambos ficam muito abaixo do previsto. No E1 todos os setores CELE estão incluídos no ajustamento, o que pode resultar numa maior diminuição da fuga, como apontou Branger & Quiron (2014), porém esta inclusão é condicente com as intenções da UE a longo prazo (2040), embora neste estudo só estejam incluídas emissões diretas. Por fim, o E1 inclui isenções a países em desenvolvimento e descontos aos países que já tarifam o carbono, que o IAR não contabiliza, e que irão atenuar o poder de redução de fuga.

Não obstante, e em resumo, é provável que a redução de fuga de carbono em 2040 seja superior à apresentada no E1, uma vez que não inclui emissões indiretas, mas as restantes premissas vão de encontro às intenções da UE para 2040. Já em 2030, e seguindo o IAR, não é certo que a fuga desça muito mais, sob efeito de preços mais altos, porque,

ao mesmo tempo, é possível uma subida da fuga nos setores a jusante, terão que ser contabilizadas tarifas carbónicas nos países exportadores e nem todas as emissões indiretas serão tarifadas.

No E2 verifica-se também o poder de redução da fuga, do *cenário s/CBAM* para o *CBAM(2)*, apesar da descida ser menor (-20%), em vez de maior como expectável, por partir de um cenário já sem licenças gratuitas. Tal, pode ser justificado pela implementação imediata, fenómeno que ocorre, igualmente, na passagem do *MIX full-auctioning* para a *Opção 3* do IAR, e pela eliminação de licenças gratuitas ser transversal a todos os setores CELE, e não só aos cobertos pelo ajustamento simulado, o qual também só cobre CO₂. Mas, também, pela utilização de uma base de dados mais antiga (GTAP 9) e do *Cenário de Referência da UE* de 2016, em vez do de 2020.

PIB

As variações no PIB são muito distintas entre os modelos. O IAR assume que o PIB é -0,001% inferior ao MIX em 2030, e o E1, -1,3% inferior à sua *baseline* em 2040. Esta diferença fundamenta-se em dois motivos:

No E1, ao estimar valores de licença CELE mais altos, o valor pago por tonelada de carbono dos produtos importados será, em 2030, 228,7€ superior ao do IAR, além de que a tarifa incide sobre mais produtos/setores. O que reduz mais as importações e aumenta custos de produção internos.

Por outro lado, em ambos os estudos, os preços são simulados endogenamente, porém, do cenário MIX para a *Opção 4*, o preço da licença/certificado desce 0,7€, enquanto no E1, sobe 40€ (em 2030). A diferença é demasiado alta para ser justificada por pequenas diferenças nas bases de dados utilizadas, logo, parece mais óbvio atribuir a diferença de preços à abrangência setorial, uma vez que as outras duas diferenças significativas (apenas emissões diretas e desconto aos países com tarifação carbónica, no E1) seriam fatores para fazer subir a fuga e diminuir a procura de licenças, baixando o preço. O ajustamento, ao cobrir mais setores, acrescenta, portanto, uma subida significativa do preço de carbono pago internamente, que não acontecia no IAR, e que parece ser justificada por, no E1, se eliminar gradualmente as licenças gratuitas em todos os setores, e não apenas nos setores CBAM, aumentando ainda mais a procura interna de licenças e, novamente, os custos de produção.

Por isso, se o E1 fosse calculado para 2030, com o mecanismo a 50%, era expectável que o efeito do PIB continuasse superior ao do IAR, pelos mesmos motivos.

Em última instância, seja por via da quantidade de produtos abrangidos, seja pelo custo da licença ou certificado, o que fará variar o PIB será o quão mais caro ficarão as importações e a produção interna. Logo para 2030, faz sentido esperar uma redução do PIB entre -0,001% e -1,3%, devido à expectativa de um preço de carbono entre os 100€ e os 150€ (valor intermédio aos dois estudos). Possivelmente, mais perto do limite inferior devido à abrangência setorial do Regulamento ser mais próxima à do IAR e a eliminação de licenças gratuitas ser apenas nos setores CBAM. Seria ideal obter um intervalo mais restrito, mas os estudos revistos, não permitem retirar tal conclusão. Atente-se que o intervalo está próximo do previsto na meta-análise de Branger & Quiron (2014).

O E2, ao contrário do IAR na transição MIX *full-auctioning* para a *Opção 3*, prevê uma subida do PIB (+0,07%), possivelmente, pelo impacto no cenário *s/CBAM* ser mais severo que no MIX *full-auctioning*, ao eliminar as licenças gratuitas em toda a indústria. Destes dois estudos, antevê-se que, comparado com o conjunto das restantes medidas do Objetivo 55, os efeitos da tarifa aduaneira *per si* sejam consideravelmente pequenos.

Importações e exportações

Nas importações observa-se uma considerável contração, quer nos produtos CBAM, através do IAR, quer nos produtos finais e intermédios, através do E1. No primeiro, porém, existe um pequeno crescimento das importações na maioria dos setores a jusante e que será superior se forem considerados preços de carbono pagos na origem e preços de licenças mais altos. No E1 existe uma maior redução das importações, uma vez que, são afetados mais setores pelo ajustamento, o preço do carbono é mais elevado e o ano de estudo é posterior ao do IAR. No entanto, é concebível que, por incentivo das medidas de redução carbónica tomadas pela UE e por outros países, nos próximos anos, as indústrias dos países mais poluentes, também adaptem a sua tecnologia, limitando a diminuição de importações.

À semelhança, as exportações descem, devido à subida dos custos de produção. A possibilidade de bloqueios às exportações europeias como retaliação, não são acauteladas pelos estudos. No entanto, apesar das constatações e como já referido, os principais parceiros da UE têm mostrado vontade de avançar com os seus próprios

sistemas de tarifação carbónica interna e alfandegária, o que dissuadirá este tipo de manifestação política.

Emprego

No IAR, o impacto da *Opção 4* no emprego dos setores CBAM é pequeno e positivo (+0,32%), face à *baseline*. Ao invés, no E2, há uma redução do emprego (-3,12%). Apesar das diferenças nos produtos incluídos, os resultados indicam que, a introdução gradual é importante para conservar os empregos nesses setores, já que na *Opção 3* do IAR, também era possível observar um efeito negativo (-1,20%) nesses setores. Face a um cenário que já reflita o Objetivo 55, mais relevante nesta dissertação, não é possível tirar uma conclusão no E2, quanto ao emprego, apesar de existir uma evolução positiva deste, ao passar do cenário *s/CBAM* para *CBAM (2)*.

No emprego em geral, a informação provém, unicamente do IAR, que nos indica um diminuto aumento (+0,01%), apesar de, na maioria dos setores a jusante, o emprego descer.

Outras considerações

Nenhum dos estudos tem em consideração a possibilidade de *resource shuffling*. Situação que será difícil de controlar e para a qual ainda não foi apontada nenhuma estratégia da UE.

Em termos de informação, pode haver alguma assimetria entre os estudos, uma vez que, o IAR foi realizado pela União Europeia, a mesma entidade que regula e implementa o mecanismo. Como tal, os outros dois estudos poderão carecer de dados mais detalhados relativamente às mercadorias, emissões e licenças distribuídas, os quais para a UE serão de mais fácil acesso.

7. Conclusão

Dos três estudos conclui-se que o ajustamento terá impactos diminutos a nível macroeconómico, mas um significativo efeito de redução da fuga de carbono, causada pelo aperto das políticas de redução carbónica.

Efetivamente, o estudo que vai mais de encontro ao que será o Mecanismo de Ajustamento Carbónico Fronteiriço é o *Impact Assessment Report* de 2021 da Comissão Europeia. Tentou-se perceber como iriam variar os efeitos previstos por este, principalmente, no caso de preços de licenças mais altas, como no Estudo 1 e no Estudo

2, e de descontos à tarifação por preços de carbono já pagos na origem, como no Estudo 1, porém as várias diferenças detetadas, entre os estudos, nas bases de dados, modelagem, premissas iniciais, alcance do ajustamento, período temporal e *baselines* e cenários contrafactuais usados para comparação, impedem a elaboração de conclusões mais objetivas, quanto aos efeitos do CBAM, alheio às restantes medidas do Objetivo 55. Seria aconselhável, a formulação de um estudo que considerasse o mecanismo tal como foi legislado pelo Regulamento (UE) 956/2023, onde a evolução endógena do preço oscilasse entre os valores mais recentes, quer previstos quer verificados.

Do IAR entende-se que, ao cobrir apenas alguns setores, o ajustamento deixa outros a jusante mais expostos, os quais calcula-se que incorram em perdas, quer no output e emprego, quer numa subida da fuga de carbono. Ainda, assim, estes efeitos esperam-se baixos e pouco significativos para a União Europeia. Não obstante, um preço da licença CELE / certificado CBAM, a verificar em 2030, superior ao calculado (como é esperado) poderá alterar este cenário, ao aumentar mais significativamente os custos de produção internos, assim como os custos das importações que, relativamente aos produtos internos, ficam mais caras, exatamente por serem, em regra, mais carbono-intensivas.

O E1 oferece uma visão do que poderá ser o impacto a mais longo-prazo e cumprindo-se a intenção da UE de alargar o mecanismo a todos os setores CELE, porém, ao excluir as emissões indiretas, que são especialmente significativas no alumínio, no cimento e no aço, abre espaço para uma possível subestimação dos resultados.

Já o E2 peca ao não evidenciar o efeito conjunto da eliminação de licenças gratuitas e imposição do ajustamento, separado do efeito das restantes medidas do Objetivo 55.

Ao momento, ainda estamos longe de obter os primeiros resultados do CBAM na economia, cuja fase definitiva só começa em 2026. Além de que, após a fase transitória e até 2030, poderão ainda ser realizadas alterações ao seu funcionamento. Não obstante, se tais não ocorrerem, será interessante comparar os futuros impactos com esta análise *ex-ante*.

Referências Bibliográficas

- Agência Europeia do Ambiente (2023). *EU greenhouse gas emissions decrease in 2005*. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/media/newsreleases/eu-greenhouse-gas-emissions-decrease-in-2005> [Acesso: maio 2024].
- Agência Europeia do Ambiente (2024). *EU Emissions Trading System (ETS) data viewer*. [Base de dados]. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/emissions-trading-viewer-1-dashboards> [Acesso: abril 2024].
- Agência Europeia do Ambiente (2024a). *Greenhouse gases viewer - data viewer*. [Base de dados]. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/greenhouse-gases-viewer-data-viewers> [Acesso: abril 2024].
- Aichele, R. & Felbermayr, G. (2015). Kyoto and Carbon Leakage: An Empirical Analysis of the Carbon Content of Bilateral Trade. *The Review of Economics and Statistics* 97 (1), 104–115.
- Bellora, C. & Fontagné, L. (2023). EU in search of a Carbon Border Adjustment Mechanism. *Energy Economics*, 123, 106673.
- BloombergNEF (2024). *EU ETS Market Outlook 1H 2024: Prices Valley Before Rally*. Disponível em: <https://about.bnef.com/blog/eu-ets-market-outlook-1h-2024-prices-valley-before-rally/> [Acesso: julho 2024].
- Böhringer, C., Balistreri, E. J., & Rutherford, T. F. (2012). The role of border carbon adjustment in unilateral climate policy: Overview of an Energy Modeling Forum study (EMF 29). *Energy Economics*, 34, S97–S110.
- Böhringer, C., Carbone, J. C., & Rutherford, T. F. (2018). Embodied Carbon Tariffs. *The Scandinavian Journal of Economics*, 120(1), 183–210.
- Böhringer, C., Fischer, C., Rosendahl, K. E., & Rutherford, T. F. (2022). Potential impacts and challenges of border carbon adjustments. *Nature Climate Change*, 12(1), 22-29.

- Borghesi, S. *et al.* (2023). The market stability reserve in the EU emissions trading system: a critical review. *Annual Review of Resource Economics*, 15, 131–152.
- Branger, F., & Quirion, P. (2014). Would border carbon adjustments prevent carbon leakage and heavy industry competitiveness losses? Insights from a meta-analysis of recent economic studies. *Ecological Economics*, 99, 29-39.
- Comissão Europeia (2020). *Development of the EU ETS (2005-2020)*. Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/development-eu-ets-2005-2020_en?prefLang=pt [Acesso: abril 2024].
- Comissão Europeia (2021, julho). *Pacto Ecológico Europeu: A Comissão propõe transformar a economia e a sociedade da UE para satisfazer as ambições climáticas*. Comunicado de imprensa. Bruxelas. Disponível em: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pt/ip_21_3541
- Comissão Europeia (2021a, julho). COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT IMPACT ASSESSMENT REPORT Accompanying the document Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism. {SWD (2021) 643 final} Bruxelas, 14.7.2021
- Comissão Europeia (2023, outubro). *RELATÓRIO DA COMISSÃO AO PARLAMENTO EUROPEU E AO CONSELHO sobre o funcionamento do mercado europeu do carbono em 2022 nos termos dos artigos 10.º, n.º 5, e 21.º, n.º 2, da Diretiva 2003/87/CE*. Bruxelas.
- Comissão Europeia. (n.d.(a)). *ETS2: buildings, road transport and additional sectors*. Disponível em: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_pt [Acesso: fevereiro 2024].
- Comissão Europeia. (n.d.). *Delivering the European Green Deal*. Disponível em: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_pt [Acesso: fevereiro 2024].

- Conselho Europeu e Conselho da União Europeia (2022). *Infografia – Comissão Europeia (2021a: Reduzir as emissões dos transportes, dos edifícios, da agricultura e dos resíduos*. Disponível em: <https://www.consilium.europa.eu/pt/infographics/fit-for-55-effort-sharing-regulation/> [Acesso: fevereiro 2024].
- Cosbey, A., Droege, S., Fischer, C., & Munnings, C. (2019). Developing Guidance for Implementing Border Carbon Adjustments: Lessons, Cautions, and Research Needs from the Literature. *Review of Environmental Economics and Policy*, 13(1), 3–22.
- Cosbey, A., *et al.* (2012). A guide for the concerned: Guidance on the elaboration and implementation of border carbon adjustment. *Entwined Policy Report*, 03.
- Dechezleprêtre, A. *et al.* (2022). Searching for carbon leaks in multinational companies. *Journal of Environmental Economics and Management*, 112, 102601.
- Diretiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de outubro. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 275/32, 2003.
- Drake, D.F. (2018). Carbon Tariffs: Effects in Settings with Technology Choice and Foreign Production Cost Advantage. *Manufacturing & Service Operations Management*, 20(4), 667–686.
- Fischer, C., & Fox, A. K. (2012). Comparing policies to combat emissions leakage: Border carbon adjustments versus rebates. *Journal of Environmental Economics and Management*, 64(2), 199–216.
- Gov.uk(2015). *Final UK greenhouse gas emissions national statistics: 1990-2013*. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/statistics/final-uk-emissions-estimates> [Acesso: abril 2024].
- Känzig, D. (2023). The Unequal Economic Consequences of Carbon Pricing. *National Bureau of Economic Research*. Working Paper.

- Kortum, S., & Weisbach, D. J. (2017). The Design of Border Adjustments for Carbon Prices. *National Tax Journal*, 70(2), 421–446.
- Magacho, G., Espagne, E., & Godin, A. (2023). Impacts of the CBAM on EU trade partners: consequences for developing countries. *Climate Policy*, 24(2), 243–259.
- Naegele, H. & Zaklan, A. (2019). Does the EU ETS cause carbon leakage in European manufacturing? *Journal of Environmental Economics and Management*, 93, 125–147.
- OECD (2024). *Trade in services*. [Base de dados]. Disponível em: https://www.oecd.org/en/data/indicators/trade-in-services.html?oecdcontrol-59006032fa-var1=EU27_2020&oecdcontrol-4d79f0bda4-var6=C%7CD [Acesso: agosto 2024].
- Perdana, S. & Vielle, M. (2025). Industrial European regions at risk within the Fit for 55: How far implementing CBAM can mitigate? *Renewable and Sustainable Energy Transition*, 6, 100088.
- Perdana, S., & Vielle, M. (2022). Making the EU Carbon Border Adjustment Mechanism acceptable and climate friendly for least developed countries. *Energy Policy*, 170, 113245.
- Regulamento (UE) 2021/1119 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de junho. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 243/1, 2021.
- Regulamento (UE) 2023/956 do Parlamento Europeu e do Conselho de 10 de maio. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 130/52, 2023.
- Sabyrbekov, R. & Overland, I. (2024). Small and large friends of the EU’s carbon border adjustment mechanism: Which non-EU countries are likely to support it? *Energy Strategy Reviews*, 51, 101303–101303.
- Sandbag (2024). *Report - A Scrap Game: Impacts of the EU Carbon Border Adjustment Mechanism*. Disponível em: <https://sandbag.be/2024/06/03/a-scrap-game-cbam-impacts/> [Acesso: junho 2024].

Statista (n.d.). *ETS carbon price expectations by system 2022-2030*. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/1334906/average-carbon-price-projections-worldwide-by-region/> [Acesso: julho 2024].

TrendEconomy (2024). *Annual International Trade Statistics by Country (HS)* [Base de dados]. Disponível em: http://ec.europa.eu/economy_finance/db_indicators/ameco/index_en.htm [Acesso: agosto 2024].

Verde, S. F. (2020). The impact of the EU emissions trading system on competitiveness and carbon leakage: the econometric evidence. *Journal of economic surveys*, 34 (2), 320–343.

Wang, M. & Kuusi, T. (2024). Trade flows, carbon leakage, and the EU Emissions Trading System. *Energy Economics*, 134, 107556.

WITS (2024). *Trade Statistics by Product (HS 6-digit)* [Base de dados] Disponível em: <https://wits.worldbank.org/trade/country-byhs6product.aspx?lang=en> [Acesso: agosto 2024].

World Bank Group (n.d). *Carbon Pricing Dashboard*. [Base de dados]. Disponível em: <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/compliance/instrument-detail> [Acesso: abril 2024].

Anexos

Tabela 1 – Comparação entre mercadorias cobertas pelo ACF no IAR e pelo CBAM no Regulamento (UE) 2023/956

		Mercadorias (código NC)	
		IAR	Regulamento (UE) 2023/956
S e t o r e s	Cimento	2523 10 00 (<i>Clinkers</i>) 2523.21.00; 2523.29.00 (<i>Cimento Portland</i>)	2507.00.80; 2523.10.00; 2523.21.00; 2523.29.00; 2523.30.00; 2523.90.00
	Ferro e Aço	7206; 7207 (<i>Formas primárias de ferro e aço *</i>) 7208; 7211; 7213; 7214; 7216; 7217 (<i>Laminados a quente e etapas posteriores *</i> ; <i>Laminados a quente revestidos e outras etapas *</i> ; <i>Forjado, extrudido e arame *</i>)	2601.12.00; 72 (<i>todos, exceto</i> : 7202.2; 7202.30.00; 7202.50.00; 7202.70.00; 7202.80.00; 7202.91.00; 7202.92.00; 7202.93.00; 7102.99; 7204); 7303 (...) 7311; 7318; 7326
	Alumínio	76 (<i>Alumínio em bruto</i> ; <i>Alumínio em bruto ligado</i> ; <i>Produtos de alumínio *</i> ; <i>Produtos de alumínio ligado *</i>)	7601; 7603 (...) 7614; 7616
	Fertilizantes	2808.00.00 (<i>Ácido nítrico</i>); 2814 (<i>Amoníaco</i>) 3102.10 (<i>Ureia *</i>) 3102.30; 3102.40; 3102.60; 3102.80 (<i>Nitrato de amónio *</i>)	2808.00.00; 2814; 2834.21.00; 3102; 3105 (<i>exceto</i> 3105.60.00)
	Hidrogénio	<i>Não Incluído</i>	2804.10.00
	Energia Elétrica	2716.00.00 (<i>avaliado à parte</i>)	27.16.00.00

* categoria imprecisa atribuída pelo estudo

Fonte: elaborado pela autora.

Tabela 2 – Opções de ACF estudadas pelo IAR

	Características do ajustamento carbónico fronteiriço					
	Cobre apenas materiais básicos e produtos de materiais básicos	Apenas importações	Introdução gradual ACF + Remoção gradual licenças gratuitas	Esquema de certificados	Cálculo das emissões diretas c/ base nas emissões reais (norma)	Cálculo das emissões indiretas c/ base nas emissões reais (norma)
Opção 1			Introdução e eliminação imediata	Imposto alfandegário	C/ base nas emissões médias na UE	C/ base nas emissões médias na UE
Opção 2			Introdução e eliminação imediata		C/ base nas emissões médias na UE	C/ base nas emissões médias na UE
Opção 3			Introdução e eliminação imediata			
Opção 4			Introdução e eliminação gradual até 2035			
Opção 5	Estende-se a produtos finais e componentes		Introdução e eliminação imediata			
Regulamento (UE) 2023/956	Quantidade limitada de produtos finais		Introdução e eliminação gradual até 2034			C/ base em valores predefinidos

Código de cores:

Verde: Cumpre característica.

Vermelho: Não cumpre característica.

Fonte: elaborado pela autora.

Tabela 3 – Sumário dos Estudos

	EU Impact Assessment	Estudo 1 - Bellora e Fontagné (2023)	Estudo 2 - Perdana e Vielle (2025)
Modelo	ECG recursivo dinâmico (JRC-GEM-E3)	ECG recursivo dinâmico (MIRAGE-VA)	ECG recursivo dinâmico (GEMINI-E3)
Ano em estudo	2030	2040	2030
Setores alvo do ACF	Setores CBAM (s/ eletricidade e hidrogénio)	Todas as indústrias CELE	Indústrias Energético-Intensivas e produção de eletricidade (EII)
Emissões cobertas	Diretas + Indiretas (quando signif.)	Diretas	(só CO ₂) Diretas + Indiretas
Introdução do ACF	Gradual c/ eliminação gradual de licenças gratuitas apenas nos setores abrangidos	Gradual c/ eliminação gradual de licenças gratuitas	Imediata c/ eliminação imediata de licenças gratuitas
Isenções e descontos por preço CO ₂ pago na origem	S/ isenções nem descontos	PED's isentos e preço na origem descontado	S/ isenções nem descontos
Base de dados (principais)	GTAP 10; EXIOBASE; Eurostat 2020	GTAP 10.1 MRIO; GTAP-E	GTAP 9; Eurostat 2018
Baseline / Cenário Referência	Pré-Obj. 55, Cenário REF UE 2020	Compromissos Acordo Paris, 43% licenças gratuitas, redução <i>cap</i> , taxa em setores não-CELE (\cong Obj. 55)	Pré-Obj. 55, Cenário REF UE 2016
Cenários contrafactuais relevantes	MIX: Obj. 55 s/ CBAM; MIX full-auctioning : Obj. 55 s/ licenças gratuitas e s/ ajustamento		Cenário s/ CBAM : Obj. 55 s/ licenças gratuitas
Preço licença (cenário de comparação principal)	MIX: 35,2€ (2025), 47,9€ (2030)	Baseline: 125€ (2025), 230€ (2030), 210€ (2040)	Obj. 55 s/CBAM : 98€ (2030)
Preço licença (cenário c/ ajustamento)	Opção 4 : 35,2€ (2025), 47,2€ (2030)	Cenário 2 : 125€ (2025), 270€ (2030), 240€ (2040)	Cenário CBAM (2) : 104€
PIB face <i>baseline</i> /cen. ref. (2030)	MIX: -0,222%; MIX full-auctioning: -0,224%; Opção 4 : -0,223%	Cenário 2 (2040) : -1,3%	Obj. 55 s/CBAM : -1,89%; Cenário CBAM (2) : -1,82%
Fuga carbono face <i>baseline</i> /cen. ref. (2030)	(só setores CBAM) MIX: +8%; MIX full-auctioning : +42%; Opção 4 : -29%	Cenário 2 (2040) : -41%	Obj. 55 s/CBAM : +20,8%; Cenário CBAM (2) : -16,7%
Importações face <i>baseline</i> /cen. ref. (2030)	(só setores CBAM) MIX: +1,6%; MIX full-auctioning : +9,9%; Opção 4 : -11,9%	Cenário 2 (2040) : -8,3% (prod. intermédios); -3,0% (prod. finais)	
Exportações face <i>baseline</i> /cen. ref. (2030)	(só setores CBAM) MIX: -1,4%; MIX full-auctioning : -9,4%; Opção 4 : -6,8%	Cenário 2 (2040) : -8,6% (prod. intermédios); -6,0% (prod. finais)	
Emprego face <i>baseline</i> /cen. ref. (2030)	MIX: +0,04%; MIX full-auctioning : +0,04%; Opção 4 : +0,05%		Obj. 55 s/CBAM : -6,8%; Cenário CBAM (2) : -3,12%

Fonte: elaborado pela autora.