

Tema Económico

118

Setembro de 2023



A Inteligência Artificial na Transição Climática - Desafios e Potencialidades na União Europeia

Inês Póvoa | Gabriel Osório de Barros

Índice

1. Introdução.....	2
2. A Inteligência Artificial e a Sustentabilidade.....	3
3. A Inteligência Artificial na mitigação das alterações climáticas	5
4. A Iniciativas a nível europeu	8
4.1. Iniciativas centradas na regulação e gestão de tecnologias digitais e inteligência artificial e no ambiente	8
4.2. Iniciativas centradas no financiamento de Investigação e Desenvolvimento e a inovação na esfera das tecnologias digitais e da IA.....	11
5. Efeitos negativos da Inteligência Artificial	13
6. Principais desafios	14
7. Conclusões	18
Referências	19

A Inteligência Artificial na Transição Climática – Desafios e Potencialidades na União Europeia

Inês Póvoa ¹, Gabriel Osório de Barros ²

Abstract

Este Tema Económico analisa a relação entre Inteligência Artificial (IA) e a sustentabilidade, destacando o papel significativo que a IA pode ter no avanço dos objetivos de sustentabilidade na União Europeia. A IA tem o potencial de apoiar a sociedade na superação dos desafios da sustentabilidade através da sua capacidade de otimização, de reduzir o desperdício e de melhorar a tomada de decisões baseada em dados. No entanto, a implementação de IA também levanta questões éticas importantes que devem ser abordadas para garantir que o seu uso seja justo, transparente e equitativo. O estudo apresenta uma análise dos benefícios, dos desafios e das implicações éticas da aplicação da IA na sustentabilidade, propondo estratégias para maximizar os seus benefícios e mitigar potenciais riscos. Na conclusão enfatiza-se a necessidade de mudança constante e de adaptabilidade, defendendo-se que a IA pode ser uma ferramenta importante na promoção da sustentabilidade, desde que sua implementação seja guiada por padrões éticos e seja focada nos objetivos de sustentabilidade.

JEL Classification: L86, O14, O33, Q55

Keywords: Inteligência Artificial, Transição Climática

Nota: Este artigo é da responsabilidade exclusiva dos autores e não reflete necessariamente as posições do GEE ou do Ministério da Economia e do Mar.

¹ Técnica Superior na Direção de Serviços de Análise Económica, Gabinete de Estratégia e Estudos do Ministério da Economia e do Mar. ines.povoa@gee.gov.pt

² Diretor de Serviços de Análise Económica, Gabinete de Estratégia e Estudos do Ministério da Economia e do Mar. gabriel.barros@gee.gov.pt

1. Introdução

A rápida evolução da Inteligência Artificial (IA) e a sua crescente aplicação numa variedade de setores apresentam-se como alguns dos principais motores de inovação do século XXI. No entanto, a transformação tecnológica que a IA envolve acarreta também questões sobre o modelo de governo, de privacidade, de ética e de impacto ambiental. Este último, particularmente, tem-se tornado cada vez mais relevante à medida que o mundo procura soluções sustentáveis para combater as alterações climáticas.

No entanto, apesar de todo o seu potencial, a implementação da IA não é isenta de desafios e pode até ter consequências indesejáveis do ponto de vista ambiental, como o aumento do consumo de energia e a produção de resíduos eletrónicos. Além disso, dimensões como a equidade, a privacidade e a segurança dos dados tornam-se ainda mais pertinentes à medida que a IA ganha proeminência na nossa sociedade.

Um dos principais desafios, ao abordar as implicações da IA, é a necessidade de um quadro regulamentar abrangente. Compreender como a IA é regulamentada torna-se essencial com a crescente utilização de IA no contexto de sustentabilidade e transição climática. A IA tem o potencial de oferecer soluções inovadoras para mitigar as alterações climáticas, desde a otimização do uso de energia renovável até à previsão de eventos extremos de clima. Contudo, os desafios associados à regulamentação desta tecnologia emergente ainda estão a ser explorados.

Este Tema Económico explora o papel da IA na mitigação das alterações climáticas, bem como os potenciais riscos da aplicação desta tecnologia na transição climática. Analisa, também, várias iniciativas a nível da União Europeia (UE) que procuram fomentar o uso responsável e eficaz da IA para a sustentabilidade. Finalmente, elenca os principais desafios que enfrentamos na implementação da IA neste domínio.

2. A Inteligência Artificial e a Sustentabilidade

À medida que procuramos criar uma sociedade mais sustentável e resiliente face às alterações climáticas, a IA apresenta um conjunto de ferramentas que potencialmente poderão ajudar a atingir aqueles objetivos. Da descarbonização do setor industrial à proteção da biodiversidade, a IA tem o potencial de reinventar a forma como abordamos a sustentabilidade.

A IA pode criar um impacto positivo em vários desafios ambientais, abrangendo um grande número de indústrias e serviços. A IA pode apoiar a descarbonização do setor industrial e fornecer novas ferramentas para promover a segurança alimentar e hídrica. Pode ter também um papel fundamental na proteção da biodiversidade e dos oceanos, na otimização da produção e distribuição de energia e da economia circular e processos de reciclagem. A título de exemplo, o contributo da IA é variado e pode passar pela utilização de *robots* que classificam e separam os materiais utilizados, por *softwares* de recolha e análise de dados para previsão meteorológica, por técnicas de simulação de cenários que envolvem políticas climáticas e emissões de gases de efeito de estufa, por sistemas de IA que otimizam o aquecimento ou arrefecimento de edifícios ou a produção, armazenamento e consumo de energia.

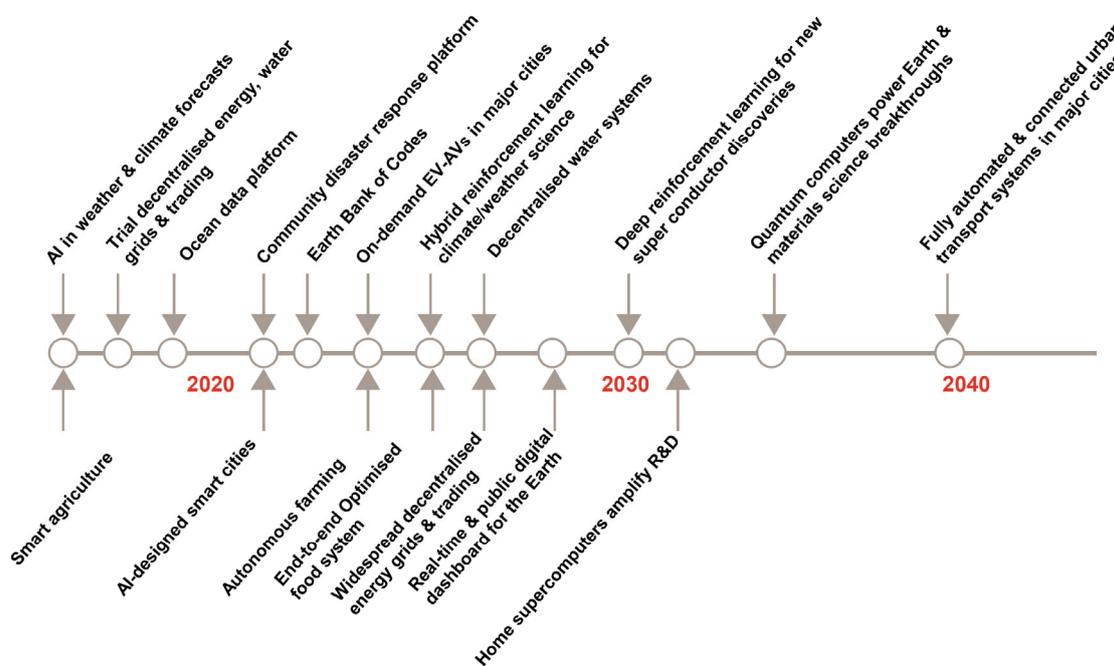
Aplicações da IA em termos de Alterações Climáticas



Fonte: PwC (2018)

A IA foca-se na inteligência automatizada e assistida de forma a extrair maior valor de bases de dados não estruturadas e em aplicações que utilizem processos de decisão autónomos suportados pelas IA. No curto prazo prevê-se a introdução de tecnologias de IA e *big data* nos domínios das *smart cities*, da agricultura, na modelização meteorológica, nos veículos elétricos, para referir apenas alguns. A introdução de outras tecnologias que recorrem à IA e que serão mais disruptivas está prevista a partir de 2030, embora os recentes desenvolvimentos tecnológicos possam indicar uma aceleração destes processos.

Aplicações disruptivas da IA na área das alterações climáticas: calendário indicativo



Fonte: PwC (2018)

Este capítulo evidenciou o potencial significativo da IA para promover a sustentabilidade em múltiplos setores e contextos. No próximo capítulo, vamos aprofundar como a IA pode ser utilizada especificamente para mitigar as alterações climáticas.

3. A Inteligência Artificial na mitigação das alterações climáticas

De acordo com o Regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho que estabelece regras harmonizadas em matéria de IA, esta tecnologia é definida como “*um programa informático desenvolvido com uma ou várias das técnicas e abordagens, [...] capaz de, tendo em vista um determinado conjunto de objetivos definidos por seres humanos, criar resultados, tais como conteúdos, previsões, recomendações ou decisões, que influenciam os ambientes com os quais interage*” (Parlamento Europeu e Conselho Europeu, 2021).

A IA pode ser implementada numa série de aplicações que promovem os objetivos definidos no *Green Deal* europeu. A IA permite e acelera a **recolha e tratamento de volumes significativos de dados**, que permitem aumentar a base de conhecimento de forma a compreender e enfrentar os desafios ambientais. Estes dados meteorológicos, climáticos e de observação da Terra permitem a monitorização, em tempo real, da evolução e das tendências ambientais e também das alterações climáticas e das suas consequências. Adicionalmente, esta informação promove a compreensão dos fenómenos climáticos e é fundamental para realizar previsões. Estes dados podem servir como *input* para a modelização e criação de cenários de alternativas de política ambiental, ou monitorização dos impactos da mesma.

Sob um outro ângulo, a IA pode também promover comportamentos mais sustentáveis junto de empresas e dos consumidores. Por exemplo, os sistemas automáticos permitem a gestão de manutenção, de forma a otimizar o uso da infraestrutura e aumentar o seu ciclo de vida.

A IA abrange ainda uma multiplicidade de setores fundamentais na transição climática. A IA pode ter um papel crucial na **otimização da eficiência energética** a nível dos edifícios, indústrias e transportes, com a recolha de dados e identificação de padrões de consumo. A título de exemplo, a IA pode ajustar automaticamente o sistema de arrefecimento de um determinado edifício consoante as condições meteorológicas, o nível de ocupação ou o momento do dia, minimizando o desperdício de energia.

A descarbonização requer uma utilização crescente de energias renováveis para a produção de eletricidade. Neste sentido, assistiremos a uma produção cada vez mais descentralizada e a uma oferta dependente das condições atmosféricas, dada a intermitência que caracteriza a energias renováveis. Dada esta natureza, a IA tem um papel essencial enquanto facilitador da **integração das várias fontes de energia renováveis**. A IA consegue **otimizar a geração, armazenamento e distribuição da energia, considerando a sua oferta**, condicionada pelas condições meteorológicas e altura do dia. A previsão de padrões meteorológicos e climáticos é crucial na gestão mais eficiente da rede elétrica. A IA consegue também incorporar previsões relacionadas com a **procura**, considerando padrões de consumo, em diferentes locais e alturas do dia e a sazonalidade anual. Finalmente, **auxilia na identificação de falhas e anomalias** em tempo real e na gestão de manutenções, evitando perdas desnecessárias de energia e prolongando a vida dos equipamentos e redes de

distribuição, o que é particularmente útil em locais remotos ou ao largo da costa. A nível local, a IA pode auxiliar na produção e distribuição através de **smart grids** ou **micro grids**, facilitando também as fontes de energia renováveis. Pode também otimizar a produção de energias renováveis, com a determinação da localização ótima de turbinas.

No que diz respeito aos edifícios, a IA revela-se útil não só a endereçar as questões associadas à eficiência energética e na redução das emissões, conforme já referido, como também em **aumentar a produtividade do sector de construção**, aumentando a eficiência dos recursos e reduzindo os resíduos de obras de construção.

No **setor dos transportes**, a IA pode melhorar a recolha de dados através de satélites, análise automática de câmaras e da monitorização dos utilizadores de transportes públicos para o **planeamento do sistema de transportes e infraestrutura**. Os padrões de mobilidade e a modelização da procura no curto e no longo prazo podem ser aperfeiçoados ainda com o uso de dados dos títulos dos transportes públicos e dos telemóveis. Estes fatores podem conduzir a uma melhoria dos tempos de espera, a uma otimização dos percursos e do número de veículos em circulação e a uma redução de viagens desnecessárias. Além disso, a IA pode contribuir para a **otimização da performance energética dos veículos**, através da redução do consumo de materiais, sistemas de gestão de energia e melhorias aerodinâmicas. A Investigação e Desenvolvimento (I&D) relativa a baterias necessárias aos veículos elétricos integra a análise da IA de dados, de forma a melhorar as baterias e o seu carregamento e otimizar o carregamento de veículos em período de elevada oferta de eletricidade, em recurso a armazenamento. No transporte de mercadorias, a análise da IA pode ajudar na redução do número de viagens e na melhoria das rotas, de forma a maximizar as cargas, nomeadamente as mais complexas e de diferentes dimensões e destinos.

No **setor agrícola**, a IA promove a recolha de dados de satélite, aviões, drones ou sensores terrestres, que suportam uma agricultura intensiva e industrializada. Esta informação pode ser utilizada de formas diversas, para identificação e gestão de situações de *stress* hídrico, monitorização de pragas com recurso a pesticidas e planeamento e previsão de colheitas. Estas ferramentas permitem a **atuação precisa do ponto de vista geográfico**, o uso eficiente de recursos e otimização dos nutrientes do solo através da aplicação de fertilizantes. A informação sobre precipitação e evaporação e imagens de satélite permitem também um uso mais eficiente das técnicas de irrigação, mais uma vez com grande detalhe geoespacial. As ferramentas de IA contribuem também para o processo de adaptação dos agricultores às alterações climáticas.

A IA pode promover também soluções no campo da **economia circular**, tais como a otimização do *design* de componentes e materiais para que tenham ciclos de vida mais longos, maiores taxas de reciclagem ou reutilização e menores emissões. Os sistemas de IA podem também participar nas ações de tratamento e separação de materiais para reciclagem ou em soluções que permitam conectar os utilizadores de artigos em segunda mão.

Por último, refiram-se as aplicações da IA na simulação, cenarização e monitorização das partículas poluentes, úteis na formulação de políticas públicas de controlo de poluição e mitigação dos seus efeitos, bem como da conservação da natureza e proteção da biodiversidade.

A pandemia de COVID-19 pode ter atuado como catalisador do uso da IA. Para além de ter aumentado a consciencialização para a necessidade de recolha, tratamento e análise de grandes volumes de informação em tempo real, para enfrentar desafios globais, como as alterações climáticas, poderá ter aumentado o ritmo da digitalização das economias e de conhecimento no uso de ferramentas digitais por parte do público, o que pode diminuir o custo de introdução do uso da IA.

4. A Iniciativas a nível europeu

A revolução da IA está em curso, com implicações em todas as esferas da vida, incluindo em termos de ambiente e de sustentabilidade. Para moldar adequadamente o seu desenvolvimento e aplicação e para garantir, nomeadamente, o respeito pelo ambiente, a UE tem estabelecido várias iniciativas e estratégias de regulamentação para o uso da IA.

Nesta secção, exploram-se as principais iniciativas da UE, organizando por iniciativas centradas (i) na regulação e gestão de tecnologias digitais e inteligência artificial e no ambiente, e (ii) no financiamento de I&D e a inovação na esfera das tecnologias digitais e da IA.

4.1. Iniciativas centradas na regulação e gestão de tecnologias digitais e inteligência artificial e no ambiente

À medida que a IA e as tecnologias digitais evoluem, a necessidade de estruturas regulatórias e de gestão robustas torna-se cada vez mais premente. Esta subsecção analisa as iniciativas europeias que visam criar normas, diretrizes e estratégias para garantir que a adoção e uso de tecnologias digitais e de IA promovem os princípios de sustentabilidade.

Estratégia de IA da União Europeia

A Estratégia para a IA da UE, lançada em 2018, é um plano abrangente para promover o desenvolvimento e a implementação de IA na Europa. Essa estratégia centra-se em três objetivos essenciais:

- Aumentar o investimento público e privado em IA: A estratégia tem como objetivo aumentar o investimento em pesquisa e desenvolvimento de IA para pelo menos 20 mil milhões de euros por ano no prazo de uma década;
- Antever as alterações socioeconómicas decorrentes do uso de IA: A estratégia reconhece que a IA tem o potencial de causar alterações significativas no mercado de trabalho e na sociedade como um todo, pelo que tem em vista a qualificação dos trabalhadores em áreas essenciais para trabalhar com IA;
- Garantir um quadro ético e jurídico apropriado: Este pilar reconhece a necessidade de ter um quadro de políticas e regulamentações para lidar com questões éticas e legais associadas à IA, incluindo questões de privacidade, segurança, responsabilidade e transparência.

Como resultado desta estratégia, a Comissão Europeia apresentou, em 2021, a proposta de um "AI Act", um regulamento legal para IA, que é centrado numa abordagem baseada no risco e que visa garantir que a IA seja usada de forma segura, respeitando os direitos fundamentais e os valores da UE.

Lei da IA (AI Act)

A Lei da IA deverá garantir que a IA é utilizada de forma responsável e eficaz na luta contra as alterações climáticas. À medida que a IA se torna uma ferramenta cada vez mais importante para lidar com os desafios climáticos - desde a previsão de eventos climáticos extremos até à otimização do uso de energia renovável - é vital que esses sistemas sejam regulamentados, de maneira a garantir a sua segurança, eficácia e respeito pelos direitos humanos.

A IA tem um grande potencial para contribuir para a sustentabilidade e a transição climática, mas também apresenta riscos, como o consumo intensivo de energia de alguns modelos de IA, que a regulamentação deve ter em conta.

A Lei da IA é um marco importante na regulamentação da IA na UE, designadamente na gestão dos riscos da IA e na promoção da sua aplicação ética. A Lei classifica os sistemas de IA de acordo com o seu potencial risco para os utilizadores. Os sistemas de IA que representam um "risco inaceitável" serão proibidos, enquanto aqueles que apresentam um "risco elevado" serão sujeitos a rigorosa regulamentação e supervisão. A Lei inclui ainda regras para sistemas de IA "de risco limitado" e requisitos de transparência para sistemas de IA generativos.

No contexto das alterações climáticas e da sustentabilidade, a Lei da IA tem um papel vital na garantia de que a IA seja usada de forma responsável e eficaz. Por exemplo, a IA pode melhorar a eficiência energética e otimizar o uso de recursos, mas também pode contribuir para o consumo de energia se não for adequadamente gerida. A Lei da IA pode ajudar a equilibrar esses benefícios e riscos, incentivando o desenvolvimento de sistemas de IA que sejam eficientes em termos energéticos e que respeitem o ambiente.

Além disso, a Lei da IA destaca a necessidade de que os sistemas de IA sejam transparentes, rastreáveis e não discriminatórios. Estes princípios são especialmente importantes quando a IA é usada em aplicações relacionadas com o clima e o ambiente, onde a falta de transparência ou os vieses podem ter consequências graves.

Estratégia de Dados da União Europeia

A Estratégia de Dados da UE é uma iniciativa-chave lançada em 2020, como parte da estratégia digital mais ampla da Comissão Europeia, visando a criação de um mercado único de dados, que facilitará o acesso e o uso de dados, promovendo assim a inovação e a economia baseada em dados na Europa. A estratégia considera a IA como um elemento importante na criação de uma economia de dados robusta. Uma parte crucial desta estratégia é o estabelecimento de espaços de dados europeus em setores estratégicos, incluindo o **espaço de dados verdes** (*Green Deal data space*). Este espaço tem como objetivo fornecer um conjunto de serviços para permitir o acesso e uso de dados relacionados com o ambiente, que pode ser usado para monitorizar e combater as alterações climáticas e para promover a sustentabilidade, podendo também permitir o desenvolvimento e aplicação de soluções de IA para a sustentabilidade e transição ecológica.

Lei de Dados (*Data Act*)

A Lei de Dados é um passo importante para a implementação da Estratégia de Dados da UE. O acordo provisório sobre este regulamento foi alcançado pelo Conselho e pelos representantes do Parlamento Europeu, com o objetivo de fazer da UE um líder numa sociedade em que os dados são extremamente importantes, por exemplo, para o funcionamento de sistemas de IA.

A IA e a transição climática estão intrinsecamente ligadas, uma vez que a IA tem o potencial de fornecer soluções inovadoras para o combate às alterações climáticas e a promoção da sustentabilidade ambiental. Nesse sentido, o acesso e a utilização justa de dados, como proposto pela Lei de Dados, são essenciais para desenvolver e implementar essas soluções de forma eficaz.

Ao promover um mercado de dados competitivo e tornar os dados mais acessíveis, a Lei de Dados abre oportunidades para inovações orientadas a dados em vários setores. Isso inclui a possibilidade de usar dados para desenvolver e treinar modelos de IA que podem ajudar a prever padrões climáticos, otimizar a produção de energia renovável, melhorar a eficiência energética, entre outras aplicações.

A nova legislação também estabelece um direito de portabilidade reforçado, o que significa que os dados gerados por objetos inteligentes, máquinas e dispositivos podem ser facilmente copiados ou transferidos entre diferentes serviços. Isso proporciona aos cidadãos e às empresas maior controlo sobre seus dados, e permite uma maior variedade de uso dos dados, o que pode beneficiar a pesquisa e desenvolvimento em IA e sustentabilidade ambiental.

A Lei de Dados também prevê a possibilidade de órgãos do setor público, como a Comissão, o Banco Central Europeu e órgãos da União, acederem e utilizarem dados detidos pelo setor privado, em circunstâncias excepcionais, como em caso de emergência pública. Esta é uma disposição que pode ser crucial em cenários de crise ambiental ou climática.

Em suma, a Lei de Dados representa um marco importante na estrutura regulatória da UE, que pode ajudar a permitir o desenvolvimento e a aplicação de soluções de IA para combater as alterações climáticas e promover a sustentabilidade ambiental.

Acordo Verde da União Europeia (*Green Deal*)

O *Green Deal* é uma iniciativa ambiciosa que tem como objetivo que a União Europeia tenha um impacto climático neutro (neutralidade carbónica) até 2050. Uma parte importante desta iniciativa é o **uso de tecnologias digitais, incluindo a IA**, para ajudar a atingir aquele objetivo.

A IA pode ser usada numa multiplicidade de aplicações, desde o aumento do conhecimento sobre os desafios ambientais, através da análise de grandes volumes de dados, até à monitorização mais eficaz dos impactos ambientais e das tendências. A IA também pode apoiar a transição para um comportamento mais sustentável, tanto para consumidores como para empresas, ao proporcionar informações relevantes e adequadas para a tomada de decisões.

No âmbito do *Green Deal*, regista-se que a IA tem potencial em vários setores-chave:

- Energia: Pode ser usada para monitorizar e otimizar o consumo de energia, apoiando a integração de energias renováveis nas redes elétricas;
- Agricultura: Pode permitir um uso mais eficiente de água, pesticidas e fertilizantes, mitigando assim os impactos ambientais;
- Transportes: pode ser usada para melhorar o planeamento dos sistemas de transporte e infraestruturas, aumentar a eficiência dos motores, otimizar a carga de veículos elétricos e para a coordenação de diferentes meios de transporte.

Ainda assim, é importante reconhecer que a IA também pode ter impactos ambientais negativos. O uso de *hardware* digital e infraestruturas, como centros de dados e redes, leva a um aumento do consumo de recursos materiais e energia. Além disso, a IA pode contribuir para as emissões de gases de efeito estufa. Portanto, é crucial **fazer da eficiência energética e dos recursos um objetivo dedicado no processo de inovação da IA**.

A regulação também é necessária para alinhar o *design* e a implementação da IA com os objetivos do *Green Deal* e, neste âmbito, destaca-se novamente o papel da proposta de uma Lei da Inteligência Artificial.

4.2. Iniciativas centradas no financiamento de Investigação e Desenvolvimento e a inovação na esfera das tecnologias digitais e da IA

O financiamento é uma parte fundamental para impulsionar a I&D e a inovação na esfera das tecnologias digitais e da IA. Esta subsecção detalha as iniciativas europeias que foram implementadas para financiar esta área, visando promover um ecossistema de IA robusto e competitivo.

Programa Europa Digital

Este programa, com um orçamento de 7,5 mil milhões de euros para o período 2021-2027, visa impulsionar a transformação digital da Europa, incluindo a IA. As áreas de foco incluem a melhoria da eficiência energética e a promoção da sustentabilidade.

Um dos pilares fundamentais do programa é a promoção de tecnologias e serviços digitais avançados, como a IA, com o objetivo de alavancar a sua aplicação em vários setores económicos e em termos de sustentabilidade ambiental. Reconhecendo a importância da eficiência energética e da proteção ambiental, o Programa Europa Digital também inclui medidas para reduzir o consumo de energia e as emissões de CO₂ dos sistemas de informação e comunicação. Além disso, incentiva a I&D de tecnologias digitais verdes e sustentáveis.

O programa inclui ainda a construção de capacidades e infraestruturas digitais estratégicas, incluindo centros de dados energeticamente eficientes e infraestruturas de computação de alto desempenho, bem como a promoção da literacia e competências digitais em toda a Europa.

Horizonte Europa

Este é o principal programa de investigação e inovação da UE para o período de 2021 a 2027, com um orçamento de cerca de 95,5 mil milhões de euros. Uma parte do financiamento é dirigido à I&D em IA, e uma parte significativa dos projetos apoiados estão focados em soluções para problemas climáticos.

Embora a IA seja apenas um dos muitos focos deste programa abrangente, a alocação de financiamento à I&D em IA reconhece a sua importância crucial para o futuro digital da Europa. Muitos dos projetos apoiados, incluindo na área Digital, estão direcionados à criação de soluções inovadoras para promover a sustentabilidade.

Através do pilar “Desafios Globais e Competitividade Industrial”, **o Horizonte Europa financia projetos que exploram a interseção entre a IA e a sustentabilidade**. Este foco inclui, por exemplo, a previsão de eventos climáticos extremos, a otimização do uso de recursos naturais e a criação de cidades mais sustentáveis e eficientes.

5. Efeitos negativos da Inteligência Artificial

Apesar do potencial da IA para promover os objetivos de transição climática, o seu uso apresenta também efeitos negativos que devem ser considerados e mitigados sempre que possível. Nesta secção exploram-se os efeitos negativos, designadamente o uso de materiais na infraestrutura da IA e o aumento do consumo de eletricidade.

O uso da IA na transição climática exige o uso de sistemas de *hardware* e infraestrutura, como *data centres*, que, por sua vez, aumentam o consumo de materiais. O uso da IA implica também a utilização de recursos computacionais significativos, o que aumenta o consumo de eletricidade.

Do ponto de vista ambiental, os **efeitos negativos diretos da IA** estão relacionados com a produção de componentes e infraestrutura, que é muito **intensiva do ponto de vista de consumo de energia e também de recursos**. A sua produção tem impactos ambientais associados à extração de matérias-primas, em particular, metais, tais como o cobalto, prata, lítio e alumínio. Algumas destas matérias são consideradas críticas e são extraídas em pequenas quantidades. Acresce a que estes equipamentos digitais tenham, na sua maioria, períodos de vida relativamente curtos, o que conjugado com o advento da IA, possam levar ao aumento da procura destes materiais. Para além dos componentes, os sistemas de suporte (e.g., sistemas de arrefecimento, fornecimento ininterrupto de energia e edifícios) também promovem o consumo de recursos.

A implementação da IA implica fases de programação, treino e passagens a produção, o que requer um consumo significativo de eletricidade. De acordo com a Comissão Europeia, estima-se que os *data centres*, redes digitais e outras tecnologias da informação e comunicação representem cerca de 7% do consumo de eletricidade a nível global, e que essa proporção aumente para 13% em 2030. No entanto, **até à data, o impacto da IA no consumo de energia ainda não foi analisado** e, dado o potencial de evolução da IA, revestem-se de especial importância as questões relacionadas com a eficiência energética dos *data centres*, o uso de energias renováveis, a utilização da infraestrutura e a gestão das capacidades de *backup* e de capacidade computacional.

A dependência excessiva da IA pode resultar na marginalização de grupos socioeconómicos com acesso mais limitado à *internet* e ao uso de tecnologia mais avançada. Esta dicotomia pode levar a uma **maior desigualdade digital**, em que os custos e benefícios são divididos de forma desigual.

6. Principais desafios

A utilização da IA na transição climática enfrenta desafios significativos que nesta secção são descritos, relacionados com a integração com a infraestrutura existente, com a necessidade de enquadramento através de regulação eficaz, que favoreça o uso transparente e ético, e que minimize os riscos de discriminação e enviesamento do algoritmo.

Integração com a infraestrutura existente

A IA depende da recolha de grandes volumes de dados que permitem adaptar os seus modelos e tomar melhores decisões. No entanto, muitas vezes a atual infraestrutura não permite recolher e trabalhar de forma robusta e padronizada este volume de informação, o que exige uma atualização significativa e a partilha eficiente dos dados.

Também a nível energético, a rede existente foi implementada para acomodar as fontes tradicionais. Estas limitações exigem não só a integração das fontes de energias renováveis e a sua interoperabilidade, como da tecnologia de IA associada, sendo crítico garantir a sua integração plena sem pôr em causa a rede existente.

Outro aspeto crucial é a adequada capacidade de processamento para recolher e analisar um volume muito significativo de dados recolhidos, alguns deles em *real-time*. Determinadas regiões podem ainda enfrentar desafios no acesso à internet de alta velocidade, o que poderá limitar a capacidade de computação que é exigida.

Regulação

É também fundamental assegurar a criação de um ambiente regulatório e político favorável à implementação de maneira ética, segura, sustentável e responsável da IA. Caso esta regulação não seja eficaz, existe o risco de a IA ser utilizada de forma irresponsável, podendo criar danos no meio ambiente. A regulação eficaz é essencial também para mitigar os riscos de segurança relacionados com a integração da IA na infraestrutura que atualmente existe durante a transição climática. As vulnerabilidades de segurança, como ataques cibernéticos e violação de dados, devem ser mitigadas através da regulação que estabeleça requisitos de segurança e práticas de gestão de riscos de forma a promover a confiança e integridade dos sistemas.

Contudo, a regulação da IA apresenta desafios ímpares que dificultam o estabelecimento de regulamentações claras e abrangentes, devido à complexidade técnica, natureza de constante inovação, abrangência de aplicações e profundidade dos riscos potenciais da IA. A regulação eficaz da IA na transição climática exige ao regulador um entendimento técnico e ético e dos impactos económicos e sociais desta inovação. Em particular, no caso da energia, são necessárias novas regulamentações que reflitam esta nova realidade, considerando novos padrões de interconexão, requisitos de qualidade de energia e de segurança.

Investimento em I&D

A I&D na área da IA é fundamental para impulsionar a inovação na transição climática. Estes avanços tecnológicos são imprescindíveis para desenvolver novos e melhores algoritmos e modelos e sistemas que podem lidar de forma eficiente com dados históricos e em tempo real relacionados com o clima, de forma a permitir uma análise mais detalhada, fazer melhores previsões e construir cenários robustos para modelos que apoiem a tomada de decisão em matérias climáticas, e melhorar a capacidade de adaptação às alterações climáticas e aos fenómenos climáticos extremos. No que se refere à energia, a I&D reveste também um papel essencial no que respeita ao desenvolvimento de novas tecnologias, associadas ao armazenamento de energia, redes inteligentes, fontes de energia renováveis, otimização da rede e eficiência energética. A inovação poderá ainda permitir o desenvolvimento de sistemas inteligentes na área da otimização do uso dos recursos naturais e minimização das emissões de gases de efeito de estufa, em setores como o transporte, a indústria e a agricultura.

Uma estratégia de I&D nesta área beneficia de colaborações e de parcerias entre os vários atores, como governos, empresas, universidades e centros de investigação e outras organizações não governamentais, que podem partilhar conhecimento e recursos. Mesmo a nível internacional, há vantagens no estabelecimento de parcerias, permitindo também que os países em desenvolvimento possam usufruir os avanços nesta área.

Custos e financiamento

O desenvolvimento de tecnologias avançadas para enfrentar desafios ambientais implica custos iniciais significativos, relacionados com a infraestrutura, os equipamentos, o *software*, os custos de implementação e manutenção dos sistemas inteligentes. Assumem-se como prioritários também a capacitação de recursos humanos na área da IA e transição climática. Torna-se, portanto, necessário promover o financiamento público e a criação de incentivos para o investimento privado nesta área. Podem ser explorados ainda outros mecanismos, tais como parceria público-privadas, fundos de investimentos verdes e financiamento europeu. O adequado financiamento permitirá apoiar a investigação, laboratórios, instituições e empresas com projetos na área da IA e transição climática. A falta de recursos financeiros, a incerteza em torno do retorno do investimento e a viabilidade dos projetos a longo prazo são alguns dos desafios a serem ultrapassados no que ao financiamento diz respeito.

Aceitação pública

Outros dos desafios nesta área é a aceitação pública do uso da IA na transição climática. A formação acerca dos benefícios da utilização da IA e como ela pode ser benéfica para abordar os desafios ambientais, o desenho das interfaces considerando os requisitos de utilizador e as necessidades a que se propõem a colmatar são fundamentais para mitigar este risco. A promoção da compreensão das questões relacionadas com a privacidade e utilização dos dados e do envolvimento e participação pública deverão ser outras das prioridades.

Uso ético

A aplicação da IA na transição climática deve respeitar os princípios éticos tido como fundamentais e considerar o bem-estar humano, a justiça social e a sustentabilidade ambiental, e minimizar os riscos de discriminação, enviesamento do algoritmo e favorecimento de determinados grupos. Desta forma, sublinha-se a necessidade de identificar claramente as partes envolvidas e os responsáveis pelo fornecimento dos dados e decisões tomadas pela IA, e as consequências que daí advenham. Também a proteção dos dados e da privacidade devem ser basilares, enquanto são tomadas medidas para evitar o acesso não autorizado e o uso indevido dos dados. Por fim, o modelo de governo deve guiar-se por princípios éticos, e devem ser implementadas políticas e orientações que promovam a ética na implementação da IA na transição climática.

Enviesamento do algoritmo

Outros dos desafios nesta área é garantir que os sistemas de IA sejam treinados com dados representativos e não enviesados, que não incorporem desigualdades nem preconceitos existentes e que considerem variáveis relevantes, como o género, etnia ou idade. Devem ser tomadas medidas com o objetivo de minimizar os riscos de enviesamento dos algoritmos. Caso assim não seja, a utilização de IA pode perpetuar e aumentar as desigualdades já existentes, por exemplo favorecendo alguns grupos socioeconómicos e alocando custos ou benefícios de forma desigual no processo de transição climática. A mitigação dos riscos associados ao viés do algoritmo é fundamental para assegurar equidade no processo da transição climática.

Discriminação e impacto desproporcional

A utilização de dados representativos e a aprendizagem responsável da IA pressupõe a implementação de orientações de índole ética e padrões que promovam a equidade, justiça social e a não discriminação, de forma a não favorecer determinados grupos socioeconómicos.

Desta forma, torna-se fundamental a avaliação e a melhoria contínua dos dados e dos sistemas de IA utilizados, de forma a identificar e corrigir potenciais enviesamentos e formas de discriminação no processo de transição climática.

Transparência

A transparência dos sistemas de IA é fundamental para assegurar o enquadramento e que são prestadas informação claras, compreensíveis e auditáveis sobre os dados, as hipóteses utilizadas e o processo de tomada de decisão automática ou conclusões. Devem ainda ser identificadas as fontes dos dados e os mesmos devem ser caracterizados quanto à sua representatividade e qualidade. Adicionalmente, devem ser identificados os responsáveis pelas ações dos sistemas de IA, considerando as questões de responsabilidade civil e ética.

Estas condições permitem ainda a mitigação do risco de enviesamento e de discriminação anteriormente referidos, bem como promover a aceitação pública da utilização da IA na transição climática.

7. Conclusões

Este Tema Económico procurou **explorar o potencial da IA para impulsionar a transição climática e mitigar as alterações climáticas**, considerando a capacidade da IA para otimizar os sistemas de energia, para contribuir para a eficiência energética, para impulsionar as energias renováveis e para promover a adaptação e mitigação das alterações climáticas.

No entanto, também foram apresentados os **efeitos negativos** da IA, incluindo os efeitos ambientais de aumento do consumo de materiais e energia necessários para a infraestrutura de IA, mas também a possível marginalização de grupos socioeconómicos com acesso limitado à internet e à tecnologia avançada, enfatizando a importância da mitigação destes efeitos e a necessidade de garantir que a IA seja usada de forma responsável e equitativa.

Este estudo também identificou vários **desafios** associados à implementação da IA na transição climática, desde a integração com a infraestrutura existente, a necessidade de uma regulamentação adequada, o investimento em I&D, os custos e financiamento, a aceitação pública, o uso ético da IA, o potencial viés do algoritmo, a discriminação e impacto desproporcional e a transparência dos sistemas de IA.

Face a estes desafios, é de ressaltar a **importância de uma regulação eficaz** que garanta o uso seguro, ético e responsável da IA. Também de destacar a **necessidade de investimento em I&D** para impulsionar a inovação na IA para a transição climática e a necessidade de **garantir financiamento** adequado para o desenvolvimento de tecnologias avançadas e a **capacitação de recursos humanos** na área da IA.

A **aceitação pública da IA** é um aspeto fundamental, nomeadamente a formação acerca dos benefícios da utilização da IA e a promoção da compreensão das questões relacionadas com a segurança e a privacidade são aspetos cruciais a serem considerados.

Mais estruturalmente, **a IA tem um papel importante a desempenhar na transição climática, desde que sejam tomadas medidas para garantir o seu uso responsável, equitativo e transparente.**

Num contexto de aceleração da mudança e de crescimento, as abordagens inovadoras para enfrentar os desafios da sustentabilidade tornam-se essenciais. A IA surge como uma ferramenta tecnológica central, capaz de impulsionar a inovação, o progresso económico e a sustentabilidade ambiental no presente e no futuro. Nas palavras de Isaac Asimov: "*It is change, continuing change, inevitable change, that is the dominant factor in society today. No sensible decision can be made any longer without taking into account not only the world as it is, but the world as it will be*" ("My Own View", *The Encyclopedia of Science Fiction*, 1978).

Referências

- Comissão Europeia (s.d.a). Horizon Europe - Cluster 4: Digital, Industry and Space. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/cluster-4-digital-industry-and-space_en.
- Comissão Europeia (s.d.b). Horizon Europe - Cluster 5: Climate, Energy and Mobility. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/cluster-5-climate-energy-and-mobility_en.
- Comissão Europeia (s.d.c). European data strategy - Making the EU a role model for a society empowered by data. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-data-strategy_en.
- Comissão Europeia (s.d.d). The Digital Europe Programme. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme>.
- Comissão Europeia (s.d.e). Digital Europe Programme. https://commission.europa.eu/funding-tenders/find-funding/eu-funding-programmes/digital-europe-programme_en.
- Comissão Europeia (s.d.f). A European Green Deal - Striving to be the first climate-neutral continent. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en.
- Comissão Europeia (2023a). Horizon Europe Work Programme (2023-2024): 7 - Digital, Industry and Space. https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/docs/2021-2027/horizon/wp-call/2023-2024/wp-7-digital-industry-and-space_horizon-2023-2024_en.pdf.
- Comissão Europeia (2023b). Horizon Europe Work Programme (2023-2024): 8 - Climate, Energy and Mobility. https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/docs/2021-2027/horizon/wp-call/2023-2024/wp-8-climate-energy-and-mobility_horizon-2023-2024_en.pdf.
- Comissão Europeia (2021a). Digital Europe Programme: €7.5 billion of funding for 2021-2027. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-europe-programme-eu75-billion-funding-2021-2027>.
- Comissão Europeia (2021b). Horizon Europe, budget: Horizon Europe - the most ambitious EU research & innovation programme ever. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/202859>.
- Comissão Europeia (2021c). EIC-EIT: working closer together for Europe's innovators. https://eic.ec.europa.eu/news/eic-and-eit-new-winning-combination-europes-innovators-2021-01-08_en.
- Comissão Europeia (2018). Artificial Intelligence for Europe. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0237&from=EN>.

Centro Comum de Investigação (2019). The European Programme for Energy Efficiency in Data Centres: The Code of Conduct. https://www.ca-eed.eu/ia_document/energy-efficiency-in-data-centres-the-code-of-conduct/.

Conselho da União Europeia (2023). Data act: Council and Parliament strike a deal on fair access to and use of data. <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/06/27/data-act-council-and-parliament-strike-a-deal-on-fair-access-to-and-use-of-data/>.

European Parliament (2021). The role of Artificial Intelligence in the European Green Deal. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2c3de271-525a-11ec-91ac-01aa75ed71a1>.

F. Javier Heredia Yzquierdo (2023). <https://revistas.comillas.edu/index.php/revistaicade/article/download/17385/15502>.

GPAI (2021). Climate Change & AI: Recommendations for Government. <https://gpai.ai/projects/responsible-ai/environment/climate-change-and-ai.pdf>.

Instituto Europeu de Inovação e Tecnologia e Conselho Europeu de Inovação (2021). Memorandum of Understanding (MoU) between the European Institute of Innovation and Technology (EIT) and DG Research and Innovation. https://eit.europa.eu/sites/default/files/memorandum_of_understanding-eic-eit_08012021_signed.pdf.

OECD (2022). Measuring the environmental impacts of artificial intelligence computing and applications: the AI footprint. <https://oecd.ai/en/footprint>.

Parlamento Europeu (2023). Lei da UE sobre IA: primeira regulamentação de inteligência artificial. <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20230601STO93804/lei-da-ue-sobre-ia-primeira-regulamentacao-de-inteligencia-artificial>

Parlamento Europeu (2021). The role of Artificial Intelligence in the European Green Deal. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/662906/IPOL_STU\(2021\)662906_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/662906/IPOL_STU(2021)662906_EN.pdf).

Parlamento Europeu e Conselho Europeu (2021). Regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho que estabelece regras harmonizadas em matéria de Inteligência Artificial (Regulamento Inteligência Artificial) e altera determinados atos legislativos da União. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0206>.

PwC (2018). Fourth Industrial Revolution for the Earth - Harnessing Artificial Intelligence for the Earth. <https://www.pwc.com/gx/en/sustainability/assets/ai-for-the-earth-jan-2018.pdf>.

Projeto AI4Europe (s.d.). AI on Demand. <https://www.ai4europe.eu/>.

Rob Labinski (2023). Accelerating the Green Transition - AI-Powered Green Energy. <https://www.linkedin.com/pulse/accelerating-green-transition-ai-powered-energy-rob-labinski/>.

Zhengxuan Liu, Ying Sun, Chaojie Xing, Jia Liu, Yingdong He, Yuekuan Zhou, Guoqiang Zhang (2022). Artificial intelligence powered large-scale renewable integrations in multi-energy systems for carbon neutrality transition: Challenges and future perspectives. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666546822000428>.

Temas Económicos

- 1: Relacionamento económico com Angola
[Walter Anatole Marques](#)
- 2: Relacionamento económico com Moçambique
[Walter Anatole Marques](#)
- 3: Relacionamento económico com a Federação Russa
[Walter Anatole Marques](#)
- 4: Evolução da taxa de crescimento das saídas de mercadorias portuguesas face à receptividade dos mercados - Janeiro a Setembro de 2007 e 2008
[Walter Anatole Marques](#)
- 5: Comércio Internacional de Mercadorias - Séries Anuais 2008-2017
[Walter Anatole Marques](#)
- 6: Exportações portuguesas de veículos automóveis e suas partes e acessórios
[Walter Anatole Marques](#)
- 7: Trocas comerciais entre Portugal e a União Europeia na óptica de Portugal e na dos países comunitários 2005-2008 (mirror statistics)
[Walter Anatole Marques](#)
- 8: Expedições portuguesas de Têxteis e de Vestuário para a União Europeia
[Walter Anatole Marques](#)
- 9: Portugal no mundo do calçado
[Walter Anatole Marques](#)
- 10: Entrepreneurship performance indicators for active employer enterprises in Portugal
[Elsa de Morais Sarmiento](#) | [Alcina Nunes](#)
- 11: Business creation in Portugal: comparison between the World Bank data and Quadros de Pessoal
[Elsa de Morais Sarmiento](#) | [Alcina Nunes](#)
- 12: Criação de empresas em Portugal e Espanha: Análise comparativa com base nos dados do Banco Mundial
[Elsa de Morais Sarmiento](#) | [Alcina Nunes](#)
- 13: Comércio Internacional no âmbito da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP)
[Walter Anatole Marques](#)
- 14: Evolução das exportações de mercadorias para Angola entre 2007 e 2009: Portugal face aos principais fornecedores
[Walter Anatole Marques](#)
- 15: Análise comparada dos procedimentos, custos e demora burocrática em Portugal, com base no "Doing Business 2011" do Banco Mundial
[Elsa de Morais Sarmiento](#) | [Joaquim Reis](#)
- 16: Exportações portuguesas para Angola face aos principais competidores
[Walter Anatole Marques](#)
- 17: Internacionalização no Sector da Construção
[Catarina Nunes](#) | [Eduardo Guimarães](#) | [Ana Martins](#)
- 18: Mercado de Trabalho em Portugal desde 2000
[Paulo Júlio](#) | [Ricardo Pinheiro Alves](#)
- 19: Comércio Internacional de mercadorias no âmbito da CPLP
[Walter Anatole Marques](#)
- 20: Exportações nacionais – principais mercados e produtos (1990-2011)
[Eduardo Guimarães](#)
- 21: Formação Contínua nas empresas em 2010 e 2011
[Anabela Antunes](#) | [Paulo Dias](#) | [Elisabete Nobre Pereira](#) | [Ricardo Pinheiro Alves](#) | [Cristina Saraiva](#)
- 22: Portugal: Uma síntese estatística regional até ao nível de município
[Elsa Oliveira](#)
- 23: Comércio internacional de mercadorias com Espanha em 2013
[Walter Anatole Marques](#)
- 24: Comércio Internacional de Mercadorias Séries Anuais 2008-2013
[Walter Anatole Marques](#)
- 25: Comércio Internacional de Mercadorias - Importações da China - Janeiro-Dezembro de 2011 a 2013
[Walter Anatole Marques](#)
- 26: Evolução das quotas de mercado de Portugal nas importações de mercadorias na UE-27 - Janeiro-Dezembro de 2007 a 2013
[Walter Anatole Marques](#)
- 27: Comércio Internacional de Mercadorias da Guiné-Equatorial face ao mundo e no contexto da CPLP (2009 a 2013)
[Walter Anatole Marques](#)
- 28: Comércio Internacional de mercadorias da Índia face ao mundo e a Portugal
[Walter Anatole Marques](#)
- 29: Comércio Internacional de Mercadorias no contexto da União Europeia 2009 a 2013
[Walter Anatole Marques](#)
- 30: Comércio bilateral entre os membros do Fórum Macau de 2003 a 2013
[Ana Rita Fortunato](#)

- 31: Exportações portuguesas de produtos industriais transformados por nível de intensidade tecnológica - Mercados de destino (2009 a 2013 e Jan-Out 2014)
[Walter Anatole Marques](#)
- 32: Evolução do comércio internacional de mercadorias com Angola - 2010 a 2014
[Walter Anatole Marques](#)
- 33: Exportações nacionais – principais mercados extracomunitários e produtos (1990-2013)
[Eduardo Guimarães](#)
- 34: Evolução do comércio internacional português da pesca - 2013 e 2014
[Walter Anatole Marques](#)
- 35: Comércio Internacional de Mercadorias - Séries Anuais 2008-2014
[Walter Anatole Marques](#)
- 36: Evolução do Comércio Internacional português da pesca e outros produtos do mar (1º Semestre de 2014 e 2015)
[Walter Anatole Marques](#)
- 37: Desafios e oportunidades para a Ilha Terceira. Estudo sobre o impacto da redução de efetivos na Base das Lajes
[GEE](#)
- 38: Análise Comparativa de Indicadores da Dinâmica Regional na Região do Algarve e Continente
[Ana Pego](#)
- 39: Comércio internacional de mercadorias - Taxas de variação anual homóloga em valor, volume e preço por grupos e subgrupos de produtos
[Walter Anatole Marques](#)
- 40: Análise Descritiva das Remunerações dos Trabalhadores por Conta de Outrem: 2010-2012
[Elsa Oliveira](#)
- 41: Comércio Internacional de Mercadorias - Séries Anuais (2008 a 2015)
[Walter Anatole Marques](#)
- 42: A indexação da idade normal de acesso à pensão de velhice à esperança média de vida: análise da medida à luz do modelo das etapas
[Gabriel Osório de Barros](#)
- 43: Balança Comercial de Bens e Serviços - Componentes dos Serviços - 2012 a 2015 e Janeiro-Abril de 2014 a 2016
[Walter Anatole Marques](#)
- 44: Comércio internacional de mercadorias entre Portugal e o Reino Unido
[Walter Anatole Marques](#)
- 45: Comércio Internacional de mercadorias Contributos para o 'crescimento' das exportações por grupos de produtos e destinos (Janeiro a Agosto de 2016)
[Walter Anatole Marques](#)
- 46: A atividade de Shipping em Portugal
[Ricardo Pinheiro Alves](#) | [Vanda Dores](#)
- 47: Comércio Internacional de mercadorias no âmbito da CPLP - 2008 a 2015
[Walter Anatole Marques](#)
- 48: Digitalização da Economia e da Sociedade Portuguesa - Diagnóstico Indústria 4.0
[Céu Andrade](#) | [Vanda Dores](#) | [Miguel Matos](#)
- 49: A participação Portuguesa nas cadeias de valor globais
[Guida Nogueira](#) | [Paulo Inácio](#)
- 50: Contributos dos grupos de produtos e principais mercados de destino para a evolução das exportações de mercadorias - Janeiro a Março de 2017
[Walter Anatole Marques](#)
- 51: Comércio internacional de mercadorias: Portugal no âmbito da CPLP - 2012 a 2016
[Walter Anatole Marques](#)
- 52: Administração Portuária – Empresas e sistemas tarifários
[Francisco Pereira](#) | [Luís Monteiro](#)
- 53: Comércio Internacional de Mercadorias - Séries Anuais 2008-2017
[Walter Anatole Marques](#)
- 54: A Economia da Cibersegurança
[Gabriel Osório de Barros](#)
- 55: Contributo de produtos e mercados para o 'crescimento' das exportações de bens
[Walter Anatole Marques](#)
- 56: A Cibersegurança em Portugal
[Gabriel Osório de Barros](#)
- 57: Comércio internacional de mercadorias Portugal - China
[Walter Anatole Marques](#)
- 58: Comércio internacional de mercadorias de Portugal com a Venezuela - 2013 a 2017 e 1º Semestre de 2018
[Walter Anatole Marques](#)
- 59: Balança Comercial de Bens e Serviços Componentes dos Serviços (2015-2017 e 1º Semestre 2015-2018)
[Walter Anatole Marques](#)
- 60: O Comércio a Retalho em Portugal e uma Perspetiva do Comércio Local e de Proximidade
[Paulo Machado](#) | [Vanda Dores](#)
- 61: A Indústria Automóvel na Economia Portuguesa
[Sílvia Santos](#) | [Vanda Dores](#)
- 62: Impacto Económico da Web Summit 2016-2028
[João Cerejeira](#)
- 63: Comércio Internacional de Mercadorias - Séries Anuais (2008-2018)
[Walter Anatole Marques](#)

- 64: A Tarifa Social de Energia
[Gabriel Osório de Barros](#) | [Dora Leitão](#) | [João Vasco Lopes](#)
- 65: Evolução recente do comércio internacional no 'Ramo automóvel' (2017-2018)
[Walter Anatole Marques](#)
- 66: Comércio internacional de mercadorias com Moçambique (2014-2018)
[Walter Anatole Marques](#)
- 67: Cryptocurrencies: Advantages and Risks of Digital Money
[Gabriel Osório de Barros](#)
- 68: Comércio internacional de mercadorias com Moçambique (2014-2018)
[Walter Anatole Marques](#)
- 69: Perspetivas de investimento das empresas
[Ana Martins](#) | [Rita Tavares da Silva](#)
- 70: Comércio internacional de mercadorias de Portugal - Ficha anual Portugal-PALOP (2014-2018)
[Walter Anatole Marques](#)
- 71: O SME Instrument e as PME Portuguesas
[Eugénia Pereira da Costa](#) | [Paulo Inácio](#)
- 72: Comércio internacional de mercadorias de Portugal com a América Central (2014-2018)
[Walter Anatole Marques](#)
- 73: Comércio da China com os PALOP (2014-2018) e correspondentes exportações portuguesas (2017-2018)
[Walter Anatole Marques](#)
- 74: Comércio internacional de têxteis e vestuário (2008-2018)
[Walter Anatole Marques](#)
- 75: O setor TIC em Portugal (século XXI)
[Luís Melo Campos](#)
- 76: Comércio Internacional de mercadorias de Portugal com a América do Sul (2014-2018)
[Walter Anatole Marques](#)
- 77: Empresas de Fabricação de Embalagens de Plástico
[Florbela Almeida](#) | [Graça Sousa](#) | [Dulce Guedes Vaz](#)
- 78: Comércio internacional de mercadorias - Ficha Portugal-PALOP (2017-2018 e janeiro-agosto 2018-2019)
[Walter Anatole Marques](#)
- 79: Retrato do Sector do Calçado em Portugal
[Catarina Nunes](#) | [Eduardo Guimarães](#) | [Florbela Almeida](#) | [Luís Campos](#) | [Ricardo Pinheiro Alves](#) | [Sílvia Santos](#) | [Vanda Dores](#)
- 80: Comércio Internacional de Mercadorias Séries Anuais 2014-2019
[Walter Anatole Marques](#)
- 81: Canais de transmissão e sectores potencialmente mais afetados pelo COVID-19
[Rita Bessone Basto](#) | [Paulo Inácio](#) | [Guida Nogueira](#) | [Ricardo Pinheiro Alves](#) | [Sílvia Santos](#)
- 82: COVID-19 - Estratégia de Retoma da Economia Portuguesa
[GEE \(Vários autores\)](#)
- 83: Competitividade e cadeias de valor no sector agroalimentar e agroflorestal português
[Ricardo Pinheiro Alves](#) | [Tiago Domingues](#)
- 84: Evolução do setor da construção em Portugal, 2008 a 2018
[Eugénia Pereira da Costa](#) | [Catarina Leitão Afonso](#) | [Francisco Pereira](#) | [Paulo Inácio](#)
- 85: Portugal no mundo do calçado Comércio Internacional (2017-2019 e Janeiro-Maio 2019-2020)
[Walter Anatole Marques](#)
- 86: COVID-19 - Oportunidades setoriais de exportação para a economia portuguesa por via de desvio de comércio
[Guida Nogueira](#) | [Paulo Inácio](#)
- 87: Comércio internacional português do Vinho - 2017 a 2019 e período de Janeiro-Abril 2019-2020
[Walter Anatole Marques](#)
- 88: A importância Macroeconómica do Ramo Segurador em Portugal: Análise Input-Output
[Vanda Dores](#) | [Tiago Domingues](#)
- 89: Digitalisation, Skills and Cybersecurity in Portugal - Critical Factors in a Digital Economy driven by Covid-19
[Gabriel Osório de Barros](#)
- 90: Avaliação do Impacto da Web Summit
[Francisco Carballo-Cruz](#) | [João Cerejeira](#) | [Ana Paula Faria](#)
- 91: Comércio internacional de mercadorias de Portugal com a Federação Russa - 2017 a 2021
[Walter Anatole Marques](#)
- 92: Comércio Internacional de mercadorias de Portugal com a Ucrânia 2017 a 2021
[Walter Anatole Marques](#)
- 93: Acesso ao financiamento das PME portuguesas desde a crise financeira global
[Ana Martins e Rita Tavares da Silva](#)
- 94: Sector "Têxteis e Vestuário" - Importações na UE-27 e quotas de Portugal (2020) - Comércio Internacional português (2017-2021)
[Walter Anatole Marques](#)
- 95: Comércio Internacional da pesca, preparações, conservas e outros produtos do mar (2020-2021)
[Walter Anatole Marques](#)

- 96: Decarbonization in Portugal – The sectors in the ring of fire
[Inês Póvoa](#)
- 97: Uma estória de dois contos: Impactos heterogéneos da pandemia da COVID-19 no setor do Turismo
[Gonçalo Novo](#) | [Gabriel Osório de Barros](#)
- 98: Comércio internacional de mercadorias de Portugal com Marrocos
[Walter Anatole Marques](#)
- 99: Evolução recente do Comércio Internacional de mercadorias de Portugal com a Ucrânia
[Walter Anatole Marques](#)
- 100: Soberania Digital em Portugal: Enquadramento, prioridades e estratégia
[Nuno Xavier](#) | [Gabriel Osório de Barros](#)
- 101: Evolução da Exportação e Importação de calçado 2017-2021 e 1. Semestre 2021-2022
[Walter Anatole Marques](#)
- 102: Comércio Externo de Moçambique & Portugal-Moçambique (2020-2021 e 1º Semestre 2021-2022)
[Walter Anatole Marques](#)
- 103: Comércio Internacional da pesca, preparações, conservas e outros produtos do mar (1º Semestre 2021-2022)
[Walter Anatole Marques](#)
- 104: Importação e exportação de produtos da Madeira, Cortiça, e suas obras (2017-2021 e 1º Semestre 2021-2022)
[Walter Anatole Marques](#)
- 105: A resiliência económico-financeira das empresas portuguesas face a choques exógenos: a pandemia covid-19 e a invasão da Ucrânia
[Ana Martins](#) | [Mariana Santos](#)
- 106: Comércio Externo da Argélia & Portugal-Argélia 2017-2021 (Janeiro-Agosto 2021-2022)
[Walter Anatole Marques](#)
- 107: Importação e exportação de máquinas e unidades de informática semicondutores e circuitos integrados electrónicos (2020-2021 e Janeiro-Agosto 2021-2022)
[Walter Anatole Marques](#)
- 108: Environmental impact of tourism in Portugal – overview and challenges
[Gabriel Osório de Barros](#) | [Inês Póvoa](#)
- 109: Comércio Internacional de mercadorias Taxas de variação homóloga em Valor Volume e Preço por grupos e subgrupos de produtos (Janeiro-Setembro 2022/2021)
[Walter Anatole Marques](#)
- 110: Comércio Externo da Turquia e Portugal – Turquia (2017-2021 e Janeiro-Setembro 2021/2022)
[Walter Anatole Marques](#)
- 111: European Industrial Strategy in the recent context: Industrial Ecosystems and Strategic Dependencies’ insights from Portugal
[Guida Nogueira](#) | [Paulo Inácio](#) | [Joana Almodovar](#)
- 112: I&D e Inovação: (Des) Igualdade de Género e Valorização de Recursos
[Eugénia Pereira da Costa](#) | [Carla Ferreira](#)
- 113: Recuperação e revitalização empresarial – um balanço dos mecanismos judiciais e extrajudiciais
[Teresa Maria Rebelo](#)
- 114: O Alojamento Local no Concelho de Lisboa: Impactos, Desafios e Oportunidades
[Gabriel Osório de Barros](#) | [Gonçalo Novo](#)
- 115: Inovação e digitalização no turismo: um caminho para a sustentabilidade
[Sílvia Gregório dos Santos](#)
- 116: O Papel do Lítio na Transição Energética e Digital: Oportunidades e Desafios para Portugal no contexto europeu
[Gabriel Osório de Barros](#) | [Inês Póvoa](#)
- 117: O paradoxo da produtividade na ótica do investimento empresarial: uma análise através do EIBIS
[Mariana Costa Santos](#)
- 118: A Inteligência Artificial na Transição Climática Desafios e Potencialidades na União Europeia
[Inês Póvoa](#) | [Gabriel Osório de Barros](#)

