

MESTRADO
ECONOMIA E GESTÃO INTERNACIONAL

O impacto da automação no offshoring: o caso do setor automóvel em 26 países da União Europeia durante o período 1995-2014

Marta de Carvalho Mesquita Martins Afonso

M

2024



FACULDADE DE ECONOMIA



O impacto da automação no offshoring: o caso do setor automóvel em 26 países da União Europeia durante o período 1995-2014

Marta de Carvalho Mesquita Martins Afonso

Dissertação
Mestrado em Economia e Gestão Internacional

Professora Doutora Rosa Forte

2024

Nota bibliográfica

Marta de Carvalho Mesquita Martins Afonso nasceu a 31 de maio de 2001 na cidade de Vila Real. Licenciou-se em Economia, em junho de 2022, pela Universidade de Coimbra e no mesmo ano ingressou no mestrado em Economia e Gestão Internacional na Faculdade Economia da Universidade do Porto. Desde 2022 até ao presente ano frequenta o referido mestrado, o qual completará com a defesa da presente dissertação intitulada “O impacto da automação no offshoring: o caso do setor automóvel em 26 países da União Europeia durante o período 1995-2014”.

Agradecimentos

A presente dissertação de mestrado foi concretizada graças ao contributo, apoio e incentivo de várias pessoas, às quais expresso o meu sincero agradecimento.

Primeiramente, expresso um enorme agradecimento à Professora Doutora Rosa Forte pelo apoio e disponibilidade ao longo deste ano, orientando-me com dedicação. O seu suporte foi fundamental e crucial para a conclusão desta dissertação.

Posteriormente, agradeço à minha família, por sempre me apoiar e tornar possível a conclusão desta etapa importante no meu percurso.

À SEG Automotive, pelo apoio e flexibilidade proporcionados ao longo deste ano, e, em especial à minha equipa, que demonstrou constante preocupação e apoio.

A todos os meus amigos, um especial agradecimento.

Resumo

O offshoring tem sido um mecanismo de globalização que ganhou um grande destaque ao longo das últimas décadas. As empresas que utilizam esta estratégia têm em consideração várias motivações, tanto a nível de custo como recursos, que as levam a alocar parte da produção ao exterior, para com isso ganhar vantagens competitivas.

Por sua vez, o crescente desenvolvimento dos processos tecnológicos, permitiu às empresas aumentar a sua produtividade e reduzir os custos associados a determinadas tarefas. Mais recentemente, a emergência da indústria 4.0 revolucionou por completo os mercados de trabalho, permitindo que robôs desempenhassem uma multiplicidade de funções.

Neste quadro de desenvolvimento atual, diversos autores debruçaram-se sobre os impactos que a automação tem no offshoring, existindo opiniões divergentes. Uns defendem que existe uma relação positiva enquanto para outros o impacto não é assim tão evidente, defendendo mesmo a existência de uma relação negativa. Esta divergência de opiniões surge como ponto de partida para o atual estudo que tem como objetivo avaliar o impacto da automação no offshoring para um conjunto de países da União Europeia.

Com base numa amostra de 26 países da UE, durante o período de 1995 a 2014, os resultados da estimação do modelo econométrico, recorrendo ao método dos efeitos aleatórios, apontaram para um efeito positivo da automação sobre o offshoring, corroborando a ideia de que a redução de custos originada pela automação proporciona às empresas os recursos necessários para investir na deslocalização da sua produção para outros países.

Palavras-chave: Offshoring, Outsourcing internacional, Automação, Indústria 4.0

Abstract

Offshoring has been a mechanism of globalization that has gained significant prominence over the past decades. Companies that use this strategy consider cost and resource motivations that lead them to allocate part of their production abroad in order to gain a competitive advantage.

Sequentially, the increasing development of technological mechanisms has enabled companies to increase their productivity and reduce the costs associated with certain tasks. More recently, the emergence of Industry 4.0 has completely revolutionized labor markets, enabling digital robots to perform a multitude of functions.

Faced with this current development, some authors have focused on the impacts that automation has on offshoring, with divergent opinions. Some argue for a positive relationship, while others do not find it as evident, even suggesting a negative correlation. This disparity in opinions is the starting point for the current study, which aims to understand the impact of automation on offshoring, focusing on a group of European Union countries. The methodology used to approach this study will be quantitative, using an econometric model.

Based on a sample of 26 EU countries during the period from 1995 to 2014 and focusing on the automotive sector, the estimation results of the econometric model, using the random effects method, indicated a positive effect of automation on offshoring, corroborating the idea that the cost reduction caused by automation provides companies with the necessary resources to invest in relocating their production to other countries.

Keywords: Offshoring, International outsourcing, Automation, Industry 4.0

Índice

Nota bibliográfica	i
Agradecimentos	ii
Resumo.....	iii
Abstract.....	iv
Índice de Tabelas	vi
1. Introdução	1
2. Revisão de literatura	3
2.1. Offshoring: definição, motivações e medidas	3
2.1.1 Definição e motivações	3
2.1.2. Medidas do offshoring	5
2.2. Automação: conceito e evolução	5
2.3. Efeitos da automação no offshoring.....	7
2.4. Determinantes do offshoring.....	11
3. Considerações metodológicas	14
3.1. Especificação do modelo econométrico.....	14
3.2. Caracterização da amostra e análise descritiva das variáveis	18
4. Resultados.....	24
4.1. Correlações entre as variáveis.....	24
4.2. Estimação econométrica	25
4.3. Discussão.....	29
5. Conclusão	31
Referências.....	33
Anexos.....	38

Índice de Tabelas

Tabela 1. Síntese de estudos analisados.....	10
Tabela 2. Determinantes do Offshoring.....	13
Tabela 3. Síntese das variáveis independentes.....	17
Tabela 4. Estatísticas descritivas das variáveis do modelo.....	18
Tabela 5. Matriz de correlações – correlação de Pearson.....	24
Tabela 6. Resultados das estimações (variável dependente: offshore).....	26
Tabela 7. Resultados das estimações (sem outliers).....	28

Índice de figuras

Figura 1. Perspetivas do impacto da automação no offshoring.....	7
Figura 2. Evolução da média da variável Offshore entre 1995-2014.....	21
Figura 3. Evolução da média da variável I_Robôs entre 1995-2014.....	22
Figura 4. Boxplot - variável Offshore.....	27
Figura 5. Boxplot - variável I_Robôs.....	28

Lista de abreviaturas

2SLS – TWO Stage Least Squares

APR- Automação de processos robóticos

EUA- Estados Unidos da América

GDP- Gross Domestic Product (PIB)

IDE – Investimento Direto Estrangeiro

IFR – International Federation of Robotics

OLS – Ordinary Least Squares

PIB – Produto Interno Bruto

P.P. – Ponto percentual

TIC- Tecnologias de Informação e Comunicação

UE – União Europeia

1. Introdução

No mundo empresarial a competitividade tem vindo a assumir um lugar de destaque por força da globalização das economias. Deste modo, a sustentabilidade de qualquer empresa requer a adoção de estratégias diversas no que concerne ao processo produtivo e controle de custos a este associado.

O offshoring, enquanto mecanismo de globalização e internacionalização das empresas, foi adquirindo expressão ao longo dos tempos, assumindo um maior destaque entre 1990 e 2000, o que permitiu às empresas redução de custos, abastecimento de matérias-primas e acesso a novos mercados (Pinheiro et al., 2023). Desta forma, as empresas optam por localizar as diferentes etapas do processo de produção em países onde lhes é mais favorável, podendo fazê-lo através de instalação de unidades próprias, isto é, realizando Investimento Direto Estrangeiro (IDE), ou através de outsourcing, em que as empresas contratam uma entidade externa responsável por parte da sua produção num país estrangeiro (Ishizaka et al., 2019).

Adicionalmente a evolução dos processos tecnológicos, nomeadamente a automação, tem, também, vindo a destacar-se, configurando-se como estratégia moderna de eficiência produtiva. Esta abarca um conjunto de dispositivos capazes de alterar a necessidade de mão de obra para execução das tarefas de produção, por exemplo robôs, permitindo desta forma reduzir os custos e aumentar a eficiência produtiva (Krenz et al., 2021). Entre 2014 e 2018 houve um aumento considerável da instalação de robôs industriais em todos os países do mundo. Porém, no ano de 2019, a crise económica decorrente do conflito comercial entre duas grandes economias, China e Estados Unidos da América, afetou consideravelmente essa tendência (Müller & Kutzbach, 2020).

Investigações recentes conduzidas pela *International Federation of Robotics* (IFR) indicam que essa trajetória apresentou um crescimento contínuo nos últimos 4 anos, registando-se em 2022 a instalação de 553 000 robôs em todo mundo, quando em 2019 este número foi de 387 000 robôs. De salientar que estes estudos apresentam resultados em relação às maiores economias mundiais que investem em robôs, destacando-se a China, o Japão e os Estados Unidos da América (IFR, 2023).

As alterações introduzidas no mundo empresarial, quer seja por processos decorrentes do desenvolvimento tecnológico quer seja através de offshoring, incrementam no

processo produtivo mecanismos de competitividade que poderão servir como vantagens competitivas para as empresas se destacarem.

São vários os autores que se têm debruçado sobre o impacto da automação no offshoring, sendo um assunto pouco consensual. Alguns autores, como Bergmann (2020), consideram que a automação é promotora do offshoring pois gera produtividade nas empresas, o que lhes permite diminuir custos e assim ter à disposição mais capital para investimento na deslocalização da sua produção para outros países. Para outros (e.g. De Backer & DeStefano, 2021), esta perspetiva não é assim tão evidente. Segundo estes autores, a evolução tecnológica, nomeadamente através da robotização, traz para o processo produtivo maior eficácia e, por conseguinte, a alocação a outros países deixa de fazer sentido viabilizando assim a produção no país de origem.

Esta dualidade de perspetivas está na génese do presente estudo, o qual procura compreender em que medida a automação, em particular a robotização, é promotora ou dissuasora do offshoring. Tendo em conta a existência de poucos estudos relevantes e as divergências nos seus resultados, é de grande pertinência esta abordagem constituindo-se como um contributo para o enriquecimento da literatura existente acerca do tema.

A abordagem desenvolvida em torno desta temática será centrada nos países da União Europeia, procurando explorar contextos menos estudados, pois entre os estudos existentes encontra-se maior incidência nos Estados Unidos da América (e.g. Krenz, Prettnner & Strulik (2021), Hallward & Nayyar (2019) e Bonfiglioli et al. (2021)). O horizonte temporal situa-se entre os anos 1995 a 2014, justificando-se os limites temporais pela disponibilidade de dados referentes ao uso de robôs e ao offshoring, por país e por setor.

Este estudo encontra-se estruturado em cinco capítulos. O primeiro capítulo corresponde a uma breve introdução do tema. O segundo capítulo corresponde à revisão de literatura, onde são apresentados conceitos essenciais para que o tema seja aprofundado e enquadrado na literatura já existente. O terceiro capítulo diz respeito à metodologia utilizada para abordar a questão de estudo e o quarto capítulo tem como foco a apresentação e discussão dos resultados. Por fim, o quinto capítulo retrata as conclusões retiradas do estudo realizado.

2. Revisão de literatura

Este capítulo está organizado em quatro secções, sendo que a primeira contempla definições associadas ao offshoring, motivações que levam as empresas a praticá-lo e as formas utilizadas para o medir. Na segunda secção apresenta-se uma breve introdução ao conceito de automação, a sua importância no quadro das estratégias promotoras de competitividade no mundo empresarial e o desenvolvimento que tem vindo a ter. A terceira secção contempla uma análise dos efeitos da automação no offshoring e, por último, a quarta secção apresenta diferentes determinantes do offshoring e seus impactos.

2.1. Offshoring: definição, motivações e medidas

2.1.1 Definição e motivações

Numa realidade em que as empresas pretendem expandir os seus negócios de forma eficiente o offshoring tem constituído uma prática essencial. Este fenómeno tem um passado com história, sendo praticado por empresas há pelo menos 50 anos (Johansson & Olhager, 2018). Porém, ao longo dos tempos os seus objetivos sofreram adequações conforme as necessidades. No início as empresas adotavam esta estratégia com vista a alocar as suas operações mais simples, como fabrico ou montagem, em países estrangeiros para conseguirem assim reduzir custos de mão de obra e ganhar vantagem competitiva perante a sua concorrência (Johansson & Olhager, 2018). De acordo com os mesmos autores, atualmente a natureza do offshoring tem vindo a sofrer alterações sendo agora focado na deslocalização de tarefas mais complexas, passando a incluir nos seus objetivos não só a redução de custos de produção, mas também o acesso a novos mercados, aumento da eficiência produtiva e constante atualização em relação à inovação.

Vários são os autores que estudam o offshoring tendo cada um uma perspetiva diferente no que toca à sua essência (Stentoft et al., 2018). Segundo Lewin e Peeters (2006), o offshoring pode ser visto como a deslocalização da produção para um país estrangeiro permitindo à empresa permanecer com a propriedade e controlo das atividades dentro da mesma. Porém, Kedia e Mukherjee (2009) definem o offshoring de forma mais precisa defendendo que este se divide em duas categorias, “*offshoring outsource*” e “*offshoring captive*”. Desta forma consideram o *offshoring outsource* como a deslocalização de atividades para um fornecedor externo e o *offshoring captive* como a deslocalização de atividades para além das fronteiras do país mantendo a propriedade e controlo total nessas atividades deslocadas.

Constata-se, pois, que a literatura distingue dois modos de offshoring sendo um deles o modo interno (cativo) que é realizado recorrendo á deslocalização de parte da produção através da instalação de uma filial própria noutro país, estando desta forma associado ao investimento direto estrangeiro (IDE), e o *outsourcing*, em que a empresa aloca parte da sua produção a uma entidade externa localizada num país externo (Musteen, 2016).

O *outsourcing* internacional é um conceito que por vezes é confundido com o verdadeiro significado de offshoring. Importa, pois, explorar aspetos que os diferenciam. Segundo Nordås (2020) há um aspeto central que os distingue que passa por “*make or buy*”. As empresas no seu processo de offshoring deparam-se com questões relativas a fazer internamente ou comprar num mercado externo (Nordås, 2020). O *outsourcing* internacional é caracterizado pela decisão de comprar num mercado externo e trata-se de um mecanismo de gestão estratégica para tentar obter vantagem competitiva através de subcontratação de parte das suas funções a entidades externas competentes para realizar essas atividades de forma eficaz (Ishizaka et al., 2019). Por outro lado, o offshoring distingue-se pela prática de fazer internamente (“*make*”), podendo ser executado por meio de uma subsidiária noutro país, com o propósito de realocar as atividades da empresa, e tendo em vista o ganho de competitividade (Nordås, 2020). Assim, de acordo com Lewin et al. (2009), o outsourcing refere-se à externalização de atividades da empresa, enquanto o offshoring se concentra na realocação de atividades e tarefas fora do âmbito nacional.

Cada vez mais as empresas sofrem pressões externas que as impulsionam a adotar como estratégia o offshoring, seja através de *outsourcing* internacional ou através de IDE. Há cerca de 20 anos o offshoring era visto como uma forma de reduzir os custos de produção, mas, atualmente este deixou de ser o fator mais importante e único a considerar. Ao longo dos tempos começou a surgir a necessidade de aceder a mão de obra qualificada, ter acesso a outras matérias-primas e maior qualidade nas infraestruturas. Assim, podem ser distinguidos três grupos de motivações para o offshoring, custos (“*cost drivers*”), recursos (“*resource drivers*”) e empreendedores (“*entrepreneurial drivers*”) (Pinheiro et al., 2023). Um estudo realizado por Roza et al (2011) explica, através da teoria dos custos de transação, os diferentes drivers motivacionais do offshoring. A motivação a nível dos custos representa a necessidade de as empresas procurarem um país onde a mão de obra possui um preço inferior àquele que encontram no país de origem para que desta forma consigam obter vantagens competitivas na produção. De acordo com os drivers dos recursos, as empresas pretendem com o offshoring a aceder a recursos necessários que não existem no país de origem e que

são capazes de aumentar a competitividade desta. Os *drivers* empresariais podem também motivar as estratégias de offshoring pois permite às empresas aproximarem-se de potenciais clientes e abrir os seus horizontes negociais (Roza et al, 2011).

2.1.2. Medidas do offshoring

A tarefa de medir o offshoring é bastante complexa. As abordagens de que foi alvo ao longo dos tempos e a evolução daí decorrente não conseguiram ultrapassar os constrangimentos inerentes à recolha de dados. Assim, diversos investigadores passaram a utilizar dados aproximados e medidos indiretamente para estimar a extensão do offshoring, pois dados recolhidos de forma direta não permitiam atingir um nível de rigor suficiente (Bottini et al., 2008).

Diretamente o offshoring pode ser medido através dos *outflows* de IDE, dados sobre a produção, número de trabalhadores, exportações e importações (Agnese & Ricart, 2009). A maioria destas medidas tenta captar fatores de produção estrangeiros contidos num produto final, seja sob a forma de bens intermédios ou de componentes de serviços externalizados (Feenstra, 2017). Assim, seguindo este pensamento, Feenstra (2017) propõe duas medidas: uma restrita (*narrow*) e uma ampla (*broad*). A medida restrita mede o offshoring em cada setor de atividade através da percentagem de inputs intermédios importados do mesmo setor. A forma de medição ampla é mais abrangente, medindo o offshoring como percentagem de fatores de produção intermédios importados de todos os setores de atividade. Porém esta definição suscita dúvidas, uma vez que engloba a compra de materiais estrangeiros que não são necessariamente considerados offshoring. Feenstra (2017) propõe uma definição adicional mais restrita, limitando os aspetos estudados aos inputs intermédios importados da mesma indústria. Desta forma, medir o offshoring de forma restrita permite obter resultados mais precisos sobre a dimensão do mesmo em comparação com a abordagem mais ampla (Bottini et al., 2008).

2.2. Automação: conceito e evolução

A tendência crescente para o uso de tecnologias automatizadas registadas nas últimas décadas, estimulou a necessidade de um debate sobre o impacto que esta utilização teve nas estratégias de offshoring por parte das empresas (IFR, 2023).

O processo de automação tem vindo a ser desenvolvido há várias décadas devido à sua rápida evolução por consequência do aparecimento da inteligência artificial que trouxe um impacto positivo na otimização dos processos produtivos e tomada de decisão. Apesar

das primeiras tentativas de introduzir o uso de robôs no mercado não tenham sido de sucesso, em 1990 ocorreu um dos maiores avanços a nível da automação quando esta foi capaz de integrar todo o processo de gestão empresarial de uma empresa (Elhajjar et al., 2023).

A automação é um conceito que abarca a automação de processos através da combinação de várias tecnologias, como a automação de processos robóticos (APR) para alcançar os objetivos desejados pelas organizações (Elhajjar et al., 2023).

De acordo com Perdana et al. (2023), a automação de processos robóticos é uma forma de tecnologia que faz uso de robôs responsáveis por tornar automáticas tarefas empresariais executadas pelo ser humano. A APR não envolve robôs físicos, mas sim digitais que podem facilmente ser configurados e treinados para executar as mais diversas tarefas dentro de uma empresa. Este tipo de automação permite às empresas reduzir custos de mão de obra, visto que estes são capazes de funcionar 24 horas por dia, 7 dias por semana, e, acima de tudo, reduzir erros praticados pelo ser humano. Enquanto para tarefas mais simples o sistema APR consegue apoiar as empresas, para questões mais complexas existem mecanismos de combinação entre APR e inteligência artificial que permitem concluir estas com sucesso (Perdana et al., 2023).

Atualmente temos vindo a assistir à emergência da indústria 4.0, resultado de um processo que acompanha a evolução da ciência e da tecnologia. Importa assim realizar uma análise retrospectiva do seu desenvolvimento e evolução até aos dias de hoje.

De acordo com Kumar e Kumar (2020), a evolução da indústria começou no final do século XVIII, altura em que ocorreu a primeira substituição do trabalho manual por motores a vapor. O ano de 1870 foi marcado pela segunda revolução industrial, ocasião em que foi desenvolvida a tecnologia elétrica que veio permitir a melhoria e eficiência dos processos produtivos devido à possibilidade da produção em massa. A terceira revolução ocorreu por volta da segunda metade do séc. XX e surgiu com a passagem de sistemas analógicos e mecânicos para os digitais. Esta era foi marcada pela substituição da mão de obra por máquinas e abolição da necessidade da ação humana em certas funções.

Temos, atualmente, a indústria 4.0, a versão moderna da indústria, que veio revolucionar o funcionamento e dinâmicas empresariais (Kumar & Kumar, 2020). Esta indústria consiste no processo de total remodelação de uma empresa por parte de máquinas automatizadas oriundas dos grandes avanços tecnológicos que têm vindo a ser vividos. Estas tecnologias consideram-se disruptivas pelo seu potencial de redefinir significativamente opera-

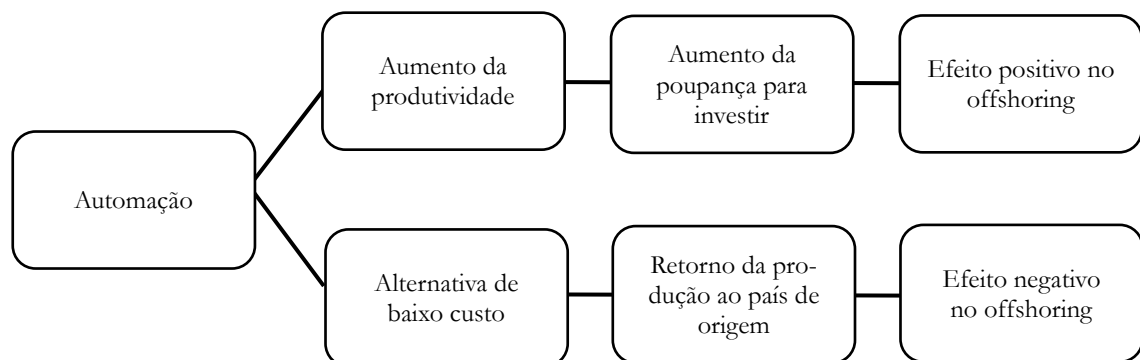
ções de fabrico, impondo alterações no trabalho e desempenho dos trabalhadores. Esta revolução ao nível da tecnologia permite às empresas melhorarem a eficiência dos seus processos (Forcina et al., 2024).

De acordo com um estudo realizado por León García e Madinabeitia (2023), as tecnologias têm um impacto positivo no desempenho das empresas, não só em termos de eficiência produtiva, mas também de qualidade dos serviços, quota de mercado, flexibilidade, gestão da cadeia de valor e inovação. Neste sentido, as tecnologias da indústria 4.0 apresentam uma abordagem com grandes expectativas em termos de melhoria de desempenho como resultado da sua implementação (León García & Madinabeitia, 2023). Uma visão mais futurista da indústria 4.0 passa por permitir que as máquinas e componentes elétricos sejam capazes de recolher dados e informações para os utilizarem com fim de obter auto-desenvolvimento e melhorias (León García & Madinabeitia, 2023).

2.3. Efeitos da automação no offshoring

São vários os autores que têm procurado estudar o impacto da automação no offshoring, surgindo argumentos que sustentam dois tipos de relações opostas. Por um lado, há autores que defendem um efeito positivo devido à poupança gerada com o aumento da produtividade proporcionada pelo uso de robôs (e.g Stapleton & Webb (2020)). Por outro lado, existem autores que defendem um impacto negativo argumentando que o crescente uso da automação cria uma alternativa de baixo custo tornando assim a deslocalização da produção menos necessária, viabilizando a produção ao país de origem (e.g. Faber (2020)). A figura 1. sintetiza os mecanismos através dos quais a automação pode afetar o offshoring.

Figura 1. Perspetivas do impacto da automação no offshoring



Bergmann (2020) defende que empresas que incrementaram o uso de robôs nas suas práticas registaram um aumento da alocação das suas atividades ao exterior. Reforça também que o uso de robôs permite aumentar o offshoring devido à poupança que a implementação destes proporciona às empresas, tanto de países de altos rendimentos como de baixos. O aumento de capital existente devido à diminuição dos custos decorrente da automação aumenta a disponibilidade de capital para investimentos em offshoring. Este defende que “um aumento de 1% na exposição ao uso de robôs proporcionou um aumento do offshoring em 0,06%” (Bergmann, 2020).

Apresentando uma perspectiva que se diferencia consideravelmente da anterior, Bonfiglioli et al (2021) defendem a similaridade nas funções entre o offshoring e a automação, evidenciando, por conseguinte, a sua possível substituição. Assim, a automação veio permitir às empresas realizar atividades internamente que anteriormente seriam alocadas a outros países. Segundo Faber (2020), o aparecimento dos robôs permitiu a criação de uma alternativa de baixo custo que proporciona a realização das tarefas que as empresas alocavam a países estrangeiros com mão de obra barata por meio do offshoring. Também, Graetz e Michaels (2018) argumentam que o uso de robôs aumenta a produtividade e reduz as horas de trabalho de mão de obra pouco qualificada. Desta forma, estes autores revelam que a adoção de robôs substitui a necessidade de alocar parte da produção a países onde a mão de obra é mais barata e menos qualificada por forma a reduzir custos.

Stapleton e Webb (2020) argumentam que, para empresas que já utilizavam o offshoring como estratégia, foi possível verificar que a utilização de robôs não teve impacto sobre o valor das importações. Porém, segundo os mesmos autores, a percentagem de importações provenientes de países com rendimentos mais baixos diminuiu, sugerindo assim que a automação afasta a atividade económica dos países com rendimentos inferiores. Em contrapartida, para empresas que passaram a adotar estratégias de offshoring após o aparecimento da automação, o uso de robôs contribuiu para a alocação de atividades a outros países (Stapleton & Webb, 2020).

Como referido anteriormente, são vários os estudos que têm procurado perceber a relação entre automação e offshoring. A Tabela 1 sintetiza diversos estudos sobre a mesma temática tendo em vista uma análise detalhada sobre as abordagens adotadas e alguns dados chave das investigações realizadas nesta área. Os referidos estudos foram obtidos nas bases bibliográficas “*Scopus*” e “*Web of Science*” por referência de algumas palavras-chave como: “*Robots*”, “*automation*”, “*industry 4.0*”, “*reshoring*” e “*offshoring*”.

Da análise dos elementos constantes na tabela 1, que se encontra organizada por ordem cronológica dos estudos, verifica-se que a generalidade dos estudos incide sobre um único país, sendo a maior parte sobre os Estados Unidos da América. Por esta razão, o presente trabalho incidirá nos países da União Europeia, para desta forma poder adicionar um contributo mais diversificado à literatura existente.

Através da tabela 1 é também possível identificar os setores estudados pelos diversos autores. Maioritariamente, os estudos analisam o caso da indústria transformadora (*Manufacturing*), havendo um autor (Bonfiglioli et al. (2021)), que aprofunda mais esse setor e aborda outros, como os serviços.

Com base na tabela 1, constata-se também que há uma tendência verificada na maioria dos trabalhos quanto aos parâmetros de medição da automação, incidindo esta principalmente sobre os dados da *International Federation of Robotics*, nomeadamente o stock de robôs. No que toca à medida do offshoring, alguns autores baseiam-se na percentagem de inputs intermédios importados da mesma indústria, medida “*narrow*” (e.g. Faber (2020) e Bergmann (2020)). Como defendido por Feenestra (2017) esta medida mais restrita é essencialmente utilizada para medir o offshoring tendo em conta o mesmo setor.

Quanto à metodologia adotada pelos autores referidos na Tabela 1, é uma metodologia quantitativa com recurso a um modelo econométrico, pois a temática estudada carece de uma resposta objetiva face aos dados recolhidos, o que só é possível com uma abordagem quantitativa. Os estudos diferem, contudo, no método de estimação utilizado, visto que alguns autores optaram pelo OLS, 2SLS e outros pelos efeitos fixos.

Finalmente, quanto aos resultados obtidos, constata-se que dos trabalhos analisados a maioria obteve um resultado negativo, destacando-se apenas dois estudos (Stapleton & Webb (2020) e Bergmann (2020)) que concluíram por um impacto positivo da automação no offshoring. É de salientar que, de acordo com a Tabela 1, autores que focaram os seus estudos em países da União Europeia obtiveram resultados positivos, enquanto aqueles que fundamentaram os seus estudos em países fora da UE observaram um impacto negativo da automação no offshoring.

Em síntese, considerando a ambiguidade presente nos estudos empíricos acerca do impacto da automação no offshoring, este trabalho tem como foco central analisar a relação entre as duas variáveis, visando enriquecer a literatura existente.

Tabela 1: Síntese de estudos analisados

Autor (ano)	Países em análise	Período	Tipo de análise	Método de estimação	Medida de offshoring	Medida de automação	Impacto da automação no offshoring
Hallward & Nayyar (2019)	EUA	2004-2015	Setor da indústria transformadora (<i>manufacturing</i>)	Efeitos fixos e OLS	Fluxos de IDE	Stock de robôs	-
Stapleton & Webb (2020)	Espanha	1990-2016		OLS	Valor das importações por país (medida “ <i>broad</i> ”)		+
Bergmann (2020)	Dinamarca	2001-2009			% de inputs intermediários importados da mesma indústria (medida “ <i>narrow</i> ”)		+
Faber (2020)	México e EUA	1990-2015			Setor da indústria transformadora		-
Bonfiglioli et al. (2021)	EUA	1990-2015	Setor da indústria transformadora e serviços	Efeitos fixos, OLS e 2SLS		Importação de robôs industriais dos EUA	-
Krenz, K. Prettnner e H. Strulik (2021)	Canadá, México e EUA	2000-2014	Setor da indústria transformadora e dos serviços	OLS	Medição de lucros nacionais e lucros internacionais das empresas	Stock de robôs	-

Legenda: OLS- Ordinary Least Squares; 2SLS- TWO-Stage Least Squares; IFR- International Federation of Robotics; IDE- Investimento Direto Estrangeiro

2.4. Determinantes do offshoring

Não só a automação poderá ter um impacto notável no offshoring como outras variáveis. Seguidamente irá ser feita uma análise a outras variáveis que podem, de forma positiva ou negativa, influenciar o offshoring.

Um dos principais determinantes do offshoring reside na oportunidade que as empresas têm de reduzir os custos de produção. Murphy e Siedschlag (2013) debruçam o seu estudo nos potenciais ganhos resultantes do offshoring motivado pelos diferentes custos de mão de obra. Os países podem beneficiar das discrepâncias nos custos de mão de obra, transferindo tarefas para o exterior que são executadas por trabalhadores menos qualificados e de forma mais barata, do que os existentes no país de origem. De acordo com os mesmos autores, as empresas que dependem fortemente de mão de obra menos qualificada podem obter lucros mais elevados, permitindo-lhes, assim, investir mais capital noutros fatores de produção que não são facilmente deslocalizáveis (Murphy & Siedschlag, 2013).

A influência da tecnologia da informação e comunicação (TIC) no fenómeno do offshoring tem, também, sido objeto de considerável análise. A melhoria das TIC permite uma coordenação mais eficaz dos processos produtivos dispersos geograficamente, tornando-se, conseqüentemente, um fator crucial na desintegração dos processos de produção em vários países (Baldwin & Gu, 2009). Estudos conduzidos por Murphy e Siedschlag (2013) indicam que um aumento nos investimentos em TIC está correlacionado positivamente com uma maior probabilidade de offshoring, devido à facilitação da comunicação e negociação internacional.

Nurgabdeshev (2015) salienta outro determinante do offshoring, o risco do país. O risco do país abrange tanto o risco político quanto o económico. O risco económico está associado a taxas de inflação e flutuações cambiais, enquanto o risco político envolve instabilidade política, conflitos entre nações e possibilidade de mudanças nas leis laborais que impactam os negócios e o comércio (Nurgabdeshev, 2015). Assim, de acordo com o autor, os riscos mencionados anteriormente incentivam os países a deslocalizarem as suas atividades para mercados mais seguros. O mesmo autor propõe a hipótese de que as empresas que consideram este fator como sendo de grande relevância tendem a evitar a escolha de países em desenvolvimento e emergentes, devido à maior suscetibilidade destes a riscos. (Nurgabdeshev, 2015).

Segundo Contractor et al. (2010), outros impulsionadores estratégicos do offshoring têm vindo a ganhar relevância nos últimos anos. O acesso ao conhecimento é caracterizado, segundo os autores, como um determinante que tem levado cada vez mais as empresas a deslocalizarem parte da sua produção para outros países, pois o conhecimento geograficamente disperso é muitas vezes mais valioso do que apenas o interno. Esta tendência é motivada pela falta de acesso ao conhecimento, no país de origem, necessário para manter a competitividade nos mercados globais, decorrente da crescente complexidade dos produtos e serviços. Segundo os mesmos autores, outro determinante relacionado com o anterior envolve a necessidade de explorar mercados estrangeiros impulsionada pela crescente concorrência global. Assim, a realocação das operações para o exterior auxilia as empresas a compreenderem melhor e analisar mercados estrangeiros, possibilitando não apenas a adaptação dos seus produtos e serviços, mas também a construção de legitimidade junto dos clientes e governos locais. Desta forma, o offshoring suporta a empresa, simultaneamente, em três necessidades estratégicas: eficiência/redução de custos; exploração/acesso ao conhecimento e exploração de mercados estrangeiros (Contractor et al., 2010).

Existe uma ligação entre os determinantes referidos acima e as motivações do offshoring mencionadas na secção 2.1.1. Deste modo, as motivações podem ser categorizadas em custos, recursos e empreendedorismo. Conforme mencionado anteriormente, as empresas realizam offshoring motivadas pela redução dos custos de produção e pela procura de recursos que não encontram no país de origem, como mão de obra não qualificada e barata. No âmbito do empreendedorismo, conforme defendido por Contractor et al. (2010), o acesso ao conhecimento tem assumido um papel de destaque, uma vez que as empresas procuram cada vez mais adaptar os seus produtos e estabelecer ligações locais com outras empresas e governos.

A tabela 2 sintetiza os determinantes do offshoring acima referidos.

Tabela 2. Determinantes do offshoring

Determinantes	Síntese
Procura de eficiência	Vantagem decorrente das disparidades nos custos de mão de obra, devido a trabalhadores menos qualificados e com salários mais baixos nos mercados externos.
Melhoria nas TIC	Permite coordenação mais eficaz dos processos produtivos dispersos geograficamente.
Risco do país	Maior instabilidade no país de origem incentiva deslocação para mercados mais seguros.
Acesso a conhecimento	Empresas investem no conhecimento que não possuem no país de origem de forma a obterem produtos e serviços mais competitivos externamente.
Explorar mercados	Offshoring permite às empresas criar relação de confiança e proximidade com clientes e governos nos mercados externos.

3. Considerações metodológicas

O presente capítulo está dividido em duas secções. A primeira secção procede à especificação do modelo econométrico a utilizar para estimar o impacto da automação no offshoring e a segunda secção foca-se na caracterização da amostra e análise das estatísticas descritivas das variáveis em estudo.

3.1. Especificação do modelo econométrico

O presente estudo visa contribuir para a compreensão do impacto da automação no offshoring com foco no setor automóvel, visto que é um dos setores mais exposto ao uso de robôs. De acordo com a *International Federation of Robotics*, no ano de 2022 verificou-se, no setor automóvel, a instalação de 136 000 robôs, tendo sido considerado o setor mais exposto ao uso de robots (IFR, 2023). Neste sentido, e com apoio da tabela 1, este estudo desenvolver-se-á de acordo com uma abordagem quantitativa recorrendo a um modelo econométrico. Uma vez que a análise incide sobre vários países da União Europeia e compreende diversos anos, os dados a utilizar serão dados em painel.

O modelo econométrico a estimar é o seguinte:

$$\text{Offshore}_{ipt} = \alpha + \beta_1 I_Robôs_{ipt} + \beta_2 I_Trab_{ipt} + \beta_3 GA_{pt} + \beta_4 Abs_{pt} + \beta_5 RP_{pt} + \beta_6 TIC_{pt} + \mu + \epsilon_{pt} \quad (1)$$

Onde os índices p e t se referem a país e tempo, respetivamente.

O Offshore, variável dependente, mede a intensidade do offshoring. Quanto à variável I_Robôs, esta é utilizada para medir a automação através da intensidade no uso de robôs. Por sua vez, I_Trab, GA, Abs, RP e TIC correspondem a variáveis de controlo. A variável I_Trab corresponde à intensidade em trabalho, GA representa o grau de abertura dos países, Abs refere-se à capacidade de absorção, RP está associada ao risco do país e, por último, TIC corresponde à qualidade das tecnologias de informação e comunicação.

Relativamente à variável dependente, Offshore, como abordado na secção 2.1.2 esta pode ser calculada através de duas medidas, uma ampla e outra restrita. A medida restrita limita a medição do offshoring apenas aos inputs intermédios importados da mesma indústria (Feenstra, 2017). Assim, à semelhança de Bonfiglioli et al. (2021) a medida restrita traduz-se no rácio entre importações totais de inputs de um setor relativamente ao consumo total do setor, estando assim diretamente relacionadas com o processo de produção de uma dada indústria (Bonfiglioli et al., 2021). Considerando que o presente estudo se concentrará

num setor específico, a medida restrita foi considerada em detrimento da ampla, visando obter resultados mais precisos e específicos ao nível do setor.

Os dados necessários ao cálculo da variável Offshore foram retirados das tabelas Input-Output baseadas nas economias europeias disponibilizados pelo World Input-Output Database – WIOD. Por intermédio das matrizes input-output foi possível obter dados acerca das importações intra-setoriais e do consumo total do setor automóvel. A partir destes dados, a variável em análise foi calculada. Considerando que o trabalho se foca no setor automóvel, foram utilizadas as categorias ISIC C29 e C30, as quais representam, respetivamente, o setor automóvel e outros veículos associados.

No que diz respeito à principal variável explicativa, I_Robôs, que representa a intensidade de robôs, esta é medida através do rácio entre o stock de robôs e a população empregue no setor automóvel, seguindo um estudo realizado por De Backer et al. (2018). À semelhança do que foi feito para a variável offshore, os dados relativos ao stock de robôs foram obtidos na *International Federation of Robotics*, através do ISIC 29 e 30. Quanto aos dados da população empregue no setor automóvel foi utilizada a base de dados da UNIDO utilizando os códigos 34 e 35, que representam, respetivamente, motores de veículos, reboques e semireboques e outros equipamentos de transporte. A IFR é uma fonte de dados abrangente sobre a utilização de robôs, que permite comparações entre países e setores (Jinjarak & Naknoi, 2011). Existe uma dualidade de perspetivas no que diz respeito ao impacto esperado desta variável no offshoring, conforme descrito na secção 2.3. Contudo, dado que a maioria dos estudos empíricos conclui que a utilização de robôs produz um impacto negativo no offshoring, antecipa-se que esse efeito seja desfavorável.

Relativamente às variáveis de controlo, e começando com a variável I_Trab, que corresponde à intensidade do trabalho, esta é medida por meio do peso dos salários no valor acrescentado, tendo os respetivos dados sido retirados da UNIDO, à semelhança de Jinjarak e Naknoi (2011). De acordo com Grossman e Rossi-Hansberg (2008), esta desempenha uma função primordial na determinação do offshoring por parte das empresas, emergindo como um elemento crucial e de elevada relevância na equação. Neste contexto, a intensidade de trabalho exerce influência decisiva na especialização das tarefas em países específicos, orientando as decisões estratégicas das empresas no redireccionamento da sua produção em consonância com a disponibilidade de mão de obra barata e pouco qualificada. De acordo com os autores em questão, é esperado que, do ponto de vista do país de origem, o impacto desta variável no offshoring seja positivo, uma vez que um aumento na

intensidade laboral local, ou seja, um aumento na qualidade de mão de obra e no seu preço tenda a suscitar um maior interesse por parte das empresas em alocar a sua produção a outros países, nomeadamente para aqueles que possuem mão de obra menos qualificada e mais barata de forma a haver redução de custos (Grossman & Rossi-Hansberg, 2008).

O grau de abertura é, segundo Baldwin & Gu (2009), medido através da soma das importações e exportações de um país relativamente ao PIB, tendo sido utilizada a base de dados do Banco Mundial para obtenção dos dados. Conforme destacado pelos autores, países com maior grau de abertura tendem a permitir aos diversos países uma alocação mais eficiente da sua produção. Os autores concluem, assim, que o aumento da abertura comercial está diretamente associado ao crescimento do offshoring, ou seja, à medida que o índice "*trade to GDP ratio*" aumenta, observa-se uma correspondente ampliação nas atividades de offshoring (Baldwin & Gu, 2009).

Por fim, à semelhança de De Backer e DeStefano, 2021, a capacidade de absorção é medida recorrendo ao stock de patentes, cujos dados serão obtidos recorrendo à base de dados do Banco Mundial. De acordo com Datta e Bhattacharyya (2012), a inclusão da variável capacidade de absorção na equação é fundamental pois as patentes representam uma métrica para avaliar os retornos de investimento em investigação e desenvolvimento em contexto internacional. Segundo os mesmos autores, países que investem em investigação e desenvolvimento aumentam o seu stock de patentes obtendo assim uma maior vantagem competitiva no mercado global (Datta & Bhattacharyya, 2012). Consequentemente, as empresas demonstram uma tendência a reduzir a prática de offshoring, preferindo alocar as suas atividades ao país de origem. Tal escolha justifica-se pelo facto de o investimento em patentes estar intrinsecamente ligado ao aumento do conhecimento e a constante procura por expandir o conhecimento leva as empresas a preferir alocar a sua produção no país de origem.

Um estudo conduzido por Damodaran (2022) aborda vários indicadores para medir o risco do país, incluindo aspetos económicos, legais e políticos. Entre estes indicadores, o autor utiliza o risco de dívida soberana como medida do risco dos países, baseando-se no peso da dívida em relação ao PIB, sendo esta a variável usada no presente estudo. Para o efeito, foram utilizados dados do Banco Mundial. Este indicador aponta para o facto de os governos entrarem em incumprimento devido a um excesso de endividamento em relação aos seus ativos, resultando na sua incapacidade de cumprir as suas obrigações de dívida (Damodaran, 2022). Assim, de acordo com Nurgabdeshev (2015), o risco que os países

enfrentam leva as empresas a deslocalizarem as suas atividades para mercados mais seguros, sendo esperado que o impacto desta variável no offshoring seja positivo.

Relativamente à variável TIC, é possível, através de um relatório disponibilizado pelo Banco Mundial em 2009, identificar as várias formas de medir a variável, sendo uma delas a percentagem de utilizadores de internet no total da população. Desta forma, recorrendo a dados disponibilizados pelo Banco Mundial foi possível extrair informação sobre a percentagem de indivíduos que utilizam internet (Banco Mundial, 2009). Como mencionado na secção 2.4, o desenvolvimento das TIC permite uma coordenação mais eficaz dos processos produtivos dispersos geograficamente (Baldwin & Gu, 2009) e assim, segundo Murphy e Siedschlag (2013) uma maior qualidade das TIC está associado a uma maior probabilidade de offshoring, devido à simplificação da comunicação e negociação a nível internacional.

A Tabela 3 sintetiza as variáveis independentes do modelo, o respetivo impacto esperado no offshoring assim como a fonte dos dados.

Tabela 3. Síntese das variáveis independentes

Variável	Forma de medir	Impacto esperado no offshoring	Base de dados utilizada
I_Robôs	Stock de robôs/ população empregue no setor automóvel	-	International Federation of Robotics
I_Trab	Salários / Valor acrescentado	+	United Nations Industrial Development Organization
GA	Soma das importações e exportações relativamente ao PIB	+	Banco Mundial
Abs	Stock de patentes	-	
RP	% dívida pública no PIB	+	
TIC	% de utilizadores de internet na população total	+	

3.2. Caracterização da amostra e análise descritiva das variáveis

A presente amostra engloba dados relativos ao setor automóvel de 26 países da União Europeia, referentes ao período de 1995 a 2014. Relativamente ao conjunto de países, Chipre e Luxemburgo não foram incluídos nesta amostra devido à falta de dados relativos ao stock de robôs. Por outro lado, o limite temporal superior está limitado ao ano de 2014 devido à indisponibilidade de dados relativos ao offshoring para os anos mais recentes. O limite inferior restringe-se pela disponibilidade de dados relativos ao stock de robôs.

Uma análise concisa das variáveis em estudo revela uma notável dispersão entre as mesmas. Conforme evidenciado pela Tabela 4, observa-se uma notável amplitude entre os valores máximos e mínimos de todas as variáveis. A considerável dispersão de valores pode ser atribuída à diversidade de países na amostra. Por outro lado, tal dispersão também pode ser consequência do forte crescimento evidenciado pelas variáveis ao longo dos anos analisados. Como resultado, os desvios-padrão assumem valores consideravelmente elevados.

Tabela 4. Estatísticas descritivas das variáveis do modelo

Variável	Obs	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
Offshore	515	17,29%	56,72%	2,46%	10,51%
I_Robôs	520	1,57%	9,57%	0,00%	2,44%
I_Trab	491	57,35%	632,85%	17,89%	39,61%
GA	520	99,18%	322,68%	37,11%	48,50%
Abs	504	4213,37	51736,00	5,00	9763,38
RP	515	55,44%	181,75%	3,76%	31,52%
TTC	520	42,39%	95,99%	0,00%	29,39%

A variável Offshore apresenta uma média de 17,29%, o que significa que, em média, nos países da amostra, o peso das importações intra-setoriais no consumo total do setor em análise é de 17,29%. De acordo com a tabela A1 em anexo, é evidente que vários países se aproximam dessa média, como é o caso da República Checa, Estónia e Suécia. Por sua vez Eslováquia e Bélgica demonstram ser os países onde a prática de offshoring é mais forte, enquanto Itália, Letónia e Roménia apresentam as percentagens mais baixas. O valor mínimo da variável foi registado na Bulgária no ano de 2009, enquanto o valor máximo foi verificado na Eslováquia em 1997.

A variável I_Robôs apresenta uma intensidade média de 1,57%. O país que mais se aproxima desse valor médio é a Áustria. Por sua vez, a Itália apresenta uma maior proximidade com o valor máximo da variável, demonstrando ser o país com a maior intensidade na utilização de robôs no setor em análise. Por outro lado, Malta é o país onde a intensidade da utilização de robôs tem o menor valor, assumindo o valor zero. Este fenómeno pode ser explicado pela dimensão reduzida do país, considerado um dos menores da Europa, e pela considerável dependência de Malta do comércio externo. Malta importa uma parte substancial dos seus fatores de produção, sendo que as importações representaram, em 2020, 139,4% do PIB (Malta Fiscal Advisory Council, 2022). De acordo com o mesmo autor, Malta possui uma elevada percentagem de importação de automóveis e componentes do setor automóvel, não registando valores de exportações neste setor ao longo dos anos. Assim, a ausência de investimento em automação pode ser justificada pela inexistência de um mercado automóvel nacional e pela sua significativa dependência do mercado externo neste setor. Destacando os valores gerais, vários países apresentaram, em vários anos, valores mínimos de utilização, como é o caso da Grécia, Irlanda, Malta, Portugal, entre outros. Por outro lado, verifica-se que, em 2014, a Alemanha registou a maior percentagem de utilização de robôs.

No que concerne à intensidade em trabalho, Lituânia e Eslovénia são os países que mais se aproximam da média da variável, com 55,65% e 58,03%, respetivamente. Malta destaca-se entre todos os países analisados, aproximando-se do valor máximo e representando um país com uma elevada intensidade em trabalho, o que contrasta com a Hungria, que apresenta um menor peso dos salários no valor acrescentado. Foi possível observar que durante dois anos consecutivos, 1999 e 2000, a Hungria apresentou um valor mínimo em relação a esta variável. Por outro lado, Malta registou o valor máximo de 632,85% em 2004.

No caso do grau de abertura, é possível observar que a Polónia é o país com o maior peso das trocas comerciais no PIB. Por outro lado, a Lituânia representa o país com, em média, o menor grau de abertura, estando próxima do mínimo da variável (49,77%). Relativamente à média, a variável apresenta uma média de 99,18% estando a Grécia mais próxima deste valor. No ano 1995 a Hungria apresentou o valor mínimo no que toca ao grau de abertura (37,11%), enquanto a Polónia em 2012 apresentou o valor máximo, cerca de 322,68%.

Quanto à capacidade de absorção, medida através do número de patentes, esta variável evidencia uma média de 4213,37. A Suécia apresenta um registo médio de 3031,55 pa-

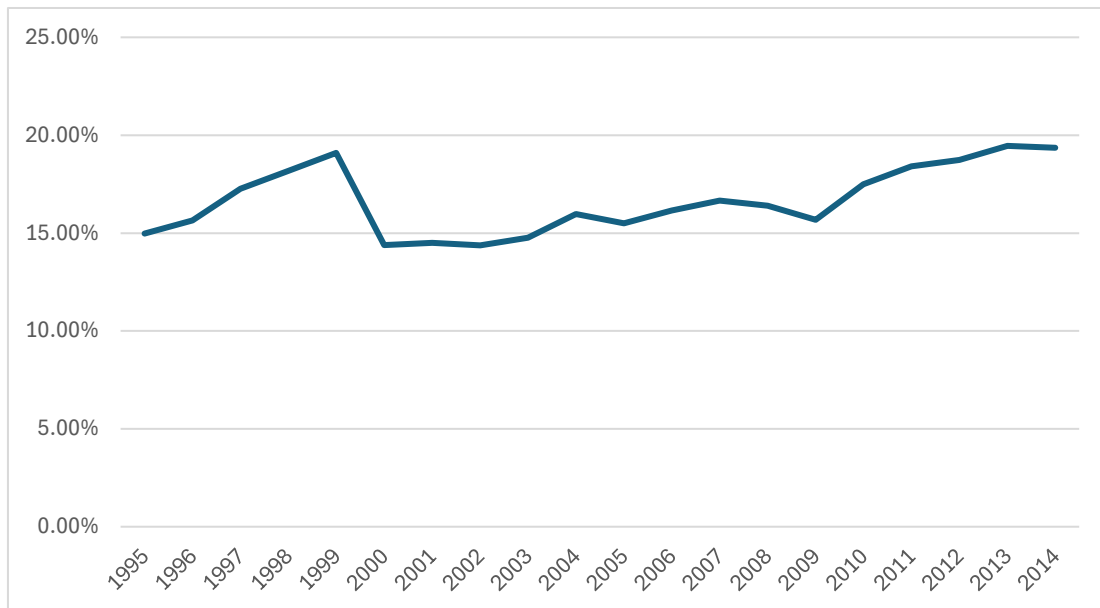
tentes, sendo o valor mais próximo da média referida anteriormente. No que diz respeito ao máximo, a Alemanha destaca-se pelo significativo número de patentes. Por contraste, Malta é o país que regista, em média, o menor número. A Alemanha, no ano 2000, demonstrou ter um valor máximo de 51736 no que diz respeito ao número de patentes enquanto Malta, em 2014, apresentou o valor mínimo de 5 patentes.

O indicador de risco do país denota uma média de 55,44%, sendo O Reino Unido o país cujo nível de risco se situa mais próximo dessa média. Por outro lado, Grécia destaca-se por apresentar o maior nível de risco, com uma dívida pública média correspondente a 121,32% do seu PIB no período em análise. Em contrapartida, a Estónia emerge como o país de menor risco, destacando-se pela sua situação financeira mais sólida, com a sua dívida pública representando apenas, em média, 6,40% do PIB. A Grécia, em 2014, apresentou um risco extremamente elevado tendo sido o país com a maior dívida em relação ao PIB, cerca de 181,75%. Contrariamente, a Estónia em 2007 apresentou o risco menor, apenas de 3,76%.

Por fim, A variável TIC apresenta uma média de cerca de 42,39%, aproximadamente igual à média da Irlanda. O Reino Unido destaca-se como o país com o maior número de utilizadores de internet na área das tecnologias de comunicação, com cerca de 55,54%, em média. Por outro lado, a Roménia apresenta a menor percentagem de utilizadores de internet. Lituânia e Letónia apresentaram em 1995 um valor nulo no que toca à melhoria nas TIC, correspondendo ao mínimo da variável, enquanto em 2014 a Dinamarca apresentou um valor muito alto e o máximo, de cerca de 95,99%.

Fazendo agora uma análise da evolução anual da média estatística das principais variáveis, Offshore e I_Robôs, é possível verificar a evolução destas ao longo do período em análise. Os gráficos 1 e 2 refletem uma visão geral da evolução do comportamento destas variáveis entre os períodos 1995-2014. Na tabela A2 em anexo encontra-se essa evolução para as restantes variáveis.

Figura 2. Evolução da média da variável Offshore entre 1995-2014

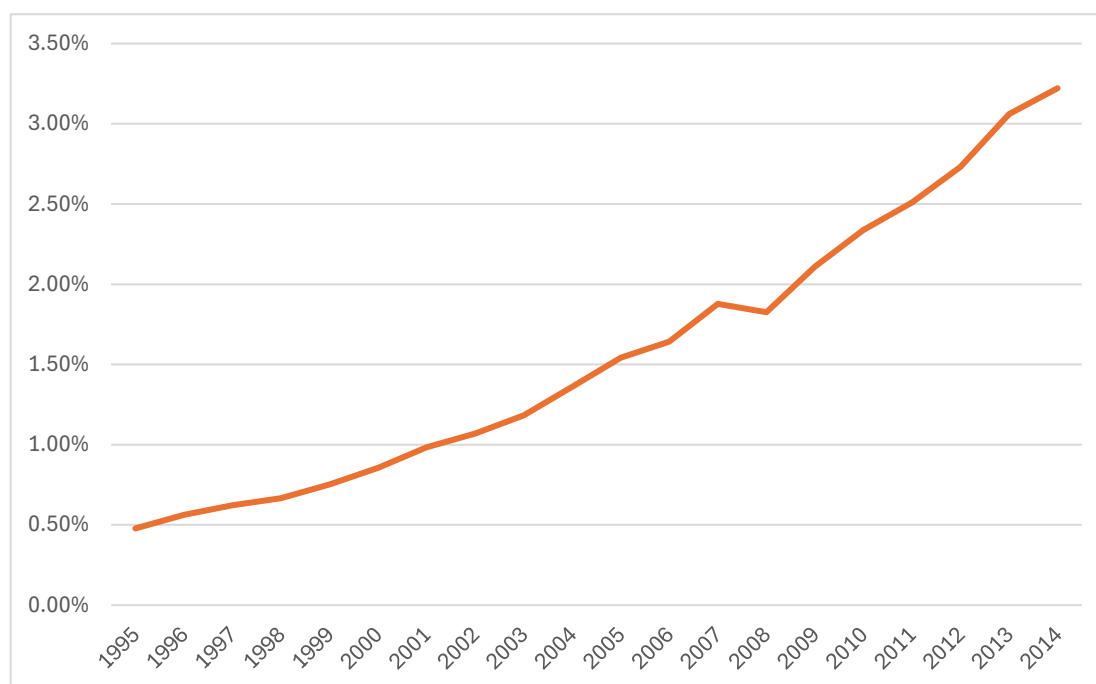


Fonte: Elaboração própria

No que concerne à variável Offshore, conforme evidenciado pelo Gráfico 1, verificou-se um aumento de 4 pontos percentuais entre os anos 1995 a 1999, seguido por uma queda acentuada nos quatro anos subsequentes, totalizando uma diminuição de 5 pontos percentuais. Esta queda é a maior dentro do período em análise podendo ser explicada devido à diminuição dos termos de troca no ano de 2000 entre os países da União Europeia. Segundo um relatório extraído da base de dados "*Statista*", foi observada uma queda nos termos de troca durante esse ano. Os termos de troca representam o preço relativo das exportações em relação às importações, e a queda destes reflete uma redução das importações nos países em análise (Statista, 2024). Assim, este fenómeno pode ter exercido uma influência direta da queda do offshoring durante esse ano.

É de salientar que entre os anos 2000 a 2007 verifica-se uma tendência crescente, seguido de, em 2008, de nova queda. Esta queda no offshoring no ano de 2008, poderá ser explicada pela crise económica e financeira global que também afetou todos os países da União Europeia. Após este período, a tendência tem sido crescente, tendo alcançado níveis significativos nos últimos três anos do período em análise. Entre 1995 e 2014 a média desta variável passou de cerca de 15% para pouco mais de 19%.

Figura 3. Evolução da média da variável I_Robôs entre 1995-2014



Fonte: Elaboração própria

Mediante o gráfico 2, é possível analisar que, excetuando o ano de 2008, a variável I_Robôs apresenta um crescimento constante ao longo dos anos, refletindo o aumento contínuo da utilização de robôs no setor em causa. Porém, à semelhança da variável offshore, também sofreu uma queda no ano de 2008, podendo ser justificada pelos mesmos motivos da crise financeira. Durante todo o período em análise, é observável um crescimento constante, tendo a intensidade em robôs passado de cerca de apenas 0,50% em 1995 para 3,22% em 2014.

Relativamente às restantes variáveis, conforme observado na Tabela A2 do anexo, I_Trab possui grandes oscilações ao longo do período em análise, evidenciando um pico de crescimento no ano de 2004, porém, ao longo do período analisado, apresentou uma tendência decrescente.

Por outro lado, a variável Abs apresenta uma tendência crescente, tendo registado uma média de 3646,24 patentes em 1995, e 4347,08 em 2014, correspondendo a uma taxa de crescimento de 19%.

No que diz respeito à variável GA, ao longo do período em análise, foi observado um crescimento contínuo entre os anos de 1995 a 2008 que foi acentuado após o ano 2004. Este crescimento, de aproximadamente 21 pontos percentuais a partir de 2004, poderá justi-

ficar-se pelo alargamento dos países da União Europeia ocorrido nesse ano, integrando dez países da Europa Central e Oriental. Este alargamento possibilitou às empresas a comercialização entre os países de forma mais económica e eficaz, permitindo que houvesse maior abertura para um comércio livre entre os países. Este cenário desencadeou um aumento substancial na transação de bens a nível internacional (Brühlhart et al., 2004). No ano 2009 verifica-se uma queda na variável, podendo ser justificado pelo decorrer da crise financeira no ano anterior.

É de notar o crescimento, a partir do ano de 2008, da variável risco país, tendo atingido em 2014 um valor médio bastante elevado, cerca de 74,54%. Este aumento pode ser justificado pela crise financeira que afetou todos os países da União Europeia. Após esse período de crise, os países passaram a adotar medidas expansionistas de forma a controlar as economias. Estas medidas levaram ao aumento da dívida pública nos períodos consecutivos, assim como a um crescimento continuado do desemprego, o que contribuiu para a queda do PIB (Moura & Darrieux, 2018). Consequentemente, é esperado que o risco do país aumente, dado o aumento da dívida e a diminuição do PIB (Moura & Darrieux, 2018).

Por fim, é de salientar o aumento exponencial da variável TIC, tendo em 1995 um valor médio de apenas 1,99% e em 2014 atingido 76,50%. Dentro do período em análise verificou-se que houve um aumento de cerca de 75 pontos percentuais nesta variável evidenciando a preocupação dos países em melhorar as suas tecnologias de informação e comunicação, o que está refletido no aumento exponencial da percentagem de utilizadores de internet.

4. Resultados

No presente capítulo, começa-se por analisar as correlações entre as variáveis (secção 4.1). Prossegue-se com a estimação econométrica do modelo (secção 4.2) e termina-se com a discussão dos resultados (secção 4.3).

4.1. Correlações entre as variáveis

Nesta secção, será realizada uma análise das correlações entre as variáveis do modelo a ser estimado, conforme apresentado pela Tabela 5. A variável Abs será logaritmizada devido à sua escala significativamente diferente das demais variáveis. Esta transformação é necessária para garantir a obtenção de resultados mais precisos na estimação

Tabela 5. Matriz de correlações – correlação de Pearson

	Offshore	I_Robôs	I_Trab	GA	Ln_Abs	RP	TIC
Offshore	1,000	0,089 (0,053)	-0,180 (0,000)	0,039 (0,395)	-0,146 (0,006)	0,185 (0,000)	0,087 (0,060)
I_Robôs		1,000	-0,024 (0,603)	0,143 (0,002)	0,580 (0,000)	0,343 (0,000)	0,410 (0,000)
I_Trab			1,000	-0,049 (0,287)	0,047 (0,001)	0,051 (0,264)	0,013 (0,778)
GA				1,000	-0,155 (0,011)	0,093 (0,043)	0,180 (0,000)
Ln_Abs					1,000	0,312 (0,000)	0,226 (0,000)
RP						1,000	0,112 (0,015)
TIC							1,000

Nota: : Sombreado cinzento indica correlações estatisticamente significativas a 5%

De acordo com Paranhos et al., (2014), o coeficiente de correlação de Pearson, utilizado para compreender a correlação entre as variáveis, varia de -1 a 1. Assim, valores que se aproximam da unidade representam variáveis com forte correlação, podendo esta ser positi-

va ou negativa. O mesmo não acontece quando o coeficiente de correlação se aproxima de zero, indicando desta forma a inexistência de correlação entre as mesmas.

Tendo em conta a Tabela 5, destaca-se a necessidade de atenção particular para as variáveis explicativas que exibem um coeficiente próximo de 1 ou -1, juntamente com um *p-value* inferior a 0,05, uma vez que neste caso a correlação se revela estatisticamente significativa. Consequentemente, verifica-se uma correlação substancial apenas entre a variável Ln_Abs e a variável principal I_Robôs, com um coeficiente de 0,580 e um *p-value* inferior a 0.05.

De acordo com Grewal et al. (2004), a multicolinearidade pode causar problemas quando os coeficientes de correlação entre as variáveis se encontram acima de 0,8, sendo essa situação considerada extrema. A multicolinearidade é considerada moderada e não substancial quando o coeficiente é inferior a 0,6, o que não interfere significativamente na estimação. No caso da correlação entre a variável I_Robôs e Ln_Abs, o coeficiente é de 0,580, indicando assim a existência de uma correlação moderada entre as variáveis, não sendo esperado que afete a precisão da estimação das mesmas.

4.2. Estimação econométrica

Como referido na secção anterior, a presente estimação será aplicada a uma amostra de 26 países da EU durante o período 1995 a 2014. Assim, começamos por estimar o modelo dado pela equação 1 por OLS (Mínimos Quadrados Ordinários). Os resultados desta estimação encontram-se na coluna 2 da tabela 6 (Pooled OLS).

Contudo, a estimação por OLS não atende ao facto de a amostra ser constituída por dados em painel. Os dados em painel permitem ter em conta a heterogeneidade dos países havendo dois métodos propostos para estimar o modelo: efeitos fixos e efeitos aleatórios, sendo que a seleção entre os dois se faz recorrendo ao teste de Hausman (Baltagi et al., 2013).

Como referido, a seleção do método utilizado foi realizada com base nos resultados do teste de Hausman, que compara os resultados da estimação com base no modelo de efeitos aleatórios e de efeitos fixos. Hausman (1978) formula duas hipóteses, em que H0 representa a hipótese nula e H1 a hipótese alternativa. H0 postula que a utilização de efeitos aleatórios é adequada, enquanto H1 propõe o uso de efeitos fixos. Considerando o resultado do teste (ver tabela A3 em anexo), uma vez que o *p-value* é igual a 0,33 (superior a 5%), tal não nos permite rejeitar a hipótese nula, indicando assim a utilização de efeitos aleatórios

para estimar o modelo. Desta forma, os resultados da estimação do modelo por efeitos aleatórios encontram-se na coluna 3 da tabela 6.

A tabela 6 apresenta os resultados dos modelos estimados com OLS e efeitos aleatórios através do software EViews. De referir que para abordar a heterocedasticidade, utilizam-se estimadores robustos do desvio-padrão de forma a validar a inferência estatística. Esta abordagem contribui para resolver potenciais enviesamentos decorrentes dessas questões e aumentar a fiabilidade da análise (Hill et al., 2018). Todavia, a utilização do método OLS pode apresentar problemas, uma vez que pressupõe homogeneidade em todos os países. Não obstante, esta limitação continua a ser útil para avaliar a robustez, motivo pelo qual é utilizada neste estudo, não tendo tido impacto na significância das variáveis. (Hill et al., 2018).

Tabela 6. Resultados das estimações (variável dependente: offshore)

Variável	Pooled OLS	Efeitos aleatórios
I_Robôs	0,849***	0,896***
I_Trab	-0,098***	-0,021*
GA	-0,018	0,008
Ln_Abs	-0,021***	-0,004
RP	0,078***	0,017
TIC	0,023	-0,002
R ²	0,158	0,068
Obs	474	474

Legenda: Significância estatística: ***, **, * indicam que a estimativa do coeficiente é significativa para um nível de significância igual a 1% ($p\text{-value}<0,01$), 5% ($p\text{-value}<0,05$) e 10% ($p\text{-value}<0,1$), respetivamente.

Nota: As estimações foram calculadas utilizando a opção “white-cross section” de forma a controlar a heterocedasticidade. Estas estimativas foram realizadas através do software EViews.

Fazendo uma análise aos resultados da estimação do modelo através de efeitos aleatórios, relativamente à principal variável explicativa I_Robôs, verifica-se que esta tem um coeficiente positivo e estatisticamente significativo a 1%. Assim, é de esperar que, ceteris paribus, um aumento da intensidade no uso de robôs, em 1 ponto percentual aumente o offshoring em 0,896 pontos percentuais (p.p.), contrariamente ao esperado.

Em relação às variáveis de controle, apenas I_Trab revela significância estatística, a um nível de 10%, exibindo uma relação negativa com o offshoring. Ceteris paribus, um aumento da intensidade em trabalho em 1 p.p. conduz a uma redução do offshoring em

0,021 p.p. Assim, é de esperar que países que possuam uma maior intensidade em mão de obra tenham menos incentivos para realizar offshoring, contrariamente ao antecipado.

Com o intuito de testar a robustez dos resultados, foram realizadas estimações adicionais. Considerando que os Gráficos 3 e 4 evidenciam a presença de outliers nas duas variáveis principais, optou-se por reestimar os mesmos modelos excluindo esses outliers, ou seja, observações da variável offshore acima de aproximadamente 41% e dados da intensidade em robôs acima de cerca de 6,1%. Os outliers representam observações com um desvio significativo das restantes, podendo prejudicar a interpretação dos resultados obtidos (Atkinson & Hawkins, 1981). Adicionalmente, ao realizar novamente o teste de Hausman, verifica-se que o método dos efeitos aleatórios permanece prevalente (tabela A4 em anexo). Os resultados dessas novas estimativas, para os modelos OLS e efeitos aleatórios, estão apresentados na Tabela 7.

Figura 4. Boxplot - variável Offshore

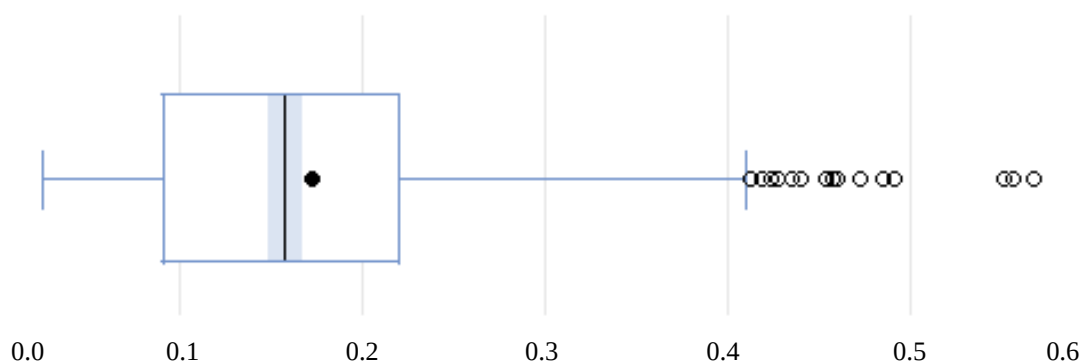


Figura 5. Boxplot - variável I_Robôs

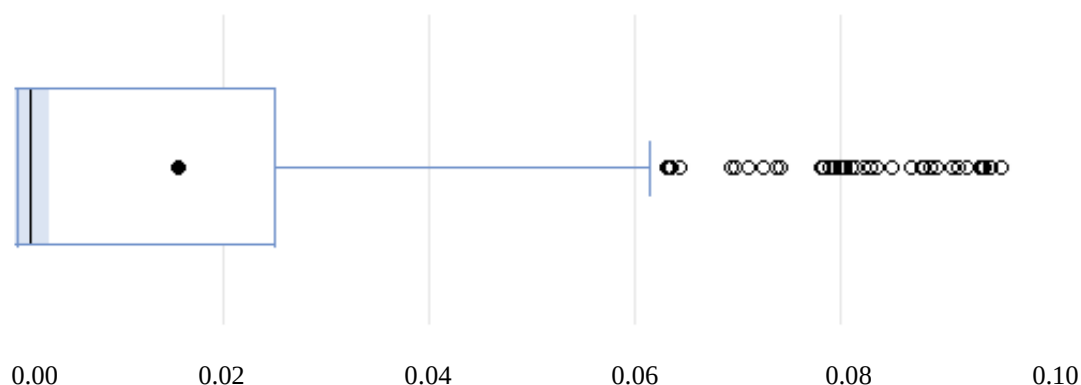


Tabela 7. Resultados das estimações (sem outliers)

Variável	Pooled OLS	Efeitos aleatórios
I_Robôs	1,346***	1,346***
I_Trab	-0,082***	-0,082***
GA	0,004	0,004
Ln_Abs	-0,017***	-0,017***
RP	0,071***	0,071***
TIC	0,028**	0,028**
R ²	0,167	0,167
Obs	425	425

Legenda: Significância estatística: ***, **, * indicam que a estimativa do coeficiente é significativa para um nível de significância igual a 1% ($p\text{-value} < 0,01$), 5% ($p\text{-value} < 0,05$) e 10% ($p\text{-value} < 0,1$), respectivamente.

Nota: As estimações foram calculadas utilizando a opção “white-cross section” de forma a controlar a heterocedasticidade. Estas estimativas foram realizadas através do software Eviews.

À semelhança dos resultados da tabela 6 também, a partir da análise da Tabela 7, é possível observar que, após a exclusão dos outliers, as estimativas obtidas pelo método Pooled OLS e pelos efeitos aleatórios indicam que outras variáveis apresentam significância estatística relevante. Destacam-se, nesse contexto, a capacidade de absorção (Ln_Abs), o risco do país (RP) e as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

Ao realizar uma análise das estimativas obtidas pelo método de efeitos aleatórios, considerando as variáveis I_Robôs e I_Trab, verifica-se que ambas apresentaram o mesmo sinal para os coeficientes da estimação realizada na tabela 6, bem como níveis de significân-

cia. A variável I_Robô exibiu um coeficiente positivo, enquanto a variável I_Trab manteve seu coeficiente negativo.

No que diz respeito às novas variáveis que demonstraram significância estatística, observa-se que a variável capacidade de absorção (Abs) possui um coeficiente negativo. Isso implica que, *ceteris paribus*, um aumento de 1% na capacidade de absorção resultará numa redução de 0,00017 p.p. no offshoring.

No que concerne à variável risco do país, destaca-se seu coeficiente positivo e significativo ao nível 1%, indicando que, *ceteris paribus*, um aumento de 1 p.p. no risco do país provocará um aumento de 0,071 p.p. no offshoring.

Por fim, a variável TIC também apresentou significância estatística ao nível de 5% após a remoção dos outliers. O seu coeficiente positivo denota que, *ceteris paribus*, um aumento de 1 p.p. na melhoria das tecnologias de informação e comunicação resultará num aumento de 0,028 p.p. no offshoring.

4.3. Discussão

Como referido na secção 2.3, diversos são os autores que se debruçam sobre o impacto da automação no offshoring. Contudo, os resultados desses estudos não são consensuais. Com base em dados em painel para 26 países da União Europeia entre os anos 1995 a 2014, os resultados do presente estudo indicam uma relação positiva entre a automação e o offshoring à semelhança de Stapleton e Webb (2020), para o caso de Espanha ou Bergmann (2020) para a Dinamarca.

Note-se que os estudos existentes apresentam resultados mistos, embora a maior parte dos autores defendesse que a relação seria negativa. De acordo com muitos dos autores analisados (e.g. Faber (2020) e Bonfiglioli et al. (2021)), a introdução da automação levou as empresas a não considerarem necessária a externalização das suas atividades, dado que passaram a poder realizá-las internamente de forma mais económica. No entanto, o presente estudo contraria esses argumentos, reforçando a perspetiva de uma minoria (e.g. Stapleton & Webb (2020) e Bergmann (2020)) que defendiam que a automação teria um impacto positivo no offshoring, associado à maior disponibilidade de capital que a redução de custos derivadas da automação proporciona.

Relativamente à intensidade em trabalho (I_Trab), antecipava-se um efeito positivo no offshoring dado que um aumento na intensidade em trabalho, do ponto de vista do país de origem, leva a que as empresas procurem mão de obra mais barata e menos qualificada

noutros países por razões de custos (Grossman & Rossi-Hansberg, 2008). Porém, o presente estudo conclui um impacto negativo desta variável no offshoring. Segundo Alam e Butt, (2018), a disponibilidade de baixos custos de mão de obra noutros países não leva, necessariamente, as empresas a realizar offshoring uma vez que outros fatores devem ser considerados. A competência e a qualidade da mão de obra emergem como fatores decisivos, uma vez que frequentemente a qualidade da mão de obra mais barata é inferior à encontrada no país de origem. Nestes casos, a decisão de realizar offshoring pode acarretar o risco de comprometer as competências e a qualidade dos produtos e serviços das empresas (Alam & Butt, 2018). Consequentemente, muitas empresas optam por manter as suas atividades no país de origem, mesmo que implique custos de trabalho mais elevados.

Visto que através da exclusão de outliers foi possível verificar significância noutras variáveis de controlo, é de igual pertinência explorar as mesmas.

No que diz respeito à capacidade de absorção, conforme defendido por Datta e Bhattacharyya (2012), países que investem em investigação e desenvolvimento possuem níveis maiores de conhecimento e consequentemente adquirem maiores vantagens no contexto internacional. Desta forma, os autores defendem uma relação negativa entre a capacidade de absorção e o offshoring, pois as empresas deixam de ter necessidade de procurar conhecimento noutros países. Após realizar a presente estimação, é possível concluir o mesmo impacto negativo entre essas variáveis. Países que aumentam o seu stock de patentes passam a ter mais vantagens competitivas a nível de conhecimento levando a que as empresas possuam mais incentivos a permanecer as suas atividades no país de origem, realizando menos offshoring.

Conforme defendido por Nurgabdeshev (2015), as empresas tendem a evitar realizar offshoring para países com alto risco político e financeiro, optando por países considerados mais seguros. Neste sentido, as empresas tendem a deslocar as suas atividades para países que não possuam risco político elevado. Desta forma, o mesmo autor defende uma relação positiva entre estas variáveis, uma vez que um país com maior risco leva as empresas a realizarem mais offshoring, conclusão que foi também corroborada pelo presente estudo.

Por último, conforme mencionado por Murphy e Siedschlag (2013), as tecnologias da informação e comunicação (TIC) apresentam uma relação positiva com o offshoring, pois melhoram os meios de comunicação internacional, facilitando o processo para as empresas. Assim, como demonstrado na tabela 7, o presente trabalho também obteve um impacto positivo das TIC no offshoring.

5. Conclusão

Nos tempos atuais a automação tem vindo cada vez mais a assumir um papel de importante destaque no dia a dia das empresas, tornando-se relevante perceber a possibilidade de esta substituir a necessidade das empresas transferirem as suas atividades para outros países, devido a fatores como redução de custos, acesso ao conhecimento, explorar mercados entre outros. Vários autores têm estudado o impacto que a automação pode ter no offshoring. No entanto, a falta de consenso entre eles motivou a elaboração do presente estudo, centrado no setor automóvel e nos países da União Europeia durante o período de 1995 a 2014, com o intuito de proporcionar uma contribuição relevante à literatura existente.

Com recurso à estimação de um modelo econométrico através do modelo de efeitos aleatórios, os resultados indicaram uma relação positiva entre a automação e o offshoring, contradizendo a maior parte dos autores, mas em linha com os resultados obtidos por estudos que analisam países europeus (e.g. Stapleton & Webb (2020) e Bergmann (2020)). Porém outras variáveis foram consideradas estatisticamente significativas como é o caso da intensidade em trabalho (*I_Trab*), da capacidade de absorção (*Abs*), do risco do país (*RP*) e das tecnologias de informação e comunicação (*TIC*), tendo o seu impacto, no caso das três últimas, correspondido com o defendido pelos autores na literatura analisada.

A presente investigação, que contribui para a literatura sobre o impacto da automação no offshoring, evidencia que ainda existe um número significativo de países que não apresenta, no setor em análise, utilização de robôs. De acordo com Klimova (2020), uma das principais razões para a falta de investimento em automação é a escassez de recursos financeiros. Assim, seria oportuno os governos implementarem políticas de incentivo abrangentes para todos os países, a fim de mitigar as barreiras existentes ao investimento em automação. O facto da automação evidenciar progressivamente o aumento da produtividade das empresas e redução dos seus custos demonstra a necessidade destes incentivos.

Seria pertinente, para futuras investigações, apresentar algumas das limitações presenciadas no desenrolar deste estudo. A principal limitação identificada prendeu-se com a disponibilidade limitada de dados nas bases de dados utilizadas, apenas até ao ano 2014, o que desde início restringiu o período de análise. Outro fator prendeu-se com a exclusão de países, Chipre e Luxemburgo, devido à falta de dados em relação às demais variáveis.

Assim, para investigações futuras, seria pertinente considerar a inclusão desses países, a extensão do período analisado e a procura por bases de dados mais completas, visan-

do uma análise mais abrangente e detalhada. O presente estudo tem como foco o setor automóvel, dado que este é o setor mais exposto ao uso de robôs, contudo para investigações futuras, poderá ser interessante ampliar o foco e abordar mais de um setor.

Referências

- Agnese, P., & Ricart, J. E. (2009). Offshoring: Facts and Numbers at the Country Level. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1440127>
- Alam, F., & Butt, M. U. H. (2018). *Motives and Challenges of Offshoring* [Thesis, Högskolan i Gävle, Avdelningen för ekonomi]. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:hig:diva-27835>
- Atkinson, A. C., & Hawkins, D. M. (1981). Identification of Outliers. *Biometrics*, 37(4), 860. <https://doi.org/10.2307/2530182>
- Baldwin, J. R., & Gu, W. (2009). Outsourcing and Offshoring in Canada. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1369254>
- Baltagi, B. H., Fingleton, B., & Pirotte, A. (2013). Estimating and Forecasting with a Dynamic Spatial Panel Data Model*. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 76(1), 112–138. <https://doi.org/10.1111/obes.12011>
- Bank, W. (2009). *ICT Performance Measures: Methodology and Findings*. 133-143.
- Bergmann, F. (2020). *Essays on International Trade*. Copenhagen Business School [Phd], Ed. PhD Series No. 16.2020.
- Bonfiglioli, A., Crinò, R., Gancia, G., & Papadakis, I. (2022). Robots, Offshoring, and Welfare. In *Robots and AI* (pp. 40–81). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003275534-3>
- Bottini, N., Christoph Ernst, Malte Luebker, & International Labour Office. (2008). Offshoring and the labour market: what are the issues? Ilo.
- Brühlhart, M., Crozet, M., & Koenig, P. (2004). Enlargement and the EU Periphery: The Impact of Changing Market Potential. *The World Economy*, 27(6), 853–875. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9701.2004.00632.x>
- Contractor, F. J., Kumar, V., Kundu, S. K., & Pedersen, T. (2010). Reconceptualizing the Firm in a World of Outsourcing and Offshoring: The Organizational and Geographical Relocation of High-Value Company Functions. *Journal of Management Studies*, 47(8), 1417–1433. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2010.00945.x>
- Damodaran, A. (2022b). Country Risk: Determinants, Measures, and Implications - The 2022 Edition. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4161010>
- Datta, P., & Bhattacharyya, K. (2012). Innovation returns and the economics of offshored IT R&D. *Strategic Outsourcing: An International Journal*, 5(1), 15–35. <https://doi.org/10.1108/17538291211221933>

De Backer, K., & DeStefano, T. (2021). *Robotics and the Global Organisation of Production. Robotics, AI, and Humanity: Science, Ethics, and Policy*. 161-170. In von Braun, J., S. Archer, M., Reichberg, G. M., & Sánchez Sorondo, M. (Eds.). Springer International Publishing.

De Backer, K., et al. (2018), "Industrial robotics and the global organization of production", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, No. 2018/03, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/dd98ff58-en>.

Díaz Pavez, L. R., & Martínez-Zarzoso, I. (2023). The impact of automation on labour market outcomes in emerging countries. *The World Economy*. <https://doi.org/10.1111/twec.13523>

Europeu, P. (1999, 1 de abril). *FICHA TEMÁTICA SOBRE MALTA E AS RELAÇÕES COM A UNLÃO EUROPELA*. https://www.europarl.europa.eu/enlargement/briefings/pdf/5a1_pt.pdf

Faber, M. (2020). Robots and reshoring: Evidence from Mexican labor markets. *Journal of International Economics*, 127, 103384. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2020.103384>

Feenstra, R. (2017). *Statistics to Measure Offshoring and its Impact*. National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w23067>

Forcina, A., Silvestri, L., De Felice, & Falcone, D. (2024). Exploring Industry 4.0 technologies to improve manufacturing enterprise safety management: A TOPSIS-based decision support system and real case study. *Safety Science*, 169, 106351–106351, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106351>.

Graetz, G., & Michaels, G. (2018). Robots at Work. *The Review of Economics and Statistics*, 100(5), 753–768. https://doi.org/10.1162/rest_a_00754.

Grewal, R., Cote, J. A., & Baumgartner, H. (2004). Multicollinearity and Measurement Error in Structural Equation Models: Implications for Theory Testing. *Marketing Science*, 23(4), 519–529. <https://doi.org/10.1287/mksc.1040.0070>

Grossman, G. M., & Rossi-Hansberg, E. (2008). Trading Tasks: A Simple Theory of Offshoring. *American Economic Review*, 98(5), 1978–1997. <https://doi.org/10.1257/aer.98.5.1978>

Hallward-Driemeier, M., & Nayyar, G. (2019). Have Robots Grounded The Flying Geese?: Evidence From Greenfield FDI In Manufacturing. World Bank, Washington, DC. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-9097>

Hausman, J. A. (1978). Specification Tests in Econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251. <https://doi.org/10.2307/1913827>

- Hill, R. C., Griffiths, W. E., & Lim, G. C. (2018). *Principles of econometrics* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- I. F. R. (2023). In *International Federation of Robotics*. World Robotics [Review of World Robotics]. https://ifr.org/img/worldrobotics/2023_WR_extended_version.pdf
- Ishizaka, A., Bhattacharya, A., Gunasekaran, A., Dekkers, R., & Pereira, V. (2019). Outsourcing and offshoring decision making. *International Journal of Production Research*, 57(13), 4187–4193. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.009>.
- Jinjarak, Y., & Naknoi, K. (2011). Competition, Labor Intensity, and Specialization: Structural Changes in Postcrisis Asia. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2022656>
- Johansson, M., & Olhager, J. (2018). Manufacturing relocation through offshoring and backshoring: the case of Sweden. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(4), 637–657. <https://doi.org/10.1108/JMTM-01-2017-0006>.
- Kedia, B. L., & Mukherjee, D. (2009). Understanding offshoring: A research framework based on disintegration, location, and externalization advantages. *Journal of World Business*, 44(3), 250–261. <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2008.08.005>.
- Klimova, N. P. (2020). The Importance of Government Incentives for Automating Business Processes in Industry in Order to Increase the Efficiency of Innovation. *Digital Transformation*, (1), 14–22. <https://doi.org/10.38086/2522-9613-2020-1-14-22>
- Krenz, A., Prettnner, K., & Strulik, H. (2021). Robots, reshoring, and the lot of low-skilled workers. *European Economic Review*, 136, 103744. <https://doi.org/10.1016/j.eurocorev.2021.103744>
- Kumar A., Kumar S. (2020). Industry 4.0: Evolution, opportunities, and challenges. *International Research Journal of Business Studies*, 5(1), 139–148.
- León García, O. A., & Madinabeitia, D. (2023). Analysis of the use of industry 4.0 technologies as competitive advantage. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 16–33. <https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.6311>
- Lewin, A. Y., & Peeters, C. (2006). Offshoring Work: Business Hype or the Onset of Fundamental Transformation? *Long Range Planning*, 39(3), 221–239. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2006.07.009>
- Malta Fiscal Advisory Council. (2022). Chapter 3: Exports and imports of goods and services in Malta. <https://mfac.org.mt/wp-content/uploads/2022/09/Chapter-3-Exports-and-Imports>

Moura, Rafael & Darrieux, Rodolfo. (2018). A CRISE DE 2008 E O FUTURO DOS LEGADOS SOCIAL DEMOCRATAS-UM ESTUDO COMPARADO ENTRE EUROPA E AMÉRICA DO SUL. XI encontro da associação brasileira de ciência política. Paraná.

Müller, C., & Kutzbach, N. (2020). *World Robotics 2020 - Industrial Robots*. VDMA Services GmbH.

Murphy, G. and I. Siedschlag (2013). Determinants of Offshoring: Empirical Evidence from Ireland, Birmingham, United Kingdom: University of Birmingham, <https://www.esri.ie/publications/determinants-of-offshoring-empirical-evidence-from-ireland>

Musteen, M. (2016). Behavioral factors in offshoring decisions: A qualitative analysis. *Journal of Business Research*, 69(9), 3439–3446. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.01.042>

Nordås, H. K. (2020). Make or Buy: Offshoring of Services Functions in Manufacturing. *Review of Industrial Organization*. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3489051>.

Nurgabdeshev, A. (2015). *Offshoring of R&D activities by multinational corporations* [Thesis, University of Sheffield]. <http://etheses.whiterose.ac.uk/10726/>

Paranhos, R., Figueiredo Filho, D. B., Rocha, E. C. d., Silva Júnior, J. A. D., Neves, J. A. B., & Santos, M. L. W. D. (2014). Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson: o Retorno. *Leviathan (São Paulo)*, (8), 66. <https://doi.org/10.11606/issn.2237-4485.lev.2014.132346>

Perdana, A., Lee, W. E., & Mui Kim, C. (2023). Prototyping and implementing Robotic Process Automation in accounting firms: Benefits, challenges, and opportunities to audit automation. *International Journal of Accounting Information Systems*, 51, 100641. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2023.100641>.

Pinheiro, A., Sochirca, E., Afonso, O., & Neves, P. C. (2023). Automation and off(re)shoring: A meta-regression analysis. *International Journal of Production Economics*, 108980. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108980>.

Renaud, O., & Victoria-Feser, M.-P. (2010). A robust coefficient of determination for regression. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 140(7), 1852–1862. <https://doi.org/10.1016/j.jspi.2010.01.008>

Roza, M., Van den Bosch, F. A. J., & Volberda, H. W. (2011). Offshoring strategy: Motives, functions, locations, and governance modes of small, medium-sized and large

firms. *International Business Review*, 20(3), 314–323.
<https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2011.02.002>.

Slaper, T. F. (2019). Automation and Offshoring in Durable Goods Manufacturing: An Indiana Case Study. *Economic Development Quarterly*, 33(1), 19–38.
<https://doi.org/10.1177/0891242418807557>

Stapleton, K., & Webb, M. (2020). Automation, Trade and Multinational Activity: Micro Evidence from Spain. *SSRN Electronic Journal*.
<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3681143>.

Statista. (2024). International trade: Euro (EUR) terms of trade in the Eurozone from 2008 to 2020. Statista. <https://www.statista.com/statistics/1364887/international-trade-eu-terms-of-trade-eurozone/>

Stentoft, J., Mikkelsen, O. S., Jensen, J. K., & Rajkumar, C. (2018). Performance outcomes of offshoring, backshoring and staying at home manufacturing. *International Journal of Production Economics*, 199, 199–208. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.03.009>.

Anexos

Tabela A1. Análise descritiva das variáveis por país

Países	Offshore	I_Robôs	I_trab	Abs	GA	RP	TIC
Alemanha	12,57%	6,68%	65,54%	47224,75	53,49%	66,54%	53,13%
Áustria	9,31%	1,65%	47,74%	2109,25	90,21%	70,83%	49,80%
Bélgica	40,26%	2,18%	52,20%	634,15	141,53%	106,48%	48,83%
Bulgária	8,01%	0,02%	50,93%	271,70	97,76%	42,02%	23,95%
Croácia	11,24%	0,02%	87,72%	290,85	112,38%	47,08%	30,97%
Dinamarca	11,54%	0,74%	79,54%	1565,45	87,60%	47,64%	63,27%
Eslováquia	40,12%	0,98%	39,48%	211,55	66,96%	40,16%	43,12%
Eslovénia	29,19%	1,19%	58,03%	325,00	62,93%	33,08%	40,68%
Espanha	23,66%	6,26%	51,05%	2892,00	139,36%	60,37%	38,90%
Estónia	16,63%	0,05%	45,97%	32,35	55,03%	6,40%	48,25%
Finlândia	15,81%	1,20%	63,81%	1991,85	141,08%	46,64%	61,84%
França	15,80%	4,02%	54,20%	13976,4	73,34%	70,38%	43,52%
Grécia	13,65%	0,04%	64,32%	477,65	54,55%	121,32%	26,75%
Hungria	21,32%	0,42%	26,47%	743,65	51,72%	67,02%	35,76%
Irlanda	17,68%	0,10%	74,64%	365,80	76,58%	59,25%	41,91%
Itália	6,35%	6,90%	50,71%	8257,273	133,14%	114,54%	32,43%
Letónia	5,60%	0,04%	49,96%	155,05	164,38%	19,51%	38,15%
Lituânia	12,99%	0,04%	55,65%	91,35	49,77%	23,67%	33,66%
Malta	9,24%	0,00%	199,73%	13,19	112,31%	61,76%	36,22%
Países Baixos	20,66%	0,63%	51,16%	2329,30	96,89%	57,74%	63,37%
Polónia	17,81%	0,29%	38,38%	2764,95	258,23%	46,39%	33,47%
Portugal	33,01%	1,20%	46,49%	279,25	124,91%	79,40%	32,62%
Reino Unido	14,92%	2,24%	52,35%	18044,35	80,19%	52,59%	55,54%
República Checa	17,46%	0,70%	35,70%	689,60	67,90%	26,99%	37,94%
Roménia	5,83%	0,08%	52,81%	1175,80	69,98%	21,67%	20,87%
Suécia	17,42%	3,15%	51,33%	3031,55	116,58%	49,33%	67,13%

Tabela A2. Evolução das variáveis ao longo dos períodos em estudo

Anos	I_trab	Abs	GA	RP	TIC
1995	55,02%	3646,24	80,52%	54,36%	1,99%
1996	60,19%	3955,12	82,65%	54,35%	3,36%
1997	51,83%	3927,64	86,49%	54,59%	5,74%
1998	50,15%	4065,24	86,33%	51,15%	9,30%
1999	55,45%	4370,31	86,14%	52,05%	13,90%
2000	55,78%	4555,81	93,22%	50,38%	19,21%
2001	56,94%	4279,92	92,65%	50,26%	23,69%
2002	55,39%	4152,60	90,32%	49,45%	33,02%
2003	61,47%	4287,88	89,32%	49,41%	39,17%
2004	74,15%	4302,46	93,95%	48,95%	44,69%
2005	61,35%	4211,38	98,24%	48,32%	49,10%
2006	66,64%	4186,67	105,15%	46,49%	54,06%
2007	54,16%	4255,12	107,18%	44,64%	58,42%
2008	63,17%	4296,31	110,02%	47,84%	62,44%
2009	61,98%	4239,12	97,68%	57,13%	65,80%
2010	51,95%	4245,24	108,51%	62,94%	68,95%
2011	49,28%	4231,85	117,12%	67,45%	70,64%
2012	55,39%	4353,08	119,81%	70,67%	72,93%
2013	53,32%	4346,08	119,13%	73,58%	74,86%
2014	50,71%	4347,08	119,27%	74,54%	76,50%

Tabela A3. Teste de Hausman

	Estatística QuiQuadrado	Graus de liberdade	Probabilidade
Modelo estimado	6,94	6	0,33

Tabela A4. Teste de Hausman (sem outliers)

	Estatística QuiQuadrado	Graus de liberdade	Probabilidade
Modelo estimado	6,50	6	0,48