



Lisbon School
of Economics
& Management
Universidade de Lisboa

MESTRADO EM ECONOMIA INTERNACIONAL E ESTUDOS EUROPEUS

TRABALHO FINAL DE MESTRADO DISSERTAÇÃO

**PROCESSOS DE INTERNACIONALIZAÇÃO NA ECONOMIA DE
HIDROGÉNIO VERDE**

INÊS VASSALLO E SILVA FERNANDES DE PINHO

OUTUBRO - 2021



Lisbon School
of Economics
& Management
Universidade de Lisboa

MESTRADO EM ECONOMIA INTERNACIONAL E ESTUDOS EUROPEUS

TRABALHO FINAL DE MESTRADO DISSERTAÇÃO

**PROCESSOS DE INTERNACIONALIZAÇÃO NA ECONOMIA DE
HIDROGÉNIO VERDE**

INÊS VASSALLO E SILVA FERNANDES DE PINHO

ORIENTAÇÃO:

PROFESSOR DOUTOR VÍTOR SILVA SANTOS

OUTUBRO - 2021

LISTA DE ABREVIATURAS

EUA – Estados Unidos da América

GEE – Gases de efeito estufa

GW - Gigawatt

I&D – Inovação e desenvolvimento

IDE – Investimento Direto Estrangeiro

IEA – *International Energy Agency*

JAEPa – *Japan–Australia Economic Partnership Agreement*

kWh/m² – Quilowatt-hora por metro quadrado

PIB – Produto Interno Bruto

TWh – Terawatt-hora

UE – União Europeia

RESUMO

Resumo

A economia de hidrogénio verde surge como uma alternativa sustentável à atual economia de base fóssil e às suas consequências negativas para o meio ambiente.

De modo a contrariar este cenário, diferentes economias comprometem-se a realizar a transição energética assente em hidrogénio limpo, através da publicação de Estratégias Nacionais para o Hidrogénio. Estas, para além de estabelecerem ambiciosas metas para a descarbonização interna, revelam a intenção de comercializar e cooperar a nível internacional, tanto na esfera pública como privada.

Assim, o objetivo deste trabalho é identificar as dinâmicas da emergente economia de hidrogénio verde para, posteriormente, procurar compreendê-las segundo os principais aspetos teóricos referentes à teoria de comércio internacional e sobre o envolvimento económico internacional das empresas, de forma a verificar o seu poder explicativo e de previsão.

Ao realizar este exercício foi possível concluir que as dotações fatoriais são capazes de explicar os futuros fluxos comerciais de hidrogénio verde e, simultaneamente, a inserção internacional das empresas através das alianças. Contudo, o poder explicativo de modelos teóricos assentes nas dotações fatoriais apresentam limitações, sendo necessário considerar outras contribuições teóricas.

Palavras-chave: *Hidrogénio Verde; Energia; Comércio Internacional; Internacionalização; Descarbonização (Português).*

Abstract

The green hydrogen economy emerges as a sustainable alternative to the current fossil-based economy and its negative consequences for the environment.

To counter this scenario, different economies made commitments to promote a clean hydrogen society by announcing their National Strategies for Hydrogen. In addition to setting ambitious decarbonisation goals, these documents also reveal the desire to trade and cooperate internationally, in both the public and private sectors.

Thus, the objectives of this work are to identify the dynamics of the emerging green hydrogen economy and, afterward, try to understand them according to the main theoretical aspects: international trade theory and internationalization of firms' theoretical framework. This approach will allow to verify their explanatory and predictive power.

This work allows to conclude that the factor endowments can explain the future international trade of green hydrogen and other forms of firms' internationalization, namely alliances. However, the explanatory power of theoretical models based on factor endowments faces limitations, making it necessary to consider other theoretical frameworks.

Keywords: *Green Hydrogen; Energy; International Trade; Internationalization; Decarbonization (Inglês)*

ÍNDICE

Lista de Abreviaturas.....	i
Resumo	ii
Índice	iv
Lista de Tabelas e Figuras	v
Agradecimentos	vi
1. Introdução	1
2. Enquadramento Teórico	6
2.1. Teoria do Comércio Internacional	6
2.2. Contribuições teóricas sobre o Envolvimento Internacional das Empresas	8
3. Estratégias para o Hidrogénio e Dinâmicas Internacionais	10
3.1. Estratégias para o Hidrogénio.....	10
3.1.1. União Europeia	10
3.1.2. Alemanha.....	12
3.1.3. Portugal.....	14
3.1.4. Japão	16
3.1.5. Austrália.....	18
3.2. Dinâmicas internacionais.....	19
4. A Economia de Hidrogénio Verde à luz das Contribuições Teóricas	23
4.1. Comércio Internacional: Envolvimento dos Estados e Empresas através do comércio externo	23
4.2. Cooperação internacional: Formação de Alianças	27
5. Conclusão	31
Referências Bibliográficas.....	34

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Tabela 1: Síntese de “Rumo a um Ecossistema do Hidrogénio Na Europa: Roteiro para 2050” da Estratégia Europeia	11
Tabela 2: Síntese da Estratégia Nacional da Alemanha (em alemão: <i>Nationale Wasserstoffstrategie</i>)	13
Tabela 3: Parcerias Internacionais da Alemanha no âmbito do Hidrogénio Limpo. 14	
Tabela 4: Síntese da Estratégia Nacional de Portugal (EN-H ₂ : Estratégia Nacional para o Hidrogénio).....	15
Tabela 5: Síntese da Estratégia Nacional do Japão (em inglês: <i>Basic Hydrogen Strategy</i>)	17
Tabela 6: Parcerias Internacionais do Japão no âmbito do Hidrogénio Limpo.....	18
Tabela 7: Síntese da Estratégia Nacional da Austrália (em inglês: <i>Australia’s National Hydrogen Strategy</i>)	19
Figura 1: Distribuição das patentes relacionadas com hidrogénio por economia, entre 2010-2019.....	21

AGRADECIMENTOS

À minha Mãe, o meu pilar e maior exemplo. Palavras são insuficientes para expressar a gratidão e amor que sinto, o que me leva a procurar orgulhá-la em cada atitude e ação.

Ao meu Pai, que a vida não permitiu que me acompanhasse em momentos como este. Mas, o seu nome e a sua memória estão, e sempre estarão, presentes em cada conquista minha.

Aos meus amigos, a família que eu escolhi. Agradeço a todos eles o seu companheirismo, lealdade e o apoio incansável ao longo de vários anos. Sem eles, este longo ciclo que agora se conclui não teria sido tão animado e alegre.

Por último, um grande agradecimento ao meu orientador, Professor Doutor Vítor Santos, pela atenção, apoio e dedicação que permitiram a elaboração da presente dissertação.

1. INTRODUÇÃO

O aquecimento global e as alterações climáticas representam uma ameaça para o planeta. De modo a reduzir a emissão de gases de efeito de estufa, a 12 de dezembro de 2015 é aprovado o Acordo de Paris, no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima. Desde então, a comunidade internacional comprometeu-se em transitar para um modelo de consumo energético assente nos princípios de sustentabilidade ambiental.

De forma a atingir este objetivo, os Estados procuram alternativas ao consumo de combustíveis fósseis através da expansão das energias renováveis. Neste cenário, surge a importância do hidrogénio. Este permite armazenar energia e facilita a integração dos sistemas de gás e de eletricidade (*sector coupling*). A flexibilidade que o hidrogénio oferece viabiliza a descarbonização dos vários setores da economia, como a mobilidade, a indústria ou o aquecimento residencial.

Apesar da ideia de a “Economia de Hidrogénio” não constituir uma novidade – dado que desde a década de 1970 que surge como uma alternativa aos combustíveis fósseis (Bockris, 1977) – apenas recentemente esta surge como uma alternativa viável, devido ao recente compromisso de diversas economias para a sua concretização.

Assim, nos últimos anos, para cumprir as metas internacionais no âmbito do clima e energia, diferentes Estados anunciam as suas Estratégias Nacionais para o Hidrogénio. Estas representam um elemento central na estratégia para a descarbonização da economia, procurando introduzir e expandir o hidrogénio nos sistemas de energia nacionais, visto que este configura uma pequena quota do cabaz energético atual. O estabelecimento de um roteiro estratégico para as diferentes fases da cadeia de valor estimula a rápida criação de mercados e incentiva investimento público e privado, dinamizando novas indústrias e serviços.

Para além do estabelecimento de metas de descarbonização domésticas, as Estratégias Nacionais anunciam a necessidade de comercializar e cooperar com as outras economias, de modo a cumprir o desígnio de transitar para a economia de hidrogénio. Neste contexto, surgem diversos acordos bilaterais para catalisar o comércio internacional

e, simultaneamente, estimular a participação e sinergias entre entidades privadas. Portanto, apesar do papel fundamental dos governos na criação e maturação deste emergente mercado, é esperado que, numa fase seguinte, os fenómenos de internacionalização sejam protagonizados pelos típicos agentes de mercado, as empresas.

Deste modo, o hidrogénio transformará o comércio energético internacional. De acordo com o Hydrogen Council (2017) e a BloombergNEF (2020), o hidrogénio constituirá entre 18% a 24% da procura final de energia em 2050, respetivamente, e representará um mercado de 2.5 bilhões anuais.

Contudo, importa sublinhar que existem diferentes tipologias de hidrogénio. Atualmente, a tipologia dominante é hidrogénio cinzento, ou seja, produzido a partir de combustíveis fósseis. Este tipo de hidrogénio não constitui uma alternativa sustentável, dado que resulta na emissão de dióxido de carbono para a atmosfera.

As tipologias viáveis para alcançar a neutralidade carbónica são o hidrogénio azul e verde, que constituem o hidrogénio limpo.

O primeiro – tal como o hidrogénio cinzento – é de base fóssil, contudo, são utilizados métodos de captação e armazenamento das emissões de CO₂. Depois de capturadas, as emissões de dióxido de carbono são transportadas para locais que apresentam a formação geológica adequada para o armazenamento e são posteriormente injetadas no subsolo, impedindo as emissões para a atmosfera.

Por seu turno, o hidrogénio verde, ou renovável, é produzido através da dissociação da água em hidrogénio e oxigénio através da eletrólise alimentada por eletricidade renovável.

A diferenciação entre tipologias de hidrogénio permite compreender que a economia de hidrogénio será caracterizada por duas fases. Segundo a BloombergNEF (2021), até 2030, a produção de hidrogénio azul será mais acessível do que hidrogénio verde, o que significará que o primeiro tipo será dominante no futuro próximo. Tal significará que as economias líderes de mercado serão aquelas com recursos fósseis endógenos, ou seja, economias que já participam no comércio energético atual.

Contudo, a partir de 2030, este cenário irá converter-se. O investimento em I&D e em infraestruturas ao longo da cadeia de valor conjugado com a exploração de

economias de escala e a redução de custos da produção de eletricidade renovável, resultará no aumento de competitividade do hidrogénio renovável, originando assim a economia de hidrogénio verde. Esta possibilitará a emergência de novas economias exportadoras, o que representará uma alteração significativa no funcionamento do mercado energético. Por esse motivo, este trabalho focar-se-á na economia de hidrogénio verde.

A nível da literatura, é observável o aumento das reflexões acerca dos impactos causados pela emergência da economia de hidrogénio limpo (Van de Graaf, 2021; Noussan et al, 2021), como da tipologia renovável (Scita et al, 2020; Pflugmann & De Blasio, 2020a; Pflugmann & De Blasio, 2020b). Estas contribuições permitem retirar algumas conclusões sobre os futuros mercados de hidrogénio, nomeadamente a identificação de economias importadoras e exportadoras, assim como o domínio do continente europeu e asiático na estimulação da procura por hidrogénio limpo. Ao identificar a divisão do comércio externo de hidrogénio limpo, é também verificável que haverá dois tipos de economias exportadoras, as que revelam potencial de se tornarem líderes de mercado e, por seu turno, as que revelam potencial de exportar para mercados regionais.

Apesar destas contribuições representarem uma evolução e possibilitarem entender o envolvimento internacional de alguns Estados, estes trabalhos focam-se sobretudo nas alterações geopolíticas que a emergência do hidrogénio limpo proporcionará, enquanto as motivações económicas surgem num plano secundário.

Assim, devido à ausência de contribuições na ótica económica, este trabalho procura compreender as motivações económicas do envolvimento internacional dos Estados e das empresas, de acordo com as contribuições teóricas. Assim, em primeiro lugar, serão anunciadas as principais dinâmicas da economia de hidrogénio verde – através da identificação de tendências comportamentais das economias – e, posteriormente, será verificado o poder explicativo e de previsão dos principais aspetos teóricos.

Deste modo, será apresentado, no Ponto 2., um breve enquadramento teórico, onde serão destacados os principais contributos teóricos relativos ao comércio internacional e ao envolvimento internacional das empresas. Em relação ao primeiro,

serão destacados o modelo ricardiano, modelo de Heckscher–Ohlin e sumarizadas as principais contribuições de a Nova Teoria do Comércio. Por seu turno, de modo a compreender o envolvimento internacional das empresas, serão apresentadas três abordagens teóricas que procuram explicar as principais formas de internacionalização (a exportação, o IDE e as alianças); a abordagem dos custos de transação e as teorias eclética e sintética.

Seguidamente, no ponto 3., serão anunciadas as tendências comportamentais que caracterizarão a economia de hidrogénio verde. Para tal, no ponto 3.1., irá ser apresentada uma síntese das Estratégias Nacionais para o Hidrogénio de cinco economias representativas. Portanto, a opção pela abordagem de casos de estudo individuais permitirá identificar as tipologias de comportamento comuns às diferentes economias.

Importa igualmente destacar o processo de seleção das economias em estudo: União Europeia, Alemanha, Japão, Austrália e Portugal. Esta seleção foi feita com base na revisão da literatura supracitada, onde as três primeiras representam os dois continentes em destaque e, adicionalmente, por estas três economias se apresentarem como pioneiras no processo de transição para a economia de hidrogénio e líderes tecnológicas no setor.

Por seu turno, a Austrália representa uma economia exportadora líder de mercado, com capacidade de estabelecer relações comerciais de longa distância, enquanto Portugal representa a emergência de novos exportadores com potencial regional. Ademais, a escolha deste último prende-se também pela pertinência de enquadrar Portugal neste emergente mercado, pois o hidrogénio verde constitui um setor estratégico para a transição climática e para o desenvolvimento económico nacional.

Identificadas as principais tendências comportamentais, o ponto 4. prende-se com a compreensão destas à luz das contribuições teóricas anteriormente anunciadas, de modo a entender o seu poder explicativo. Este ponto será realizado de acordo com o ponto 2., verificando primeiramente o poder explicativo das teorias de comércio internacional e, de seguida, das contribuições teóricas sobre o envolvimento económico internacional das empresas. O ponto 4. será ainda constituído por duas partes, sendo que a primeira procurará evidenciar o poder explicativo dos aspetos teóricos face ao comércio externo e, numa segunda fase, serão analisadas as motivações para cooperação internacional de acordo com as contribuições teóricas.

Por último, no ponto 5., existirá uma sumarização das principais conclusões deste trabalho.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo, serão apresentados contributos teóricos que refletem sobre o comércio internacional e posteriormente serão anunciados alguns aspetos teóricos referentes ao envolvimento económico internacional das empresas. A escolha por esta abordagem justifica-se pelo facto de oferecer ferramentas teóricas que permitem explorar este tema a diferentes níveis de análise – a nível do Estado e das empresas –, permitindo uma melhor compreensão do envolvimento internacional no âmbito da economia de hidrogénio verde.

2.1. Teoria do Comércio Internacional

De modo a explicar as trocas comerciais entre diferentes Estados, surge a teoria do comércio internacional. Segundo as diversas contribuições teóricas – desde o advento do liberalismo clássico até à atualidade –, é possível denotar duas principais justificações. A primeira é que as economias apresentam diferenças e que estas podem se revelar benéficas através de trocas comerciais. Segundamente, as economias comercializam de modo a usufruir de economias de escala (Krugman & Obstfeld, 2003).

A primeira justificação remete para os autores clássicos, notadamente Adam Smith e David Ricardo. De acordo com o primeiro, cada economia deverá especializar-se nos bens em que detém vantagens absolutas. Contudo, este modelo revela a fragilidade de ser incapaz de justificar a participação no comércio internacional de economias que não revelam quaisquer vantagens absolutas.

Assim, David Ricardo propõe um modelo teórico assente em vantagens comparativas ou relativas, segundo o qual uma economia tem vantagem comparativa na produção de um bem se o produzir de forma relativamente mais eficiente. O modelo ricardiano caracteriza-se por ter apenas um fator de produção – o trabalho – e assim as economias distinguem-se pela sua produtividade em termos de trabalho nas diferentes indústrias. Adicionalmente, os custos de produção são constantes, existem rendimentos constantes à escala e os mercados são de concorrência perfeita. De acordo com este modelo, uma economia usufrui de ganhos de comércio, visto que este representa um método indireto de produção, o que se traduz na possibilidade de produzir um bem e posteriormente trocá-lo pelo bem desejado.

Contudo, o modelo ricardiano não considera as diferenças dos recursos disponíveis em cada economia, nem pressupõe que as economias de escala possam constituir uma motivação para o comércio internacional.

De modo a ultrapassar a primeira limitação anunciada, surge o modelo de Heckscher–Ohlin. Este enfatiza que o comércio internacional é justificado pelas divergências na abundância relativa de fatores de produção e na intensidade relativa com que estes últimos são utilizados nas diferentes indústrias, entre as economias. Desta forma, o modelo de Heckscher–Ohlin permite compreender como a disponibilidade de recursos de cada economia influencia o comércio internacional, dado que uma economia tende a especializar-se em bens que utilizam intensivamente os fatores que são abundantes e, simultaneamente, irá importar bens cuja produção seja intensiva num recurso que essa economia carece.

Apesar de aumentar o seu poder explicativo face ao modelo ricardiano por considerar as diferentes dotações fatoriais como impulsionador do comércio internacional, o modelo de Heckscher–Ohlin revelou-se incapacitado de explicar o comércio entre economias de alto rendimento e intraindustrial, tendência que se observou nas últimas décadas no milénio passado.

Desta forma, surge a Nova Teoria do Comércio. Além de recusar a premissa de mercados de concorrência perfeita, esta nova abordagem inclui rendimentos crescentes à escala ou a possibilidade de usufruir de economias de escalas como incentivos para uma economia se especializar e comercializar. Assim, comércio internacional constitui uma oportunidade para uma economia gozar de economias de escala não apenas sem reduzir as possibilidades de consumo e simultaneamente de consumir bens diferenciados.

Com o desenvolvimento da teoria do comércio internacional, é possível então concluir que o modelo de vantagens comparativas apresenta capacidade explicativa entre economias com dotações fatoriais diferentes e, por seu turno, o comércio intraindustrial é justificado pelo desejo de usufruir de economias de escala e pelos consumidores gostarem de variedade.

Porém, existe métodos de internacionalização distintos que não recorrem ao comércio externo, nomeadamente através da movimentação internacional de fatores.

Deste modo, surgem novas abordagens teóricas referentes à internacionalização das empresas.

2.2. Contribuições teóricas sobre o Envolvimento Internacional das Empresas

O mercado é compreendido como um meio eficiente de coordenar as diferentes atividades económicas. Contudo, Coase (1937) e mais tarde Williamson (1975, 1985) argumentam que a internalização das atividades económicas pode representar uma alternativa ainda mais eficiente face ao mercado. A escolha entre estas hipóteses reside na comparação dos custos de transação através do mercado com os custos de organização interna, sendo que o agente económico optará pela hipótese mais eficiente. Segundo esta abordagem teórica, mercados imperfeitos resultam em custos de transação internacionais elevados, o que pode levar a uma empresa a optar por métodos de internacionalização como o IDE, de modo a contornar estes custos.

Apesar da abordagem dos custos de transação conseguir explicar o motivo que leva as empresas a internalizar determinadas atividades económicas, esta abordagem revela-se incapaz de explicar o país destino da internacionalização, dado que negligencia o fator localização. De forma a ultrapassar esta falha, surge a teoria eclética.

Dunning (1977, 1979), ao desenvolver a teoria eclética, aceita as premissas da abordagem dos custos de transação aplicada à internacionalização das empresas, dado que a *internalização* de determinadas atividades pode constituir uma vantagem para o agente económico. Ademais, Dunning defende que a empresa tem vantagens *específicas* em relação à concorrência, desde possuir uma patente ou acesso a certos recursos naturais, e que as dotações fatoriais dos países representam uma vantagem de *localização* para as empresas. Assim, a teoria eclética é composta por três tipos de vantagens (O – *ownership*, L – *location* e I – *internalization*) que remetem para três níveis de análise distintos: indústria, país e empresa. O ponto central desta abordagem teórica prende-se com o facto que diferentes interações entre os três tipos de vantagens do Paradigma OLI resultam em diferentes métodos de inserção internacional. Posteriormente, de modo a fortalecer a sua abordagem, incorpora o Paradigma ESP (E – *environment*, S- *system* e P- *policy*), desenvolvido a partir da obra de Koopman e Montias (1971).

Desta forma, a teoria eclética consegue ultrapassar uma lacuna em relação à abordagem dos custos de transação. Contudo, a teoria eclética é criticada por, apesar de

pressupor três níveis de análise, o nível da indústria acaba por ser omitido (Mucchielli, 1991a).

É neste contexto que surge a teoria sintética, assente nos trabalhos de Mucchielli (1991a, 1991b). Esta teoria parte de abordagens anteriores, aceitando as premissas que as empresas optam por se internacionalizar devido a vantagens competitivas e que as vantagens comparativas influenciam a localização das operações económicas de uma empresa. Tal como em modelos teóricos anteriores, é a interação destas vantagens que motiva um determinado método de internacionalização. Esta abordagem apresenta-se, contudo, pouco inovadora em relação às anteriores e incapaz de explicar diferentes métodos de envolvimento económico.

Assim, o que distingue a teoria sintética é a inclusão *de facto* da indústria como terceiro nível de análise, dado que as imperfeições relativas à estrutura de mercado podem influenciar o método de internacionalização selecionado. Neste contexto, Mucchielli consegue superar uma das limitações da teoria eclética, considerando as alianças como método de internacionalização de forma a usufruir de ganhos estratégicos. Deste modo, para além de permitirem um ganho específico – como a complementaridade tecnológica ou de recursos –, estas possibilitam ainda vantagem estratégica sobre a concorrência. Deste modo, a interação entre os três tipos de vantagens resultará em diferentes formas de internacionalização.

3. ESTRATÉGIAS PARA O HIDROGÉNIO E DINÂMICAS INTERNACIONAIS

No ponto 2. foram sintetizadas as principais contribuições teóricas referentes ao comércio internacional e ao envolvimento internacional das empresas. De modo a analisar o poder de previsão e explicativo destas aplicadas aos mercados emergentes de hidrogénio verde, importa compreender as tendências comportamentais que os irão caracterizar.

Dessa forma, no ponto 3. serão, em primeiro lugar, apresentados os principais objetivos das Estratégias Nacionais de um conjunto de economias relevantes para esta análise, assim como os fatores disponíveis em cada Estado, que influenciarão a sua especialização nos mercados internacionais. A partir da análise individual de cada Estratégia será possível, numa segunda fase, identificar tipologias e tendências comportamentais comuns que caracterizarão as futuras dinâmicas internacionais.

3.1. Estratégias para o Hidrogénio

3.1.1. União Europeia

Em 2019, de modo a cumprir as metas delineadas pelo Acordo de Paris, foi aprovado o Pacote Legislativo Energia Limpa para todos os Europeus. Mais tarde, a Comissão Europeia apresenta o Pacto Ecológico Europeu, ambicionando eliminar a emissão líquida de gases com efeitos de estufa até 2050. Com o objetivo de alcançar a neutralidade carbónica, a Comissão Europeia apresentou um quadro de políticas de modo a mobilizar os diferentes setores económicos para garantir a sua descarbonização.

Neste contexto, a julho de 2020, é apresentada a Estratégia do Hidrogénio para uma Europa com Impacto Neutro no Clima.

A Estratégia Europeia abrange todas as fases da cadeia de valor do hidrogénio renovável, devido às diferentes dotações fatoriais dos Estados-Membros. Na fase da produção, a União Europeia apresenta potencial de produção de energia solar e, concomitantemente, condições favoráveis à produção de energia eólica. Ademais, a UE caracteriza-se pela elevada competitividade na produção de tecnologias de hidrogénio. Assim, devido à integração das infraestruturas de fornecimento energético, a UE ambiciona criar uma economia do hidrogénio dentro das suas fronteiras, através do estabelecimento de uma cadeia de valor integrada, capaz de gerar crescimento económico e emprego.

Desta forma, a Estratégia define um roteiro com três fases distintas de modo a concretizar a economia do hidrogénio (Tabela 1).

Tabela 1: Síntese de “Rumo a um Ecossistema do Hidrogénio Na Europa: Roteiro para 2050” da Estratégia Europeia

1ª Fase: 2020-2024: · Descarbonização da produção atual de hidrogénio; · Aumentar a produção de hidrogénio renovável até 1 milhão de toneladas possível pelo estabelecimento de uma potência eletrolítica de 6 GW; 2ª Fase: 2025-2030: · Aumentar a produção de hidrogénio renovável até 10 milhões de toneladas e ampliar a potência eletrolítica instalada no espaço europeu para os 40 GW; · Instalação de 40 GW em países vizinhos, especialmente do Norte de África e Leste Europeu; 3ª Fase: 2030-2050: · Descarbonização dos restantes setores, onde não existe alternativa viável ou esta é demasiado custosa.

Fonte: Comissão Europeia (2020)

De modo a cumprir este roteiro, a Comissão Europeia anunciou diversos mecanismos que facilitarão o financiamento público e privado, nomeadamente a iniciativa *Important Projects of Common European Interest* e a Aliança Europeia de Hidrogénio Limpo, que estimularão a cooperação de entidades provenientes de diferentes Estados-Membros.

Além da cooperação dentro da esfera europeia, a Estratégia apresenta a ambição de, por um lado, fortalecer a cooperação com as regiões vizinhas e, por outro, incentivá-las a investir na produção de hidrogénio limpo. Para tal, durante a segunda fase do Roteiro, é esperada a instalação de 40 GW em economias vizinhas – especialmente do Norte de África e Leste Europeu – que irão posteriormente exportar para a Europa, potencializando assim o desenvolvimento do comércio regional.

Para a concretização da Estratégia Europeia e dos respetivos objetivos, será imperativa a coordenação entre as políticas nacionais e europeias. Neste sentido, torna-se

pertinente analisar igualmente as estratégias nacionais de dois Estados-Membros, Alemanha e Portugal.

3.1.2. Alemanha

Entre os Estados-Membros, a Alemanha destaca-se como uma das economias pioneiras no processo de transição energética. Em 2010, foram aprovadas as primeiras legislações para apoiar o *Energiewende* (em português: “transição energética”), que tinha como principais objetivos a redução de 80% a 95% da emissão de gases de efeito estufa até 2050 (em relação a 1990) e aumentar a participação de fontes de energias renováveis (BMW, 2015). Recentemente, de modo a suportar o *Energiewende*, o Governo Federal aprovou o Programa de Ação Climática 2030, que visa na redução da emissão dos GEE em 55% até 2030.

Além da liderança em matérias climáticas, a Alemanha surge igualmente como pioneira na investigação e inovação de tecnologias de hidrogénio nas diferentes fases da cadeia de valor. O Governo Federal tem apoiado este setor, nomeadamente através do Programa Nacional de Inovação para Tecnologias de Hidrogénio e Células de Combustível, que teve o investimento de 700 milhões de euros entre de 2006-2016 e está previsto que este aumente para 1.4 mil milhões até 2026.

O Governo Federal estima que na próxima década irão surgir mercados regionais e globais de hidrogénio, sendo que nestes mercados serão comercializadas outras tipologias de hidrogénio limpo, notadamente do tipo azul. Assim, a junho de 2020, o Governo Federal anuncia a Estratégia Nacional para o Hidrogénio (Tabela 2).

Tabela 2: Síntese da Estratégia Nacional da Alemanha (em alemão: *Nationale Wasserstoffstrategie*)

Principais objetivos:

- Estabelecimento de um mercado doméstico que estimule a procura de hidrogénio;
- Adaptar as infraestruturas de rede de gás para o transporte e distribuição de hidrogénio;
- Estimular a maturação das tecnologias de hidrogénio e aumentar a sua competitividade;
- Instalar 5 GW de capacidade de geração até 2030 e adicionalmente mais 5 GW no período de 2035-2040;
- Estimular a cooperação internacional e a internacionalização de empresas alemãs.

Fonte: BMWi (2020)

Ao analisar os principais objetivos da Estratégia alemã, sobressai o desígnio de fortalecer o mercado doméstico. Tal é justificado por dois fatores: por um lado, o objetivo de descarbonizar rapidamente a sua economia e, por outro lado, incentivar o desenvolvimento e maturação das tecnologias de hidrogénio. De acordo com a IEA (2021), a Alemanha representa um terço das patentes europeias relacionadas com tecnologias de produção e cerca de metade no âmbito do armazenamento, revelando o domínio alemão no quadro europeu.

O Governo Federal revela igualmente grande interesse na cooperação internacional, exemplificado pela aproximação diplomática com diferentes economias (Tabela 3). Esta aproximação é parcialmente justificada pela incapacidade de satisfazer a procura doméstica isoladamente, dado que apenas terá capacidade produtiva instalada de 14 TWh, necessitando de importar entre 76-96 TWh, isto é, cerca de 85% da procura interna (BMWi, 2020).

Tabela 3: Parcerias Internacionais da Alemanha no âmbito do Hidrogénio Limpo

Marrocos:

- Em junho de 2020, o Ministro para a Cooperação e Desenvolvimento alemão e o embaixador de Marrocos em Berlim assinaram um acordo de parceria, com o objetivo de produzir hidrogénio verde no país africano;
- Estabelecimento projetos de I&D relacionados com a produção de hidrogénio verde entre entidades de ambas as economias;

Austrália:

- Em 2020, foi apresentada uma Declaração Conjunta, anunciando a intenção de desenvolver uma cadeia de valor renovável entre ambas as economias, que culminou no estabelecimento do *German-Australian Hydrogen Innovation and Technology Incubator (HyGATE)*;

Arábia Saudita:

- Em março de 2021, foi assinado um Memorando de Entendimento, promovendo a cooperação no âmbito do hidrogénio verde.

Fontes: Kingdom of Morocco (2020), Prime Minister of Australia (2021), BMWi (2021).

Para além do envolvimento do Estado alemão, a Estratégia alemã procura também promover a internacionalização das suas empresas. No âmbito do plano de recuperação económica, o Governo Federal anunciou que irá disponibilizar cerca de 2 mil milhões para estimular a internacionalização das empresas, nomeadamente através do apoio ao estabelecimento de projetos-pilotos nos países parceiros.

3.1.3. Portugal

Portugal tem revelado empenho no âmbito da política internacional climática, comprometendo-se em garantir a neutralidade carbónica até 2050 em 2016, através do Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050. Mais tarde, no seguimento da apresentação do Pacote Legislativo Energia Limpa para todos os Europeus pela Comissão Europeia, o Governo português anuncia o Plano Nacional Energia e Clima 2021-2030, onde são identificados os principais objetivos da política energética e climática até 2030.

A nível europeu, Portugal destaca-se entre os Estados-Membros por ter a radiação solar mais intensa, com valores entre os 1500 a 1900 kWh/m² anuais, revelando também recursos eólicos de qualidade. Tal possibilita a forte incorporação das energias renováveis no seu sistema energético, sendo o quinto Estado-Membro com maior quota de fontes renováveis no sistema de eletricidade e sexto em relação ao consumo final bruto de energia, o que coloca a economia portuguesa numa posição privilegiada na transição energética.

De modo a fortalecer a posição privilegiada neste processo, o Governo português publica a maio de 2020, a Estratégia Nacional para o Hidrogénio (Tabela 4).

Tabela 4: Síntese da Estratégia Nacional de Portugal (EN-H₂: Estratégia Nacional para o Hidrogénio)

Principais objetivos:

- Produzir hidrogénio verde através dos recursos solar e eólico de qualidade;
- Instalar a capacidade de produção de hidrogénio de 1.75 a 2 GW em 2030 e de 5 GW em 2050;
- Criação de *hub* de exportação no *cluster* industrial de Sines, com 1 GW de capacidade em geração até 2030;
- Estabelecimento de parcerias internacionais para o desenvolvimento de projetos de I&D.

Fonte: SEAmb (2020)

Assim, Portugal procura confirmar-se como uma economia exportadora de fontes de energia renováveis (SEAmb, 2020).

A exportação será realizada por via terrestre e marítima. Através da via terrestre será utilizada a atual rede de gás natural, o que irá possibilitar a revalorização dos ativos existentes. Por sua vez, a exportação de hidrogénio verde por via marítima terá origem no porto de águas profundas de Sines. Este porto dispõe de infraestruturas de armazenamento e transporte de gás natural liquefeito e ainda um posicionamento geoestratégico ideal para se confirmar um *hub* de exportação para economias do Norte da Europa.

Sines desempenhará também um papel central na promoção de parcerias internacionais no âmbito do I&D, nomeadamente com Estados-Membros. Em destaque, surgem os Países Baixos, que apresentam uma maior especialização na produção de tecnologias relacionadas, notadamente eletrolisadores. Assim, em 2020, os dois Estados-Membros celebraram um Memorando de Entendimento para promover o estabelecimento de um consórcio internacional composto por entidades públicas e privadas, de modo a viabilizar a criação de uma cadeia de valor entre Sines e Roterdão.

A Estratégia Nacional ambiciona alargar a cooperação internacional a outros Estados-Membros, mas também a líderes tecnológicos como o Japão.

3.1.4. Japão

O Japão enfrenta diversos problemas estruturais a nível energético, sendo totalmente dependente do aprovisionamento externo de combustíveis fósseis, destacando-se como uma das principais economias importadoras de petróleo, carvão e gás natural liquefeito. Para além da situação débil de segurança energética, o Japão apresenta elevados níveis de emissões de gases de efeito de estufa.

De forma a contrariar este cenário, em abril de 2014, o Governo japonês anuncia o Quarto Plano Estratégico Energético para 2030 com o objetivo de reduzir a dependência de combustíveis fósseis e as emissões de CO₂, defendendo a expansão de energias renováveis, mencionando a necessidade de acelerar o estabelecimento de uma “sociedade de hidrogénio” (METI, 2014) e, meses mais tarde, é apresentado o Roteiro Estratégico para Hidrogénio e Células de Combustível. Recentemente, o governo japonês publicou a Estratégia de Crescimento Verde Através Do Alcance da Neutralidade Carbónica em 2050, o qual prevê a criação do *Green Innovation Fund*, que terá um orçamento de 2 bilhões de Yen (cerca de 15.3 mil milhões de euros).

Assim, de modo a descarbonizar a economia e transformar o Japão a primeira sociedade assente em hidrogénio, a 2017 é apresentada a Estratégia Nacional (Tabela 5), tornando a economia japonesa a primeira no mundo a fazê-lo.

Tabela 5: Síntese da Estratégia Nacional do Japão (em inglês: *Basic Hydrogen Strategy*)**Principais objetivos:**

- Estabelecimento de um mercado doméstico que estimule a procura de hidrogénio;
- Estimular a redução do preço do hidrogénio;
- Importar hidrogénio produzido a partir de combustíveis fósseis, possível pela captação e armazenamento das emissões de CO₂;
- Estimular a cooperação internacional e divulgação de tecnologias japonesas nos mercados externos.

Fonte: METI (2017)

A partir da análise da Tabela 5, é possível denotar que a Estratégia japonesa busca incitar a procura de hidrogénio limpo a nível doméstico para incentivar as economias com potencial exportador a investirem neste setor e, consequentemente, a estabelecer acordos comerciais internacionais.

Também à escala internacional, o Japão e o seu tecido empresarial procuram difundir as suas tecnologias. A economia asiática centra-se primordialmente na aplicação final de hidrogénio, nomeadamente na aplicação de células de combustível. Ao analisar os registos de patentes relacionados com hidrogénio, é perceptível a liderança das empresas japonesas na inovação tecnológica, sendo que as cidades de Tóquio, Osaka e Nagoya se encontram entre as quatro cidades mais patentes registaram na última década (IEA, 2021), o que constitui uma vantagem competitiva. Adicionalmente, o envolvimento internacional poderá permitir que estes *clusters* empresariais gozem de economias de escala.

Assim, de forma a cumprir os objetivos da Estratégia Nacional e usufruir de ganhos do envolvimento internacional, o Japão estabeleceu diferentes parcerias internacionais (Tabela 6).

Tabela 6: Parcerias Internacionais do Japão no âmbito do Hidrogénio Limpo

Austrália:

- *Japan–Australia Economic Partnership Agreement* prevê a eliminação de todas as tarifas que incidem sobre produtos minerais ou energéticos a partir de 2024, reforçando a exportação de hidrogénio limpo para o Japão;
- Estabelecimento projetos de I&D relacionados com a produção de hidrogénio limpo entre entidades públicas e privadas de ambas as economias, como o *Hydrogen Energy Supply Chain* e *H₂U's Eyre Peninsula Gateway*;

Arábia Saudita:

- Em 2020, os sauditas foram responsáveis pelo primeiro transporte de longo curso de amoníaco azul, com destino o Japão;
- Estabelecimento projetos de I&D relacionados com a produção de amoníaco azul entre entidades de ambas as economias;

Emirados Árabes Unidos:

- Em 2021, foi celebrado um Memorando de Cooperação para concretizar um projeto conjunto, nomeadamente no desenvolvimento de um combustível a partir de amoníaco azul.

Fontes: DAFT (2018b), Department of Industry, Science, Energy and Resources (2021), Bloomberg (2020), ENEOS (2021), METI (2021).

3.1.5. Austrália

Em 2016, ao ratificar o Acordo de Paris, a Austrália comprometeu-se a reduzir entre 26-28% das suas emissões de gases de efeito de estufa até 2030 (em relação a 2005). Para atingir este objetivo, o Governo Federal anunciou o *Climate Solutions Package*, que integra diferentes estratégias que promovam a transição energética, onde se destaca a Estratégia Nacional para o Hidrogénio (Tabela 7).

Tabela 7: Síntese da Estratégia Nacional da Austrália (em inglês: *Australia's National Hydrogen Strategy*)

Principais objetivos:

- Produção de hidrogénio verde e hidrogénio azul, possível pela disponibilidade de recursos fósseis e capacidade de captação e armazenamento das emissões de CO₂;
- Produção de amoníaco verde;
- Remover barreiras ao mercado e promover a redução do preço do hidrogénio;
- Criação de diversos *hubs* de hidrogénio ao longo do território;
- Estimular a cooperação internacional e parcerias estratégicas.

Fonte: COAG Energy Council (2019)

A Austrália é abundante em recursos naturais renováveis de elevada qualidade e em recursos fósseis – nomeadamente carvão e gás natural – o que possibilita a produção de hidrogénio renovável e também de hidrogénio azul, dado que o território australiano é dotado rochas apropriadas para o armazenamento de CO₂ (Feitz et al, 2019).

Um aspeto central desta Estratégia Nacional prende-se com o estabelecimento de *hubs* de hidrogénio, isto é, *clusters* de grande escala. Estes localizam-se nas proximidades dos principais portos de águas profundas e terminais de gás natural liquefeito, que disponibilizam infraestrutura de transporte e armazenamento. Para além de promoverem a exportação, estes *hubs* atraem entidades internacionais.

Assim, a cooperação internacional apresenta-se como central nesta Estratégia. Para além das parcerias com a Alemanha e Japão já mencionadas, o Governo australiano celebrou no verão de 2021 um acordo e uma Carta de Intenção com Singapura e o Reino Unido, respetivamente, de forma a estabelecer sinergias na pesquisa e desenvolvimento de tecnologias ao longo da cadeia de valor de hidrogénio.

3.2. Dinâmicas internacionais

Apresentados os principais traços das Estratégias para o Hidrogénio de um grupo de economias, importa agora identificar tipologias de comportamentos que irão caracterizar a economia de hidrogénio verde.

O primeiro aspeto que sobressalta é o reconhecimento de dois métodos de inserção internacional dominantes, notadamente o comércio externo e a cooperação internacional.

Em relação ao primeiro, é possível identificar de dois grupos de economias, as exportadoras e as importadoras de hidrogénio renovável.

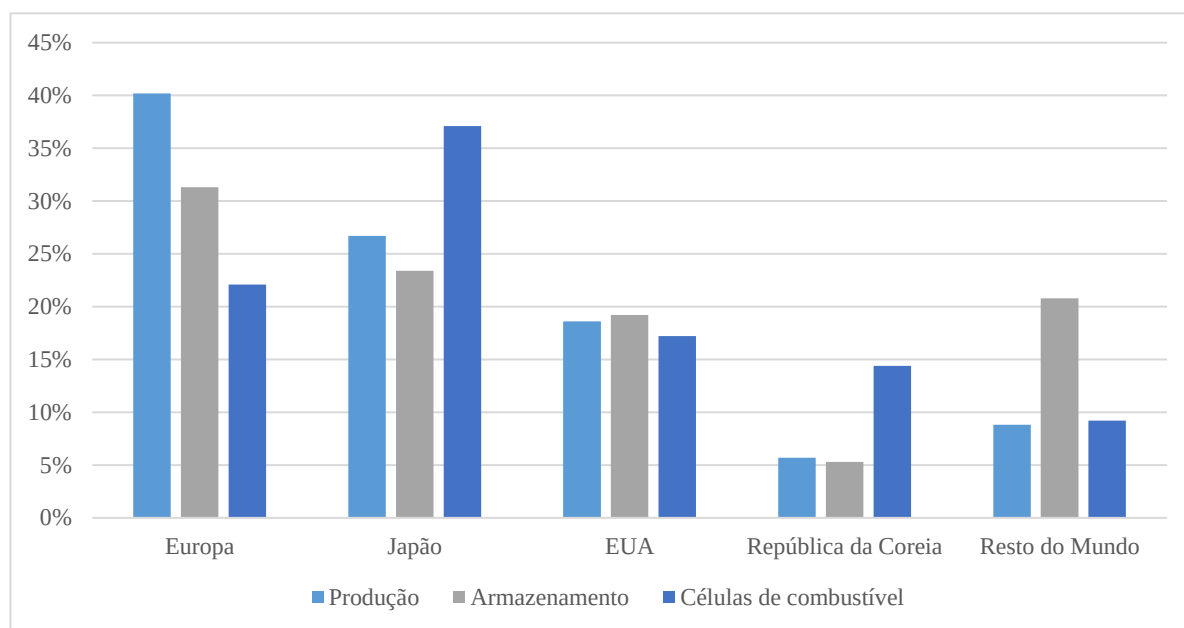
O primeiro grupo é caracterizado disponibilidade de recursos naturais renováveis e a capacidade de geração de eletricidade renovável a preços competitivos. Este grupo apresenta também uma boa rede de infraestruturas que possibilitarão o transporte e distribuição de hidrogénio a nível transnacional.

Ao analisar as Estratégias de duas economias que exemplificam este tipo de economias – Portugal e Austrália – é possível encontrar um elemento-chave comum: a criação de *hubs* de exportação. Como foi apresentado, estes *clusters* possibilitarão que as indústrias usufruam de economias de escala e irão atrair sinergias com parceiros estratégicos estrangeiros.

Por seu turno, a segunda tipologia de economias – as importadoras – desempenharão um papel fulcral na futura economia de hidrogénio. Através da leitura das Estratégias europeia, alemã e japonesa, sobressalta o desejo comum de estabelecer uma procura interna forte, de modo a incentivar as economias com potencial exportador a investir neste setor. Assim, estas economias surgem como as principais catalisadoras do desenvolvimento de mercados globais de hidrogénio limpo.

Outra semelhança deste grupo de economias é a sua especialização na inovação e desenvolvimento de tecnologias de hidrogénio. Ao analisar a distribuição das patentes relacionadas com hidrogénio por regiões (Figura 1), é perceptível o domínio tecnológico de um pequeno grupo de economias, constituindo um oligopólio.

Figura 1: Distribuição de patentes relacionadas com hidrogénio por economia, entre 2010-2019.



Fonte: IEA (2021)

Através da análise das parcerias internacionais já celebradas, é possível denotar que – ao contrário do comércio de combustíveis fósseis – o mercado de hidrogénio será caracterizado pela emergência das trocas comerciais regionais ou entre regiões vizinhas. Atualmente, o transporte de hidrogénio através da navegação de longo curso é ainda dispendioso, o que poderá motivar as economias a comercializar com economias vizinhas. Esta tendência é verificada no ponto precedente, nomeadamente pela celebração de acordos entre a Portugal e outros Estados-Membros, a União Europeia e as economias do Norte de África e Leste Europeu e ainda pela proximidade da Austrália aos mercados asiáticos.

A análise das Estratégias apresentadas e das parcerias internacionais estabelecidas possibilita também a conceção sobre a estrutura dos futuros mercados internacionais de produção de hidrogénio renovável. Nestes coexistirão economias que já tem uma participação significativa nos mercados de combustível fósseis, notadamente países do Médio Oriente ou a Austrália, e novas economias exportadoras, como Portugal. Tal resultará num número significativo de economias ativas nos mercados globais de hidrogénio verde.

Contudo, apesar da coexistência de muitos atores no lado da oferta, o mesmo não acontecerá no lado da procura. O desígnio de descarbonizar a economia através de sociedades assentes em hidrogénio é partilhado por um conjunto restrito de economias avançadas. Deste modo, a estrutura dos mercados globais de hidrogénio renovável serão caracterizados por muitas economias no lado da oferta, mas uma procura constituída por um pequeno grupo, assumindo assim a forma de um oligopsónio global.

Para além do envolvimento internacional através do comércio externo, a economia de hidrogénio será caracterizada pelo objetivo comum de promover a cooperação internacional, o que resultará na formação de alianças. Este método de inserção internacional assume diferentes formas na literatura, contudo surge nas Estratégias Nacionais supracitadas como acordos de cooperação com participação de capital das entidades e incidem sobretudo na promoção de I&D em diferentes fases da cadeia de valor.

Estes consórcios de I&D contam com a participação de Governos locais – exemplificado pelo caso australiano – pois estes últimos procuram ter acesso a tecnologias essenciais para a concretização da Estratégia Nacional. Por seu turno, na ótica das empresas que se internacionalizam, as alianças apresentam uma forma de propagar as suas tecnologias a novos mercados.

4. A ECONOMIA DE HIDROGÉNIO VERDE À LUZ DAS CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS

Identificadas as tendências comportamentais que irão caraterizar os futuros mercados internacionais de hidrogénio renovável, torna-se pertinente analisá-las à luz das contribuições teóricas apresentadas no ponto 2. Enquadramento Teórico. Tal possibilitará compreender o poder explicativo e de previsão dos modelos teóricos aplicados ao emergente mercado de hidrogénio.

Este capítulo seguirá a abordagem apresentada no ponto 2., partindo da análise do envolvimento dos Estados, através das teorias do comércio internacional e, numa fase seguinte, serão aplicadas as contribuições teóricas sobre o envolvimento internacional das empresas. Ademais, primeiro serão apresentadas as motivações para o comércio internacional e, de seguida, para a formação de alianças.

4.1. Comércio Internacional: Envolvimento dos Estados e Empresas através do comércio externo

Ao analisar as Estratégias Nacionais, o primeiro aspeto referente ao envolvimento internacional das economias que sobressai é a especialização das economias de acordo com os recursos disponíveis, possibilitando que estas possam beneficiar das suas divergências fatoriais através do comércio internacional.

Desse modo, numa primeira instância, as tendências comportamentais do mercado de hidrogénio renovável sugerem o ressurgimento do poder explicativo dos modelos de vantagem comparativa, particularmente o modelo de Heckscher–Ohlin.

Ao analisar o ponto 3., é possível denotar que os fatores que irão influenciar e diferenciar a especialização no comércio internacional são, primordialmente, os recursos naturais solares e eólicos e a capacidade de I&D. Apesar destes fatores se encontrarem disponíveis nas economias em estudo, o que as difere é a abundância relativa de cada fator. Enquanto economias como Portugal e Austrália apresentam abundância relativa destes recursos naturais, a União Europeia, Alemanha e Japão exibem níveis relativamente insuficientes. Assim, as duas primeiras economias mencionadas especializar-se-ão na produção de hidrogénio renovável, enquanto as três últimas serão importadoras.

Do mesmo modo, o modelo de Heckscher–Ohlin é corroborado pela especialização destas três economias nas atividades de I&D. Para além de revelarem um domínio a nível de patentes registadas, estas economias apresentam igualmente ambiciosos programas de inovação e mecanismos de financiamento. Desta forma, estas economias revelam – face às demais – abundância relativa em I&D e especializaram-se em indústrias intensivas neste fator, notadamente em tecnologias de produção, armazenamento e células de combustível. Assim, de acordo com o modelo de vantagem comparativa, economias como União Europeia, Alemanha e Japão usufruem de ganhos de comércio dado que este último constitui um método indireto de produção de hidrogénio verde.

Contudo, apesar do modelo de Heckscher–Ohlin se apresentar capaz de explicar a especialização das economias em análise a partir da análise das dotações fatoriais, este revela-se limitado para justificar outras dinâmicas dos mercados internacionais de hidrogénio verde.

A primeira limitação prende-se com o facto deste modelo não incluir dinâmicas geográficas, tanto naturais como artificiais. Estas influenciam a atividade económica internacional e, ao analisar o mercado de hidrogénio, é perceptível que os principais importadores procuram comercializar com economias geograficamente próximas e com regimes aduaneiros favoráveis. Esta tendência é comprovada pelo acordo entre Portugal e Países Baixos que, para além da proximidade entre Sines e Roterdão, não é aplicado nenhum direito, devido à união aduaneira da UE. Do mesmo modo, a relação comercial entre o Japão e a Austrália é fortalecida pela proximidade geográfica e pela eliminação das tarifas que incidem sobre produtos energéticos a partir de 2024, de acordo com o JAEPA.

Assim, de forma a conciliar o poder explicativo das contribuições teóricas de vantagem comparativa e as dinâmicas geográficas – através da inclusão da equação gravitacional –, surge o modelo proposto por Eaton e Kortum (2002). O modelo gravitacional pressupõe que as trocas comerciais bilaterais são positivamente proporcionais à massa económica, isto é, ao tamanho do mercado de cada economia (estimado pelo PIB e pela população) e, por outro lado, são negativamente influenciados pela distância geográfica e custos de transação entre ambos.

Deste modo, o modelo proposto por Eaton e Kortum procura explicar fluxos de comércio bilaterais através da associação dos elementos catalisadores do comércio – as vantagens comparativas – com aqueles que o restringe, as barreiras geográficas.

As premissas do modelo gravitacional possibilitam ainda prever o papel dos mercados com grande massa económica na emergência de mercados internacionais. Nos pontos precedentes, foi apresentado que as economias importadoras procuram criar uma procura interna forte, de modo a estimular as economias que revelam potencial exportador a investir na produção de hidrogénio verde. Adicionalmente, estas economias estabelecem acordos comerciais com diferentes Estados, de modo a diversificar o seu fornecimento energético. Tal resultará que estes mercados de grande massa económica – como a União Europeia, Alemanha e Japão – sejam centros dos principais fluxos comerciais, estimulando assim o comércio internacional de hidrogénio verde.

Apesar de ultrapassar a limitação geográfica do modelo de Heckscher–Ohlin, o modelo apresentado por Eaton e Kortum apresenta fragilidades comuns aos modelos neoclássicos de vantagem comparativa que limitam o seu poder explicativo face às dinâmicas identificadas. Estes modelos pressupõem mercados de estrutura perfeita, porém, como foi supramencionado, o mercado de hidrogénio renovável será caracterizado pela estrutura de concorrência imperfeita. Esta última influencia o comportamento da economia, gerando distorções de mercado, o que coloca em causa outros pressupostos teóricos, nomeadamente os rendimentos constante à escala.

Ao analisar as Estratégias portuguesa e australiana, é observável o papel central da criação de *hubs* de exportação. Estes são *clusters* industriais de grande escala especializados na produção de hidrogénio limpo, o que permite *spillovers* de informação e fornecedores especializados, isto é, economias de escala externa. Estes *clusters* – como o nome indica – são estimulados pela exportação, sendo que é o envolvimento internacional que possibilita que estes setores ganhem escala.

Desta forma, os modelos de vantagem comparativa apresentam apenas uma justificação para a especialização de Portugal e da Austrália na produção de hidrogénio verde, porém excluem as vantagens dessa especialização, como os rendimentos crescente à escala. Deste modo, os modelos de vantagem comparativa apresentam um poder explicativo limitado para justificar o estabelecimento destes *hubs* de exportação, dado

que não preveem o desígnio de usufruir de economias de escala como catalisador do comércio internacional.

Para superar esta limitação, importa salientar as contribuições da Nova Teoria do Comércio. De acordo com esta, os rendimentos crescentes à escala constituem um estímulo para a concentração geográfica das indústrias. Apesar desta ter emergido de modo a compreender o comércio intraindustrial que caracterizou o comércio internacional no final do último milénio, o seu advento teórico possibilitou compreender a importância da concentração geográfica das indústrias e, conseqüentemente, dos rendimentos crescente à escala, mesmo em contextos em que os modelos de vantagem comparativa revelam poder explicativo das dinâmicas comerciais (Hepman & Krugman, 1985; Krugman, 2011).

Em síntese, as tendências comportamentais que caracterizarão os mercados internacionais de hidrogénio verde sugerem o ressurgimento do poder explicativo dos modelos de vantagem comparativa, em especial do modelo Heckscher–Ohlin. Contudo, este poder é limitado, dado que, por um lado, excluem as dinâmicas geográficas e, por outro, pressupõem uma estrutura de mercado de concorrência perfeita e rendimentos constantes à escala, contrariando assim as tendências comportamentais verificadas.

Por sua vez, na ótica da empresa, para compreender o que explica esta optar pelo comércio externo como forma de internacionalização, importa analisar os contributos teóricos referentes ao envolvimento internacional das empresas. Estas pressupõem a imperfeição dos mercados, revelando assim conformidade com a estrutura do mercado identificada.

De acordo com a abordagem de custos de transação, as empresas dispõem de dois tipos de organização das atividades económicas – através do mercado ou pela internalização das atividades –, sendo que cada tipo de organização representa custos e, portanto, o agente económico opta pela forma de organização mais eficiente. Assim, as empresas no produtoras de hidrogénio verde optarão por produzir no seu mercado doméstico e posteriormente exportar, sem necessidade de internalizar as suas atividades em mercados estrangeiros, através de outros métodos de internacionalização.

Adicionalmente, a internacionalização através da exportação é reforçada pelas teorias eclética e sintética pela introdução do fator localização, sendo que este assenta nas premissas dos modelos de vantagem comparativa. Tal como na análise ao nível do Estado, estes modelos surgem igual relevantes aquando ao envolvimento internacional das empresas, dado que as dotações fatorais são um elemento explicativo fulcral para o fenómeno da internacionalização.

Assim, para além apresentar vantagens específicas – ou competitivas, segundo Mucchielli –, a empresa compreende que a dotação fatorial disponível a nível interno lhe confere a capacidade de produzir hidrogénio renovável, não havendo necessidade de deslocar a produção para o estrangeiro. Logo, a empresa optará por se internacionalizar através da exportação.

4.2. Cooperação internacional: Formação de Alianças

Conforme foi anunciado no ponto 3.2., a economia de hidrogénio verde será fortemente marcada por outro método de inserção internacional das empresas, as alianças. Estas são promovidas pelas Estratégias nacionais – tanto da economia emissora como de acolhimento – e constituirão consórcios de I&D e de produção industrial localizadas nas economias com dotações fatoriais indicadas para a produção de hidrogénio.

A abordagem dos custos de transação de Coase e dos primeiros trabalhos de Williamson revelam-se incapazes de explicar esta estratégia de internacionalização, dado que consideram apenas as formas de organização através do mercado ou da empresa. Para ultrapassar esta limitação, Williamson (1985) apresenta o modelo das estruturas de gestão alternativas, introduzindo diferentes elementos à abordagem inicial, onde se destacam a especificidade dos ativos e a frequência das transações. De acordo com economista norte-americano, o agente económico, ao analisar estes elementos, elege a estrutura que gera menores custos. Ao aplicar este modelo à inserção internacional das empresas, as alianças surgem devido a ativos relativamente específicos e relações bastante recorrentes.

Contudo, esta abordagem revela um fraco poder explicativo quando aplicada ao estabelecimento de alianças na economia de hidrogénio verde. Esta, sobretudo, descreve as atividades económicas que constituem uma aliança e não explica o que a motiva. Adicionalmente, ao excluir a localização e as dotações fatoriais das economias, esta abordagem é incapaz de explicar igualmente o que motiva uma empresa a

internacionalizar-se e o país destino. Portanto, a abordagem dos custos de transação é incapaz de explicar a promoção da cooperação internacional através da internacionalização das empresas.

Assim, de forma a explicar o envolvimento internacional das empresas através das alianças, é preciso modelos teóricos que incluam o fator localização, dado que as dotações fatoriais serão fundamentais para a escolha por um método de internacionalização. Como apresentado anteriormente, esta limitação é ultrapassada pelas abordagens eclética e sintética.

A primeira remete para os trabalhos de Dunning, segundo o qual a interação entre os tipos de vantagem do Paradigma OLI-ESP resulta em diferentes formas de inserção internacional. Desta forma, a versão dinâmica da teoria eclética incorpora diferentes elementos que influenciam a economia do hidrogénio.

Em primeiro lugar, a teoria eclética incorpora na sua análise contributos teóricos do comércio internacional, notadamente o modelo de Heckscher-Ohlin, surgindo como uma evolução dado que permite conciliar este último com a abordagem de custos de transação, possibilitando compreender outras formas de internacionalização. Este advento é justificado, por um lado, pela consideração de vantagens de internalização e, por outro lado, pela inclusão do papel explicativo de variáveis estruturais como das políticas públicas na internacionalização das empresas.

Ao analisar as Estratégias Nacionais, é possível denotar que, tanto as economias de acolhimento como as economias emissoras, as ações governamentais são essenciais para a promoção da cooperação internacional entre as diferentes entidades. Para além desta ser estimulada pelas próprias Estratégias Nacionais, as economias incentivam esta forma de internacionalização através de programas de financiamento ou pelo estabelecimento de acordos diplomáticos. Assim, a inclusão das variáveis estruturais na abordagem eclética – através do Paradigma ESP – eleva a capacidade explicativa da internacionalização no contexto do hidrogénio renovável.

Adicionalmente, como foi supracitado, a cooperação internacional resultará na criação de alianças com o desígnio de promover avanços a nível de I&D, com a participação de capital das entidades envolvidas. Segundo Dunning (1995), a formação

de alianças pode ser justificada através do desejo de diminuir custos relacionados com I&D, pela complementaridade tecnológica e ainda aumentar as vantagens competitivas.

Todavia, apesar da abordagem eclética explicar a cooperação interempresas, esta exclui outras motivações para a formação de alianças. Esta abordagem, por influência de abordagem dos custos de transação, centra ainda a sua análise na eficiência da internalização, em comparação com o mercado, dando pouco ênfase à estrutura de mercado e às suas falhas. Assim, a escolha por um método de internacionalização prende-se, sobretudo, pela escolha do método que represente menos custos (Ietto-Gillies, 2005). Ademais, a teoria eclética negligencia o nível de análise da indústria (Mucchielli, 1991a), o que impossibilita a compreensão da visão estratégica das empresas ao optar por uma forma de internacionalização.

Para entender a influência que a estrutura de mercado imperfeito e da indústria na escolha por um método de inserção internacional na emergente economia de hidrogénio verde, importa olhar para a teoria sintética.

Esta parte das vantagens identificados por Dunning, porém, o avanço teórico desta abordagem é análise do setor que envolve a empresa, dado que esta influenciará a estratégia de internacionalização. Para além dos ganhos específicos da aliança anteriormente identificados, esta forma de internacionalização possibilita ganhos estratégicos, dado que a aliança pode representar uma forma de conquistar poder de mercado ou incentivar a retirada da concorrência.

Para esta teorização, Mucchielli inclui a teoria dos jogos ao modelo, onde 3 empresas se enfrentam numa “corrida”. Ao incluir este conceito, surge outro elemento inovador face às abordagens anteriores, o fator tempo.

Num mercado imperfeito, o fator tempo desempenha um papel central, dado que as empresas instaladas previamente encontram-se numa posição privilegiada face às que surgem posteriormente, representando assim uma barreira à entrada. Segundo o modelo, Mucchielli apresenta como uma empresa que antecipou face às outras duas em matéria de I&D se irá afirmar como líder de mercado.

É neste contexto que surge, então, o ganho estratégico. As duas empresas que se instalam num mercado mais tarde podem alterar o *status quo* através do estabelecimento de uma aliança. Mais tarde, Combe (1995), expande este modelo a n empresas ($n > 3$) e

demonstra como as alianças podem representar igualmente uma estratégia de modo a manter o *status quo*.

Em síntese, a teoria sintética apresenta como a opção pelo estabelecimento de uma aliança não surge pela comparação de custos de transação ou de internalização, mas sim explicada pelo receio de uma reação oligopolística.

Deste modo, a teoria sintética apresenta o maior poder explicativo para as alianças estabelecidas no âmbito do hidrogénio verde, tanto a nível da empresa que se internacionaliza como a do país de acolhimento.

Como foi apresentado, existe um pequeno grupo de economias que se especializaram na I&D de tecnologias relacionadas com hidrogénio verde, desde a produção à aplicação final. Este pequeno grupo é caracterizado também pelo desejo de internacionalizar o seu tecido empresarial e divulgar as suas tecnologias nos mercados externos. Deste modo, estão observados os três tipos de vantagens – competitiva, comparativa e estratégica – o que motiva a formação de uma aliança. Portanto, esta possibilita um ganho estratégico, que se traduz na manutenção do *status quo* destas empresas no mercado tecnológico de hidrogénio verde.

Por seu turno, na ótica da empresa do país de acolhimento, a aliança não só constitui um meio de aceder às tecnologias necessárias para a produção de hidrogénio renovável, mas também um importante ganho estratégico. A teoria sintética introduz um elemento fulcral, o fator tempo, segundo o qual as empresas beneficiam ao anteciparem-se às demais. Adicionalmente, as alianças representam uma forma de criar barreiras à entrada.

Ora, como foi supramencionado, o mercado de hidrogénio verde será caracterizado por muitos atores no lado da oferta, todavia poucos no lado da procura, constituindo assim um oligopsónio. Desta forma, se as empresas produtoras de hidrogénio renovável se anteciparem ao acesso indispensável de I&D e, simultaneamente, criarem barreiras ao mercado, antecipando assim uma reação oligopolística das demais empresas, tal poderá confirmar a sua permanência nos mercados globais.

5. CONCLUSÃO

De modo a combater o aquecimento global e as alterações climáticas, surge a necessidade de encontrar alternativas ao consumo de combustíveis fósseis. É neste contexto que surge a transição para a economia de hidrogénio.

Segundo as previsões, o hidrogénio constituirá até um quarto da procura final energética em 2050, o que resultará numa alteração significativa do comércio energético global e da inserção internacional das empresas, suscitando a relevância de entender estes fenómenos. Desta forma, este trabalho realizou-se de modo a, em primeiro lugar, identificar as dinâmicas da emergente economia de hidrogénio verde e, de seguida, compreendê-las à luz dos principais contributos teóricos, verificando assim o seu poder explicativo e de previsão.

Primeiramente, foi elaborado um enquadramento teórico, onde foi apresentada uma síntese dos principais desenvolvimentos teóricos referentes ao comércio internacional e ao envolvimento internacional das empresas. A escolha por esta abordagem prende-se com o facto de permitir dois níveis de análise distintos – o Estado e a empresa – possibilitando assim uma análise mais completa deste tema.

De seguida, foram nomeados os principais objetivos das Estratégias Nacionais para o Hidrogénio de um conjunto de economias. Para além de estabelecerem metas de descarbonização domésticas para os diversos setores económicos, o estudo individual das Estratégias possibilitou distinguir tipologias e tendências comportamentais que caracterizarão a economia de hidrogénio verde.

Em primeira instância, foi possível entender que a economia de hidrogénio verde será marcada por dois métodos de internacionalização distintos, o comércio externo e a cooperação internacional.

Em relação ao primeiro, é possível identificar a constituição de dois grupos de economias, as exportadoras e as importadoras. As primeiras – representadas nos casos de estudo por Portugal e Austrália – são caracterizadas pela abundância de recursos naturais renováveis, boa rede de infraestruturas e ainda a criação de grandes *clusters* industriais, classificados como *hubs* de exportação. As economias importadoras – exemplificadas pela União Europeia, Alemanha e Japão – apresentam um forte investimento em I&D,

tem o desígnio comum de estabelecer fortes mercados domésticos e procuram estabelecer acordos comerciais com diferentes economias, o que resultará, por um lado, na diversificação do seu fornecimento energético e, por outro, na catalisação do comércio internacional.

Ademais, foi possível identificar tendências de fluxos comerciais com um caráter mais regional e, adicionalmente, no comércio internacional de hidrogénio verde, observar-se-á o aumento de economias com potencial exportador. Contudo, o número de importadoras será limitado a um grupo restrito de economias. Tal resultará numa estrutura de mercado de concorrência imperfeita, assumindo a forma de um oligopsónio global.

Por seu turno, é observável o esforço comum para promover a cooperação internacional. Este objetivo irá resultar na inserção internacional através do estabelecimento de alianças internacionais, com o fim promover projetos comuns de I&D em diferentes fases da cadeia de valor.

Identificadas as principais tendências que cateterizarão a economia de hidrogénio verde, estas foram analisadas de acordo com as principais abordagens teóricas, de forma a verificar o seu poder explicativo e de previsão.

Ao realizar este exercício, o primeiro aspeto que sobressai é a importância das dotações fatoriais para explicar tanto o comércio externo como a inserção internacional através das alianças, o que sugere o ressurgimento do poder explicativo do modelo de Heckscher–Ohlin.

Na ótica dos Estados, a abundância relativa de fatores determinará a especialização das economias na cadeia de valor.

Por sua vez, a dotação fatorial influenciará a internacionalização das empresas de diferentes modos possíveis. Num cenário em que os fatores disponíveis domesticamente são os mais favoráveis à produção de hidrogénio verde, a empresa não vê incentivos para deslocar operações para mercados estrangeiros, optando por exportar. Porém, num contexto em que a dotação fatorial de uma economia estrangeira é a mais adequada, a empresa optará por um método de internacionalização que permita usufruir das vantagens da deslocalização, como as alianças.

Contudo, apesar desta capacidade explicativa, o modelo de Heckscher–Ohlin tem um poder limitado, sendo incapaz de explicar algumas das tendências comportamentais verificadas, o que motiva a análise de modelos teóricos alternativos.

A nível dos fluxos comerciais, o modelo de Heckscher–Ohlin é incapaz de prever a crescente importância das trocas a nível regional e é igualmente incapacitado de prever que os grandes mercados importadores – União Europeia, Alemanha e Japão – sejam os principais catalisadores do comércio internacional.

Apesar destas limitações poderem ser ultrapassadas pela inclusão da equação gravitacional, os modelos neoclássicos pressupõem mercados de concorrência perfeita e, concomitantemente, rendimentos constantes à escala. Tal constitui outra limitação dado que os mercados de hidrogénio verde serão marcados pela concorrência imperfeita e, como é observável nos casos de estudos das economias exportadoras, o comércio internacional estimula a concentração geográfica, o que possibilita que as indústrias usufruam de economias de escala.

Por seu turno, ao analisar a cooperação internacional entre empresas, a abordagem de custos de transação revela um fraco poder explicativo para compreender a criação de alianças. Além da introdução do fator localização, é fundamental entender outras contribuições da teoria eclética e sintética.

A primeira, na versão dinâmica, inclui variáveis estruturais que, na economia de hidrogénio verde, desempenharão um papel central na promoção da internacionalização através das alianças, notadamente as Estratégias Nacionais e outras políticas públicas.

Além destes ganhos de aliança, a teoria sintética introduz um importante elemento explicativo, os ganhos estratégicos. Estes explicam, por um lado, como as empresas especializadas em I&D procuram manter a posição de *status quo* e, por outro, como as empresas produtoras de hidrogénio verde procuram se antecipar face às demais, de modo assegurar a sua presença nos mercados globais de hidrogénio verde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bloomberg (2020). *Saudi Arabia Sends Blue Ammonia to Japan in World-First Shipment* [Em linha]. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-09-27/saudi-arabia-sends-blue-ammonia-to-japan-in-world-first-shipment> [Acesso em: 03/04/2021]
- BloombergNEF (2020). *Hydrogen Economy Outlook: Key messages* [Em linha]. Disponível em: <https://data.bloomberglp.com/professional/sites/24/BNEF-Hydrogen-Economy-Outlook-Key-Messages-30-Mar-2020.pdf> [Acesso em: 12/03/2021]
- BloombergNEF (2021). “Green” Hydrogen to Outcompete “Blue” Everywhere by 2030 [Em linha]. Disponível em: <https://about.bnef.com/blog/green-hydrogen-to-outcompete-blue-everywhere-by-2030/> [Acesso em: 05/06/2021]
- BMWi (2021). *Minister Altmaier signs Memorandum of Understanding on German-Saudi hydrogen cooperation* [Em linha]. Disponível em: <https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Pressemitteilungen/2021/03/20210311-altmaier-signs-memorandum-of-understanding-on-german-saudi-hydrogen-cooperation.html> [Acesso em: 09/04/2021]
- BMWi (2015). *The Energy of the Future: Fourth “Energy Transition” Monitoring Report – Summary* [Em linha]. Disponível em: https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/vierter-monitoring-bericht-energie-der-zukunft-kurzfassung.pdf?__blob=publicationFile&v=16 [Acesso em: 09/05/2021]
- BMWi (2020). *The National Hydrogen Strategy* [Em linha]. Disponível em: <https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/the-national-hydrogen-strategy.html> [Acesso em: 02/05/2021]
- Bockris, J. O. (1977). The Hydrogen Economy. *Environmental Chemistry*, 549–582.
- Burke, M.J. & Stephens, J.C. (2018). Political power and renewable energy futures: A critical review. *Energy Research & Social Science* 35, 78-93.
- Coase, R. H. (1937). The nature of the firm. *Economica* 4, 386-405.

- COAG Energy Council (2019). *Australia's National Hydrogen Strategy* [Em linha]. Disponível em: <https://www.industry.gov.au/data-and-publications/australias-national-hydrogen-strategy> [Acesso em: 23/04/2021]
- Combe, E. (1995). *Alliances Entre Firmes et Course Technologique*, *Economica*.
- Comissão Europeia (2020). *Estratégia do Hidrogénio para uma Europa com Impacto Neutro no Clima* [Em linha]. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0301&from=PT> [Acesso em: 25/04/2021]
- DAFT (2018a), *Japan–Australia Economic Partnership Agreement* [Em linha]. Disponível em: <https://www.dfat.gov.au/trade/agreements/in-force/jaepa/full-text/Pages/full-text-of-jaepa> [Acesso em: 23/06/2021]
- DAFT (2018b), *Japan–Australia Economic Partnership Agreement – Factsheet: Resources, Energy and Manufacturing* [Em linha]. Disponível em: <https://www.dfat.gov.au/sites/default/files/jaepa-fact-sheet-resources-energy-and-manufacturing.pdf> [Acesso em: 23/06/2021]
- DAFT (2021), *Joint Declaration of Intent on an Australian-German Supply Chain Feasibility Study of Hydrogen produced from Renewables* [Em linha]. Disponível em: <https://www.dfat.gov.au/international-relations/themes/climate-change/joint-declaration-intent-australian-german-supply-chain-feasibility-study-hydrogen-produced-renewables> [Acesso em: 23/07/2021]
- Department of Industry, Science, Energy and Resources (2021). *Hydrogen Energy Supply Chain Pilot Project* [Em linha]. Disponível em: <https://www.industry.gov.au/funding-and-incentives/low-emissions-technologies-for-fossil-fuels/hydrogen-energy-supply-chain-pilot-project> [Acesso em: 7/7/2021]
- DGEG (2018). *O Hidrogénio no Sistema Energético Português - Desafios de integração* [Em linha]. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/media/3eshwqnl/p1-o-hidrog%C3%A9nio-no-sistema-energ%C3%A9tico-portugu%C3%AAs.pdf> [Acesso em: 03/04/2021]
- DGEG (2019). *Roteiro e Plano de Ação para o Hidrogénio em Portugal* [Em linha]. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/media/d14dduhz/p3-roiteiro-e>

[plano-de-a%C3%A7%C3%A3o-para-o-hidrog%C3%A9nio-em-portugal.pdf](#)

[Acesso em: 03/04/2021]

- Dunning, J.H. (1979). Explaining changing patterns of international production: in defense of the eclectic theory. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 41 (4), 269-295.
- Dunning, J.H. (1995). Reappraising the Eclectic Paradigm in an Age of Alliance Capitalism. *Journal of International Business Studies* 26 (3), 461–491
- Dunning, J.H. (1977). Trade, location of economic activity and the NINE: a search for an eclectic approach. In: Ohlin, B., Hesselborn, P.O. and Wijkman, P.M. (Eds) *The International Allocation of Economic Activity*, London: Macmillan, pp. 395–431.
- Eaton, J. & Kortum S. (2002), Technology, Geography, and Trade. *Econometrica* 70 (5), 1741–1779.
- ENEOS (2021). *ENEOS signs MoU with Aramco for blue hydrogen and blue ammonia collaboration* [Em linha]. Disponível em: https://www.eneos.co.jp/english/newsrelease/2020/pdf/20210325_01.pdf [Acesso em: 18/06/2021]
- Feitz, A.J., Tenthorey, E., Coghlan, R. (2019). Prospective hydrogen production regions of Australia. *Geoscience Australia*, 1-64.
- Government of South Australia (2020). *Eyre Peninsula Gateway Project* [Em linha]. Disponível em: <http://www.renewablessa.sa.gov.au/topic/hydrogen/hydrogen-projects-south-australia/hydrogen-green-ammonia-production-facility> [Acesso em: 23/06/2021]
- Government of The Netherlands (2020). *Memorandum of understanding between Portugal and the Netherlands concerning green hydrogen* [Em linha]. Disponível em: <https://www.government.nl/documents/publications/2020/09/23/memorandum-of-understanding-between-the-netherlands-and-portugal-concerning-green-hydrogen> [Acesso em: 07/06/2021]
- Heckscher, E. (1919). The effect of foreign trade on the distribution of income. In: Ellis, H.S. & Metzler (Eds.). *Readings in the Theory of International Trade*. Philadelphia: Blakiston, pp. 272–300.

- Helpman, E. & Krugman, P. (1985). *Market Structure and Foreign Trade*, Cambridge: MIT Press.
- Hydrogen Council (2017). Hydrogen scaling up: A sustainable pathway for the global energy transition [Em linha]. Disponível em: https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2017/11/Hydrogen-Scaling-up_Hydrogen-Council_2017.compressed.pdf [Acesso em: 09/04/2021]
- IEA (2021). *Patents and the energy transition: Global trends in clean energy technology innovation* [Em linha]. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/patents-and-the-energy-transition> [Acesso em: 19/05/2021]
- IRENA (2019). *A New World: The Geopolitics of the Energy Transformation* [Em linha]. Disponível em: <https://www.irena.org/publications/2019/Jan/A-New-World-The-Geopolitics-of-the-Energy-Transformation> [Acesso em: 19/05/2021]
- IRENA (2020). *Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up Electrolysers to Meet the 1.5°C Climate Goal* [Em linha]. Disponível em: <https://www.irena.org/publications/2020/Dec/Green-hydrogen-cost-reduction> [Acesso em: 28/05/2021]
- Ietto-Gillies, G. (2005). *Transnational corporations and International production: Concepts, theories and effects*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Kingdom of Morocco (2020). *Morocco, Germany Sign Green Hydrogen Cooperation Agreement* [Em linha]. Disponível em: <https://www.maroc.ma/en/news/morocco-germany-sign-green-hydrogen-cooperation-agreement> [Acesso em: 15/05/2021]
- Koopman, K. & Montias, J.M. (1971). On the description and comparison of economic systems. In: Eckstein, A., (Eds.), *Comparison of Economic System*. Oakland: University of California Press.
- Krugman, P.R. & Obstfeld, M. (2003). *International Economics: Theory and Policy*, 6ª ed. Boston: Pearson Addison-Wesley.
- Krugman, P. (2011) Increasing Returns in a Comparative Advantage World. In: Stern R. M. (Eds.), *Comparative Advantage, Growth, And the Gains From Trade*

- And Globalization*. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, pp. 43-51.
- Krugman, P. (2009). The Increasing Returns Revolution in Trade and Geography. *American Economic Review*, 99 (3), 561-71.
 - Krugman, P. (2002). Was it all in Ohlin? In: Findlay, R., Jonung, L. and Lundahl, M., (Eds.), *Bertil Ohlin: A Centennial Celebration (1899-1999)*. Cambridge: MIT Press, pp. 389-405.
 - METI (2017). *Basic Hydrogen Strategy* [Em linha]. Disponível em: https://www.meti.go.jp/english/press/2017/pdf/1226_003b.pdf [Acesso em: 04/04/2021]
 - METI (2021). *State Minister Ejima Signs MOC on Hydrogen with H.E. Suhail Mohamed Al Mazrouei, Minister of Energy and Infrastructure, UAE* [Em linha]. Disponível em: https://www.meti.go.jp/english/press/2021/0409_001.html [Acesso em: 30/05/2021]
 - METI (2014). *Strategic Energy Plan* [Em linha]. Disponível em: https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/others/basic_plan/pdf/4th_strategic_energy_plan.pdf [Acesso em: 04/04/2021]
 - METI (2021). *“The Basic Policies for the Project for the Green Innovation Fund” Formulated* [Em linha]. Disponível em: https://www.meti.go.jp/english/press/2021/0312_002.html [Acesso em: 24/09/2021]
 - METI (2019). *The Strategic Road Map for Hydrogen and Fuel Cells* [Em linha]. Disponível em: https://www.meti.go.jp/english/press/2019/pdf/0312_002b.pdf [Acesso em: 05/04/2021]
 - Ministers for the Department of Industry, Science, Energy and Resources (2021). *Australia partners with Singapore on hydrogen in maritime sector* [Em linha]. Disponível em: <https://www.minister.industry.gov.au/ministers/taylor/media-releases/australia-partners-singapore-hydrogen-maritime-sector> [Acesso em: 05/08/2021]
 - Ministers for the Department of Industry, Science, Energy and Resources (2021). *Australia-UK partnership to drive low emissions solutions* [Em linha]. Disponível em: <https://www.minister.industry.gov.au/ministers/taylor/media-releases/australia-uk-partnership-to-drive-low-emissions-solutions>

[releases/australia-uk-partnership-drive-low-emissions-solutions](#) [Acesso em: 07/08/2021]

- Mucchielli, J.L. (1991a), *Alliances stratégiques et firmes multinationales: une nouvelle théorie pour nouvelles formes de multinationalisation*. *Revue d'Économie Industrielle* (55), 118-134.
- Mucchielli, J.L. (1991b), *Strategic advantages for European firms*. In: Burgenmeier, B & Mucchielli, J.L. (Eds.) *Multinationals and Europe 1992: Strategy for the Future*. London: Routledge, pp. 36-77.
- Noussan, M., Raimondi, P.P, Scita, R. & Hafner, M. (2021). The Role of Green and Blue Hydrogen in the Energy Transition—A Technological and Geopolitical Perspective. *Sustainability* 2021, 13 (1).
- Ohlin, B. (1933). *Interregional and international trade*. Cambridge: Harvard University Press.
- Pflugmann, F. & De Blasio, N. (2020a). *Geopolitical and Market Implications of Renewable Hydrogen: New Dependencies in a Low-Carbon Energy World*. Cambridge: Harvard Kennedy School.
- Pflugmann, F. & De Blasio, N. (2020b). The Geopolitics of Renewable Hydrogen in Low-Carbon Energy Markets. *Geopolitics, History, and International Relations* 12 (1).
- Porter, M. E. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. New York: Free Press.
- Prime Minister of Australia (2021). *Australia and Germany Partner on Hydrogen Initiatives* [Em linha]. Disponível em: <https://www.pm.gov.au/media/australia-and-germany-partner-hydrogen-initiatives> [Acesso em: 14/07/2021]
- Scita, R., Raimondi, P. P., & Noussan, M. (2020). *Green Hydrogen: The Holy Grail of Decarbonisation? An Analysis of the Technical and Geopolitical Implications of the Future Hydrogen Economy*. Milan: Fondazione Eni Enrico Mattei.
- SEAmb (2020). *Estratégia Nacional para o Hidrogénio (EN-H₂)* [Em linha]. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1689468335643078/Estrategia%20>

[Nacional%20para%20o%20Hidrogenio%20DRAFT%20publicacao%20%281%29.pdf](#) [Acesso em: [Acesso em: 02/04/2021]

- Van de Graaf, T., Overland, I., Scholten, D. & Westphal, K. (2020). The new oil? The geopolitics and international governance of hydrogen. *Energy Research & Social Science* 70.
- Van de Graaf, T. (2021). The Next Prize: Geopolitical Stakes in the Clean Hydrogen Race. *Oxford Energy Forum – The Geopolitics of Energy: Out with the Old and in with the New? Issue* 126.
- Westphal, K., Dröge, S. & Geden, O. (2020). The international dimensions of Germany's hydrogen policy. *SWP Comment* (32), 1-8.
- Williamson, O.E. (1975). *Markets and hierarchies, analysis and antitrust implications: A study in the economics of internal organization*. New York: Free Press.
- Williamson, O. E. (1985). *The economic institutions of capitalism: Firms, markets, relational contracting*. New York: Free Press.