

---

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO SETOR DAS TELECOMUNICAÇÕES  
DOS PAÍSES DA UNIÃO EUROPEIA**

**Luciana Margarida Pereira Gomes**

---

Dissertação  
Mestrado em Economia

---

Orientado por  
**Elvira Maria de Sousa Silva**

---

2025

## **Agradecimentos**

A concretização desta dissertação não teria sido possível sem as valiosas contribuições de diversas pessoas, cujas intervenções, tanto de forma direta quanto indireta, desempenharam um papel determinante ao longo de todas as fases da sua elaboração. É, por isso, com profundo reconhecimento, que aproveito esta secção para expressar a minha gratidão a todos aqueles que, de alguma forma, tornaram possível a realização deste trabalho.

Em particular, dirijo um agradecimento muito especial à Professora Doutora Elvira Maria de Sousa Silva, pela sua inestimável orientação, disponibilidade e dedicação ao longo de todo este percurso. O rigor científico, os comentários e sugestões que me foram sendo transmitidos constituíram um contributo fundamental para o enriquecimento desta dissertação.

Aos meus pais e à minha irmã, manifesto a minha profunda gratidão, pelo apoio incondicional, pelas palavras encorajadoras nos momentos mais desafiantes e pela confiança inabalável que sempre depositaram em mim. À minha irmã, em particular, que já viveu de perto esta etapa académica, agradeço o exemplo, a compreensão e os conselhos partilhados, que foram essenciais ao longo desta fase.

Expresso igualmente o meu agradecimento a todos os meus amigos, pelo constante apoio, pela paciência e pela compreensão demonstrada, elementos esses que se tornaram fundamentais para me manter motivada no decorrer deste percurso.

## Resumo

O setor das telecomunicações tem vindo a crescer de forma expressiva, assumindo-se como uma das forças motrizes da economia de um país. A sua importância para o progresso económico advém tanto dos impactos diretos como dos indiretos, que impulsionam o desenvolvimento económico e promovem a eficiência técnica.

A presente dissertação tem como principal objetivo analisar a eficiência técnica do setor das telecomunicações em 19 países da União Europeia, no período compreendido entre 2010 e 2022, recorrendo ao método *Data Envelopment Analysis*, com orientação para os *inputs* e assumindo rendimentos variáveis à escala. Complementarmente, procura-se, num segundo estágio, identificar como a privatização, a concorrência e a taxa de crescimento anual do produto interno bruto influenciam os índices de eficiência técnica do setor através de uma regressão truncada, com base na abordagem *double bootstrap*.

Os resultados revelaram um decréscimo gradual no desempenho do setor das telecomunicações dos países da União Europeia ao longo dos anos, com o número de países tecnicamente eficientes a diminuir de nove em 2010 para cinco em 2022. Destacaram-se, contudo, o Chipre e o Luxemburgo que se mantiveram tecnicamente eficientes ao longo de todos os anos analisados. Para além disso, verificou-se, através do segundo estágio da análise, que a concorrência não evidenciou significância estatística. Em contraste, a privatização e a taxa anual de crescimento do produto interno bruto revelaram-se estatisticamente significativas ao nível de significância de 1%. A privatização demonstrou um impacto negativo sobre os índices de eficiência técnica, ao passo que a taxa anual de crescimento do produto interno bruto evidenciou um impacto positivo, contribuindo para a melhoria da referida eficiência.

**Códigos-JEL:** C14; C24; C67; C87; L96

**Palavras-chave:** Eficiência; Setor das telecomunicações; *Data Envelopment Analysis*; *Double Bootstrap*; União Europeia

## **Abstract**

Over time, the telecommunications sector has grown significantly, establishing itself as one of the driving forces of a country's economy. Its importance to economic progress stems from both direct and indirect impacts, which foster economic development and promote technical efficiency.

The main objective of this dissertation is to assess the input-oriented technical efficiency of the telecommunications sector in 19 European Union countries over the period from 2010 to 2022, using Data Envelopment Analysis method and assuming variable returns to scale. Additionally, a second-stage analysis aims to identify how privatization, competition, and the annual growth rate of gross domestic product influence the sector's technical efficiency scores through a truncated regression, based on the double bootstrap approach.

The results revealed a gradual decline in the performance of the telecommunications sector across the European Union countries over the years, with the number of technical efficient countries decreasing from nine in 2010 to five in 2022. Notably, Cyprus and Luxembourg consistently maintained technical efficiency throughout the entire period under analysis. Furthermore, the second-stage results indicated that competition did not show statistical significance. In contrast, both privatization and the annual growth rate of gross domestic product proved statistically significant at the 1% level. Privatization was found to have a negative impact on technical efficiency scores, whereas the annual growth rate of gross domestic product showed a positive effect, contributing to the improvement of technical efficiency.

**JEL-codes:** C14; C24; C67; C87; L96

**Key-words:** Efficiency; Telecommunications sector; Data Envelopment Analysis; Double Bootstrap; European Union

## Índice

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Agradecimentos .....                                                          | i   |
| Resumo .....                                                                  | ii  |
| Abstract.....                                                                 | iii |
| Índice de tabelas.....                                                        | v   |
| Índice de figuras.....                                                        | vi  |
| 1. Introdução.....                                                            | 1   |
| 2. Revisão de literatura .....                                                | 3   |
| 2.1. Caracterização geral do setor das telecomunicações .....                 | 3   |
| 2.2. Caracterização do setor das telecomunicações na União Europeia .....     | 7   |
| 2.3. Conceito e medição de eficiência .....                                   | 7   |
| 2.3.1. Conceito .....                                                         | 8   |
| 2.3.2. Medição da eficiência técnica .....                                    | 9   |
| 2.3.3. Segundo estágio DEA .....                                              | 11  |
| 2.4. Análise do desempenho do setor das telecomunicações .....                | 12  |
| 3. Metodologia .....                                                          | 18  |
| 3.1. Primeiro estágio: avaliação da eficiência técnica .....                  | 19  |
| 3.2. Segundo estágio: avaliação dos determinantes da eficiência técnica ..... | 22  |
| 4. Descrição da amostra .....                                                 | 25  |
| 5. Apresentação e discussão dos resultados empíricos .....                    | 35  |
| 6. Conclusão.....                                                             | 48  |
| Referências.....                                                              | 51  |
| Anexos.....                                                                   | 62  |

## Índice de tabelas

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1: Descrição dos <i>inputs</i> e dos <i>outputs</i> .....                                         | 26 |
| Tabela 2: Estatísticas descritivas dos <i>inputs</i> e dos <i>outputs</i> .....                          | 27 |
| Tabela 3: Descrição das variáveis explicativas .....                                                     | 30 |
| Tabela 4: Estatísticas descritivas das variáveis explicativas .....                                      | 32 |
| Tabela 5: Índices de eficiência técnica do setor das telecomunicações dos países da UE (2010-2022) ..... | 36 |
| Tabela 6: Coeficientes de correlação das variáveis explicativas.....                                     | 42 |
| Tabela 7: Resultados do segundo estágio (Modelo 1) .....                                                 | 42 |
| Tabela 8: Resultados do segundo estágio (Modelo 2) .....                                                 | 46 |
| Tabela 9: Resultados do segundo estágio (Modelo 3) .....                                                 | 46 |

## **Índice de figuras**

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Frequência absoluta da variável privatização (2010-2022) .....                    | 34 |
| Figura 2: Média anual da eficiência técnica (2010-2022) .....                               | 38 |
| Figura 3: Diagrama de extremos e quartis dos índices de eficiência técnica (2010-2022) .... | 40 |

## 1. Introdução

Ao longo das últimas duas décadas, o setor das telecomunicações tem vindo a consolidar progressivamente a sua identidade no mercado global, fruto do contínuo desenvolvimento e adoção de novas tecnologias no âmbito dos serviços de informação e comunicação. Esta evolução tem favorecido a fluidez transnacional da informação a custos de transação reduzidos, tem acelerado a disseminação do conhecimento e tem aprimorado a qualidade da informação disponível nos mercados (Sahoo & Sahoo, 2020).

Neste contexto, o setor das telecomunicações tem-se afirmado como um motor essencial para o crescimento económico global, constituindo, simultaneamente, um pilar fundamental da vida humana (Sahoo & Sahoo, 2020). Este crescimento decorre de uma conjugação de fatores, nomeadamente da privatização, da liberalização dos mercados e das inovações tecnológicas (Lam & Shiu, 2010). A adoção de políticas de privatização e liberalização tem-se traduzido numa melhoria do desempenho do setor das telecomunicações em diversos países, onde a transição de um mercado monopolista de propriedade do Estado para um regime concorrencial revela-se determinante para a modernização e expansão do setor (Das, 2000; Lam & Shiu, 2008).

A proliferação dos serviços de comunicação assentes em redes móveis tem desempenhado um papel crucial na promoção da eficiência e no estímulo ao investimento privado - tanto nacional como internacional - no setor das telecomunicações (Betarelli et al., 2022). A título ilustrativo, entre 2021 e 2022, o investimento no setor das telecomunicações na Europa registou um aumento, passando de 56,3 mil milhões para 59,1 mil milhões de euros. Do total investido em 2022, cerca de 48% foi alocado ao acesso fixo, mais de 20% foi destinado ao acesso móvel e o restante foi utilizado para cobrir redes de agregação e transporte central, tecnologia da informação e ativos não relacionados à rede, como escritórios. Contudo, apesar deste progresso, persiste na Europa um défice de investimento relativamente aos seus principais concorrentes globais, como os Estados Unidos da América (EUA) (Wood & Sherrington, 2024).

A análise da eficiência do setor das telecomunicações tem sido amplamente reconhecida como uma questão de considerável importância por parte de investigadores e de reguladores (Sadjadi & Omrani, 2010). Consequentemente, a literatura tem vindo a contemplar estudos que se dedicam tanto à avaliação do desempenho individual das operadoras num determinado país, como, por exemplo, no Irão (*e.g.*, Sadjadi & Omrani, 2010), em Taiwan



(*e.g.*, Kang, 2009) e na Índia (*e.g.*, Sahoo & Sahoo, 2020), quanto à comparação da eficiência do setor entre diferentes países (*e.g.*, Gökgöz & Demir, 2014; Shao et al., 2017). Em virtude da relevância dos estudos que se propõem a esta comparação internacional, para a presente dissertação, destaca-se que a esmagadora maioria dessas investigações não são recentes (*e.g.*, Giokas & Pentzaropoulos, 2008; Lien & Peng, 2001) e, em alguns casos, abrangem um horizonte temporal limitado (*e.g.*, Giokas & Pentzaropoulos, 2008; Gökgöz & Demir, 2014), pelo que tem havido uma escassez de estudos quantitativos sobre o desempenho do setor das telecomunicações na era 4G/5G. Neste enquadramento, a presente dissertação visa colmatar esta lacuna na literatura, ao proceder à análise da eficiência técnica do setor das telecomunicações de 19 países da União Europeia (UE), no período compreendido entre 2010 e 2022 – intervalo temporal delimitado, em grande medida, pela indisponibilidade de dados posteriores. Para além disso, esta dissertação propõe-se a analisar os fatores exógenos suscetíveis de influenciar os índices de eficiência técnica. Assim, ao proporcionar informação mais recente sobre a eficiência do setor das telecomunicações, este estudo pretende também oferecer contributos relevantes para os reguladores e os decisores políticos, auxiliando-os na formulação de políticas mais eficazes, informadas e ajustadas à realidade.

A metodologia adotada nesta investigação é de natureza não paramétrica e desenvolve-se em dois estágios. No primeiro estágio, recorre-se ao método *Data Envelopment Analysis* (DEA), com vista à obtenção de índices de eficiência técnica do setor das telecomunicações entre 2010 e 2022, através da incorporação de múltiplos *inputs* e *outputs*. No segundo estágio, após a obtenção dos índices de eficiência técnica, aplica-se o algoritmo *double bootstrap*, proposto por Simar e Wilson (2007), com o intuito de identificar os determinantes da eficiência técnica, ou seja, os fatores que podem impactar os índices de eficiência do setor em cada país.

A estrutura da presente dissertação organiza-se da seguinte forma: no segundo capítulo apresenta-se a revisão de literatura, onde são sistematizados os principais contributos de diversos autores para o tema em análise. Em particular, o segundo capítulo dedica-se à caracterização do setor das telecomunicações, à exposição dos principais contributos teóricos dos autores pioneiros dos modelos aplicados na análise da eficiência em dois estágios, bem como à apresentação de diversos estudos relevantes sobre a avaliação do desempenho do setor. No terceiro capítulo descreve-se os métodos adotados, enquanto no quarto capítulo descreve-se a amostra em estudo. No quinto capítulo apresenta-se e discute-se os resultados empíricos e, por fim, no sexto capítulo, sintetiza-se as principais conclusões.

## 2. Revisão de literatura

Neste capítulo pretende-se, inicialmente, com base na literatura existente, contextualizar o setor das telecomunicações e delinear as suas principais características, com uma análise específica da sua evolução e situação atual na UE. Em seguida, explora-se os conceitos de eficiência, distinguindo-o de eficácia e produtividade, e as metodologias que prevalecem na literatura para a sua medição, com destaque para o recurso a modelos como o DEA e a sua aplicação em dois estágios. Por fim, analisa-se diversos estudos sobre o desempenho do setor das telecomunicações, de modo a estabelecer uma base sólida de compreensão sobre os resultados até agora alcançados neste domínio.

### 2.1. Caracterização geral do setor das telecomunicações

O setor das telecomunicações testemunhou uma evolução significativa ao longo dos séculos XIX e XX, marcada pela invenção do telefone e pelos sucessivos avanços realizados em dispositivos móveis, satélites, fibra ótica e *internet* (Gökgöz & Demir, 2014; Pennings et al., 2005). Estes desenvolvimentos têm permitido que a comunicação se torne progressivamente mais rápida e eficiente, beneficiando tanto as populações urbanas quanto rurais, ao melhorar a sua qualidade de vida e ao ajudar a alcançar os objetivos sociais, políticos e de segurança (Pennings et al., 2005; Wellenius & Stern, 1994). Desta forma, este setor assumiu um papel crucial não apenas por motivos económicos, mas também por razões sociais e políticas (Gökgöz & Demir, 2014).

Ao promover a educação, a saúde, a criação de bens com valor acrescentado, bem como ao aumentar a produtividade e a eficiência laboral, o setor das telecomunicações consolidou-se como um dos pilares fundamentais do crescimento socioeconómico de um país (Bandias & Vemuri, 2005; Diskaya et al., 2011; Gökgöz & Demir, 2014; Maneejuk & Yamaka, 2020). Este aumento de produtividade é alcançado, de forma direta, através da redução dos custos de transação e da otimização da informação de *marketing*, e, de forma indireta, através da aceleração da disseminação do conhecimento (Gökgöz & Demir, 2014; Madden & Savage, 1999). Para além disso, o investimento na infraestrutura das telecomunicações não só contribui diretamente para o crescimento económico, como também gera um efeito multiplicador, no sentido em que, aumenta a procura de bens relacionados, que são necessários para a sua construção, como cabos e *switches* (Roller & Waverman, 2001). Assim, a interconexão entre o setor das telecomunicações e outros setores da economia tem

desempenhado um papel relevante no impulso do crescimento da produtividade global (Correa, 2006).

Entre os aspetos caracterizadores do setor das telecomunicações destacam-se os elevados custos fixos, custos marginais praticamente nulos, investimentos de capital expressivos e uma dinâmica de constante inovação do lado da oferta, sendo ainda caracterizado por ciclos de vida dos serviços relativamente curtos. Este setor caracteriza-se ainda pela presença de externalidades de rede, fenómeno que ocorre quando a utilidade ou o valor que um utilizador retira de um dado bem é influenciado pelo número de outros utilizadores que dele fazem uso, ou que utilizam bens compatíveis. Pelo que, quando a utilidade marginal aumenta com o número de utilizadores, verificam-se externalidades de rede positivas, enquanto que se a utilidade marginal decrescer à medida que aumenta o número de utilizadores, observam-se externalidades de rede negativas (Radukic et al., 2019). A utilização de serviços de telecomunicações para comunicações interativas, como o envio e a receção de mensagens, constitui um exemplo da presença de tais externalidades (Schoder, 2000). Neste contexto, a transformação digital e o impacto das externalidades de rede contribuem para o aumento do número de subscritores, para a redução do número de redes – com implicações ao nível da distorção da concorrência no mercado – e para a diminuição dos preços praticados nos serviços de telecomunicações (Radukic et al., 2019).

Além das externalidades de rede, o setor das telecomunicações caracteriza-se pela presença de economias de gama e de escala (Park, 2009). No que concerne às economias de gama, estas ocorrem quando a produção conjunta de bens, utilizando recursos comuns, revela ser menos dispendiosa do que produzir esses bens separadamente. As economias de gama resultam de, principalmente, duas fontes: da diluição dos custos fixos através da diversificação do portefólio de produtos e das complementaridades de custos que podem surgir entre diferentes categorias de produtos quando determinadas funções operacionais são desempenhadas sob a alçada de uma organização (Bloch et al., 2001). Estas economias revestem-se de particular relevância, uma vez que a análise das consequências económicas da diversificação nas empresas constitui um tema de investigação preponderante no domínio das telecomunicações (Banker et al., 1998). No que respeita às economias de escala, estas verificam-se quando os custos médios diminuem à medida que a produção aumenta (Bloch et al., 2001). No setor das telecomunicações, tais economias decorrem dos elevados custos de capital e de construção, os quais constituem uma barreira à entrada, uma vez que estes

custos fixos tornam-se irrecuperáveis após o investimento inicial em infraestruturas. Outras fontes de economias de escala são os custos de aquisição de clientes, dado que as empresas enfrentam despesas mínimas, que se mantêm independentes do número de utilizadores servidos, como acontece na conceção e implementação de campanhas de *marketing* e publicidade direcionadas a áreas geográficas específicas e os custos fixos associados ao desenvolvimento de sistemas de faturação e de apoio operacional (Park, 2009).

Uma outra característica do setor das telecomunicações prende-se com o facto de este ter emergido como um dos mais competitivos a nível global, fruto da sua transição de um mercado monopolista para um mercado mais concorrencial. Esta competitividade é impulsionada pela intensa rivalidade entre as empresas, que se esforçam para desenvolver bens que, simultaneamente, se destacam pela sua fiabilidade e acessibilidade económica (Meena & Geng, 2022). A dinâmica competitiva entre as empresas tem atraído novos participantes para o setor, o que fomenta a inovação e a introdução de novos serviços de telecomunicação (Huang et al., 2015).

A crescente competitividade impõe uma pressão constante sobre as organizações prestadoras de serviços, obrigando-as a melhorar continuamente as suas competências, capacidades e desempenho (Palacios-Marques et al., 2011). No setor das telecomunicações, esta exigência é facilitada pela sua natureza intensiva em capital, com especial destaque para o capital humano, entendido como o conhecimento organizacional detido pelos colaboradores que não permanece intrinsecamente vinculado à entidade empregadora, dissipando-se quando estes se ausentam. Por outras palavras, o capital humano engloba um conjunto de competências técnicas, aptidões profissionais e capacidades de liderança que otimizam os processos organizacionais e potenciam a eficiência operacional (Kanaan et al., 2020).

Apesar do notório crescimento do setor das telecomunicações ao longo dos anos, evidenciado, por exemplo, por um aumento da percentagem de utilizadores de *internet*, que passou de 16% em 2005 para 65% em 2023 (International Telecommunication Union [ITU], 2024), o setor das telecomunicações enfrenta desafios significativos resultantes da sua constante evolução, o que torna o papel dos reguladores mais complexo na procura por um equilíbrio entre a proteção da privacidade dos consumidores e a promoção de serviços orientados por dados, uma vez que à medida que os dados se consolidam como a essência dos serviços de telecomunicações, a implementação de medidas robustas de privacidade e segurança é fundamental (Ezeigweneme et al., 2024). Para além disso, surgem desafios

decorrentes da crescente proliferação de ciberataques, que impõem exigências significativas à segurança e à integridade operacional, considerando que o setor das telecomunicações assenta numa infraestrutura digital interconectada (Shoetan et al., 2024).

De facto, o papel dos reguladores no setor das telecomunicações revela-se inerentemente complexo, na medida em que o seu principal objetivo consiste em alcançar a eficiência técnica e alocativa, bem como uma concorrência justa. Todavia, dado que alguns destes objetivos podem entrar em conflito entre si, cabe ao regulador encontrar um equilíbrio harmonioso entre eles (Kiessling & Blondeel, 1998). Neste contexto, a regulação do setor das telecomunicações varia significativamente entre regiões. Nos EUA, por exemplo, a regulação das telecomunicações tem sido mais homogênea do que na UE, uma vez que a relação entre os reguladores federais e estaduais nos EUA ocorre há mais tempo do que a relação entre a Comissão Europeia e as autoridades reguladoras nacionais na UE. No entanto, a privatização permitiu que a UE adotasse políticas mais racionais desde o início (Vogelsang, 2015).

A regulação do setor das telecomunicações não só varia entre regiões, como também a qualidade dessa regulação apresenta diferenças significativas. Waverman e Koutroumpis (2011) demonstraram que, em dezembro de 2008, o índice de qualidade da regulação do setor das telecomunicações – um indicador que avalia a eficácia, independência e transparência das entidades reguladoras, bem como a sua capacidade de promover a concorrência e a inovação no setor – difere entre países. Dos 22 países<sup>1</sup> com classificações mais elevadas neste índice destacam-se 14 Estados-Membros da UE, 2 países da América do Norte, 1 da Ásia, 1 da Oceania, 1 do Médio Oriente e 3 países europeus que, atualmente, não fazem parte da UE<sup>2</sup>.

Em virtude do papel preponderante e do impacto que o setor das telecomunicações exerce no desenvolvimento socioeconómico, e tendo em conta as divergências existentes entre a UE e outras regiões no que respeita à regulação e à qualidade regulatória, na secção seguinte analisa-se as particularidades do setor das telecomunicações na UE.

---

<sup>1</sup> Os 22 países de maior destaque no índice de governação regulatória das telecomunicações são: Alemanha, Dinamarca, Suécia, Bélgica, Irlanda, Finlândia, Letónia, Áustria, Itália, Holanda, França, Espanha, Portugal, Grécia, EUA, Canadá, Singapura, Austrália, Barém, Reino Unido, Noruega e Suíça (Waverman & Koutroumpis, 2011).

<sup>2</sup> Note-se que, em 2008, o Reino Unido ainda integrava a União Europeia, pelo que, na análise dos autores, o número de Estados-Membros da UE incluídos entre os 22 países com as classificações mais elevadas foi de 15, e não de 14, como indicado nesta dissertação.

## **2.2. Caracterização do setor das telecomunicações na União Europeia**

O setor das telecomunicações, que se desenvolveu significativamente ao longo dos anos, emergiu como um dos principais motores do crescimento económico da UE, pelo que em 2021, por exemplo, as tecnologias e serviços móveis contribuíram com 4,5% para o Produto Interno Bruto (PIB) (Diskaya et al., 2011; Okeleke et al., 2022).

Ao longo de uma década, o setor das telecomunicações na UE registou uma diminuição no número de trabalhadores, evidenciado por um declínio que se estendeu do primeiro trimestre de 2008 ao quarto trimestre de 2019, com o valor reduzindo-se de 1.181 mil para 823 mil trabalhadores. No entanto, as medidas de segurança implementadas em resposta à pandemia de Covid-19 proporcionaram um impulso significativo no emprego do setor, que, no segundo trimestre de 2020, alcançou 1.043 mil trabalhadores. Este valor representa um crescimento de 7% em comparação com o primeiro trimestre de 2020 e a um aumento de 21% em relação ao segundo trimestre de 2019 (Eurostat, 2020).

As tendências históricas nos mercados de telecomunicações permaneceram, de forma geral, inalteradas no ano 2024, o que evidencia que o setor europeu continua a apresentar um desempenho inferior em relação aos seus congéneres globais, como os EUA, tanto no que respeita à receita como ao investimento. De facto, os operadores europeus têm assumido o impacto da inflação em nome dos seus clientes, o que resulta numa diminuição da receita em termos reais, pelo que as receitas de retalho do setor das telecomunicações na UE apresentaram um crescimento modesto de apenas 0,7% em 2021 e 2,1% em 2022, pois os valores foram substancialmente ofuscados pela inflação (Wood & Sherrington, 2024).

## **2.3. Conceito e medição de eficiência**

Esta secção encontra-se organizada em três subsecções, de forma a expor de maneira clara e sistemática os aspetos conceituais e metodológicos inerentes ao conceito de eficiência. A primeira subsecção (2.3.1) dedica-se à discussão do conceito de eficiência, fundamentando-se nas contribuições de diversos autores que se debruçaram sobre o tema, bem como à sua distinção face a conceitos como produtividade e eficácia. A segunda subsecção (2.3.2) concentra-se na apresentação dos métodos utilizados para medir a eficiência. A terceira subsecção (2.3.3) dedica-se à exposição dos métodos utilizados no segundo estágio da análise da eficiência, orientados para a identificação dos fatores exógenos suscetíveis de a influenciar.

### 2.3.1. Conceito

O conceito de eficiência económica foi, originalmente, decomposto por Farrell (1957) em duas dimensões – eficiência técnica e eficiência alocativa – fundamentado na definição formal de Koopmans (1951) e na medida de eficiência técnica proposta por Debreu (1951).

Por um lado, a eficiência alocativa refere-se à capacidade de combinar *inputs* e/ou *outputs* em proporções ótimas, tendo em conta os seus preços relativos (*e.g.*, Fried et al., 2008). Por outro lado, a eficiência técnica diz respeito à capacidade de evitar desperdícios, quer através da maximização da produção com os recursos e a tecnologia disponível, quer pela utilização da quantidade mínima de fatores de produção necessária para atingir um determinado nível de produção (*e.g.*, Fried et al., 2008). Dito de outra forma, uma unidade produtiva é considerada tecnicamente eficiente quando, para aumentar a produção de um bem, torna-se indispensável diminuir a produção de pelo menos um outro bem ou aumentar a utilização de pelo menos um recurso produtivo (perspetiva orientada para os *outputs*), ou quando, a redução da quantidade de qualquer recurso produtivo requer, necessariamente, o aumento da quantidade de outro recurso ou a diminuição da produção de algum bem (perspetiva orientada para os recursos produtivos) (Koopmans, 1951).

Assim, uma unidade produtiva é economicamente eficiente quando, além de ser tecnicamente eficiente, utiliza uma combinação de recursos que minimiza os custos ou uma combinação de bens produzidos que maximiza a receita, ou ainda uma combinação de bens e recursos que maximiza o lucro total (*e.g.*, Camanho et al., 2024). Em contrapartida, uma unidade produtiva é economicamente ineficiente quando não é tecnicamente eficiente e/ou alocativamente eficiente (*e.g.*, Murillo-Zamorano, 2004).

Adicionalmente, ao abordar o desempenho económico das organizações, é frequente categorizá-las como mais ou menos eficientes e mais ou menos produtivas (*e.g.*, Fried et al., 2008). Contudo, essa classificação, requer uma abordagem cuidadosa, uma vez que os conceitos de eficiência e produtividade, embora relacionados, não são sinónimos (Coelli et al., 2005, cap.1). A produtividade<sup>3</sup> é definida como o rácio entre o que a unidade produtiva produz e os fatores produtivos que utiliza (*e.g.*, Fried et al., 2008).

---

<sup>3</sup> A produtividade aqui definida corresponde a uma produtividade média, representativa da produtividade total dos fatores – uma medida de produtividade que engloba todos os fatores de produção. Outras medidas tradicionais de produtividade, como a produtividade do trabalho são designadas por medidas parciais de produtividade (Coelli et al., 2005, cap.1).

Além disso, é essencial distinguir um conceito comumente confundido com a eficiência: a eficácia. A eficácia refere-se à capacidade de uma organização definir os objetivos desejados e alcançá-los com sucesso, pelo que o foco centra-se nos resultados. Em termos simples, a eficácia consiste em fazer as coisas certas (em inglês “*doing the right things*”), pelo que avaliar a satisfação do cliente é, assim, um elemento fundamental para a prestação eficaz de serviços (Roghanian et al., 2012). Já a eficiência técnica mede a relação entre a quantidade de recursos utilizados e a(s) quantidade(s) de bem(bens) obtida(s) ou o quão bem-sucedida foi a transformação dos fatores produtivos em bens, ou seja, dá primazia a fazer as coisas de forma correta (“*doing things right*”) (Asmild et al., 2007).

Posto isto, é fundamental analisar as metodologias que possibilitam estimar a eficiência técnica. Por essa razão, apresenta-se, a seguir, as abordagens utilizadas para a sua medição.

### **2.3.2. Medição da eficiência técnica**

A medição da eficiência pode ser realizada por meio de distintas abordagens, sejam elas de natureza paramétrica ou não paramétrica (Charnes et al., 1994). Os métodos paramétricos, como o *Stochastic Frontier Analysis*, impõem a necessidade de uma função de produção específica, que pressupõe uma forma funcional predefinida e determinadas suposições sobre a distribuição da perturbação aleatória (Charnes et al., 1994). Em contrapartida, os métodos não paramétricos, como é o caso do *Data Envelopment Analysis*, não requerem uma função de produção explícita, permitindo uma avaliação mais flexível da eficiência das *Decision Making Units* (DMUs), ao considerar a relação entre *inputs* e *outputs* sem as limitações impostas por uma forma funcional específica (Diskaya et al., 2011). As DMUs podem assumir várias formas, em função da especificidade do problema em análise, podendo estas corresponder, por exemplo, a países ou a organizações empresariais (Pentzaropoulos & Giokas, 2002).

Considerando as vantagens mencionadas do método não paramétrico DEA em relação aos métodos paramétricos, justifica-se um estudo mais aprofundado desta abordagem.

O método DEA consolidou-se como um método central para avaliar o desempenho de organizações, tanto públicas quanto privadas (*e.g.*, Abiodun et al., 2023). Baseado em programação matemática, este método estima uma fronteira de produção, que serve como fronteira de referência para avaliar a eficiência técnica de cada DMU (*e.g.*, Fried et al., 2008). As DMUs situadas na fronteira de referência são consideradas tecnicamente eficientes, enquanto aquelas posicionadas abaixo da fronteira são consideradas como tecnicamente



ineficientes (*e.g.*, Pentzaropoulos & Giokas, 2002).

A fronteira de referência gerada pelo método DEA varia com o tipo de rendimentos à escala e a medida de eficiência técnica depende do tipo de orientação a ser atribuída à análise (Coelli et al., 2005, cap.6). Esta divisão permite ajustar a aplicação deste método aos objetivos do estudo, proporcionando uma análise mais adaptada às características do contexto em estudo.

Desta forma, no que concerne à orientação da análise, esta pode ser direcionada para os *inputs* ou para os *outputs*, pelo que, num modelo orientado para os *outputs*, a eficiência técnica é aferida a partir da perspetiva de maximizar a produção de um ou vários bens com o mesmo volume de *inputs* disponíveis (*e.g.*, Petrović et al., 2018), enquanto que um modelo orientado para os *inputs* concentra-se em minimizar a quantidade dos fatores de produção, mantendo constante os níveis de produção (*e.g.*, Gökgöz & Demir, 2014).

Relativamente ao tipo de rendimentos à escala, distingue-se, essencialmente, duas abordagens fundamentais: o modelo de rendimentos constantes à escala e o modelo de rendimentos variáveis à escala (Coelli et al., 2005, cap.7). O primeiro modelo de DEA com múltiplos *inputs* e *outputs*, desenvolvido por Charnes et al. (1978) e conhecido como CCR (em referência a Charnes, Cooper e Rhodes), baseia-se no pressuposto de rendimentos constantes à escala, o que significa que uma variação proporcional em todos os *inputs* resulta numa variação proporcional equivalente nos *outputs*. Este modelo amplia a definição clássica da razão entre um único *output* e um único *input* de Farrell (1957), permitindo a inclusão de múltiplos *outputs* e *inputs*, sem a necessidade de atribuir pesos previamente definidos (Banker et al., 1984). Subsequentemente, Banker et al. (1984) desenvolveram o modelo BCC, assim denominado em referência às iniciais dos seus autores. Este modelo baseia-se no pressuposto de rendimentos variáveis à escala, possibilitando uma análise mais flexível, ao admitir que as variações nos *inputs* não conduzem necessariamente a alterações proporcionais nos *outputs* (Cooper et al., 2011).

O modelo DEA tem captado a atenção de especialistas em ciências da gestão e da economia, engenheiros industriais e analistas de operações devido a duas principais vantagens: permite calcular um índice que resume a eficiência técnica de cada DMU analisada e sugere melhorias específicas para cada DMU, com base nas melhores práticas observadas (fronteira de referência) (Charnes et al., 1994).

Assim, considerando os avanços teóricos do DEA, este método tem-se revelado de elevada utilidade e versatilidade em diversos domínios, como a saúde (*e.g.*, Ersoy & Aktas, 2022), a

educação (*e.g.*, Johnes, 2006), o setor bancário (*e.g.*, Ozkan-Gunay & Tektas, 2006), o setor das telecomunicações (*e.g.*, Gökgöz & Demir, 2014), entre outros.

Tendo em conta a necessidade de avaliar não apenas os níveis de eficiência técnica, mas também os fatores exógenos que os impactam, a literatura tem valorizado uma abordagem metodológica em dois estágios. Neste sentido, na subsecção 2.3.3 analisa-se as principais contribuições para o desenvolvimento e aplicação do segundo estágio DEA.

### 2.3.3. Segundo estágio DEA

Na literatura, diversos estudos têm privilegiado uma abordagem metodológica em dois estágios, na qual, no primeiro estágio, procede-se à estimação da eficiência técnica e, subsequentemente, analisa-se o efeito dos fatores exógenos sobre a eficiência das DMUs (*e.g.*, Simar & Wilson, 2007). Esta metodologia tem sido amplamente aplicada em vários domínios, tais como o turismo (*e.g.*, Chaabouni, 2019), a educação (*e.g.*, Wolszczak-Derlacz, 2017), as microfinanças (*e.g.*, Wijesiri et al., 2015), entre outras, onde a avaliação da eficiência e o entendimento dos fatores externos que a influenciam assumem especial relevância para a otimização de recursos e para a melhoria dos resultados das organizações ou instituições.

Contudo, a seleção do método de análise no segundo estágio revela-se um desafio econométrico de considerável complexidade, pelo que diversos autores têm-se dedicado ao estudo e ao desenvolvimento de várias metodologias para a aplicação do segundo estágio, entre elas, destacam-se o modelo *tobit* e o método dos mínimos quadrados ordinários (em inglês *Ordinary Least Squares* - OLS), e as abordagens de *bootstrap* (Hoff, 2007; Ramalho et al., 2010; Simar & Wilson, 2007).

Ao analisar os índices de eficiência denota-se que estes são truncados, ou seja, dependendo do tipo de índice de eficiência estimado no primeiro estágio, não se observam valores superiores (orientação para os *inputs*) ou inferiores (orientação para os *outputs*) à unidade, o que implica que o uso do modelo OLS é inadequado para tal abordagem, uma vez que os valores previstos da medida de desempenho podem facilmente situar-se fora do intervalo, comprometendo a validade do modelo (Grosskopf, 1996; Ramalho et al., 2010). Em contrapartida, o modelo *tobit* é, frequentemente, aplicado, dado que assume uma distribuição normal censurada, isto é, quando as observações fora de um certo limite são registadas como iguais a esse limite, ou truncada (Amemiya, 1984; Hoff, 2007; McDonald, 2009).

No entanto, McDonald (2009) concluiu que o modelo *tobit* é um procedimento de estimação inadequado, uma vez que é um estimador inconsistente devido à presença de heteroscedasticidade nos resíduos. Em virtude dessa limitação, este autor afirma que é preferível optar pelo modelo OLS (McDonald, 2009). Esta posição contrasta com a de Hoff (2007), que considera tanto o modelo *tobit* como o OLS adequados para o segundo estágio da análise. Observa-se, assim, uma diversidade de perspectivas entre os investigadores sobre a metodologia mais apropriada para complementar a análise dos índices de eficiência obtidos pelo método DEA, utilizando modelos de regressão linear e *tobit*.

Dada a falta de uma teoria robusta que sustente o processo de geração de dados e justifique a abordagem convencional de dois estágios, bem como o facto de que a inferência convencional frequentemente ignora que os índices de eficiência calculados pelo método DEA são obtidos a partir de uma amostra comum, não é apropriado tratar esses índices como observações independentes (*e.g.*, Badunenko & Tauchmann, 2019). Tal abordagem pode resultar em inferências inválidas devido à autocorrelação dos índices de eficiência (*e.g.*, Badunenko & Tauchmann, 2019). Em resposta a estas críticas dirigidas ao método OLS e ao modelo *tobit*, Simar e Wilson (2007) desenvolveram dois procedimentos de *bootstrap* paramétrico que possibilitam superar o problema da autocorrelação presente nos índices de eficiência. Nesse sentido, os métodos *single bootstrap* e *double bootstrap* propostos pelos autores revelaram-se mais adequados do que o modelo *tobit* (Simar & Wilson, 2007). Entre os dois, Simar e Wilson (2007) indicam o *double bootstrap* como a abordagem mais apropriada, embora reconheçam a exigência de capacidades computacionais.

De notar ainda que, Simar e Wilson (2007) reconhecem que os estudos de Xue e Harker (1999) e de Hirschberg e Lloyd (2001) identificam a autocorrelação nas estimativas da eficiência obtidas através do DEA. No entanto, ambos os trabalhos utilizam um método de *bootstrap* simplista, baseado na reamostragem a partir de uma distribuição empírica, na tentativa de corrigir esse problema (Simar & Wilson, 2007).

#### **2.4. Análise do desempenho do setor das telecomunicações**

A avaliação do desempenho do setor das telecomunicações tem despertado um interesse crescente desde os anos 1980. Num primeiro momento, o enfoque foi colocado no estudo do crescimento da produtividade total dos fatores (PTF), que corresponde ao aumento da produção que não é explicada pelo aumento dos fatores de produção. Posteriormente, várias

investigações recorreram a metodologias clássicas, incluindo modelos econométricos, para analisar as alterações na PTF no setor, bem como a métodos baseados em fronteiras de produção, entre os quais se destaca o método DEA, que se tornou uma abordagem preferencial para medir o desempenho do setor das telecomunicações (Lin et al., 2019).

De facto, a avaliação do desempenho das operadoras ou do setor das telecomunicações pode ser conduzida por meio de uma diversidade de metodologias. Um exemplo dessa abordagem multifacetada é o estudo de Abdel-Halim et al. (2023), que se distingue pela aplicação combinada de três métodos complementares: DEA, *window* DEA (WDEA)<sup>4</sup> e o processo de análise hierárquica (AHP)<sup>5</sup>. Estes autores analisaram o desempenho de três empresas de telecomunicações na Arábia Saudita, em termos de eficiência técnica, utilizando como variáveis de *input*, os ativos totais, as despesas operacionais e os gastos de capital, enquanto as variáveis de *output* incluíram a receita das vendas e o património líquido total dos acionistas. Através dessa análise, Abdel-Halim et al. (2023) concluíram que, com base nas várias abordagens, a Saudi Telecom Company foi a empresa mais eficiente, seguida pela Zain e, por último, pela Mobily. Contudo, tendo em conta que a amostra tinha uma dimensão reduzida, uma análise mais detalhada dos resultados revelou que a aplicação do método WDEA apresentou resultados mais consistentes em comparação com o DEA tradicional.

Para além de avaliar o desempenho ao nível das operadoras, é possível expandir o âmbito de análise para abranger o setor como um todo. Isso permite medir o desempenho do setor das telecomunicações em diferentes países, proporcionando uma visão mais ampla.

O estudo de Lam e Shiu (2010) é um exemplo das investigações que adotaram uma abordagem abrangente, integrando comparações transfronteiriças. Nessa análise, os autores utilizaram como variáveis de *input*, o número de trabalhadores a tempo inteiro, o número de linhas telefónicas principais em operação e o investimento anual em telecomunicações, e como variável de *output* a receita dos serviços de telecomunicações. A partir dessas variáveis e recorrendo ao índice de Malmquist, os autores verificaram que da amostra de 112 países,

---

<sup>4</sup> O método WDEA avalia a eficiência considerando cada DMU em diferentes períodos como sendo uma unidade independente. Com o uso do método WDEA, um decisor consegue analisar a eficiência de várias DMUs ao longo do tempo, recorrendo a uma série de janelas temporais sobrepostas. Além disso, o WDEA aumenta a capacidade de discriminação, uma vez que expande o número de DMUs analisadas, o que é particularmente útil quando o número inicial de DMUs é limitado (Peykani et al., 2021).

<sup>5</sup> O método AHP é utilizado para classificar alternativas com base em comparações par a par fornecidas pelos decisores. Entre as suas principais características destacam-se a decomposição hierárquica do problema, a construção de uma hierarquia de critérios e a transformação de avaliações subjetivas sobre a importância relativa em pontuações ou pesos globais (Saaty, 1987).

os países de rendimento médio-alto foram os que alcançaram um maior crescimento médio da PTF entre 1995 e 2004, sendo que, a grande maioria pertencia à Europa Central e Ocidental, nomeadamente, a República Checa, a Estónia, a Hungria, a Letónia, a Lituânia, a Rússia e a Eslováquia. Desta forma, o crescimento médio da PTF na Europa destacou-se como um dos mais elevados, registando um aumento de 9,8%, sendo sucedido pela África, com um crescimento de 6,8% ao ano. Para além de analisarem a variação da PTF, Lam e Shiu (2010), num segundo estágio da análise, investigaram os fatores que podem afetar o crescimento da PTF, no período em análise, através da utilização do método OLS. Os autores concluíram que aqueles que implementaram a privatização e promoveram a concorrência apresentaram níveis superiores de crescimento da PTF. Além disso, constataram que a taxa de penetração móvel, o PIB *per capita* e a variável *dummy* regional para os países da Europa Central e Ocidental emergiram como determinantes do crescimento da PTF.

Embora diversos autores tenham alargado o foco das suas análises para além do âmbito empresarial, como Lam e Shiu (2010), continuam a ser escassos os estudos que avaliam o desempenho do setor das telecomunicações dos países da UE.

Contudo, uma abordagem relevante no contexto europeu é apresentada no estudo de Gökgöz e Demir (2014), no qual os autores analisaram a eficiência de 32 países europeus dos quais 22 são Estados-Membros da UE, no período de 2010 a 2011. Nesse estudo, os autores optaram pelo método DEA com rendimentos constantes e variáveis à escala, orientado para os *outputs*, por forma a avaliar a eficiência ao nível da produção e ao nível da receita. Começando pelo modelo da produção, os investigadores utilizaram como variáveis de *input* o investimento em redes móveis e fixas e o número total de trabalhadores, e como variáveis de *output* o número de subscritores de telefones fixos e de telemóveis e o número de utilizadores de *internet*. Através desse modelo, Gökgöz e Demir (2014) verificaram que os países europeus tiveram melhores índices de eficiência em 2010 do que em 2011, pelo que o número de países tecnicamente eficientes diminuiu, nesse período, de doze para dez, no caso de rendimentos constantes à escala, e de quinze para treze, no caso de rendimentos variáveis à escala. Os países da amostra, que se revelaram tecnicamente eficientes em ambos os anos, quer com rendimentos constantes à escala como com rendimentos variáveis à escala, foram a Albânia, a Arménia, a Áustria, a Geórgia, a Islândia, Portugal, a Espanha, a Suécia e a Turquia. Quanto à análise da eficiência ao nível da receita, os autores recorreram ao número total de subscritores, ao número de funcionários a tempo inteiro e ao investimento anual,

como variáveis de *input*, e à receita de linhas fixas e de telemóveis, como variáveis de *output*. À semelhança do modelo baseado na produção, os níveis de eficiência técnica registaram uma diminuição no período em análise, com o número de países tecnicamente eficientes a reduzir-se de nove para sete, no caso de rendimentos constantes à escala, e de doze para dez, no caso de rendimentos variáveis à escala. Além disso, os autores verificaram que o conjunto de países considerados tecnicamente eficientes sob ambas as hipóteses de rendimentos à escala e em ambos os anos foram diferentes face ao modelo anterior. Neste caso, os países que se destacaram foram a Áustria, a Irlanda, a Itália, a Espanha, a Suíça e o Reino Unido.

No estudo de Shao et al. (2017), os autores analisaram o desempenho de 11 Estados-Membros da UE juntamente com a Noruega e os EUA entre 2000 e 2011. Para tal, os autores utilizaram como variáveis de *input* a remuneração dos trabalhadores e a formação bruta de capital fixo e como variável de *output* o valor acrescentado bruto. Inicialmente, ao aplicar o modelo de rendimentos variáveis à escala orientado para os *outputs*, os autores observaram que os países que apresentaram níveis de eficiência técnica mais elevados, no período analisado, foram a Bélgica, a Holanda, a Suécia e a Noruega. No que concerne especificamente ao ano 2010, os países que os autores identificaram como tecnicamente eficientes foram a Áustria, igualmente reconhecida como tecnicamente eficiente no estudo de Gökgöz e Demir (2014), a Bélgica, a Noruega e os EUA. Já em 2011, os países tecnicamente eficientes foram a Áustria, a Bélgica e a Suécia. Adicionalmente, Shao et al. (2017) avaliaram a evolução da PTF ao longo do tempo, utilizando para isso o índice de Malmquist, e constataram que a maioria dos países analisados registou um aumento da produtividade, em concreto, nove países. Entre estes, destacaram-se a Áustria, a Holanda, a Eslovénia e a Suécia, que evidenciaram um crescimento de produtividade superior a 5%.

Oredegbe e Zhang (2020) com o intuito de obter os índices de eficiência entre países de rendimento baixo e de rendimento elevado, bem como de identificar os fatores exógenos que influenciam esses índices no período de 2001 a 2013, aplicaram o método DEA em dois estágios, considerando rendimentos constantes e variáveis à escala, com uma orientação para os *inputs*. De forma semelhante aos estudos mencionados anteriormente (e.g., Abdel-Halim et al., 2023; Gökgöz & Demir, 2014), ainda que com algumas variações, Oredegbe e Zhang (2020) utilizaram como variáveis de *output* as receitas e a teledensidade, enquanto as variáveis de *input* incluíram os gastos anuais de capital, o número de subscrições anuais e o número de trabalhadores. Os autores constataram que os países de baixo rendimento apresentaram

níveis de eficiência inferiores em comparação com os de rendimento elevado. Entre os países de rendimento elevado, destacaram a Bélgica e os EUA como aqueles que apresentavam índices de eficiência mais elevados, uma conclusão que encontra respaldo no estudo previamente mencionado de Shao et al. (2017), ao qual se junta a Nova Zelândia.

No segundo estágio, Oredgebe e Zhang (2020) aplicaram o modelo de regressão *tobit*, por forma a analisar a relação entre fatores exógenos e os índices de eficiência obtidos na primeira etapa da análise com o método DEA. Com essa finalidade, Oredgebe e Zhang (2020) recorreram a um conjunto de oito variáveis que controlam tanto fatores específicos do setor como variáveis macroeconómicas. Entre as variáveis específicas do setor, os autores incluíram o número de anos de desregulamentação, que serve como *praxy* para a duração do processo de desregulação e as mudanças subsequentes no setor, incorporaram também as subscrições por trabalhador, a receita por subscrição, as despesas de capital por unidade de receita e o índice de Herfindahl-Hirschman (IHH). No que diz respeito às variáveis macroeconómicas, estas englobaram o rendimento nacional bruto *per capita* e o índice de preços do consumidor. Além disso, adicionaram um termo de interação para analisar o impacto conjunto da produtividade laboral e a intensidade de capital. Os autores destacaram que as subscrições por trabalhador, a receita por subscrição, o rendimento nacional *per capita* e o índice de preços do consumidor tiveram um impacto positivo nos índices de eficiência, quando integraram os países de rendimento baixo e alto, já o número de anos de desregulamentação teve um impacto negativo. Quanto às despesas de capital por unidade de receita, os autores observaram que esta variável tinha um impacto negativo quando apenas os países de rendimento elevado eram considerados e quando utilizavam rendimentos constantes à escala. O IHH demonstrou-se estatisticamente insignificante, quer com rendimentos variáveis à escala como com rendimentos constantes à escala, independentemente de estarem incluídos todos os países da amostra ou apenas os de rendimento elevado ou baixo. Por último, Oredgebe e Zhang (2020) verificaram que o termo de interação teve um impacto negativo sobre os níveis de eficiência dos países de baixo rendimento quando utilizaram rendimentos constantes e variáveis à escala.

Num estudo anterior, conduzido por Giokas e Pentzaropoulos (2008), os autores, com o objetivo de medir a eficiência do setor das telecomunicações, em 2003, de 30 Estados-Membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), dos quais 18 são Estados-Membros da UE, aplicaram dois métodos, nomeadamente o AHP e o

DEA, este último com uma orientação para os *outputs* e com rendimentos variáveis à escala. De forma análoga ao estudo de Gökgöz e Demir (2014), Giokas e Pentzaropoulos (2008) realizaram uma análise de eficiência tanto ao nível da produção como ao nível da receita. No caso da eficiência ao nível da produção foram utilizadas variáveis idênticas ao do estudo mencionado, concretamente, as linhas de acesso, o número total de funcionários em telecomunicações e o número de *hosts* de *internet*, como variáveis de *input*, e o número total de subscritores como *output*. Já para a análise da eficiência ao nível da receita, Giokas e Pentzaropoulos (2008) recorreram às mesmas variáveis de *input* do modelo anterior, juntamente com o número total de subscritores e, para variável de *output*, utilizaram a receita do setor de telecomunicações. Os autores verificaram, a partir do método AHP, que os países com uma forte presença económica e industrial, que foram eficientes em termos de produção, tenderam também a ser eficientes em termos da receita, como é o caso do Luxemburgo, dos EUA, da Alemanha, do Reino Unido, da Islândia, da Coreia do Sul e da Eslováquia. Estes resultados foram corroborados também pelo método DEA, que evidenciou que os países eficientes foram a Islândia, o Japão, a Coreia do Sul, o Luxemburgo, Portugal, a Espanha, os EUA e o Reino Unido.

Por fim, destaca-se o estudo de Ketteni (2024), que também se centra na análise da produtividade, mas com uma abordagem distinta da dos trabalhos apresentados até ao momento nesta dissertação. A autora, recorrendo ao *semiparametric smooth coefficient model* (Li et al., 2002), analisou o impacto na produtividade, dos serviços proporcionados pelo capital em telecomunicações, os quais podem estar sujeitos a externalidades de rede internas e externas, bem como a investimentos irreversíveis. Ketteni (2024), através de uma amostra composta por 19 anos (2001-2019) e 34 países da OCDE, concluiu que existia uma relação positiva e não linear entre o capital em telecomunicações e a produtividade, ou seja, nas fases iniciais, o aumento do capital em telecomunicações contribuía positivamente para a produtividade, mas a partir de um certo nível, o seu efeito sobre a produtividade começava a diminuir. Este efeito capta o custo da irreversibilidade, isto é, à medida que o nível de capital da infraestrutura de rede aumenta, os custos de desinvestimento podem provocar um efeito decrescente na produtividade. Adicionalmente, a autora identificou uma relação não linear entre o número de utilizadores de banda larga e a produtividade, observando que, inicialmente, o aumento do número de utilizadores tende a exercer um efeito decrescente sobre a produtividade até atingir um valor mínimo, a partir do qual esse crescimento passa a ter um impacto positivo na produtividade.



### 3. Metodologia

No presente estudo procede-se, num primeiro momento, à medição da eficiência técnica do setor das telecomunicações da UE, através do método DEA. Esta abordagem, amplamente consagrada na literatura, constitui um instrumento de referência para a avaliação comparativa da eficiência técnica no domínio das telecomunicações (Petrović et al., 2018).

O método DEA, uma técnica não paramétrica baseada em programação linear, concebida por Charnes et al. (1978) e subsequentemente aprimorada por Banker et al. (1984), representa uma abordagem analítica que viabiliza a quantificação da eficiência técnica relativa de diversas DMUs. O objetivo fundamental deste método, tal como mencionado na subsecção 2.3.2, consiste em estimar uma fronteira de produção que serve como fronteira de referência para a avaliação da eficiência. Deste modo, na presente análise, as DMUs, que correspondem ao setor das telecomunicações de cada país da UE, são consideradas tecnicamente eficientes (ou seja, situam-se na fronteira de produção) se não existir outra DMU capaz de produzir um volume superior de *outputs* utilizando a mesma quantidade ou uma quantidade inferior de *inputs*, ou se nenhuma outra DMU conseguir utilizar menos *inputs* para produzir uma quantidade equivalente ou superior de *outputs*. Caso contrário, são classificadas como tecnicamente ineficientes (Torres & Bachiller, 2013).

Apesar da ampla adoção do método DEA, sobretudo em virtude das suas vantagens face a abordagens paramétricas – nomeadamente, não impõe uma forma funcional paramétrica para a fronteira de produção –, este método não está isento de limitações que podem afetar a avaliação da eficiência técnica (Charnes et al., 1994). Duas das principais limitações são (i) o facto de se tratar de um método determinístico e (ii) a elevada sensibilidade do método DEA à presença de *outliers*, que podem alterar substancialmente a configuração da fronteira de produção, comprometendo a validade da análise (e.g., Donthu et al., 2005).

Além da estimação da eficiência técnica por meio do método DEA, procede-se, num segundo estágio, à identificação dos fatores exógenos suscetíveis de influenciar os índices de eficiência técnica calculados no primeiro estágio. Neste estágio, embora alguns autores recorram ao modelo OLS ou *tobit* (e.g., Lam & Shiu, 2010; Oredgebe & Zhang, 2020), tais abordagens são alvo de críticas por parte de Simar e Wilson (2007), os quais sublinham a inexistência de uma teoria sólida que sustente o processo de geração de dados e justifique, de forma consistente, a utilização da abordagem convencional em dois estágios. Os autores contestam igualmente a inferência estatística tradicionalmente adotada nestas aplicações, por

desconsiderar o facto de que os índices de eficiência estimados através do método DEA derivam de uma amostra comum, sendo, por conseguinte, inadequado tratá-los como observações independentes, dada a autocorrelação subjacente aos índices de eficiência (*e.g.*, Badunenko & Tauchmann, 2019). Tendo isto em conta, Simar e Wilson (2007) propuseram dois algoritmos, o *single bootstrap* e o *double bootstrap*. Enquanto o *single bootstrap* revela-se mais apropriado para amostras de pequena dimensão, o *double bootstrap* demonstra-se mais adequado para amostras de maior dimensão.

Posto isto, com o objetivo de proporcionar uma compreensão mais aprofundada da metodologia subjacente a ambas as abordagens adotadas, procede-se, nas subsecções seguintes, à exposição detalhada da metodologia inerente ao primeiro e ao segundo estágio, os quais são apresentados, respetivamente, nas subsecções 3.1 e 3.2.

### **3.1. Primeiro estágio: avaliação da eficiência técnica**

O método não paramétrico DEA pode ser delineado com base no tipo de rendimentos à escala, designadamente rendimentos constantes à escala e rendimentos variáveis à escala. Além disso, a formulação do modelo pode assumir diferentes orientações, consoante o foco da análise esteja na minimização dos *inputs* ou na maximização dos *outputs*, conforme exposto na subsecção 2.3.2 da presente dissertação (Coelli et al., 2005, cap.6).

No contexto do tipo de rendimentos à escala, o pressuposto de rendimentos constantes à escala implica que cada DMU opere na escala ótima de produção, onde qualquer variação nos *inputs* resulta numa alteração proporcional nos *outputs*. No entanto, esta abordagem não considera diferenças na escala operacional das DMUs, pelo que, como destacado por Oredgebe e Zhang (2020), ineficiências de mercado podem conduzir algumas DMUs a operar numa escala subótima, distorcendo os níveis de eficiência estimados sob o pressuposto de rendimentos constantes à escala. Diante disso, o modelo de rendimentos variáveis à escala, que considera que variações nos *inputs* não conduzem necessariamente a alterações proporcionais nos *outputs*, revela-se mais adequado e, por este motivo, é o adotado nesta dissertação (Cooper et al., 2011).

Quanto à orientação do modelo, tendo em consideração que, no setor das telecomunicações os gestores têm um maior controlo sobre os *inputs* do que sobre os *outputs* (Oredgebe & Zhang, 2020) – e considerando o argumento de Coelli et al. (2005, cap.6), que preconiza a seleção da orientação com base nas quantidades (de *inputs* ou *outputs*) sobre as quais os

gestores detêm maior controlo - opta-se por adotar uma orientação centrada nos *inputs*. Isto significa que a análise se concentra na redução das quantidades de recursos utilizados, enquanto se mantêm os *outputs* constantes, refletindo a capacidade de gestão do setor para otimizar os seus recursos de forma mais eficiente.

Partindo do pressuposto de que todas as DMUs dispõem da mesma tecnologia num dado período, a divergência no grau de aproveitamento dessa tecnologia decorre primordialmente das especificidades inerentes à sua aplicação. Num enquadramento mais formal, considere-se um vetor de *inputs*  $x^t \in \mathfrak{R}_+^N$  que uma DMU emprega num dado período  $t$  ( $t = 1, \dots, T$ ) para gerar um vetor de *outputs*  $y^t \in \mathfrak{R}_+^M$ , recorrendo às suas possibilidades tecnológicas, onde  $N$  e  $M$  correspondem, respetivamente, ao número total de *inputs* e de *outputs*. Estas possibilidades tecnológicas podem ser representadas genericamente através do conjunto de *inputs* definido como (e.g., Fried et al., 2008):

$$V^t(y) = \{x^t \in \mathfrak{R}_+^N: (x^t, y^t) \in Y^t\} \quad (3.1)$$

onde  $V^t(y)$  representa o conjunto de todas as combinações de *inputs* que podem produzir o vetor de *outputs*  $y^t$  e  $Y^t$  é o conjunto de possibilidades de produção que representa todos os planos de produção que são tecnologicamente possíveis no período  $t$ .

Considerando uma amostra  $S_K^T = \{(y^{kt}, x^{kt}), k = 1, \dots, K; t = 1, \dots, T\}$  de dimensão  $KT$  - onde  $K$  e  $T$  representam, respetivamente, o número total de observações e de períodos temporais -, e  $\hat{V}_K^t(y^{jt}|V, S)$  a tecnologia de referência do período  $t$ , os dados sobre os *inputs* e os *outputs* de uma amostra de DMUs, são utilizados para estimar a sua fronteira de produção através de um modelo definido da seguinte forma (e.g., Fried et al., 2008):

$$\begin{aligned} \hat{V}_K^t(y^{jt}|V, S) = \{x^t \in \mathfrak{R}_+^N: \sum_{k=1}^K z^{kt} y_m^{kt} &\geq y_m^{jt}, m = 1, \dots, M; \\ \sum_{k=1}^K z^{kt} x_n^{kt} &\leq x_n^t, n = 1, \dots, N; \\ z^{kt} &\geq 0, k = 1, \dots, K; \\ \sum_{k=1}^K z^{kt} &= 1\} \end{aligned} \quad (3.2)$$

onde  $y^{kt}$  e  $x^{kt}$  correspondem, respetivamente, ao vetor de *outputs* e ao vetor de *inputs* de uma determinada DMU  $k$  num determinado período  $t$ .  $z^{kt}$  representa os coeficientes de intensidade, ou seja, os pesos atribuídos a cada observação na construção da fronteira de referência. O  $V$  e o  $S$  representam, respetivamente, rendimentos variáveis à escala e a

propriedade da monotonicidade forte em  $x$ . A propriedade da monotonicidade forte em  $x$  estabelece que se é possível produzir o vetor  $y$  com o vetor de *inputs*  $x$  então também é possível produzir o mesmo vetor de *outputs* com  $x^0$ , sendo  $x^0 \geq x$  (Färe & Lovell, 1978). Ademais, a restrição  $\sum_{k=1}^K z^{kt} = 1$  garante a condição de rendimentos variáveis à escala (e.g., Fried et al., 2008).

A medida radial de eficiência técnica de um vetor de *inputs*  $x$ , introduzida por Debreu (1951) e Farrell (1957) e designada por  $TE_I(y, x)$ , é uma função  $TE_I: \mathfrak{R}_+^M \times \mathfrak{R}_{++}^N \rightarrow \mathfrak{R}_+$ , que é definida da seguinte forma:

$$TE_I(y, x) = \min_{\lambda} \{ \lambda : \lambda x \in V(y) \}, \quad x \in V(y) \quad (3.3)$$

$TE_I(y, x)$ , também conhecida por medida de eficiência técnica de Debreu-Farrell, expressa a distância do vetor de *inputs*  $x$  à isoquanta de  $V(y)$ , avaliada ao longo do raio que parte da origem e passa pelo vetor  $x$  (e.g., Fried et al., 2008).

Resumindo, a eficiência técnica orientada para os *inputs* constitui uma medida da redução radial nos *inputs* necessária para posicionar um produtor ineficiente na fronteira de produção, sem que haja qualquer modificação ao nível de *outputs* (e.g., West et al., 2022).

De modo a quantificar a eficiência técnica sob uma orientação para os *inputs*, recorre-se ao respetivo estimador. O estimador da medida radial de eficiência técnica de *inputs* para cada DMU e cada período de tempo, tendo por base a definição de medida radial de eficiência técnica de um vetor de *inputs* em (3.3), pode ser formulado da seguinte forma (Cooper et al., 2007, cap.10):

$$\begin{aligned} \widehat{TE}_I(y^{jt}, x^{jt} | V, S) &= \min_{\lambda, z} \{ \lambda : \lambda x^{jt} \in \widehat{V}_K^t(y^{jt} | V, S) \} \\ &= \min_{\lambda, z} \{ \lambda : \sum_{k=1}^K z^{kt} y_m^{kt} \geq y_m^{jt}, m = 1, \dots, M; \\ &\quad \sum_{k=1}^K z^{kt} x_n^{kt} \leq \lambda x_n^{jt}, n = 1, \dots, N; \\ &\quad z^{kt} \geq 0, k = 1, \dots, K; \\ &\quad \sum_{k=1}^K z^{kt} = 1 \} \end{aligned} \quad (3.4)$$

### 3.2. Segundo estágio: avaliação dos determinantes da eficiência técnica

Após a determinação dos índices de eficiência e a consequente identificação das DMUs que se revelam tecnicamente eficientes – aquelas cujo índice de eficiência técnica é igual a um – bem como das DMUs tecnicamente ineficientes – aquelas cujos índices se situam abaixo da unidade, mas superiores a zero, dado que a análise segue uma orientação para os *inputs* – avança-se para um segundo estágio da investigação. Esta segunda fase da análise deve-se, essencialmente, ao facto de que nem todas as DMUs da amostra estão sujeitas às mesmas condições ambientais e contextuais, pelo que os índices de eficiência incorporam uma variação adicional que não deve ser atribuída ao desempenho da gestão, uma vez que esses fatores exógenos escapam, em grande medida, ao seu controlo, pelo menos no curto prazo. Assim, as estimativas de eficiência técnica são submetidas a uma análise de regressão numa segunda etapa, com o intuito de aferir o impacto desses fatores ambientais sobre a eficiência (Chronopoulos et al., 2015).

Portanto, no segundo estágio da análise, recorre-se a um modelo de regressão truncada, no qual a variável dependente representa os índices de eficiência técnica, enquanto as variáveis independentes correspondem aos fatores que potencialmente afetam esses índices.

No contexto da análise dos fatores determinantes dos índices de eficiência técnica estimados pelo modelo DEA, Simar e Wilson (2007), tal como mencionado anteriormente, propuseram duas abordagens - o *single bootstrap* e o *double bootstrap* - que são consistentes com o processo subjacente de geração de dados, ou seja, os autores descreveram um processo de geração de dados que é coerente com um procedimento de estimação em duas etapas, o que, ao contrário das abordagens tradicionais, leva à utilização de um modelo de regressão truncado em vez de censurado (Badunenko & Tauchmann, 2019). De entre essas duas abordagens, os autores constataram que, embora o *double bootstrap* possa, para amostras de pequena dimensão, aumentar a raiz do erro quadrático médio em relação à abordagem mais simples (o *single bootstrap*), à medida que o tamanho da amostra aumenta, a correção do enviesamento proporcionada pelo *double bootstrap* revela-se progressivamente mais vantajosa em termos de raiz do erro quadrático médio (Simar & Wilson, 2007). Deste modo, atendendo à dimensão da amostra considerada na presente análise, adota-se o *double bootstrap* como procedimento metodológico.

A abordagem *double bootstrap*, desenvolvida por Simar e Wilson (2007) para dados seccionais, a qual proporciona intervalos de confiança para as estimativas da eficiência e assegura

inferências estatisticamente consistentes sobre os fatores determinantes da eficiência (e.g., Jebali et al., 2017), foi posteriormente adaptada para dados em painel por Du et al. (2018). Neste contexto, o modelo de regressão a ser estimado é formulado da seguinte forma:

$$\hat{\lambda}_j^t = Z_j^t \beta + \varepsilon_j^t \quad (3.5)$$

onde  $j = 1, \dots, k$  e  $t = 1, \dots, T$ .  $\hat{\lambda}_j^t$  corresponde à eficiência técnica calculada no primeiro estágio;  $Z_j^t$  representa um vetor de fatores que se espera que influenciem os índices de eficiência técnica da  $DMU_j$  no período  $t$  através de um vetor de parâmetros  $\beta$  a ser estimado e, por fim,  $\varepsilon_j^t$  tem uma natureza truncada, em que se assume  $\varepsilon_j^t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ .

O algoritmo *double bootstrap*, para dados em painel, consiste nos seguintes passos (Du et al., 2018):

- 1) Utilizar, separadamente para cada período  $t$  ( $t = 1, \dots, T$ ), o conjunto original de dados para calcular uma estimativa de eficiência ( $\hat{\lambda}_j^t$ ) para cada observação, através da equação (3.4).<sup>6</sup>
- 2) Obter através do método de máxima verosimilhança os estimadores  $\hat{\beta}$  e  $\hat{\sigma}_\varepsilon^2$  de, respetivamente,  $\beta$  e  $\sigma_\varepsilon$ , da regressão truncada (3.5), usando apenas  $k < K$  observações para as quais  $\hat{\lambda}_j^t < 1$ , ou seja, eliminando as observações que se encontram na fronteira (observações eficientes).
- 3) Repetir os 4 passos seguintes  $L_1$  vezes para obter um conjunto de estimativas corrigidas do enviesamento  $B_j^t = \{\lambda_{j,b}^{t*}\}_{b=1}^{L_1}$  :
  - 3.1. Para cada  $j = 1, \dots, k$  e  $t = 1, \dots, T$ , gerar  $\hat{\varepsilon}_{j,b}^t$  da distribuição  $N(0, \hat{\sigma}_\varepsilon^2)$  truncada à direita em  $(1 - Z_j^t \hat{\beta})$  e à esquerda em  $(-Z_j^t \hat{\beta})$ .
  - 3.2. Para cada  $j = 1, \dots, k$  e  $t = 1, \dots, T$ , calcular novos índices de eficiência de acordo com a relação:  $\lambda_{j,b}^{t*} = Z_j^t \hat{\beta} + \hat{\varepsilon}_{j,b}^t$ .
  - 3.3. Definir  $x_{j,b}^{t*} = (\hat{\lambda}_j^t / \lambda_{j,b}^{t*}) \times x_j^t$ ,  $y_{j,b}^{t*} = y_j^t$  e  $Z_{j,b}^{t*} = Z_j^t$ ;  $j = 1, \dots, k$  e  $t = 1, \dots, T$ .
  - 3.4. Separadamente para cada período, calcular  $\hat{\lambda}_{j,b}^{t*}$  utilizando a fórmula (3.4) da subsecção 3.1, substituindo  $y_j^t$  e  $x_j^t$  por, respetivamente,  $y_{j,b}^{t*}$  e  $x_{j,b}^{t*}$  para todos

---

<sup>6</sup> Este passo de determinação dos índices de eficiência corresponde à fase inicial da análise desenvolvida na subsecção 3.1.

os  $j = 1, \dots, k$ .

- 4) Para cada  $j = 1, \dots, k$  e  $t = 1, \dots, T$ , calcular as estimativas corrigidas do enviesamento ( $\hat{\lambda}_j^t$ ) definidas por  $\hat{\lambda}_j^t = \hat{\lambda}_j^t - B(\hat{\lambda}_j^t)$ , onde  $B(\hat{\lambda}_j^t) = \left(\frac{1}{L_1} \sum_{b=1}^{L_1} \hat{\lambda}_{j,b}^{t*}\right) - \hat{\lambda}_j^t$ . Logo  $\hat{\lambda}_j^t = 2 \times \hat{\lambda}_j^t - \frac{1}{L_1} \sum_{b=1}^{L_1} \hat{\lambda}_{j,b}^{t*}$ .
- 5) Obter através do método de máxima verosimilhança os estimadores  $\hat{\beta}$  e  $\hat{\sigma}_\varepsilon$  da regressão truncada em que  $\hat{\lambda}_j^t$  é a variável dependente e  $Z_j^t$  a variável independente.
- 6) Repetir os 3 passos seguintes  $L_2$  vezes para obter um conjunto de estimativas dos parâmetros da regressão  $\{(\hat{\beta}^*, \hat{\sigma}_\varepsilon^*)_{b=1}^{L_2}\}$ :
  - 6.1. Para cada  $j = 1, \dots, k$  e  $t = 1, \dots, T$ , gerar  $\hat{\varepsilon}_{j,b}^t$  da distribuição  $N(0, \hat{\sigma}_\varepsilon)$  truncada à direita em  $(1 - Z_j^t \hat{\beta})$  e à esquerda em  $(-Z_j^t \hat{\beta})$ .
  - 6.2. Obter os índices de eficiência *double bootstrap*:  $\lambda_{j,b}^{t**} = Z_j^t \hat{\beta} + \hat{\varepsilon}_{j,b}^t$ , para cada  $j = 1, \dots, k$  e  $t = 1, \dots, T$ .
  - 6.3. Aplicar o método da máxima verosimilhança para estimar a regressão truncada de  $\lambda_{j,b}^{t**}$  em função de  $Z_j^t$ , obtendo as estimativas  $\hat{\beta}^*$  e  $\hat{\sigma}_\varepsilon^*$ .
- 7) Utilizar os valores *bootstrap* em  $\{(\hat{\beta}^*, \hat{\sigma}_\varepsilon^*)_{b=1}^{L_2}\}$  e as estimativas  $\hat{\beta}$  e  $\hat{\sigma}_\varepsilon$  para construir intervalos de confiança *bootstrap* para cada elemento de  $\beta$  e  $\sigma_\varepsilon$ .

O número de iterações  $L_1$  e  $L_2$  corresponde, respetivamente, ao número de réplicas *bootstrap* utilizadas para a obtenção dos índices de eficiência corrigidos do enviesamento e para a construção dos intervalos de confiança. Relativamente a  $L_1$ , Simar e Wilson (2007) sustentam que 100 iterações são suficientes, uma vez que o cálculo de  $\hat{\lambda}_j^t$  envolve apenas a determinação de uma média e a subsequente obtenção de uma diferença. Por seu turno, o número de iterações  $L_2$  exige um número substancialmente mais elevado de iterações, uma vez que tal processo implica a estimação das caudas das distribuições, o que requer mais informação. Por isso, Simar e Wilson (2007) recomendam a realização de 2000 iterações.

Por fim, é de notar que, a metodologia DEA em dois estágios não está isenta de limitações, sendo uma das suas principais restrições o pressuposto de “separabilidade”, o qual postula que as variáveis explicativas utilizadas na segunda fase da análise para explicar os níveis de eficiência não devem influenciar a fronteira de produção. Assim, para prosseguir com a análise de regressão, aceita-se esta suposição (Du et al., 2018).

#### 4. Descrição da amostra

No âmbito da análise da eficiência técnica do setor das telecomunicações, bem como da identificação dos fatores exógenos que a influenciam, na presente investigação, recorre-se a um conjunto de dados em painel composto por 19 países<sup>7</sup> da UE, cobrindo o período compreendido entre 2010 e 2022, o que resulta num total de 247 observações. A exclusão de oito países da UE justifica-se pela indisponibilidade de dados em determinados anos para esses países, motivo pelo qual se optou por não os incluir na análise. No que concerne à definição do horizonte temporal, o limite superior – 2022 – foi estabelecido em virtude da escassez de dados disponíveis para a maior parte dos países a partir desse ano. Por outro lado, a escolha do ano 2010, como limite inferior, tem como objetivo possibilitar uma análise mais abrangente, cobrindo um período superior a uma década, em contraste com alguns estudos prévios que adotaram horizontes temporais limitados (*e.g.*, Gökgöz & Demir, 2014).

Relativamente aos dados referentes aos *inputs* e aos *outputs* utilizados na presente dissertação, com vista à estimação da eficiência técnica do setor das telecomunicações, no primeiro estágio da análise, importa referir que os mesmos foram, maioritariamente<sup>8</sup>, extraídos das bases de dados da OCDE e da *International Telecommunication Union* (ITU). Estas entidades disponibilizam estatísticas de curto prazo para um vasto conjunto de atividades económicas, entre as quais se destaca o setor das telecomunicações<sup>9</sup>, cujos dados se revelam fundamentais para a concretização do presente estudo.

Dado que a amostra é constituída por 19 DMUs e tendo em consideração que o número de DMUs deve ser três vezes superior ao número de *inputs* e *outputs*, seleciona-se apenas cinco variáveis, dois *inputs* e três *outputs*, de modo a garantir uma adequada discriminação das DMUs eficientes (Banker et al., 1989). Os dois *inputs* selecionados foram o número de trabalhadores, que representa o fator trabalho, e o investimento bruto a preços constantes de 2015, em milhares de dólares norte-americanos, que reflete o fator capital. A escolha destas variáveis encontra-se em consonância com os *inputs* adotados em estudos anteriores (*e.g.*, Gökgöz & Demir, 2014; Lam & Shiu, 2010). No que concerne às variáveis de *output*, foram selecionados

---

<sup>7</sup> Alemanha (DE), Áustria (AT), Bélgica (BE), Bulgária (BG), Chipre (CY), Croácia (HR), Eslovénia (SI), Espanha (ES), Finlândia (FI), França (FR), Grécia (GR), Hungria (HU), Itália (IT), Letónia (LV), Lituânia (LT), Luxemburgo (LU), Polónia (PL), República Checa (CZ) e Roménia (RO).

<sup>8</sup> Algumas das lacunas nos dados provenientes destas fontes foram supridas com informações obtidas a partir do Eurostat e de base de dados estatísticas nacionais.

<sup>9</sup> De acordo com a OCDE, que adota a ISIC Rev.4 como classificação estatística das atividades económicas, o setor das telecomunicações corresponde à divisão 61 da secção J, sendo, portanto, identificado pelo código J61. De igual modo, o Eurostat também utiliza o código J61, mas da NACE Rev.2.



três indicadores: a percentagem da população a utilizar *internet*, o número de subscrições de telefones fixos e de telemóveis por 100 pessoas. Estas variáveis encontram, igualmente, sustento na literatura (*e.g.*, Gökgöz & Demir, 2014). Na tabela 1 pode-se verificar a descrição de cada uma destas variáveis.

**Tabela 1:** Descrição dos *inputs* e dos *outputs*

| <i>Inputs</i>                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Variável                                                                                     | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Número de trabalhadores</b>                                                               | O número de trabalhadores inclui todas as pessoas abrangidas por um contrato de trabalho e que recebem uma remuneração pelo seu serviço, independentemente de estarem a tempo inteiro ou parcial. Considera-se trabalhadores: gestores assalariados, estudantes que tenham um compromisso formal de contribuição para as atividades da unidade, em troca de remuneração e/ou serviços educativos, pessoas em licença por doença, licença de assistência ou férias e funcionários contratados ao abrigo de programas específicos para incentivar a contratação de pessoas desempregadas. Excluem-se os proprietários que trabalhem na empresa, sócios ativos, familiares que estejam a trabalhar e não estejam a receber e trabalhadores a partir de casa, independentemente de estarem ou não na folha de pagamento (Eurostat, 2013).                                                                                               |
| <b>Investimento bruto a preços constantes de 2015 (milhares de dólares norte-americanos)</b> | O investimento em bens tangíveis inclui o investimento bruto em terrenos e a formação bruta de capital fixo em edifícios, estruturas, maquinaria e equipamento (existentes e novas). Refere-se ao valor destes ativos adquiridos ou construídos por conta própria para uso próprio durante o ano de referência e que se espera que tenham uma vida útil produtiva superior ou igual a um ano após a data de compra. Também se incluem grandes acréscimos, alterações e melhorias nos ativos existentes que prolonguem a sua vida económica normal ou aumentem a sua produtividade. Os ativos tangíveis incluem terrenos, edifícios, outras construções e melhorias de terrenos, equipamentos de transporte, maquinaria e outros equipamentos. As transações em ativos intangíveis incluem o investimento em ativos fixos não financeiros, como a exploração mineira, <i>software</i> informático e entretenimento (Eurostat, 2013). |
| <i>Outputs</i>                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Variável                                                                                     | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Número de subscrições em telefones fixos (por 100 pessoas)</b>                            | As subscrições em telefones fixos referem-se ao número total de linhas telefónicas fixas ativas, subscrições de voz através da <i>internet</i> , subscrições de ligação fixa sem fios, equivalentes de canais de voz da rede digital com integração de serviços e telefones públicos fixos (ITU, 2025a).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Número de subscrições em telemóveis (por 100 pessoas)</b>                                 | As subscrições em telemóveis referem-se a subscrições de um serviço público de telecomunicações móveis que permitem o acesso à rede telefónica pública. Este indicador inclui o número de subscrições pós-pagas e o número de contas pré-pagas ativas (ITU,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                                                            |                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                            | 2025d).                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Percentagem da população a utilizar <i>internet</i></b> | Os utilizadores de <i>internet</i> são indivíduos que utilizaram <i>internet</i> (a partir de qualquer local) nos últimos 3 meses. O acesso à <i>internet</i> pode ser feito através de rede fixa ou móvel (ITU, 2025c). |

Posto isto, por forma a obter uma visão mais detalhada dos *inputs* e dos *outputs* utilizados na estimação da eficiência técnica do setor das telecomunicações da UE, na tabela 2 apresentam-se as estatísticas descritivas de cada variável separadamente para cada ano. Estas estatísticas descritivas fornecem uma visão inicial do comportamento das variáveis e ajudam a identificar tendências nos dados ao longo dos anos.

**Tabela 2:** Estatísticas descritivas dos *inputs* e dos *outputs*

| Variável                                                                              | Ano  | Média    | Mínimo       | Máximo         | Desvio-padrão |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|--------------|----------------|---------------|
| Número de trabalhadores                                                               | 2010 | 38514    | 4000 (CY)    | 168643 (FR)    | 46088         |
|                                                                                       | 2011 | 37384    | 4033 (CY)    | 167416 (FR)    | 44469         |
|                                                                                       | 2012 | 35629    | 3983 (CY)    | 163943 (FR)    | 42334         |
|                                                                                       | 2013 | 34343    | 3995 (CY)    | 150291 (FR)    | 39920         |
|                                                                                       | 2014 | 35474    | 3852 (CY)    | 167292 (FR)    | 43201         |
|                                                                                       | 2015 | 34889    | 3606 (CY)    | 156896 (FR)    | 41447         |
|                                                                                       | 2016 | 35497    | 3618 (CY)    | 160586 (FR)    | 42668         |
|                                                                                       | 2017 | 35070    | 3603 (CY)    | 160376 (FR)    | 41803         |
|                                                                                       | 2018 | 39212    | 3705 (CY)    | 176823 (DE)    | 50134         |
|                                                                                       | 2019 | 38651    | 3824 (CY)    | 169269 (DE)    | 48792         |
|                                                                                       | 2020 | 37487    | 3884 (CY)    | 158508 (DE)    | 47042         |
|                                                                                       | 2021 | 29280    | 2670 (LU)    | 136000 (DE)    | 35653         |
|                                                                                       | 2022 | 29044    | 2680 (LU)    | 133000 (DE)    | 34700         |
| Investimento bruto a preços constantes de 2015 (milhares de dólares norte-americanos) | 2010 | 1527,109 | 94,792 (LT)  | 5760,509 (DE)  | 1667,393      |
|                                                                                       | 2011 | 2130,365 | 97,450 (CY)  | 14925,888 (FR) | 3636,428      |
|                                                                                       | 2012 | 1468,800 | 85,714 (CY)  | 7248,404 (FR)  | 1977,062      |
|                                                                                       | 2013 | 1626,789 | 86,551 (CY)  | 9463,916 (FR)  | 2458,235      |
|                                                                                       | 2014 | 1748,734 | 110,199 (CY) | 8630,328 (FR)  | 2434,357      |
|                                                                                       | 2015 | 1824,011 | 84,398 (LV)  | 7612,144 (DE)  | 2447,072      |
|                                                                                       | 2016 | 1937,721 | 79,126 (LV)  | 9331,355 (FR)  | 2780,839      |
|                                                                                       | 2017 | 2057,511 | 93,036 (LV)  | 9505,409 (FR)  | 2958,867      |
|                                                                                       | 2018 | 2130,351 | 82,057 (CY)  | 11309,702 (FR) | 3121,740      |
|                                                                                       | 2019 | 2297,232 | 113,116 (CY) | 12904,150 (FR) | 3402,475      |
|                                                                                       | 2020 | 2194,042 | 115,885 (LT) | 14566,368 (FR) | 3649,878      |
|                                                                                       | 2021 | 2767,800 | 35,282 (GR)  | 20037,889 (FR) | 5047,398      |
|                                                                                       | 2022 | 2502,951 | 124,147 (CY) | 15899,679 (FR) | 4176,644      |
| Número de subscrições em telefones fixos (por 100 pessoas)                            | 2010 | 39       | 20 (PL)      | 65 (DE)        | 14            |
|                                                                                       | 2011 | 38       | 18 (PL)      | 64 (DE)        | 14            |
|                                                                                       | 2012 | 36       | 16 (PL)      | 62 (FR)        | 14            |
|                                                                                       | 2013 | 35       | 14 (FI)      | 61 (FR)        | 14            |
|                                                                                       | 2014 | 35       | 12 (FI)      | 60 (FR)        | 13            |
|                                                                                       | 2015 | 34       | 10 (FI)      | 60 (FR)        | 14            |

| Variável                                              | Ano  | Média  | Mínimo      | Máximo      | Desvio-padrão |
|-------------------------------------------------------|------|--------|-------------|-------------|---------------|
|                                                       | 2016 | 33     | 8 (FI)      | 60 (FR)     | 14            |
|                                                       | 2017 | 32     | 7 (FI)      | 59 (FR)     | 14            |
|                                                       | 2018 | 31     | 6 (FI)      | 58 (FR)     | 15            |
|                                                       | 2019 | 30     | 5 (FI)      | 58 (FR)     | 15            |
|                                                       | 2020 | 29     | 4 (FI)      | 57 (FR)     | 15            |
|                                                       | 2021 | 28     | 4 (FI)      | 58 (FR)     | 15            |
|                                                       | 2022 | 27     | 3 (FI)      | 57 (FR)     | 16            |
| Número de subscrições em telemóveis (por 100 pessoas) | 2010 | 124    | 93 (FR)     | 157 (IT)    | 19            |
|                                                       | 2011 | 127    | 95 (FR)     | 166 (FI)    | 21            |
|                                                       | 2012 | 130    | 99 (FR)     | 172 (FI)    | 22            |
|                                                       | 2013 | 128    | 100 (FR)    | 161 (IT)    | 18            |
|                                                       | 2014 | 126    | 103 (FR)    | 152 (AT)    | 16            |
|                                                       | 2015 | 124    | 101 (HU)    | 156 (AT)    | 16            |
|                                                       | 2016 | 123    | 101 (HU)    | 143 (LT)    | 13            |
|                                                       | 2017 | 122    | 100 (BE)    | 150 (LT)    | 14            |
|                                                       | 2018 | 120    | 100 (BE)    | 139 (IT)    | 12            |
|                                                       | 2019 | 120    | 100 (BE)    | 140 (CY)    | 11            |
|                                                       | 2020 | 120    | 100 (BE)    | 140 (CY)    | 11            |
|                                                       | 2021 | 122    | 101 (BE)    | 149 (CY)    | 12            |
|                                                       | 2022 | 124    | 102 (BE)    | 154 (CY)    | 13            |
| Percentagem da população a utilizar internet          | 2010 | 65,572 | 39,930 (RO) | 90,620 (LU) | 14,237        |
|                                                       | 2011 | 67,113 | 40,010 (RO) | 90,030 (LU) | 13,751        |
|                                                       | 2012 | 69,606 | 45,880 (RO) | 91,950 (LU) | 12,800        |
|                                                       | 2013 | 71,849 | 49,765 (RO) | 93,777 (LU) | 12,122        |
|                                                       | 2014 | 73,456 | 54,078 (RO) | 94,670 (LU) | 11,333        |
|                                                       | 2015 | 74,485 | 55,763 (RO) | 96,377 (LU) | 10,873        |
|                                                       | 2016 | 76,725 | 59,504 (RO) | 98,137 (LU) | 9,828         |
|                                                       | 2017 | 78,210 | 63,077 (IT) | 97,363 (LU) | 9,396         |
|                                                       | 2018 | 80,865 | 64,782 (BG) | 97,061 (LU) | 7,690         |
|                                                       | 2019 | 82,617 | 67,851 (IT) | 97,121 (LU) | 7,651         |
|                                                       | 2020 | 84,821 | 70,163 (BG) | 98,460 (LU) | 7,488         |
|                                                       | 2021 | 87,171 | 74,862 (IT) | 98,661 (LU) | 6,510         |
|                                                       | 2022 | 88,586 | 79,127 (BG) | 98,242 (LU) | 4,901         |

Fonte: Elaboração própria com base em OCDE, [https://data-explorer.oecd.org/vis?lc=en&df\[ds\]=dsDisseminateFinalDMZ&df\[id\]=DSD\\_SDBSBSC\\_ISIC4%40DF\\_SDBS\\_ISIC4&df\[ag\]=OECD.SDD.TPS&dq=A..EMPE%2BGITG.J61.T.&pd=2011%2C2015&to\[TIM\\_E\\_PERIOD\]=false&vw=tb](https://data-explorer.oecd.org/vis?lc=en&df[ds]=dsDisseminateFinalDMZ&df[id]=DSD_SDBSBSC_ISIC4%40DF_SDBS_ISIC4&df[ag]=OECD.SDD.TPS&dq=A..EMPE%2BGITG.J61.T.&pd=2011%2C2015&to[TIM_E_PERIOD]=false&vw=tb), acessado em fevereiro de 2025, em ITU, <https://datahub.itu.int/data/?i=11624> <https://datahub.itu.int/data/?i=178&u=per+100+people> <https://datahub.itu.int/data/?i=15&u=per+100+people>, acessado em fevereiro de 2025, em Eurostat, [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sbs\\_na\\_1a\\_se\\_r2/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sbs_na_1a_se_r2/default/table?lang=en), acessado em fevereiro de 2025, e com base em Statistics Finland, [https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/en/StatFin/StatFin\\_tyokay/statfin\\_tyokay\\_pxt\\_115i.px/](https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/en/StatFin/StatFin_tyokay/statfin_tyokay_pxt_115i.px/), acessado em fevereiro de 2025.

Entre 2010 e 2022 verificou-se uma tendência decrescente do número médio de trabalhadores, com exceção, por grosso, da variação positiva que se observou entre 2017 e

2018. Paralelamente, assistiu-se a um declínio no número médio de subscrições de telefones fixos, ao contrário da percentagem média da população a utilizar *internet* e do investimento médio bruto, que aumentaram. Já o número médio de subscrições de telemóveis revelou-se mais ou menos estável ao longo dos anos.

Estes padrões refletem a transição para uma economia digital, caracterizada pela gradual obsolescência das subscrições de telefones fixos em favor das subscrições de telemóveis, dado que os dispositivos móveis oferecem maior flexibilidade e conveniência. O aumento da percentagem média da população a utilizar *internet* atesta a consolidação das tecnologias móveis e a centralidade das plataformas digitais no quotidiano. Por sua vez, a progressão do investimento bruto evidencia a necessidade de modernização das infraestruturas e a aposta estratégica em tecnologias emergentes, essenciais para sustentar a competitividade. Este dinamismo digital não apenas fomenta a modernização das infraestruturas, mas também altera a forma como as empresas operam, pois, considerando que a *internet* permite uma comunicação mais rápida e a menores custos, reduzindo os custos de transação internos e externos, os custos de produção reduzem-se e a produtividade melhora (Meijers, 2014).

Entre os 19 países que integram a amostra, a França e a Alemanha destacaram-se por apresentar os valores mais elevados no que respeita ao número de trabalhadores, ao investimento bruto e ao número de subscrições de telefones fixos, sendo, contudo, a França o país que mais vezes liderou nestes indicadores. Em contrapartida, o Chipre destacou-se por apresentar, de forma recorrente, o menor número de trabalhadores e de investimento bruto. Esta posição é apenas excecionalmente ocupada pelo Luxemburgo, nos dois últimos anos, no que se refere ao número de trabalhadores, e pela Lituânia, Letónia e Grécia no que concerne ao investimento. Quanto ao número de subscrições de telefones fixos, a Finlândia registou os valores mais baixos em dez dos treze anos considerados, sendo apenas substituída pela Polónia nos três primeiros anos. Para além disso, os países que se destacaram por apresentar o menor número de subscrições de telemóveis foram a França, a Hungria e a Bélgica, enquanto os valores mais elevados observaram-se na Finlândia, Itália, Chipre, Lituânia e Áustria. Por fim, a Roménia, a Itália e a Bulgária destacaram-se por serem os países em que a população menos utilizou *internet*, em oposição ao Luxemburgo, que foi o país da amostra com a maior percentagem de utilizadores de *internet*.

A estatística descritiva relativa ao desvio padrão – indicador que estima a dispersão dos dados ao quantificar o grau de afastamento dos valores face à média - revelou que a variabilidade

das variáveis relativas ao investimento bruto e ao número de subscrições de telefones fixos aumentou ao longo do período analisado, sugerindo uma maior heterogeneidade nos valores observados. Em contraste, as restantes variáveis registaram uma redução do desvio padrão, o que indica uma tendência de convergência dos seus valores em torno da média.

Passando para as variáveis exógenas, necessárias para o segundo estágio da análise, no qual se procede à estimação da regressão truncada mediante a aplicação do algoritmo *double bootstrap*, importa referir que os respetivos dados foram extraídos a partir das bases de dados da ITU, do Banco Mundial e do Eurostat. A seleção das variáveis ambientais – o número de empresas, a taxa de crescimento anual do PIB e o estatuto do principal operador de linhas fixas - encontra-se sustentada na literatura existente (*e.g.*, Hu & Chu, 2008; Torres & Bachiller, 2013). A tabela 3 fornece uma descrição detalhada de cada uma destas variáveis.

**Tabela 3:** Descrição das variáveis explicativas

| <b>Variáveis explicativas</b>                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Variável</b>                                           | <b>Descrição</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Número de empresas</b>                                 | O número de empresas corresponde à soma das unidades organizacionais que produzem produtos ou prestam serviços e que possuem um certo grau de autonomia na tomada de decisões (Eurostat, 2025).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Estatuto do principal operador de linhas fixas</b>     | O estatuto do principal operador de linhas fixas diz respeito à natureza da sua propriedade e ao grau de intervenção do Estado na sua gestão. Esta variável é determinante para aferir a imparcialidade da regulação do setor, dado que a supervisão simultânea da entidade reguladora e da operadora incumbente pelo mesmo organismo pode comprometer a concorrência no mercado, a qualidade dos serviços e o bem-estar da população. Assim, o estatuto do principal operador de linhas fixas é categorizado como "totalmente privado", "parcialmente privado" ou "propriedade do Estado" (ITU, 2025b).                                           |
| <b>Taxa de crescimento anual do produto interno bruto</b> | A taxa de crescimento anual do PIB, a preços de mercado e com base na moeda local constante, mede quanto a economia de um país cresceu ou contraiu de um ano para o outro. Para garantir comparações justas ao longo do tempo, os agregados são calculados usando preços constantes de 2015 e convertidos em dólares norte-americanos. O PIB é a soma do valor agregado bruto por todos os produtores residentes na economia, acrescido dos impostos sobre produtos (mas excluindo os subsídios). Este é calculado sem deduções para depreciação de ativos fabricados ou para a exaustão e degradação dos recursos naturais (Banco Mundial, 2025). |

A seleção destas variáveis justifica-se pela relevância atribuída, na literatura, à diversidade de fatores que condicionam a eficiência técnica do setor das telecomunicações. Os investigadores que se dedicam ao estudo da eficiência técnica e dos seus determinantes salientam que a variação na eficiência não resulta exclusivamente da implementação de reformas estruturais, como a liberalização e a privatização, mas também de outros fatores ambientais que podem influenciar a otimização da eficiência, como o PIB (Hu & Chu, 2008).

A utilização do número de empresas como *proxy* da concorrência, permite avaliar o impacto desta na eficiência técnica, na medida em que os países que incentivam a concorrência demonstram um melhor desempenho económico do que aqueles inseridos em contextos menos competitivos. A concorrência ao promover uma maior transparência de informação, reduz os custos de transação associados à obtenção, por parte dos gestores das empresas, das informações necessárias sobre preços e lucros (Hu & Chu, 2008).

A variável relativa ao estatuto do principal operador de linhas fixas, enquanto medida da privatização, desempenha um papel essencial na eficiência empresarial. Sob propriedade pública, é frequente que objetivos não comerciais sejam privilegiados, o que pode resultar numa menor motivação individual para a utilização eficiente dos recursos. Em contrapartida, a propriedade privada tende a estar associada a um nível mais elevado de supervisão da gestão e à prevalência de um objetivo único: a maximização do lucro (Hu & Chu, 2008).

Num contexto de expansão económica, o aumento dos investimentos fixos – nomeadamente em maquinaria e equipamento – e dos investimentos públicos em infraestruturas de telecomunicações, revelam-se determinantes no aumento da produtividade (Datta & Agarwal, 2004). Estes investimentos em infraestruturas de telecomunicações contribuem para a redução dos custos de transação e para a aceleração da difusão da informação e do conhecimento (Madden & Savage, 1998). Simultaneamente, o ambiente de crescimento económico propicia uma maior acumulação de capital humano, o qual constitui um *input* essencial do setor de investigação, responsável pela criação de novas ideias e produtos que impulsionam o progresso tecnológico. Estes países dotados de maior capital humano, tendem a apresentar taxas de crescimento mais elevadas, dado que conseguem mais facilmente acompanhar os líderes tecnológicos (Barro, 1991; Nelson & Phelps, 1966). Consequentemente, a acumulação de capital humano não apenas fomenta o progresso tecnológico, como também contribui para ganhos de eficiência (Mastromarco & Ghosh, 2009). Por outro lado, num cenário de contração económica, assiste-se a uma diminuição do

investimento, acompanhada por crescentes dificuldades no acesso ao crédito, que inevitavelmente comprometem a capacidade de investimento. Acresce, a este panorama, o agravamento dos custos de capital, que tende a corroer os lucros, potenciando a falência de empresas e a consequente redução dos níveis de emprego no setor (Calvo, 2023; Cheng et al., 2003). Assim, a taxa de crescimento anual do PIB configura-se como uma variável explicativa importante, cuja incorporação no modelo de regressão se afigura pertinente.

De forma análoga ao procedimento realizado para os *inputs* e *outputs*, procede-se, de seguida, à análise das estatísticas descritivas de cada uma das variáveis explicativas, separadamente para cada ano, apresentadas na tabela 4.

**Tabela 4:** Estatísticas descritivas das variáveis explicativas

| Variáveis                                          | Ano  | Média  | Mínimo       | Máximo      | Desvio-padrão |
|----------------------------------------------------|------|--------|--------------|-------------|---------------|
| Número de empresas                                 | 2010 | 1596   | 77 (LU)      | 5698 (PL)   | 1886          |
|                                                    | 2011 | 1580   | 80 (LU)      | 6001 (PL)   | 1892          |
|                                                    | 2012 | 1649   | 83 (LU)      | 5975 (PL)   | 1884          |
|                                                    | 2013 | 1743   | 87 (LU)      | 6057 (FR)   | 2005          |
|                                                    | 2014 | 1804   | 86 (LU)      | 5741 (PL)   | 1914          |
|                                                    | 2015 | 1745   | 80 (LU)      | 6967 (PL)   | 1905          |
|                                                    | 2016 | 1860   | 76 (LU)      | 6453 (PL)   | 2062          |
|                                                    | 2017 | 1811   | 78 (LU)      | 6778 (ES)   | 2055          |
|                                                    | 2018 | 1810   | 76 (LU)      | 6697 (ES)   | 2092          |
|                                                    | 2019 | 1762   | 74 (LU)      | 6493 (PL)   | 1947          |
|                                                    | 2020 | 1736   | 72 (LU)      | 6514 (PL)   | 2040          |
|                                                    | 2021 | 1767   | 69 (LU)      | 6580 (ES)   | 2061          |
|                                                    | 2022 | 1747   | 74 (LU)      | 6722 (ES)   | 2010          |
| Taxa de crescimento anual do produto interno bruto | 2010 | 0,893  | -5,694 (GR)  | 4,147 (DE)  | 2,725         |
|                                                    | 2011 | 1,604  | -9,877 (GR)  | 6,324 (LT)  | 3,311         |
|                                                    | 2012 | -0,394 | -8,331 (GR)  | 7,305 (LV)  | 3,307         |
|                                                    | 2013 | -0,069 | -6,587 (CY)  | 4,047 (LT)  | 2,252         |
|                                                    | 2014 | 1,679  | -1,776 (CY)  | 4,232 (HU)  | 1,696         |
|                                                    | 2015 | 2,492  | -0,228 (GR)  | 4,959 (CZ)  | 1,435         |
|                                                    | 2016 | 2,638  | -0,032 (GR)  | 6,574 (CY)  | 1,437         |
|                                                    | 2017 | 3,521  | 1,317 (LU)   | 8,195 (RO)  | 1,811         |
|                                                    | 2018 | 3,196  | 0,827 (IT)   | 6,272 (CY)  | 1,866         |
|                                                    | 2019 | 2,879  | 0,429 (IT)   | 5,876 (CY)  | 1,528         |
|                                                    | 2020 | -4,885 | -10,940 (ES) | 0,043 (LT)  | 2,944         |
|                                                    | 2021 | 6,990  | 2,735 (FI)   | 12,632 (HR) | 2,429         |
|                                                    | 2022 | 3,961  | 1,370 (DE)   | 7,366 (CY)  | 1,918         |

Fonte: Eurostat, [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sbs\\_na\\_1a\\_se\\_r2/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sbs_na_1a_se_r2/default/table?lang=en), [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sbs\\_owv\\_act/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sbs_owv_act/default/table?lang=en), acedido em fevereiro de 2025; e com base no Banco Mundial, <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG>, consultado em fevereiro de 2025.

Ao analisar as estatísticas descritivas, constata-se que o número médio de empresas registou um crescimento até 2016, seguido de um ligeiro decréscimo a partir desse ano, o que pode ser justificado pelo processo de privatização das empresas de telecomunicações anteriormente sob controlo do Estado, aliado à abertura do mercado. Este fenómeno resultou em condições que, ao promoverem uma maior competição, levou os operadores a consolidarem-se, numa tentativa de melhorar a sua eficiência e competitividade (Calvo, 2023). Ademais, a taxa média anual de crescimento do PIB oscilou ao longo do período analisado, atingindo o seu valor mais baixo em 2020, fenómeno que pode ser atribuído à crise pandémica verificada nesse ano. Para além do ano 2020, a taxa média anual de crescimento do PIB registou igualmente um valor negativo em 2012 e também em 2013, embora de menor magnitude. Este desempenho negativo reflete o impacto da recessão e das medidas rigorosas implementadas na UE em 2012, que conduziram a uma contração económica prolongada para o ano seguinte, apesar dos primeiros indícios de uma recuperação ainda incipiente. A partir desse momento, verificaram-se processos de consolidação de mercado, os quais fomentaram uma trajetória predominantemente positiva das taxas de crescimento anual do PIB (Calvo, 2023).

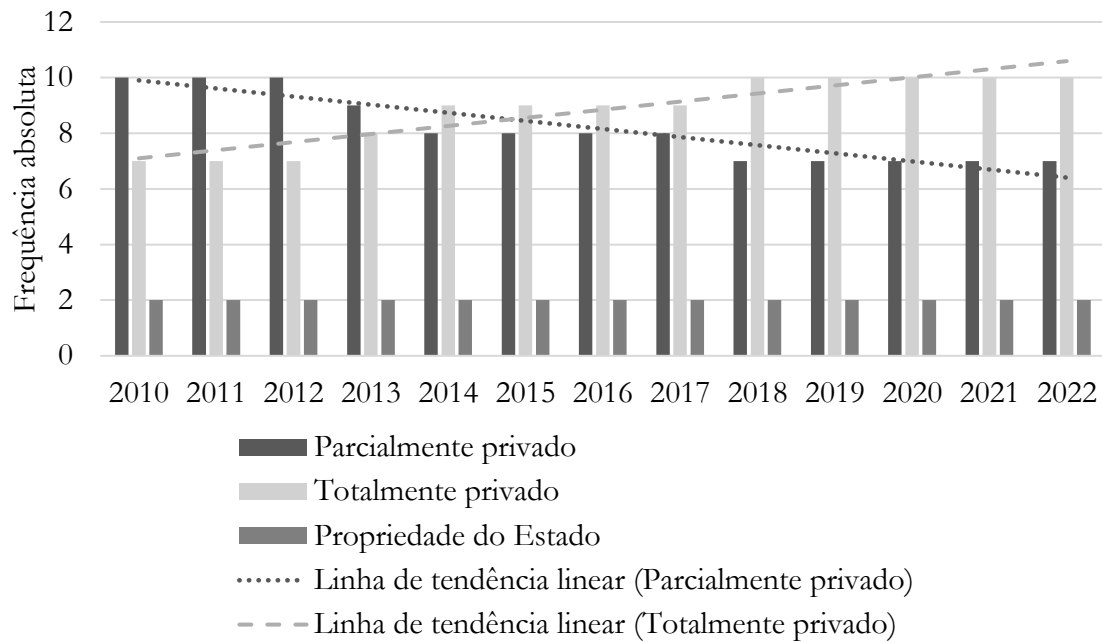
O país que se destacou por apresentar o número mais baixo de empresas foi o Luxemburgo, já a Polónia registou, em oito dos treze anos analisados, o maior número de empresas. Nos restantes períodos, esse posicionamento coube à França e à Espanha. Relativamente à taxa de crescimento anual do PIB, os valores mínimos foram observados na Grécia, Chipre, Luxemburgo, Itália, Espanha, Finlândia e Alemanha. Em contrapartida, os países que apresentaram taxas de crescimento anual do PIB máximas foram a Alemanha, a Lituânia, a Letónia, a Hungria, a República Checa, o Chipre, a Roménia e a Croácia.

Quanto ao desvio padrão, este aumentou para o número de empresas e, de uma forma geral, diminuiu para a taxa de crescimento anual do PIB, logo, verificou-se uma maior dispersão no número de empresas ao longo do tempo, enquanto a variabilidade da taxa de crescimento anual do PIB em torno da média tendeu a reduzir-se.

Considerando que a variável relativa à privatização – estatuto do principal operador de linhas fixas – é uma variável categórica, na figura 1 exhibe-se as frequências absolutas, para cada ano.



**Figura 1:** Frequência absoluta da variável privatização (2010-2022)



Fonte: Elaboração própria com base em ITU, <https://app.gen5.digital/tracker/metrics>, acessado em fevereiro de 2025.

A figura 1 evidencia uma tendência gradual de redução no número de países cujo principal operador de linhas fixas apresentava uma estrutura de propriedade parcialmente privada, verificando-se uma progressiva transição para totalmente privada. Em particular, no ano 2013 verificou-se a privatização total do operador na Croácia, seguindo-se a Áustria no ano subsequente e a Lituânia em 2018. Destacam-se, no entanto, o Luxemburgo e o Chipre, que se singularizaram por terem permanecido de propriedade do Estado durante toda a série temporal. Ademais, os países que permaneceram durante os treze anos parcialmente privados foram a Alemanha, a Bélgica, a Eslovênia, a França, a Grécia, a Letônia e a Romênia.

## 5. Apresentação e discussão dos resultados empíricos

No âmbito do presente estudo, tal como referido anteriormente, recorre-se ao método DEA com rendimentos variáveis à escala e com orientação para os *inputs*, para estimar a eficiência técnica do setor das telecomunicações de 19 Estados-Membros da UE, ao longo do período compreendido entre 2010 e 2022. Desta forma, para estimar os índices de eficiência técnica, que assumem valores compreendidos no intervalo  $]0,1]$ , a análise considera duas variáveis de *input* – o número de trabalhadores e o investimento bruto a preços constantes de 2015 em milhares de dólares norte-americanos – e três variáveis de *output* – a percentagem da população a utilizar *internet*, o número de subscrições de telefones fixos e o número de subscrições de telemóveis por 100 pessoas. Ademais, de modo a complementar a análise, aplica-se uma regressão truncada com o algoritmo *double bootstrap*, para identificar os fatores que podem influenciar a eficiência técnica.

Começando pela análise dos índices de eficiência técnica, estimados com recurso à versão 18 do *software* Stata e exibidos na tabela 5, constata-se uma tendência decrescente do número de setores de telecomunicações tecnicamente eficientes entre 2010 e 2022. Quer isto dizer que, observa-se uma redução no número de setores em que o índice de eficiência técnica atinge a unidade, o que indica uma redução no número de setores que fazem parte da fronteira de referência. Ainda assim, destaca-se o desempenho do Chipre e do Luxemburgo, que se mantiveram tecnicamente eficientes ao longo de todo o período em análise. Apesar de serem os únicos países a apresentar eficiência técnica contínua, outros países evidenciaram igualmente desempenhos meritórios. Aponta-se a Alemanha, a França, a Letónia e a Lituânia. A Alemanha e a Letónia revelaram-se tecnicamente eficientes em onze dos treze anos analisados, com exceções registadas em 2021 e 2022 no caso da Alemanha, e em 2018 e 2019 no caso da Letónia. Por sua vez, a França revelou-se tecnicamente ineficiente exclusivamente no ano 2011 e a Lituânia registou ineficiência técnica em 2018, 2019, 2021 e 2022.

Merecem ainda destaque países como a Áustria, a Eslovénia, a Finlândia, a Grécia e a Itália, que, embora com menor regularidade face aos países referidos acima, demonstraram-se tecnicamente eficientes em alguns anos. Em contraste, os setores de telecomunicações da Bélgica, Bulgária, Croácia, Espanha, Hungria, Polónia, República Checa e Roménia, apresentaram ineficiência técnica ao longo de todo o período. Este resultado indica a existência de margem para redução da quantidade de recursos produtivos, sem comprometer a produção de algum bem ou exigir aumentos na quantidade de outros recursos.

**Tabela 5:** Índices de eficiência técnica do setor das telecomunicações dos países da UE (2010-2022)

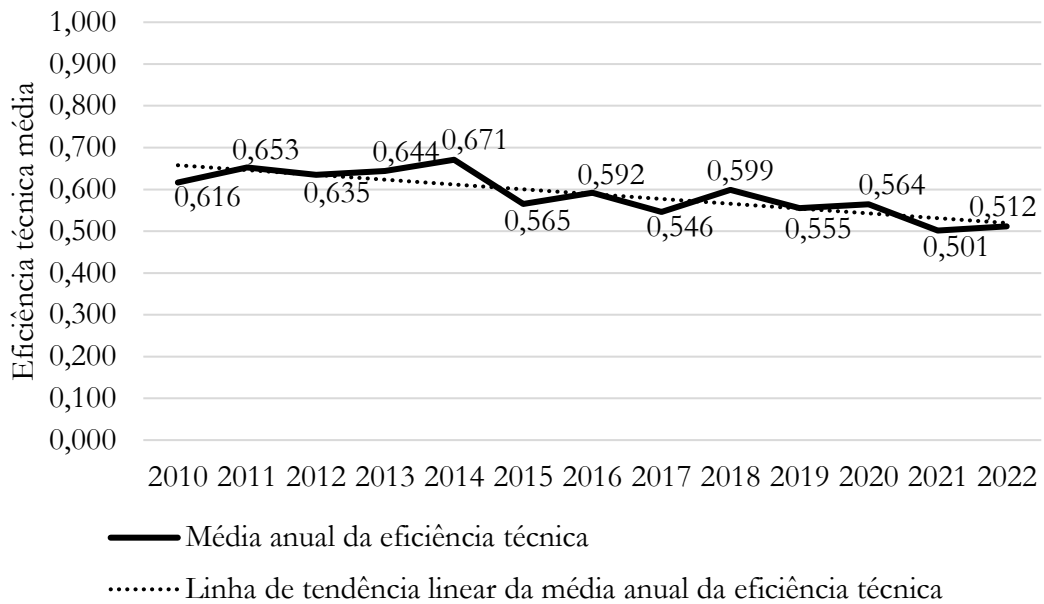
| DMU                    | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Alemanha</b>        | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,439 | 0,491 |
| <b>Áustria</b>         | 0,519 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,289 | 0,372 | 0,708 | 0,581 | 0,404 | 0,839 | 0,575 |
| <b>Bélgica</b>         | 0,160 | 0,411 | 0,325 | 0,172 | 0,331 | 0,180 | 0,180 | 0,186 | 0,222 | 0,195 | 0,207 | 0,174 | 0,179 |
| <b>Bulgária</b>        | 0,304 | 0,375 | 0,326 | 0,414 | 0,317 | 0,291 | 0,331 | 0,451 | 0,449 | 0,414 | 0,503 | 0,291 | 0,279 |
| <b>Chipre</b>          | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| <b>Croácia</b>         | 0,358 | 0,418 | 0,425 | 0,434 | 0,429 | 0,392 | 0,409 | 0,393 | 0,413 | 0,427 | 0,431 | 0,363 | 0,385 |
| <b>Eslovénia</b>       | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,751 | 0,881 | 0,766 | 0,804 | 0,838 | 1,000 | 0,633 | 0,752 |
| <b>Espanha</b>         | 0,071 | 0,070 | 0,091 | 0,105 | 0,202 | 0,067 | 0,067 | 0,069 | 0,136 | 0,109 | 0,071 | 0,132 | 0,127 |
| <b>Finlândia</b>       | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,482 | 0,979 | 0,435 | 0,380 | 0,415 | 0,655 | 0,457 | 0,337 | 0,374 | 0,444 |
| <b>França</b>          | 1,000 | 0,676 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| <b>Grécia</b>          | 0,468 | 0,584 | 0,908 | 0,753 | 1,000 | 0,787 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| <b>Hungria</b>         | 0,295 | 0,298 | 0,270 | 0,300 | 0,439 | 0,210 | 0,262 | 0,217 | 0,190 | 0,206 | 0,266 | 0,153 | 0,158 |
| <b>Itália</b>          | 1,000 | 1,000 | 0,178 | 1,000 | 0,162 | 0,098 | 1,000 | 0,054 | 1,000 | 0,046 | 0,064 | 0,047 | 0,050 |
| <b>Letónia</b>         | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,659 | 0,899 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| <b>Lituânia</b>        | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,785 | 0,928 | 1,000 | 0,687 | 0,808 |
| <b>Luxemburgo</b>      | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| <b>Polónia</b>         | 0,096 | 0,092 | 0,098 | 0,118 | 0,442 | 0,138 | 0,100 | 0,091 | 0,068 | 0,071 | 0,087 | 0,068 | 0,070 |
| <b>República Checa</b> | 0,316 | 0,379 | 0,334 | 0,350 | 0,331 | 0,256 | 0,238 | 0,244 | 0,178 | 0,250 | 0,241 | 0,202 | 0,217 |
| <b>Roménia</b>         | 0,118 | 0,098 | 0,113 | 0,105 | 0,116 | 0,133 | 0,113 | 0,116 | 0,104 | 0,130 | 0,108 | 0,125 | 0,186 |
| <b>Média</b>           | 0,616 | 0,653 | 0,635 | 0,644 | 0,671 | 0,565 | 0,592 | 0,546 | 0,599 | 0,555 | 0,564 | 0,501 | 0,512 |

Fonte: Elaboração própria.

O Chipre, identificado como tecnicamente eficiente no domínio das telecomunicações, evidenciou, conforme exposto no capítulo 4, o número mais baixo de trabalhadores e de investimento bruto, bem como elevadas subscrições de telemóveis, em alguns anos da amostra. No que respeita ao Luxemburgo, este destacou-se por apresentar o menor contingente de trabalhadores em apenas dois anos, sendo, no entanto, o país com a maior percentagem de utilizadores de *internet*. Entre os demais setores considerados tecnicamente eficientes, observou-se igualmente que estes se destacaram por apresentarem os valores extremos - máximos ou mínimos – das variáveis de *input* e de *output*. Importa, contudo, salientar os seguintes setores, que apesar de apresentarem índices de eficiência técnica inferiores à unidade em todo o período, destacaram-se em alguns indicadores: a Polónia evidenciou o número mais reduzido de subscrições de telefones fixos em três anos; a Hungria registou os valores mais baixos nas subscrições de telemóveis em dois anos; a Bélgica evidenciou essa mesma característica em seis anos; e a Roménia apresentou a menor percentagem da população a utilizar *internet* em sete anos.

Em termos médios, os índices de eficiência técnica dos países da amostra, revelam que, no ano de 2010 o setor das telecomunicações da UE podia ter reduzido, em média, os seus *inputs* em 38,4%, mantendo os níveis de produção constantes, de forma a alcançar a eficiência técnica. Entre os treze períodos da amostra, o ano 2014 destacou-se como o período de melhor desempenho do setor, sendo necessário, em média, uma redução de 32,9% nos *inputs* para que os países operassem de forma tecnicamente eficiente. Em contraste, 2021 registou o desempenho mais desfavorável, com uma margem média de redução dos *inputs* de 49,9% para atingir eficiência técnica. Apesar de se terem registado algumas variações positivas na média dos índices de eficiência técnica em determinados anos, observou-se, de um modo geral, uma tendência de declínio ao longo do período em análise, conforme ilustrado na figura 2. Este declínio reflete igualmente a redução do número de países considerados tecnicamente eficientes, passando de nove em 2010 para apenas cinco países situados na fronteira de referência em 2022.

**Figura 2:** Média anual da eficiência técnica (2010-2022)



Fonte: Elaboração própria.

O desempenho desfavorável do setor das telecomunicações pode ser explicado pelas múltiplas adversidades que têm assolado este setor ao longo do tempo. Especificamente, tem-se verificado uma redução no número médio de colaboradores, conforme demonstrado no capítulo 4 da presente dissertação. À primeira vista, tal decréscimo poderia ser interpretado como uma estratégia de racionalização de recursos com vista à obtenção de ganhos de eficiência técnica. Contudo, esta diminuição pode resultar, na realidade, de uma gestão deficitária de talentos e competências, manifestando-se sobretudo em cortes de trabalhadores, motivados por pressões financeiras, com implicações diretas na redução de salários e benefícios. Para além disso, o setor enfrenta riscos adicionais, nomeadamente a resposta insuficiente às exigências dos consumidores durante a crise do custo de vida. Esta falha tem contribuído para uma crescente incompreensão por parte dos clientes relativamente às alterações nos preços praticados, alimentando um sentimento generalizado de insatisfação. Como consequência, vários utilizadores têm procurado alternativas no mercado, enfraquecendo o controlo das operadoras sobre o percurso de decisão de compra dos consumidores (Baschnonga, 2023).

Ao comparar os resultados obtidos com os de estudos anteriores<sup>10</sup>, nomeadamente os

<sup>10</sup> Note-se que ao proceder à comparação entre os resultados obtidos nesta dissertação e os evidenciados em

apresentados no capítulo 2, constata-se uma certa convergência com as conclusões de Gökgöz e Demir (2014), no âmbito do modelo orientado para a produção e com rendimentos variáveis à escala. Embora os referidos autores tenham recorrido ao modelo DEA com orientação para os *outputs*, também identificaram uma tendência de redução do número de países tecnicamente eficientes, no período analisado (2010-2011). Ainda que no presente estudo não se tenha verificado uma redução no número de países tecnicamente eficientes entre 2010 e 2011, observa-se, contudo, uma tendência decrescente ao longo de todo o período de 2010 a 2022.

Além disso, verifica-se que apenas um número restrito de países identificados como tecnicamente eficientes no estudo de Gökgöz e Demir (2014) mantêm esse estatuto na presente dissertação. No que respeita ao ano 2010, apenas os setores da Itália e da Lituânia, apontados como tecnicamente eficientes pelos referidos autores, se mantêm tecnicamente eficientes no presente estudo. Relativamente a 2011, os países cujo setor de telecomunicações se revela tecnicamente eficiente em ambos os estudos são a Áustria e a Itália.

Ainda no contexto do modelo orientado para a produção com rendimentos variáveis à escala desenvolvido por Gökgöz e Demir (2014), verifica-se que a Finlândia, em 2010, apresentava, segundo os autores, o desempenho mais desfavorável da amostra, com um índice de eficiência técnica de apenas 0,392. Este resultado revela-se discrepante face aos obtidos na presente dissertação, nos quais a Finlândia é classificada como tecnicamente eficiente ao longo do período de 2010 a 2012, conforme evidenciado na tabela 5. Em contraposição, o setor das telecomunicações da Espanha registou, na presente análise, índices de eficiência técnica significativamente baixos, situando-se entre os mais reduzidos da amostra. Tal resultado diverge das conclusões de Gökgöz e Demir (2014), que identificaram a Espanha como tecnicamente eficiente em ambos os anos analisados (2010-2011).

No artigo de Shao et al. (2017), os autores concluíram que, no período compreendido entre 2000 e 2011, a média anual dos índices de eficiência técnica variava entre 0,816 e 0,993, valores significativamente superiores aos registados no presente estudo (entre 0,501 e 0,671). Esta discrepância sugere uma evolução desfavorável do setor das telecomunicações nos últimos anos. De acordo com os referidos autores, a Bélgica, a Áustria, a Dinamarca e os EUA foram os países que mais frequentemente se apresentaram como tecnicamente

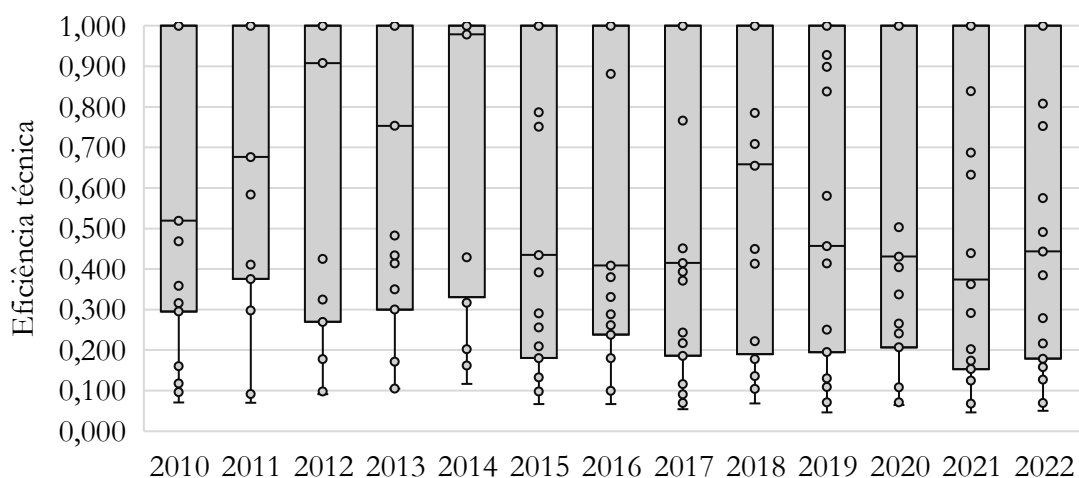
---

estudos anteriores deve-se ter em consideração que existe particularidades distintas entre estes, como o tipo de rendimentos à escala utilizado, a orientação do modelo, a composição da amostra, entre outros. Por este motivo, recomenda-se a consulta do capítulo 2, em particular, da subsecção 2.4.

eficientes, seguidos pela República Checa, Alemanha, Itália e Noruega. No caso particular da Bélgica, que entre 2000 e 2011 registou índices de eficiência técnica iguais à unidade, em oito dos doze anos analisados pelos autores, observa-se, entre 2010 e 2022, uma quebra acentuada do desempenho, com valores de eficiência técnica que oscilam entre 0,160 e 0,411. Tendência semelhante é observada na República Checa, que, apesar de ter sido considerada tecnicamente eficiente em cinco dos doze anos analisados por Shao et al. (2017), apresentou no período mais recente (2010-2022) índices significativamente mais baixos, que variam entre 0,178 e 0,379. Por outro lado, países como a Áustria, a Alemanha e a Itália mantiveram-se tecnicamente eficientes em alguns anos do período entre 2010 e 2022, tal como aconteceu no período de 2000 a 2011.

Antes de se avançar para a análise dos resultados obtidos no segundo estágio, importa reiterar, conforme previamente referido nesta dissertação, que o método DEA é sensível à presença de *outliers*, os quais podem comprometer a configuração da fronteira de produção (*e.g.*, Donthu et al., 2005). Assim, revela-se pertinente proceder à identificação e eventual exclusão das observações que evidenciem desvios atípicos. Para o efeito, realiza-se uma representação gráfica dos índices de eficiência técnica, por via da construção do diagrama de extremos e quartis, com o intuito de aferir a existência de valores análogos aos dados. Conforme se pode observar na figura 3, não foram detetados *outliers* nos índices de eficiência técnica, uma vez que não existem observações fora dos limites definidos pelos bigodes do diagrama de extremos e quartis.

**Figura 3:** Diagrama de extremos e quartis dos índices de eficiência técnica (2010-2022)



Fonte: Elaboração própria.

Reconhecida a inexistência de *outliers* no conjunto de dados, procede-se à análise dos resultados da segunda fase da investigação<sup>11</sup>, centrada na identificação dos fatores exógenos capazes de influenciar os índices de eficiência técnica. A relevância desta abordagem advém da existência de uma variabilidade adicional nos referidos índices, decorrente do facto das DMUs não operarem sob condições ambientais homogêneas (Chronopoulos et al., 2015).

Assim, os índices de eficiência técnica obtidos no primeiro estágio da análise – apresentados na tabela 5 – foram utilizados como variável dependente e as variáveis ambientais – número de empresas, taxa anual de crescimento do PIB e estatuto do principal operador de linhas fixas – foram utilizadas como variáveis explicativas. A análise foi conduzida através de um modelo de regressão truncada, com o algoritmo *double bootstrap*. Este algoritmo estrutura-se em duas fases: na primeira, destinada à correção do enviesamento dos índices de eficiência técnica, opta-se pela realização de 500 iterações ( $L_1 = 500$ ); na segunda, dedicada à construção dos intervalos de confiança dos coeficientes estimados, recorre-se a 2000 iterações ( $L_2 = 2000$ ), conforme recomendado por Simar e Wilson (2007).

A especificação da regressão truncada é a seguinte:

$$\hat{\lambda}_j^t = \beta_0 + \beta_1 \text{Concorrência}_j^t + \beta_2 \text{Privatização}_j^t + \beta_3 \text{txPIB}_j^t + \varepsilon_j^t \quad (5.1)$$

onde  $\text{Concorrência}_j^t$  representa o número de empresas da  $DMU_j$  no período  $t$ . A variável  $\text{Privatização}_j^t$  refere-se ao estatuto do principal operador de linhas fixas da  $DMU_j$  no período  $t$  e  $\text{txPIB}_j^t$  denota a taxa anual de crescimento do PIB da  $DMU_j$  no período  $t$ .  $\hat{\lambda}_j^t$  corresponde aos índices de eficiência técnica calculados no primeiro estágio;  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$  designam os coeficientes que vão ser estimados e  $\varepsilon_j^t$  a perturbação aleatória.

Merece ainda destaque o facto de que a validade deste modelo depende do cumprimento dos pressupostos subjacentes aos modelos de regressão, nomeadamente da ausência de multicolinearidade entre as variáveis explicativas. A multicolinearidade, entendida como um fenómeno estatístico que se traduz numa correlação elevada entre duas ou mais variáveis independentes, tem como consequência o aumento dos desvios padrões das estimativas dos coeficientes da regressão. Este aumento pode comprometer a precisão estatística do modelo, conduzindo à possibilidade de se rejeitar a significância de uma variável que, na realidade,

---

<sup>11</sup> Nesta fase da investigação, a versão 18 do *software* Stata foi igualmente seleccionada como ferramenta computacional para a análise dos determinantes dos índices de eficiência técnica.



poderia revelar-se estatisticamente significativa (Adeboye et al., 2014). Por esse motivo, analisa-se os coeficientes de correlação das variáveis explicativas e constata-se, a partir da tabela 6, que não existe uma correlação forte entre as variáveis, estando todos os valores situados mais próximos de 0 do que de 1 ou -1.

**Tabela 6:** Coeficientes de correlação das variáveis explicativas

|              |                          | Concorrência | txPIB  | Privatização             |                          |
|--------------|--------------------------|--------------|--------|--------------------------|--------------------------|
|              |                          |              |        | <i>Dummy 1</i><br>(1=FP) | <i>Dummy 2</i><br>(1=SO) |
| Concorrência |                          | 1            |        |                          |                          |
| txPIB        |                          | 0,0016       | 1      |                          |                          |
| Privatização | <i>Dummy 1</i><br>(1=FP) | 0,2608       | 0,0329 | 1                        |                          |
|              | <i>Dummy 2</i><br>(1=SO) | -0,2875      | 0,0678 | -0,3201                  | 1                        |

Fonte: Elaboração própria.

Nota: FP – Totalmente privado (a sigla vem de *Fully Private*) | SO – Propriedade do Estado (a sigla vem de *State Owned*)

Posto isto, a tabela 7 infra exhibe os resultados do segundo estágio, apresentando os coeficientes estimados, acompanhados dos respectivos intervalos de confiança (IC) a 90%, 95% e 99%.

**Tabela 7:** Resultados do segundo estágio (Modelo 1)

| Modelo 1:                          |                       |                    |                    |                    |
|------------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                    | Coefficiente          | IC 90%             | IC 95%             | IC 99%             |
| Concorrência                       | -0,0006 <sup>12</sup> | [-0,0010; -0,0007] | [-0,0010; -0,0006] | [-0,0010; -0,0006] |
| Privatização                       | -2,1164***            | [-3,6706; -2,3422] | [-3,7252; -2,1964] | [-3,8300; -1,7548] |
| txPIB                              | 0,1445***             | [0,1587; 0,2606]   | [0,1500; 0,2654]   | [0,1320; 0,2785]   |
| Constante                          | 0,5719***             | [0,6686; 1,2791]   | [0,6194; 1,3992]   | [0,5544; 1,6444]   |
| Sigma                              | 0,7676***             | [0,8229; 1,1523]   | [0,7762; 1,1759]   | [0,7113; 1,2008]   |
| Testes de qualidade do ajustamento |                       |                    |                    |                    |
| Log-likelihood                     | 26,1202               |                    |                    |                    |
| AIC                                | -42,2405              |                    |                    |                    |
| BIC                                | -30,2682              |                    |                    |                    |

Fonte: Elaboração própria.

Nota: \*\*\* indica significância estatística ao nível de significância de 1%.

<sup>12</sup> À primeira vista, dado o arredondamento do coeficiente a quatro casas decimais, parece que este se encontra incluído no intervalo de confiança a 99%. No entanto, ao considerar o valor estimado com uma precisão de seis casas decimais (-0,000554), verifica-se que o coeficiente não se encontra contido no IC a 95% cujo limite superior é -0,000636, nem no IC a 99%, cujo limite superior é -0,000602.

A partir da análise dos resultados referentes ao segundo estágio, verifica-se que a variável adotada como medida da concorrência aparenta exercer um impacto negativo sobre os índices de eficiência técnica, quer isto dizer que, um maior número de empresas no mercado parece estar associado a índices de eficiência técnica inferiores. Contudo, esta variável não se revela estatisticamente significativa na presente investigação.

Oredegbe e Zhang (2020) também concluíram que a concorrência, ainda que não se tenha revelado estatisticamente significativa, parece exercer um impacto negativo sobre a eficiência do setor das telecomunicações. Tal inferência advém do facto do IHH – indicador representativo da estrutura do setor e do grau de concentração – ter evidenciado um impacto positivo sobre a eficiência. Este resultado sugere que, quanto mais elevado for o valor do IHH e, por conseguinte, menor o nível de concorrência, mais elevados tendem a ser os índices de eficiência técnica observados.

Desta forma, e tendo em consideração que os resultados obtidos carecem de significância estatística, devendo, por isso, ser interpretados com a devida cautela, uma possível explicação para o eventual impacto negativo da concorrência sobre o desempenho do setor das telecomunicações poderá residir no facto deste setor ser caracterizado por economias de escala. Neste contexto, a presença de múltiplos operadores concorrentes poderá conduzir a uma fragmentação do mercado, impedindo cada entidade de atingir uma dimensão suficiente para beneficiar dessas economias (Lien & Peng, 2001).

No que concerne à variável relativa à privatização, a qual reflete o estatuto do principal operador de linhas fixas do setor de telecomunicações dos 19 países da UE, esta foi categorizada em três modalidades: totalmente privado, parcialmente privado e propriedade do Estado, conforme descrito no capítulo 4. Contudo, considerando que os únicos setores de telecomunicações sob propriedade do Estado correspondem ao Luxemburgo e ao Chipre, e tendo em conta que ambos os setores se apresentam tecnicamente eficientes ao longo de todo o horizonte temporal analisado, apenas se utilizam observações com estatuto totalmente privado e parcialmente privado para o cálculo dos coeficientes<sup>13</sup>. Por essa razão, integra-se apenas uma variável *dummy* na análise, para evitar problemas de multicolinearidade, sendo que o valor 1 representa um setor totalmente privado e o valor 0 corresponde a um setor parcialmente privado.

---

<sup>13</sup> A regressão truncada foi implementada através do comando **truncreg** do *software* Stata, o qual exclui, por definição, as observações cuja eficiência técnica assume o valor unitário, uma vez que estas se situam no limite superior do intervalo de truncamento e, portanto, não são consideradas na estimação dos coeficientes.

Assim, constata-se que a variável privatização é estatisticamente significativa para um nível de significância de 1%. O coeficiente correspondente a esta variável revela que, mantendo tudo o resto constante, os setores de telecomunicações totalmente privados apresentam, em média, um índice de eficiência técnica inferior em 0,193<sup>14</sup> face aos setores de telecomunicações parcialmente privados, o que sugere que os setores caracterizados por uma combinação entre a participação do Estado e a do setor privado apresentam um desempenho superior àqueles em que a propriedade é exclusivamente privada. De um modo geral, considerando que os únicos setores da amostra sob propriedade do Estado revelam-se tecnicamente eficientes, e que os setores com participação mista – pública e privada – evidenciam um desempenho superior face aos de propriedade totalmente privada, observa-se uma tendência decrescente no desempenho do setor ao longo da transição do estatuto do principal operador de linhas fixas de propriedade do Estado para totalmente privado, o que sugere que a privatização exerce um impacto negativo sobre os índices de eficiência técnica.

Apesar de neste estudo se ter constatado que a privatização exerce um impacto negativo sobre os índices de eficiência técnica, a literatura existente apresenta resultados distintos. Destaca-se, por exemplo, o estudo de Torres e Bachiller (2013), no qual os autores identificaram uma relação positiva entre a privatização e a eficiência técnica, concluindo que as operadoras privadas se revelam mais eficientes do que as operadoras públicas. Importa igualmente destacar o contributo de Lam e Shiu (2010), cujo estudo evidencia um impacto positivo da privatização no desempenho do setor das telecomunicações. Neste mesmo enquadramento, o trabalho de Li e Xu (2004) corrobora essa perspetiva, ao concluir que a privatização total tende a revelar-se mais apropriada em termos de melhor desempenho do que a privatização parcial.

A relação negativa entre a privatização e o desempenho do setor pode ser compreendida à luz das implicações políticas da privatização, entendidas como o conjunto de decisões governamentais desencadeadas pela própria decisão de privatizar uma determinada entidade. Os efeitos negativos decorrem da priorização de objetivos da privatização em detrimento da eficiência, sobretudo quando estes objetivos implicam *trade-offs*. Tal seria o caso, por exemplo, da privatização de um monopólio antes da introdução de concorrência ou de uma regulação adequada, em vez de o fazer posteriormente, com o intuito de maximizar as receitas

---

<sup>14</sup> Como os coeficientes do modelo truncado não podem ser interpretados diretamente em termos quantitativos, recorre-se ao cálculo dos efeitos marginais.

resultantes da privatização. De igual modo, a aceleração de processos de privatização durante períodos de recessão — setorial ou macroeconómica — por motivos de natureza política, como o aumento da receita num determinado momento, pode revelar-se contraproducente, ao comprometer a eficiência. Adicionalmente, podem emergir efeitos negativos não intencionais, nomeadamente em resultado de erros ou omissões do governo na seleção do comprador mais adequado ou do método de privatização mais eficiente (Villalonga, 2000).

Para além das implicações de índole política, importa igualmente considerar as implicações organizacionais da privatização, as quais podem, também, comprometer o desempenho da empresa. Isto significa que todas as decisões tomadas pelos novos proprietários ou gestores — não antecipáveis pelo Estado no momento da seleção do comprador — podem acarretar efeitos adversos sobre a eficiência. Assim, caso os gestores da entidade privatizada atribuam primazia a objetivos que colidam com a maximização do desempenho, poderão verificar-se impactos negativos no desempenho. Um exemplo elucidativo seria o de uma empresa privatizada através da venda direta a outra entidade empresarial, sendo posteriormente mantida como unidade de negócio autónoma do adquirente. Nestas circunstâncias, a estratégia corporativa da empresa pode não conferir tratamento equitativo a todas as suas unidades de negócio, podendo não ser do seu interesse maximizar o desempenho da unidade individual constituída pela empresa privatizada (Villalonga, 2000).

Relativamente à taxa anual de crescimento do PIB constata-se que também esta variável se apresenta como estatisticamente significativa ao nível de significância de 1%. Os resultados empíricos indicam que, mantendo tudo o resto constante, um acréscimo de 1 ponto percentual nesta taxa está associado, em média, a um aumento de 0,013<sup>15</sup> no índice de eficiência técnica do setor das telecomunicações, quer isto dizer que existe uma relação positiva entre a taxa anual de crescimento do PIB e os índices de eficiência técnica. Este resultado vem corroborar a hipótese teórica segundo a qual o dinamismo económico atua como potenciador da eficiência técnica. Tal evidência era expectável, na medida em que a expansão da atividade económica tende a gerar externalidades positivas que favorecem a eficiência. Entre estas destacam-se a aceleração da difusão do conhecimento, bem como a facilitação da acumulação de capital humano — fatores que contribuem para a otimização dos processos produtivos. Neste sentido, a presente conclusão encontra respaldo na literatura, sendo consistente com estudos anteriores que identificaram relações análogas (*e.g.*, Oredgebe

---

<sup>15</sup> Ver nota de rodapé número 14.

& Zhang, 2020; Torres & Bachiller, 2013).

Com o propósito de avaliar a qualidade explicativa do modelo de regressão apresentado na equação 5.1, procede-se à estimação de dois modelos alternativos, cada um deles contemplando apenas duas das três variáveis explicativas originalmente incluídas. Assim, para efeitos de comparação e seleção do modelo mais adequado, recorre-se aos seguintes critérios: *log-likelihood*, *Akaike Information Criterion* (AIC) e *Bayesian Information Criterion* (BIC). O BIC, enquanto critério de seleção entre um conjunto finito de modelos, distingue-se do AIC, um método para comparar diferentes modelos num determinado resultado, pelo facto de impor uma maior penalização ao número de parâmetros do que o AIC (Du et al., 2018; Hung et al., 2019). Os resultados obtidos encontram-se compilados nas tabelas 8 e 9.

**Tabela 8:** Resultados do segundo estágio (Modelo 2)

| <b>Modelo 2:</b>                          |                     |                    |                    |                    |
|-------------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                           | <b>Coefficiente</b> | <b>IC 90%</b>      | <b>IC 95%</b>      | <b>IC 99%</b>      |
| <b>Concorrência</b>                       | -0,0007*            | [-0,0014; -0,0002] | [-0,0014; 0,0001]  | [-0,0014; 0,0005]  |
| <b>Privatização</b>                       | -                   | -                  | -                  | -                  |
| <b>txPIB</b>                              | 0,2306**            | [0,1200; 0,4413]   | [0,0775; 0,4490]   | [-0,0425; 0,4895]  |
| <b>Constante</b>                          | -3,5742             | [-7,8668; -6,3690] | [-8,1080; -5,8715] | [-8,6127; -4,2641] |
| <b>Sigma</b>                              | 1,2590**            | [0,7650; 2,0281]   | [0,5555; 2,0571]   | [-0,0400; 2,1041]  |
| <b>Testes de qualidade do ajustamento</b> |                     |                    |                    |                    |
| <b>Log-likelihood</b>                     | 20,0161             |                    |                    |                    |
| <b>AIC</b>                                | -32,0321            |                    |                    |                    |
| <b>BIC</b>                                | -22,7092            |                    |                    |                    |

Fonte: Elaboração própria.

Nota: \*\* e \* indica, respetivamente, significância estatística ao nível de significância de 5% e 10%.

**Tabela 9:** Resultados do segundo estágio (Modelo 3)

| <b>Modelo 3:</b>                          |                     |                   |                   |                   |
|-------------------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                           | <b>Coefficiente</b> | <b>IC 90%</b>     | <b>IC 95%</b>     | <b>IC 99%</b>     |
| <b>Concorrência</b>                       | -                   | -                 | -                 | -                 |
| <b>Privatização</b>                       | -1,2037             | [-1,8573; 0,7223] | [-1,8953; 1,2161] | [-2,0041; 2,5265] |
| <b>txPIB</b>                              | 0,0741              | [-0,0465; 0,1249] | [-0,0620; 0,1297] | [-0,0947; 0,1411] |
| <b>Constante</b>                          | 0,3948              | [0,5030; 1,6753]  | [0,4768; 1,8977]  | [0,4275; 2,5949]  |
| <b>Sigma</b>                              | 0,5591**            | [0,1745; 0,7538]  | [0,0939; 0,7695]  | [-0,0964; 0,7954] |
| <b>Testes de qualidade do ajustamento</b> |                     |                   |                   |                   |
| <b>Log-likelihood</b>                     | 19,6145             |                   |                   |                   |
| <b>AIC</b>                                | -31,2289            |                   |                   |                   |
| <b>BIC</b>                                | -22,2925            |                   |                   |                   |

Fonte: Elaboração própria.

Nota: \*\* indica significância estatística ao nível de significância de 5%.

Com base nos valores obtidos para os testes *log-likelihood*, bem como para o AIC e BIC, conclui-se que o modelo 1, que incorpora as três variáveis explicativas, se revela o mais adequado. Esta conclusão fundamenta-se no facto de tanto o AIC como o BIC apresentarem os valores mais baixos – sendo que, de acordo com a regra de seleção subjacente a estes modelos, quanto menores os seus valores, melhor o ajustamento do modelo. Acresce ainda que o modelo 1 exhibe o maior valor de *log-likelihood* entre os modelos considerados, reforçando a sua superioridade em termos de ajustamento. Assim, infere-se que as três variáveis explicativas assumem um papel determinante na explicação das variações observadas nos índices de eficiência técnica.

## 6. Conclusão

O setor das telecomunicações tem vindo a consolidar-se como um setor estratégico para o progresso socioeconómico de um país, despertando, por conseguinte, um crescente interesse no seio da comunidade científica, nomeadamente, no que diz respeito à sua análise e, em particular, à avaliação da sua eficiência técnica. Assim, tendo em conta a relevância do setor das telecomunicações para o dinamismo económico e a escassez de estudos recentes voltados para a avaliação da sua eficiência no contexto da UE, a presente dissertação propôs-se a investigar o desempenho deste setor por meio de uma abordagem em dois estágios. No primeiro estágio, procedeu-se à estimação da eficiência técnica do setor das telecomunicações de 19 países da UE, entre 2010 e 2022. No segundo estágio, analisou-se os determinantes exógenos potencialmente explicativos dos níveis de eficiência técnica apurados.

Os índices de eficiência técnica, obtidos no primeiro estágio da análise, mediante a aplicação do método DEA com rendimentos variáveis à escala e orientação para os *inputs*, permitiram verificar que o Luxemburgo e o Chipre foram os únicos países da amostra cujo setor de telecomunicações foi considerado tecnicamente eficiente durante todo o horizonte temporal analisado. Em contraposição, verificou-se que a Bélgica, a Bulgária, a Croácia, a Espanha, a Hungria, a Polónia, a República Checa e a Roménia apresentaram-se tecnicamente ineficientes ao longo dos treze anos analisados, o que demonstra que, nesses países, seria possível reduzir a quantidade de recursos empregues sem comprometer o nível de produção ou sem aumentar a utilização de outros recursos, para assim alcançar a eficiência técnica. Os restantes países incluídos na amostra foram considerados tecnicamente eficientes, ainda que não de forma sustentada ao longo de todo o período analisado.

Para além disso, entre 2010 e 2022, observou-se, de forma generalizada, uma tendência decrescente no número de países considerados tecnicamente eficientes. Esta evolução evidencia que, ao longo dos treze anos abrangidos pela amostra, se acentuou, em termos gerais, a ineficiência técnica dos países analisados. Em termos práticos, isto traduz-se num aumento da percentagem média de recursos que teria de se reduzir para alcançar a eficiência técnica. Esta trajetória descendente pode ser, entre outros fatores, atribuída a deficiências ao nível da gestão de talentos e competências, cuja inadequação compromete a otimização dos recursos disponíveis.

No segundo estágio da análise, que consistiu na avaliação dos determinantes da eficiência técnica por meio de uma regressão truncada com recurso ao algoritmo *double bootstrap*,

observou-se que, embora a concorrência apresente um sinal indicativo de impacto negativo sobre os índices de eficiência técnica, esta variável não se revelou estatisticamente significativa, impossibilitando, assim, a formulação de conclusões fiáveis quanto ao efeito da concorrência na eficiência do setor. Em contraste, as demais variáveis analisadas demonstraram-se estatisticamente significativas ao nível de significância de 1%. Em particular, destacou-se um impacto negativo da privatização sobre o desempenho do setor das telecomunicações, um resultado que diverge das conclusões obtidas por outros autores e que pode ser explicado pelas implicações políticas e organizacionais. Por sua vez, a taxa de crescimento anual do PIB revelou um efeito positivo sobre os índices de eficiência técnica, o que corrobora a expectativa teórica de que contextos macroeconómicos expansionistas favorecem a eficiência técnica, ao propiciar, por exemplo, a disseminação do conhecimento e a facilitação da acumulação de capital humano.

Assim, os resultados obtidos – cuja interpretação deve ter em consideração as suas especificidades, nomeadamente a amostra considerada e a metodologia adotada – constituem um contributo empírico relevante e atual para o aprofundamento da compreensão do desempenho do setor das telecomunicações na UE. Para além disso, estes resultados revestem-se de particular utilidade para os reguladores e decisores políticos, na medida em que possibilitam a identificação dos setores tecnicamente eficientes e tecnicamente ineficientes. Esta distinção revela-se pertinente, pois permite aos reguladores e aos decisores políticos aferir quais as medidas implementadas nos setores mais eficientes. Com base nesse diagnóstico, estas entidades conseguem proceder à reavaliação, reformulação ou adaptação das medidas vigentes nos setores tecnicamente ineficientes, tomando como referência os setores tecnicamente eficientes, que operem em contextos económicos semelhantes.

A presente dissertação representa um contributo para a literatura ao suprir a escassez de estudos recentes e abrangentes sobre a eficiência técnica do setor das telecomunicações da UE, bem como ao identificar os fatores que influenciam os respetivos índices de eficiência através da abordagem *double bootstrap*, abordagem essa pouco utilizada neste setor. Estas lacunas na literatura constituíram, por sua vez, uma limitação no decurso da presente investigação, na medida em que a escassez de estudos atualizados sobre este setor na UE dificultou a comparação dos resultados obtidos com os de trabalhos anteriores, uma vez que a maioria das análises disponíveis se baseia em períodos temporais menos abrangentes e mais distantes no tempo.



Para investigações futuras, revelar-se-ia pertinente alargar a análise aos restantes Estados-Membros da UE, colmatando, em particular, a ausência de informação referente ao setor das telecomunicações em Portugal. A inclusão desses países permitiria compreender de que forma os demais Estados-Membros se comportaram em termos de eficiência técnica ao longo dos anos, bem como verificar se os índices de eficiência obtidos divergem significativamente dos apurados na presente investigação. Além disso, permitiria verificar se os coeficientes estimados no segundo estágio, diferem de forma substancial dos obtidos na presente investigação.

## Referências

- Abdel-Halim, A., Al Khars, M., & Alnasser, A. (2023). Evaluating the technical efficiency of Saudi Arabian telecommunications companies using window DEA and AHP techniques. *International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management*, 16(6), 1306-1325. <https://doi.org/10.1108/IMEFM-02-2023-0043>
- Abiodun, A. J., Amos-Fidelis, N. B., Oladejo, D. A., & Solaja, O. (2023). Service operations efficiency and competitive orientations in the telecommunication industry: A data envelopment analysis approach. *International Journal of Applied Operational Research*, 11(3). <http://ijorlu.liau.ac.ir/article-1-639-en.html>
- Adeboye, N., Fagoyinbo, I., & Olatayo, T. (2014). Estimation of the effect of multicollinearity on the standard error for regression coefficients. *IOSR Journal of Mathematics*, 10(4), 16-20. <https://doi.org/10.9790/5728-10411620>
- Amemiya, T. (1984). Tobit models: A survey. *Journal of Econometrics*, 24(1), 3-61. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(84\)90074-5](https://doi.org/10.1016/0304-4076(84)90074-5)
- Asmild, M., Paradi, J. C., Reese, D. N., & Tam, F. (2007). Measuring overall efficiency and effectiveness using DEA. *European Journal of Operational Research*, 178(1), 305-321. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.01.014>
- Badunenko, O., & Tauchmann, H. (2019). Simar and Wilson two-stage efficiency analysis for Stata. *The Stata Journal*, 19(4), 950-988. <https://doi.org/10.1177/1536867X19893640>
- Banco Mundial. (2025). *Metadata glossary*. Consultado a 19 de março de 2025 em <https://databank.worldbank.org/metadataglossary/jobs/series/NY.GDP.MKTP.KD.ZG>
- Bandias, S., & Vemuri, S. R. (2005). Telecommunications infrastructure facilitating sustainable development of rural and remote communities in Northern Australia. *Telecommunications Policy*, 29(2), 237-249. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2004.11.008>
- Banker, R. D., Chang, H.-H., & Majumdar, S. K. (1998). Economies of scope in the U.S. telecommunications industry. *Information Economics and Policy*, 10(2), 253-272. [https://doi.org/10.1016/S0167-6245\(97\)00033-4](https://doi.org/10.1016/S0167-6245(97)00033-4)
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical

- and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092. <http://www.jstor.org/stable/2631725>
- Banker, R., Charnes, A., Cooper, W., Swarts, J., & Thomas, D. (1989). An introduction to data envelopment analysis with some of its models and their uses. *Research in Governmental and Nonprofit Accounting*, 5, 125–163.
- Barro, R. J. (1991). Economic growth in a cross section of countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 407-443. <https://doi.org/10.2307/2937943>
- Baschnonga, A. (2023). *Top 10 risks for telecommunications in 2024*. Ernst & Young Global Limited. Acedido a 15 de maio de 2025 em [https://www.ey.com/en\\_gl/insights/telecommunications/top-10-risks-for-telecommunications](https://www.ey.com/en_gl/insights/telecommunications/top-10-risks-for-telecommunications)
- Betarelli, A. A., Faria, W. R., Montenegro, R. L. G., Perobelli, F. S., & de Santana Ribeiro, L. C. (2022). Telecommunications, productivity and regional dependence: A comparative analysis between the Brazil, China and main developed regions in the post-reform period. *Journal of Economic Structures*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s40008-022-00263-x>
- Bloch, H., Madden, G., & Savage, S. J. (2001). Economies of scale and scope in Australian telecommunications. *Review of Industrial Organization*, 18(2), 219-227. <http://www.jstor.org/stable/41798996>
- Calvo, A. (2023). Telecommunications in the midst of two crises: 2008-2020. *International Journal of Business and Economics Research*, 12(6), 185-196. <https://doi.org/10.11648/j.ijber.20231206.13>
- Camanho, A. S., Silva, M. C., Piran, F. S., & Lacerda, D. P. (2024). A literature review of economic efficiency assessments using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 315(1). <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.07.027>
- Chaabouni, S. (2019). China's regional tourism efficiency: A two-stage double bootstrap data envelopment analysis. *Journal of Destination Marketing & Management*, 11, 183-191. <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2017.09.002>
- Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y., & Seiford, L. M. (1994). *Data envelopment analysis: Theory, methodology, and applications* (Vol. 1). Springer Dordrecht.

<https://doi.org/10.1007/978-94-011-0637-5>

- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Cheng, J. Z., Tsyu, J. Z., & Yu, H.-C. D. (2003). Boom and gloom in the global telecommunications industry. *Technology in Society*, 25(1), 65-81. [https://doi.org/10.1016/S0160-791X\(02\)00060-X](https://doi.org/10.1016/S0160-791X(02)00060-X)
- Chronopoulos, D., Girardone, C., & Nankervis, J. (2015). Double bootstrap confidence intervals in the two-stage DEA approach. *Journal of Time Series Analysis*, 36(5), 653-662. <https://doi.org/10.1111/jtsa.12122>
- Coelli, T., Rao, D. S., O'Donnell, C., & Battese, G. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis* (2<sup>a</sup> ed.). New York: Springer.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2007). *Data envelopment analysis: A Comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software* (2<sup>a</sup> ed.). Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-45283-8>
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2011). Data envelopment analysis: History, models, and interpretations. In W. W. Cooper, L. M. Seiford, & J. Zhu (Eds.), *Handbook on data envelopment analysis* (pp. 1-39). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6151-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6151-8_1)
- Correa, L. (2006). The economic impact of telecommunications diffusion on UK productivity growth. *Information Economics and Policy*, 18(4), 385-404. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2006.04.001>
- Das, N. (2000). Technology, efficiency and sustainability of competition in the Indian telecommunications sector. *Information Economics and Policy*, 12(2), 133-154. [https://doi.org/10.1016/S0167-6245\(00\)00004-4](https://doi.org/10.1016/S0167-6245(00)00004-4)
- Datta, A., & Agarwal, S. (2004). Telecommunications and economic growth: A panel data approach. *Applied Economics*, 36(15), 1649-1654. <https://doi.org/10.1080/0003684042000218552>
- Debreu, G. (1951). The coefficient of resource utilization. *Econometrica*, 19(3), 273-292. <https://doi.org/10.2307/1906814>

- Diskaya, F., Emir, S., & Orhan, N. (2011). Measuring the technical efficiency of telecommunication sector within global crisis: Comparison of G8 countries and Turkey. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 24, 206-218. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.09.037>
- Donthu, N., Hershberger, E. K., & Osmonbekov, T. (2005). Benchmarking marketing productivity using data envelopment analysis. *Journal of Business Research*, 58(11), 1474-1482. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2004.05.007>
- Du, K., Worthington, A. C., & Zelenyuk, V. (2018). Data envelopment analysis, truncated regression and double-bootstrap for panel data with application to Chinese banking. *European Journal of Operational Research*, 265(2), 748-764. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.08.005>
- Ersoy, Y., & Aktas, A. (2022). Health system efficiency of OECD countries with data envelopment analysis. *Problemy Zarządzania*, 20(4), 90-109. <https://doi.org/10.7172/1644-9584.98.4>
- Eurostat. (2013). *European system of accounts – ESA 2010*. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5925693/KS-02-13-269-EN.PDF/pdf/44cd9d01-bc64-40e5-bd40-d17df0c69334?t=1414781932000>
- Eurostat. (2020). *Telecommunications employment rose in Q2 2020*. Acedido a 6 de outubro de 2024 em <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/-/ddn-20201215-1>
- Eurostat. (2025). *Glossary: Enterprise*. Consultado a 17 de março de 2025 em <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Enterprise>
- Ezeigweneme, C., Umoh, A., Ilojiyanya, V., & Adegbite, A. (2024). Review of telecommunication regulation and policy: Comparative analysis USA and Africa. *Computer Science & IT Research Journal*, 5(1), 81-99. <https://doi.org/10.51594/csitrj.v5i1.703>
- Färe, R., & Lovell, C. A. K. (1978). Measuring the technical efficiency of production. *Journal of Economic Theory*, 19(1), 150-162. [https://doi.org/10.1016/0022-0531\(78\)90060-1](https://doi.org/10.1016/0022-0531(78)90060-1)
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical*

- Society. Series A (General)*, 120(3), 253-290. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Fried, H. O., Lovell, C. A. K., & Schmidt, S. S. (2008). Efficiency and productivity. In H. O. Fried, C. A. K. Lovell, & S. S. Schmidt (Eds.), *The measurement of productive efficiency and productivity growth* (pp. 3-91). Oxford University Press.
- Giokas, D. I., & Pentzaropoulos, G. C. (2008). Efficiency ranking of the OECD member states in the area of telecommunications: A composite AHP/DEA study. *Telecommunications Policy*, 32(9), 672-685. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2008.07.007>
- Gökgöz, F., & Demir, F. (2014). An efficiency analysis for the European telecommunication sector. *Journal of International Scientific Publications: Economy & Business*, 8(1), 141-158. <https://www.scientific-publications.net/en/article/1000373/>
- Grosskopf, S. (1996). Statistical inference and nonparametric efficiency: A selective survey. *Journal of Productivity Analysis*, 7(2), 161-176. <https://doi.org/10.1007/BF00157039>
- Hirschberg, J., & Lloyd, P. (2001). Does the technology of foreign-invested enterprises spill over to other enterprises in China? An application of post-DEA bootstrap regression analysis. In P. J. Lloyd & X.-g. Zhang (Eds.), *Models of the chinese economy* (pp. 88-110). Edward Elgar Publishing.
- Hoff, A. (2007). Second stage DEA: Comparison of approaches for modelling the DEA score. *European Journal of Operational Research*, 181(1), 425-435. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.05.019>
- Hu, J.-L., & Chu, W.-K. (2008). Efficiency and productivity of major Asia-Pacific telecom firms. *Chang Gung Journal of Humanities and Social Sciences*, 1(2), 223-245.
- Huang, K.-F., Dyerson, R., Wu, L.-Y., & Harindranath, G. (2015). From temporary competitive advantage to sustainable competitive advantage. *British Journal of Management*, 26(4), 617-636. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.12104>
- Hung, P. K., Lý, S., Ly, S., & Lukusa, T. (2019). Comparison among Akaike Information Criterion, Bayesian Information Criterion and Vuong's test in model selection: A case study of violated speed regulation in Taiwan. *Journal of Advanced Engineering and Computation*, 3(1), 293-303. <https://doi.org/10.25073/jaacc.201931.220>
- International Telecommunication Union. (2024). *Statistics*. Acedido a 5 de outubro de 2024

- em <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/pages/stat/default.aspx>
- International Telecommunication Union. (2025a). *Fixed-telephone subscriptions*. Acedido a 8 de fevereiro de 2025 em <https://datahub.itu.int/data/?i=15>
- International Telecommunication Union. (2025b). *ICT regulatory tracker*. [https://www.itu.int/net4/itu-d/irt/assets/metadata/ITU\\_ICT-Regulatory-Tracker\\_About\\_the\\_tracker\\_tab.pdf](https://www.itu.int/net4/itu-d/irt/assets/metadata/ITU_ICT-Regulatory-Tracker_About_the_tracker_tab.pdf)
- International Telecommunication Union. (2025c). *Individuals using the internet*. Acedido a 8 de fevereiro de 2025 em <https://datahub.itu.int/data/?i=11624>
- International Telecommunication Union. (2025d). *Mobile-cellular subscriptions*. Acedido a 8 de fevereiro de 2025 em <https://datahub.itu.int/data/?i=178>
- Jebali, E., Essid, H., & Khraief, N. (2017). The analysis of energy efficiency of the Mediterranean countries: A two-stage double bootstrap DEA approach. *Energy*, 134, 991-1000. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.06.063>
- Johnes, J. (2006). Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education. *Economics of Education Review*, 25(3), 273-288. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2005.02.005>
- Kanaan, R., Obeidat, U., Yousef, B., Al-Zu'bi, M., & Abuhashesh, M. (2020). The effect of intellectual capital on competitive advantage in the Jordanian telecommunication sector. *Journal of Business & Management (COES&RJ-JBM)*, 8(1). <https://doi.org/10.25255/jbm.2020.8.1.1.19>
- Kang, C.-C. (2009). Privatization and production efficiency in Taiwan's telecommunications industry. *Telecommunications Policy*, 33(9), 495-505. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2009.04.002>
- Ketteni, E. (2024). Telecommunication capital and productivity growth: Further insights using network characteristics and nonlinearities. *Empirical Economics*, 67(1), 143-163. <https://doi.org/10.1007/s00181-024-02554-7>
- Kiessling, T., & Blondeel, Y. (1998). The EU regulatory framework in telecommunications: A critical analysis. *Telecommunications Policy*, 22(7), 571-592. [https://doi.org/10.1016/S0308-5961\(98\)00036-6](https://doi.org/10.1016/S0308-5961(98)00036-6)
- Koopmans, T. C. (1951). Analysis of production as an efficient combination of activities. In

- T. C. Koopmans (Ed.), *Activity analysis of production and allocation*. John Wiley & Sons.
- Lam, P.-L., & Shiu, A. (2008). Productivity analysis of the telecommunications sector in China. *Telecommunications Policy*, 32(8), 559-571. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2008.06.004>
- Lam, P.-L., & Shiu, A. (2010). Economic growth, telecommunications development and productivity growth of the telecommunications sector: Evidence around the world. *Telecommunications Policy*, 34(4), 185-199. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2009.12.001>
- Li, Q., Huang, C. J., Li, D., & Fu, T.-T. (2002). Semiparametric smooth coefficient models. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(3), 412-422. <http://www.jstor.org/stable/1392126>
- Li, W., & Xu, L. C. (2004). The impact of privatization and competition in the telecommunications sector around the World. *The Journal of Law & Economics*, 47(2), 395-430. <https://doi.org/10.1086/422984>
- Lien, D., & Peng, Y. (2001). Competition and production efficiency: Telecommunications in OECD countries. *Information Economics and Policy*, 13(1), 51-76. [https://doi.org/10.1016/S0167-6245\(00\)00030-5](https://doi.org/10.1016/S0167-6245(00)00030-5)
- Lin, X., Lu, T.-J., & Chen, X. (2019). Total factor productivity growth and technological change in the telecommunications industry. *Discrete and Continuous Dynamical Systems*, 12(4&5), 795-809. <https://doi.org/10.3934/dcdss.2019053>
- Madden, G., & Savage, S. J. (1998). CEE telecommunications investment and economic growth. *Information Economics and Policy*, 10(2), 173-195. [https://doi.org/10.1016/S0167-6245\(97\)00020-6](https://doi.org/10.1016/S0167-6245(97)00020-6)
- Madden, G., & Savage, S. J. (1999). Telecommunications productivity, catch-up and innovation. *Telecommunications Policy*, 23(1), 65-81. [https://doi.org/10.1016/S0308-5961\(98\)00076-7](https://doi.org/10.1016/S0308-5961(98)00076-7)
- Maneejuk, P., & Yamaka, W. (2020). An analysis of the impacts of telecommunications technology and innovation on economic growth. *Telecommunications Policy*, 44(10). <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.102038>
- Mastromarco, C., & Ghosh, S. (2009). Foreign capital, human capital, and efficiency: A



- stochastic frontier analysis for developing countries. *World Development*, 37(2), 489-502. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2008.05.009>
- McDonald, J. (2009). Using least squares and tobit in second stage DEA efficiency analyses. *European Journal of Operational Research*, 197(2), 792-798. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.07.039>
- Meena, M. E., & Geng, J. (2022). Dynamic competition in telecommunications: A systematic literature review. *Sage Open*, 12(2). <https://doi.org/10.1177/21582440221094609>
- Meijers, H. (2014). Does the internet generate economic growth, international trade, or both? *International Economics and Economic Policy*, 11(1), 137-163. <https://doi.org/10.1007/s10368-013-0251-x>
- Murillo-Zamorano, L. R. (2004). Economic efficiency and frontier techniques. *Journal of Economic Surveys*, 18(1), 33-77. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2004.00215.x>
- Nelson, R. R., & Phelps, E. S. (1966). Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. *The American Economic Review*, 56(1/2), 69-75. <http://www.jstor.org/stable/1821269>
- Okeleke, K., Bahia, K., & Joiner, J. (2022). *The mobile economy Europe 2022*. Global System for Mobile Communication Association Intelligence. Acedido a 12 de novembro de 2024 em <https://data.gsmaintelligence.com/research/research/research-2022/the-mobile-economy-europe-2022>
- Oredegbe, A., & Zhang, Y. (2020). Telecommunications industry efficiency: A comparative analysis of high and middle income countries. *Telecommunications Policy*, 44(5). <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.101958>
- Ozkan-Gunay, E. N., & Tektas, A. (2006). Efficiency analysis of the Turkish banking sector in precrisis and crisis period: a DEA approach. *Contemporary Economic Policy*, 24(3), 418-431. <https://doi.org/10.1093/cep/byj028>
- Palacios-Marques, D., Gil-Pechuán, I., & Lim, S. (2011). Improving human capital through knowledge management practices in knowledge-intensive business services. *Service Business*, 5(2), 99-112. <https://doi.org/10.1007/s11628-011-0104-z>
- Park, E.-A. (2009). Explicating barriers to entry in the telecommunications industry. *The Journal of Policy, Regulation and Strategy for Telecommunications*, 11(1), 34-51.

<https://doi.org/10.1108/14636690910932984>

- Pennings, J., Kranenburg, H. V., & Hagedoorn, J. (2005). Past, present, and future of the European telecommunications industry. In C. D. Zotto (Ed.), *Growth and dynamics of maturing new media companies*. Jönköping International Business School.
- Pentzaropoulos, G. C., & Giokas, D. I. (2002). Comparing the operational efficiency of the main European telecommunications organizations: A quantitative analysis. *Telecommunications Policy*, 26(11), 595-606. [https://doi.org/10.1016/S0308-5961\(02\)00059-9](https://doi.org/10.1016/S0308-5961(02)00059-9)
- Petrović, M., Bojković, N., & Stamenković, M. (2018). A DEA-based tool for tracking best practice exemplars: The case of telecommunications in EBRD countries. *Economic Annals*, 63(218), 105-127. <https://doi.org/10.2298/EKA1818105P>
- Peykani, P., Farzipoor Saen, R., Seyed Esmacili, F. S., & Gheidari-Kheljani, J. (2021). Window data envelopment analysis approach: A review and bibliometric analysis. *Expert Systems*, 38(7). <https://doi.org/10.1111/exsy.12721>
- Radukic, S., Mastilo, Z., & Kostić, Z. (2019). Effects of digital transformation and network externalities in the telecommunication markets. *Economics*, 7(2), 31-42. <https://doi.org/10.2478/eoik-2019-0019>
- Ramalho, E. A., Ramalho, J. J. S., & Henriques, P. D. (2010). Fractional regression models for second stage DEA efficiency analyses. *Journal of Productivity Analysis*, 34(3), 239-255. <https://doi.org/10.1007/s11123-010-0184-0>
- Roghanian, P., Rasli, A., & Gheysari, H. (2012). Productivity through effectiveness and efficiency in the banking industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 40, 550-556. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.229>
- Roller, L.-H., & Waverman, L. (2001). Telecommunications infrastructure and economic development: A simultaneous approach. *American Economic Review*, 91(4), 909-923. <https://doi.org/10.1257/aer.91.4.909>
- Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3), 161-176. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)
- Sadjadi, S. J., & Omrani, H. (2010). A bootstrapped robust data envelopment analysis model for efficiency estimating of telecommunication companies in Iran. *Telecommunications*

- Policy*, 34(4), 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2009.09.003>
- Sahoo, D. K., & Sahoo, P. K. (2020). Efficiency, productivity dynamics and determinants of productivity growth in Indian telecommunication industries: An empirical analysis. *Journal of Public Affairs*, 22(1). <https://doi.org/10.1002/pa.2353>
- Schoder, D. (2000). Forecasting the success of telecommunication services in the presence of network effects. *Information Economics and Policy*, 12(2), 181-200. [https://doi.org/10.1016/S0167-6245\(00\)00006-8](https://doi.org/10.1016/S0167-6245(00)00006-8)
- Shao, B. B. M., Lin, W. T., & Tsai, J. Y. (2017). An empirical study of the telecommunications service industries using productivity decomposition. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 64(4), 437-449. <https://doi.org/10.1109/TEM.2017.2713771>
- Shoetan, P. O., Amoo, O. O., Okafor, E. S., & Olorunfemi, O. L. (2024). Synthesizing AI's impact on cybersecurity in telecommunications: A conceptual framework. *Computer Science & IT Research Journal*, 5(3), 594-605. <https://doi.org/10.51594/csitrj.v5i3.908>
- Simar, L., & Wilson, P. W. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of Econometrics*, 136(1), 31-64. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2005.07.009>
- Torres, L., & Bachiller, P. (2013). Efficiency of telecommunications companies in European countries. *Journal of Management & Governance*, 17(4), 863-886. <https://doi.org/10.1007/s10997-011-9203-4>
- Villalonga, B. (2000). Privatization and efficiency: Differentiating ownership effects from political, organizational, and dynamic effects. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 42(1), 43-74. [https://doi.org/10.1016/S0167-2681\(00\)00074-3](https://doi.org/10.1016/S0167-2681(00)00074-3)
- Vogelsang, I. (2015). Will the U.S. and EU telecommunications policies converge? A survey. *Economia e Politica Industriale*, 42(2), 117-155. <https://doi.org/10.1007/s40812-014-0003-0>
- Waverman, L., & Koutroumpis, P. (2011). Benchmarking telecoms regulation – The Telecommunications Regulatory Governance Index (TRGI). *Telecommunications Policy*, 35(5), 450-468. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2011.03.006>
- Wellenius, B., & Stern, P. A. (1994). *Implementing reforms in the telecommunications sector: Lessons from experience*. World Bank.

<https://documents1.worldbank.org/curated/en/331441468764432162/pdf/multi0page.pdf>

- West, S. C., Mugera, A. W., & Kingwell, R. S. (2022). The choice of efficiency benchmarking metric in evaluating firm productivity and viability. *Journal of Productivity Analysis*, 57(2), 193-211. <https://doi.org/10.1007/s11123-022-00628-1>
- Wijesiri, M., Viganò, L., & Meoli, M. (2015). Efficiency of microfinance institutions in Sri Lanka: A two-stage double bootstrap DEA approach. *Economic Modelling*, 47, 74-83. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2015.02.016>
- Wolszczak-Derlacz, J. (2017). An evaluation and explanation of (in)efficiency in higher education institutions in Europe and the U.S. with the application of two-stage semi-parametric DEA. *Research Policy*, 46(9), 1595-1605. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.07.010>
- Wood, R., & Sherrington, S. (2024). *The state of digital communications 2024*. European Telecommunications Network Operators' Association. <https://connecteurope.org/sites/default/files/2024-09/downloads/reports/etno%2520state%2520of%2520digital%2520communications%2520-%25202024.pdf>
- Xue, M., & Harker, P. (1999). *Overcoming the inherent dependency of DEA efficiency scores: A bootstrap approach* (Working Paper, 99-17). Wharton Financial Institutions Center, University of Pennsylvania.

## Anexos

**Tabela A:** Frequência absoluta e relativa da variável privatização

| Variável                                                                 | Ano  | Frequência absoluta                            | Frequência relativa |
|--------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------|---------------------|
| Privatização:<br>Estatuto do<br>principal<br>operador de<br>linhas fixas | 2010 | FP 7 (BG, ES, FI, HU, IT, PL, CZ)              | 36,842              |
|                                                                          |      | PP 10 (DE, AT, BE, HR, SI, FR, GR, LV, LT, RO) | 52,632              |
|                                                                          |      | SO 2 (CY, LU)                                  | 10,526              |
|                                                                          | 2011 | FP 7                                           | 36,842              |
|                                                                          |      | PP 10                                          | 52,632              |
|                                                                          |      | SO 2                                           | 10,526              |
|                                                                          | 2012 | FP 7                                           | 36,842              |
|                                                                          |      | PP 10                                          | 52,632              |
|                                                                          |      | SO 2                                           | 10,526              |
|                                                                          | 2013 | FP 8 (+HR) <sup>16</sup>                       | 42,105              |
|                                                                          |      | PP 9 (−HR)                                     | 47,368              |
|                                                                          |      | SO 2                                           | 10,526              |
|                                                                          | 2014 | FP 9 (+AT)                                     | 47,368              |
|                                                                          |      | PP 8 (−AT)                                     | 42,105              |
|                                                                          |      | SO 2                                           | 10,526              |
|                                                                          | 2015 | FP 9                                           | 47,368              |
|                                                                          |      | PP 8                                           | 42,105              |
|                                                                          |      | SO 2                                           | 10,526              |
|                                                                          | 2016 | FP 9                                           | 47,368              |
|                                                                          |      | PP 8                                           | 42,105              |
|                                                                          |      | SO 2                                           | 10,526              |
|                                                                          | 2017 | FP 9                                           | 47,368              |
|                                                                          |      | PP 8                                           | 42,105              |
|                                                                          |      | SO 2                                           | 10,526              |
|                                                                          | 2018 | FP 10 (+LT)                                    | 52,632              |
|                                                                          |      | PP 7 (−LT)                                     | 36,842              |
|                                                                          |      | SO 2                                           | 10,526              |
|                                                                          | 2019 | FP 10                                          | 52,632              |
|                                                                          |      | PP 7                                           | 36,842              |
|                                                                          |      | SO 2                                           | 10,526              |
|                                                                          | 2020 | FP 10                                          | 52,632              |
|                                                                          |      | PP 7                                           | 36,842              |
|                                                                          |      | SO 2                                           | 10,526              |
|                                                                          | 2021 | FP 10                                          | 52,632              |
|                                                                          |      | PP 7                                           | 36,842              |
|                                                                          |      | SO 2                                           | 10,526              |
|                                                                          | 2022 | FP 10                                          | 52,632              |
|                                                                          |      | PP 7                                           | 36,842              |
|                                                                          |      | SO 2                                           | 10,526              |

Fonte: Elaboração própria.

<sup>16</sup> O sinal positivo (+) indica que o setor de telecomunicações de um determinado país passou a integrar a respectiva categoria, enquanto o sinal negativo (−) indica a sua exclusão.

---

Nota: FP– Totalmente Privado (*Fully Private*) | PP– Parcialmente Privado (*Partially Private*) | SO- Propriedade do Estado (*State Owned*)