

Setor ferroviário em Portugal: regulação e eficiência

Por

Andreia Isabel de Sousa Rodrigues

Dissertação de Mestrado em Economia

Orientada por Paula Sarmento

2015

Nota bibliográfica

Andreia Isabel de Sousa Rodrigues nasceu a 30 de dezembro de 1991 na cidade de Penafiel.

Em 2009 ingressou na licenciatura em Economia na *mui nobre* FEP, Faculdade de Economia do Porto. Em 2012 ingressou no mestrado em Economia, também na mesma instituição de ensino.

Em 2013 iniciou a sua atividade profissional na BA Vidro, S.A. e, desde 2014, é auditora na Deloitte & Assosiados, SROC, S.A..

Agradecimentos

Em primeiro lugar, esta dissertação não teria sido possível sem a ajuda da professa Paula Sarmento.

Merecem um especial agradecimento a Dra. Maria Eduarda Loureiro, da CP, a Dra. Susana Pinho, do IMT, e a Refer, pela preciosa ajuda na cedência de informação não disponível em alguns Relatórios e Contas. A professora Elvira foi também importante na escolha da metodologia a utilizar, e sempre se mostrou disponível para responder às minhas questões. A Diana Rodrigues e o Vítor Moreira também me salvaram quando o fim parecia distante.

Por último, mas não menos importante, um muito obrigada à minha família e aos meus amigos.

Abstract

In past years there has been some developments in the railway sector. From an industry working as natural monopoly, with only one company ensuring facility management activity and transport services, this industry has been separated into two markets: infrastructure management, which has continued to be a monopoly but under a regulatory target; and the transportation service, which has been opened to competition.

In Portugal REFER was in charge of infrastructure management. The price regulation method defined by the regulator was the price cap, assuming an annual efficiency factor of 1%. This study aims to estimate the level of efficiency achieved by REFER in the years 2004-2014. Total factor productivity was used as a measure of productivity and Malmquist Index was estimated using Data Envelopment Analysis. This study contributes to the literature of rail efficiency in Portugal, since it updates Santos et al. (2010) study, which considered data until 2006.

Results show that the variation in productivity was irregular during the period, and, on average, Refer reached an annual growth of productivity of 0.6%.

JEL Code: D24, L16, L43, L92

Key words: rail sector, efficiency, total factor productivity, Malmquist Index

Resumo

Nos últimos anos ocorreram alguns desenvolvimentos no setor ferroviário. De um setor funcionando em monopólio natural, com uma única empresa a assegurar a atividades de gestão da infraestrutura e do serviço de transporte, esta indústria foi dividida em dois mercados: a gestão da infraestrutura, que continuou em monopólio, mas alvo de regulação; e o serviço de transporte, que passou a estar aberto à concorrência.

Em Portugal a REFER ficou encarregue da gestão da infraestrutura. O método de regulação de preços definido pelo regulador foi o price cap, pressupondo um fator de eficiência anual de 1%. Este trabalho tem como objetivo a estimação do nível de eficiência atingido pela REFER nos anos de 2004 a 2014. Como medida da produtividade foi utilizada a produtividade total dos fatores e foi estimado o índice de Malmquist através de *Data Envelopment Analysis*. Este estudo vem contribuir para a literatura de eficiência no setor ferroviário em Portugal, uma vez que atualiza o estudo de Santos *et al.* (2010), que apenas considerou dados até 2006.

Os resultados mostram que a variação da produtividade foi irregular ao longo do período, sendo que, em média a Refer atingiu um crescimento anual da produtividade de 0,6%.

Códigos JEL: D24, L16, L43, L92

Palavras-chave: setor ferroviário, eficiência, produtividade total dos fatores, Índice de Malmquist

Índice

Nota bibliográfica ii

Agradecimentos iii

Abstract iv

Resumo v

Índice vi

1. Introdução 1

2. O setor ferroviário: dos monopólios naturais à regulação económica 3

2.1 Monopólios naturais 3

2.2 O setor ferroviário como monopólio natural 7

2.3 Regulação Económica: Objetivos e racionalidade 11

2.4 Instrumentos de Regulação 14

2.5 Especificidades da regulação do preço intermédio 21

3. O setor ferroviário: Contexto atual do mercado 24

3.1 Estrutura do setor em Portugal 24

3.2 Caraterização do tráfego em Portugal 26

3.3 A evolução Portuguesa no contexto europeu 27

3.4 Vias para o futuro 27

3.5 As tarifas de acesso à infraestrutura 28

3.6 Regulação das tarifas dos serviços essenciais 29

4. Análise de Eficiência no setor ferroviário português 31

4.1 Comparação do modelo tarifário atual com o anterior 31

4.2 Análise da metodologia para a estimação da eficiência 34

4.2.1 Breve revisão metodológica 35

4.2.2 Resultados na literatura 37

4.2.3 Descrição da metodologia adotada 39

4.3. Os dados 43

4.4 Os Resultados 44
5. Conclusão 47
Referências bibliográficas 49
Artigos Científicos 49
Legislação 52
Diretórios na internet 52
Anexos 56
Os Dados 56
Instruções no DEAP 57
Output do DEAP 57

1. Introdução

Durante muito tempo o setor ferroviário foi classificado como monopólio natural e a sua gestão era baseada numa empresa verticalmente integrada, fortemente protegida da concorrência, que agia como a única fornecedora nacional do serviço público de transporte ferroviário (Cantos e Campos, 2005). No entanto, os desenvolvimentos económicos mais recentes conduziram à reestruturação do mercado, separando as atividades de gestão da infraestrutura das actividades de prestação do serviço de transporte, e introduzindo regulação na atividade de gestão da infraestrutura, tendencialmente um monopólio natural.

Assim, no plano nacional, o setor ficou dividido em dois mercados: a gestão da infraestrutura, funcionando em monopólio, e a prestação do serviço de transporte, aberta à concorrência. A CP – Comboios de Portugal, E.P.E. ("*CP*"), desde sempre a única empresa no mercado, ficou com o serviço de transporte tendo sido criada a Rede Ferroviária Nacional – REFER, E.P.E. ("*Refer*"), para a gestão da infraestrutura. Como instrumento de regulação de preços na atividade em monopólio foi introduzido o price cap, que define o preço máximo a praticar pela empresa incumbente. Para determinar o preço máximo, o cap, o regulador considerou um fator de eficiência, no caso 1%, que estimou que a empresa incumbente atingiria no período regulatório. Esse referencial tinha como objetivo incentivar a empresa a ser eficiente e, dessa forma, obter ganhos com o facto de não poder praticar um preço acima do limite.

Atualmente já passaram mais de 10 anos desde a imposição deste mecanismo de regulação de preços. Será que a Refer conseguiu atingir o nível de eficiência proposto? Será que os objetivos do regulador foram atingidos? Esta dissertação procura a resposta a estas questões. Para tal foi utilizada a produtividade total dos fatores como medida de estimação da eficiência. O índice de Malmquist foi estimado através da metodologia DEA – *Data Envelopment Analysis* para os anos de 2004 a 2014. Os resultados mostram que a variação da produtividade dos fatores foi irregular ao longo do período analisado, sendo, que, entre 2004 e 2014 a Refer atingiu um crescimento anual da produtividade de 0,6%.

Adicionalmente, durante o período em análise ocorreu uma alteração ao referencial de eficiência determinado pelo regulador, situação também alvo de estudo.

Esta alteração tornou o nível de eficiência dependente da variação no índice de preços no consumidor, o que se traduz numa menor exigência ao nível da eficiência.

A estrutura do trabalho é a seguinte: No capítulo 2 é introduzido o setor ferroviário, evidenciando as suas características de monopólio natural e a necessidade de regulação. São apresentados vários instrumentos de regulação, entre os quais o price cap e a taxa de retorno. No capítulo 3 é apresentado o setor ferroviário português, tendo em conta a sua posição no contexto europeu e desenvolvimentos futuros. O capítulo 4 está dividido em duas partes: numa primeira fase cateteriza-se o referencial de eficiência pressuposto pelo regulador, comparando-o com as alterações efetuadas ao mesmo. De seguida avaliam-se várias metodologias existentes, selecionando-se o Índice de Malmquist e a metodologia DEA. Os dados utilizados, bem como os resultados obtidos são também alvo de análise neste capítulo. Por fim, no capítulo 5 apresentam-se as conclusões gerais do trabalho.

2. O setor ferroviário: dos monopólios naturais à regulação económica

2.1 Monopólios naturais

Segundo Viscusi (2005), estamos na presença de um Monopólio Natural quando a produção de um determinado bem ou serviço por uma só empresa minimiza o custo médio de produção, ou, por outras palavras, para o nível de produção relevante, a função custo é globalmente e estritamente subaditiva (Baumol, 1977). Por subaditividade entende-se que é mais barato que a produção seja realizada por uma só empresa do que repartida por várias. Ou seja (Church e Ware, 2000),

$$[2.1] \quad C(q) < \sum_{i=1}^{N} C(q_i), \qquad \sum q_i = q, \qquad N \geq 2$$

em que C(q) expressa o custo de produzir o output q e N determina o número de empresas.

Assim, nas situações em que esta desigualdade é verdadeira, o monopólio é a solução de mercado mais eficiente, pois duas (ou mais) empresas não conseguem produzir com mais eficiência que um monopolista (van Vuuren, 2002).

A condição de subaditividade, que carateriza os monopólios naturais, aplica-se a todos os mercados, quer sejam eles caraterizados pela produção de um único bem, quer pela produção de vários. Todavia, é ligeiramente mais complexa no segundo caso.

Num mercado uniproduto, para uma função custo ser subaditiva, é suficiente que se verifiquem economias de escala, isto é, que o custo médio de longo prazo seja decrescente com o aumento da escala de produção. Assim, quanto maior o volume de produção, menor o custo médio de longo prazo, importante para a determinação do volume ótimo de produção.

As economias de escala podem ocorrer quando existe indivisibilidade nos inputs. Indivisibilidade significa que não se pode diminuir a quantidade utilizada de determinado input de forma proporcional à respetiva diminuição do output e, por isso, é possível que em certas situações seja mais eficiente apenas a produção em grande escala. Por exemplo, o transporte de um vagão de mercadorias entre dois locais exige a

utilização de certos inputs (como a via férrea, uma locomotiva, um maquinista) na mesma quantidade que exigiria o transporte de dois ou três vagões. Desta forma, a diminuição da quantidade de output (de três para dois ou para um) não seria compatível com a diminuição da quantidade de input na mesma proporção. Além disso, a decisão mais eficiente seria transportar o maior número de vagões possível (dentro dos limites).

Os custos fixos e os custos de entrada, na medida em que não variam em função da quantidade de output podem ser vistos como indivisibilidades. Na presença de elevados custos fixos interessa produzir a uma maior escala, de forma a diminuir o peso destes custos no custo total.

No mercado multiproduto a subaditividade resulta da produção conjunta dos vários bens (ou serviços). Neste caso, subaditividade pode ser definida da seguinte forma (Church e Ware, 2000):

$$[2.2] \quad C\left(q^1, q^2, \ldots, q^M\right) < \sum_{i=1}^{M} c_i\left(q_i\right)$$

$$[2.3] \quad \sum_{i=1}^{M} c_i(q_i) = c_1 q_1 + c_2 q_2 + \ldots + c_m q_m$$

Em que $Q = (q^1, q^2, \ldots, q^M)$é um vetor de outputs.

Antes de serem definidas as condições para uma função custo ser subaditiva num mercado multiproduto, importa introduzir alguns conceitos.

Panzar e Willing (1981) definiram o conceito de economias de gama como as poupanças de custo decorrentes da gama (e não da escala) da empresa. Isto é, as poupanças de custo decorrentes da produção conjunta de vários outputs, em detrimento da produção separada. Assim, na presença de economias de gama, o custo total da produção conjunta é menor do que a soma do custo das produções individuais.

As economias de gama estão relacionadas com a produção multiproduto, na medida em que resultem da tentativa de aproveitar o excesso de capacidade da produção de um bem. Inclusive há quem defenda que essa foi a racionalidade para surgirem as empresas multiproduto (Panzar e Willing, 1981).

Como consequência das empresas multiproduto existem inputs que são partilhados na produção de mais que um produto. Esses inputs são conhecidos como

inputs comuns. No caso do setor ferroviário, os carris constituem inputs comuns, na medida em que podem transportar passageiros e mercadorias (de vários tipos).

Tal como nas economias de escala, as economias de gama também são caraterizadas por indivisibilidades, neste caso, inputs partilhados indivisíveis. Os vagões de mercadoria são um destes exemplos, pois existe um tamanho padrão por cada vagão, que não pode ser aumentado/diminuído em função do volume de mercadorias transportado.

Como consequência da produção conjunta de vários bens, existem custos que não são atribuíveis a um único produto em particular, e que uma vez incorridos para a produção de um produto não necessitam de ser incorridos para a produção de outro. Esses custos são conhecidos como custos comuns. Como contrapartida, os custos incrementais são os custos que são atribuíveis à produção individual de cada produto e, matematicamente, correspondem à diferença entre os custos totais e os custos comuns, mantendo a produção dos outros produtos constante. Por sua vez, o custo incremental médio de um bem corresponde à influência do custo de produção desse bem nos custos totais ponderada pela quantidade produzida e mantendo-se constante a produção dos outros bens.

O custo médio, por definição, corresponde ao custo total de produção dividido pela quantidade produzida. Num mercado multiproduto, o output é função da quantidade produzida de vários bens e, visto se tratarem de bens diferentes (e quantidades diferentes) o cálculo do custo médio não pode ser análogo ao caso uniproduto. Veja-se, por exemplo, como se calcularia o custo médio de uma empresa que assegura a manutenção da linha férrea e dos terminais ferroviários. Desta forma, a solução passa pela fixação de um cabaz de bens produzidos e o output mede-se em função do número de cabazes (que compõe os produtos na proporção definida). Assim, o custo médio passa a definir-se como Custo Médio Radial[1] e corresponde ao custo médio de produzir o cabaz para uma dada escala de produção (número de cabazes produzidos). Intuitivamente, a um custo médio radial decrescente estão associadas economias de escala multiproduto. Estas economias traduzem a variação nos custos totais decorrentes da variação de cada produto em proporções fixas.

[1] Manteve-se a nomenclatura utilizada por Martins (2007).

Por outro lado, cada bem produzido também pode ser caraterizado por economias de escala, denominando-se estas de economias de escala produto-específicas. Estas "permitem verificar em quanto variam os custos face a variações no produto específico, mantendo-se as quantidades dos restantes produtos constantes" (Martins, 2007). Para que se verifiquem economias de escala produto-específicas para um dado produto é necessário que o custo incremental médio diminua com o aumento da produção desse bem. E isso implica subaditividade na produção desse produto. Contudo, não se pode assumir que a função custo seja subaditiva, ainda que se verifiquem economias de escala produto-específicas na produção de todos os produtos pois podem existir deseconomias da produção conjunta que anulem esses ganhos.

Importa ainda esclarecer o conceito de convexidade transradial.

Aparte da formulação matemática adjacente, este conceito determina que será mais barato produzir de forma combinada do que em separadamente e está relacionado com a complementaridade na produção de vários bens (Baumol, 1977). A convexidade transradial advém do conceito de custo médio radial. Como referido anteriormente, o custo médio radial verifica-se quando se varia a produção, mantendo-se fixa a proporção dos produtos incluídos no cabaz. Porém, muitas vezes as empresas alteram a proporção de cada produto e já não é possível obter-se o custo médio no raio. Daí que seja importante analisar o comportamento da função custo entre-raios (Berg e Tschirhart, 1988 *cfr* Martins, 2007).

Como se pode adiantar, em muitas situações as economias de escala multiproduto e economias de gama são suficientes para garantir a subaditividade da função custo. Porém, podem existir situações em que tal não se verifica. Isto porque as economias de escala multiproduto podem esconder deseconomias de escala produto-específicas que não são compensadas pelas economias de gama. Por isso é importante a definição de convexidade transradial. Uma função custo caraterizada pela convexidade transradial significa que as vantagens da produção conjunta de vários bens superam as desvantagens de se produzir menos de cada produto, não se aproveitando as vantagens das economias de escala produto-específicas

Desta forma, para uma função custo ser subaditiva é suficiente que (Church e Ware, 2000):

(i) Os custos sejam complementares. Complementaridade dos custos significa que o custo marginal da produção de cada produto não aumenta com o aumento da produção de todos os produtos, nem faz aumentar o custo marginal da produção de qualquer outro produto;

e/ou

(ii) Existam economias de escala produto-específicas para todos os produtos conjugadas com economias de gama.

e/ou

(iii) A função custo seja caraterizada por economias de escala multiproduto e convexidade transradial.

Esta última condição é sempre suficiente, embora como referido acima, em algumas situações a verificação de economias de gama e de economias de escala multiproduto também seja suficiente para garantir a subaditividade da função custo.

2.2 O setor ferroviário como monopólio natural

São várias as características que fazem do setor ferroviário um Monopólio Natural.

Em primeiro lugar, estamos perante uma indústria multiproduto. Podem distinguir-se vários tipos de serviço e muitos deles estão interligados: transporte de passageiros ou de mercadorias, transporte em primeira ou segunda classe, transporte urbano ou suburbano, manutenção das vias férias ou manutenção dos terminais ferroviários, etc. Por outro lado, existe uma infraestrutura composta por muitas linhas em que os comboios circulam. As linhas ferroviárias constituem uma indústria de rede e exigem dispendiosos custos de manutenção e conservação, além de uma articulação, em tempo real, de todos os comboios que circulam (Waters II, 2007).

Ao nível da estrutura de custos, podem identificar-se três tipos de custos: (i) custos afundados, (ii) custos fixos e (iii) custos variáveis (van Vuureen, 2002 e Kessides e Willing, 1995). Os custos afundados são aqueles que não podem ser eliminados no curto ou médio prazo, mesmo quando a quantidade produzida é nula. Aliás, depois de suportados esses custos não podem ser mais considerados no custo de oportunidade (Baumol e Willing, 1981). É o caso dos carris ferroviários que, a partida, não poderão ser utilizados para mais nenhuma atividade. De um modo mais geral, a indústria

ferroviária exige elevado investimento inicial, sobretudo em capital pesado e em terminais ferroviários, que têm que ser suportados mesmo antes de se dar início à prestação do serviço de transporte. Esses investimentos constituem um custo afundado (Waters II, 2007).

Por sua vez, os custos fixos são aqueles que são necessários para a produção, mas não variam em função da quantidade produzida. Para um dado percurso entre duas localidades o custo com as locomotivas é fixo pois, quer estas circulem vazias ou totalmente ocupadas, constituem um encargo para o prestador deste serviço.

Os custos variáveis, como o próprio nome indica, são aqueles custos que estão diretamente relacionados com a quantidade produzida. Os custos com os maquinistas fazem parte deste tipo de custos, na medida em que se não circularem comboios não são necessários esses custos.

Os custos fixos e afundados têm um grande peso nesta indústria. Estudos de Nash (1985 *cfr* Sánchez, 2000) indicam que os custos fixos têm um peso entre um quarto e um terço nos custos totais ferroviários. Os custos afundados constituem uma barreira à entrada que fortalece a posição de monopolista de uma empresa incumbente (Kessides e Willing, 1995).

Importa ainda ter em conta a existência de custos comuns. Na verdade, um único custo pode ser partilhado pela prestação de vários serviços. Por exemplo, as estações ferroviárias podem receber diferentes comboios, em diferentes horas do dia. E quer os comboios de mercadorias, quer os comboios de passageiros circulam nos mesmos carris e partilham os mesmos serviços ferroviários. Como já foi referido anteriormente, esses custos estão relacionados com as economias de gama.

As indivisibilidades são também realidade deste setor. Como ilustra Magalhães (2005), alguns inputs, como as estações ou o material circulante só podem ser expandidos através de aumentos discretos e indivisíveis, enquanto os níveis de procura variam num intervalo praticamente contínuo, cujos valores não são facilmente estimáveis.

Segundo Keeler (1997 *cfr* Magalhães, 2005) podem ser distinguidas 3 tipos de economias de escala numa indústria ferroviária: i) economias de densidade, ii) economias de comprimento de percurso e iii) economias de dimensão da empresa.

(i) Economias de densidade traduzem a variação nos custos face à expansão do output numa dada rede (Waters II, 2007). Geralmente estão associadas aos custos fixos de capital, mas não só. Maiores densidades de tráfego induzem a uma utilização mais eficiente dos fatores produtivos, pois a frequência de utilização dos fatores produtivos é maior. Como afirma Magalhães (2005), "maiores volumes de tráfego estão associados a uma maior frequência de operação bem como à utilização de composições de capacidade superior, o que implica menos equipamento e força de trabalho por lugar-quilómetro produzido".

(ii) As economias de comprimento de percurso, como o próprio nome indica, estão associadas à variação nos custos face a variações no percurso ferroviário. Maiores percursos implicam menores custos por quilómetro e, dado que as despesas com os terminais e as estações são tendencialmente fixas. Desta forma, maior distância é sinónimo de menos custos por quilómetro percorrido, o que torna mais atrativo para uma empresa operar numa rede integrada, de maior dimensão.

(iii) As economias de dimensão da empresa indicam a variação dos custos face a variações no tamanho das empresas. À partida, quanto maior a empresa menor os custos.

Vários autores dedicaram-se a analisar a estrutura de custos de alguns mercados ferroviários, sobretudo nos EUA. Contudo, a evidência empírica é divergente, pelo que não existe uma conclusão assertiva.

Waters II (2007) faz uma síntese dos principais estudos neste campo. De acordo com o autor, os primeiros estudos de natureza econométrica devem-se a Borts (1952) e Klein (1953). Borts (1952), que separou a sua análise em duas atividades (switching e Line-haul[2]) encontrou evidência para rendimentos constantes à escala numa das atividade (switching), enquanto na outra nada pode concluir. Klein (1953) encontrou evidência para economias de escala. Já Keeler (1974) encontrou retornos à escala constantes e economias de densidade de tráfego, enquanto Griliches (1972) não encontrou evidência de economias de escala. Resultados opostos também obtiveram

[2] O autor dividiu as operações ferroviárias entre mudança de carril (switching) e percurso ferroviário (line-haul)

Spady (1979) e Friedlaender e Spady (1981) (*cfr* Waters II, 2007), que encontraram evidência para deseconomias de escala no transporte de mercadorias, e Caves, *et al* (1980) e Caves *et al* (1981), que encontraram evidência de economias de escala. Estes autores introduziram as funções translog na análise de custos. Berndt *et al* (1993) e Friedlaender *et al* (1993) encontraram retornos crescentes com a densidade da rede ferroviária e com a dimensão da empresa.

Shánchez (2000) analisou 12 empresas ferroviárias europeias quanto à subaditividade dos custos operacionais (isto é, relativos à prestação do serviço) e concluiu que para as empresas de maior tamanho a subaditividade é rejeitada, ou seja, separar as atividades de prestação de serviços de passageiros e de mercadorias em duas empresas independentes seria mais eficiente que essa produção conjunta. Desta forma, os resultados apontam que a prestação de serviço não é um monopólio natural. No caso das pequenas empresas os resultados sugerem a não rejeição da hipótese de subaditivadade.

Bitzan (2003) estimou uma função custo de longo prazo, de maneira a testar a subaditividade dos custos de manutenção da infraestrutura e prestação de serviços. Da sua análise resultou que a rejeição da hipótese da separabilidade das atividades, pelo que o autor concluiu que existem poupanças de custos da produção conjunta, isto é, existe subaditividade na manutenção da infraestrutura e prestação de serviços conjuntamente. Além disso, o autor chamou a atenção que os seus resultados aplicavam-se ao mercado de mercadorias nos EUA e que essa análise não se aplicava necessariamente a outros países com redes ferroviárias mais pequenas e diferentes serviços de transporte de mercadorias e passageiros.

Ivaldi e McCullough (2004) dedicaram-se ao mercado ferroviário de mercadorias nos EUA e analisaram se a atividade de manutenção da infraestrutura podia ser separada da atividade de prestação do serviço de transporte sem perda de eficiência, ou seja, se a função custo seria subaditiva ou não. Os resultados mostram que existe complementaridade nos custos nas atividades de manutenção da infraestrutura e de prestação de serviços de transporte e, inclusive, entre as atividades de transporte de mercadorias e de passageiros.

As economias de escala também foram alvo de estudo. Sánchez (2000) refere que Jara-Díaz e Munizaga (1992) encontraram evidência da existência de economias de

escala para a maioria das empresas ferroviárias, enquanto Preston (1994) encontrou deseconomias de escala para as ferrovias dos países europeus do ocidente, à exceção do Reino Unido.

2.3 Regulação Económica: Objetivos e racionalidade

De acordo com Crew (1982), a regulação é o controlo exercido às ações dos indivíduos ou organizações, tanto ao nível do que fazem, ou de como fazem. Para que aconteça efetivamente, a regulação deve ter objetivos bem definidos e do conhecimento do público e deve ser exercida por organismos independentes do governo, cujos elementos sejam conhecedores do setor a regular (Kodwani, 2000).

A regulação pode incidir sobre várias vertentes tais como preços, quantidades, número de empresas (através da entrada no mercado), qualidade do produto, publicidade e investimento (Viscusi, 2005), e tanto pode verificar-se diretamente no resultado final de mercado, quando o regulador determina os preços finais, como indiretamente, quando o regulador dá liberdade às empresas para decidirem o preço a praticar mas condiciona a sua liberdade de ação (Church e Ware, 2000).

A regulação de preços pode ser apontada como um meio de limitar os lucros da empresa regulada (Viscusi, 2005). Pode ocorrer quer sobre preços finais, quer sobre preços intermédios, praticados ao longo da cadeia produtiva. A regulação de preços intermédios ocorre sobretudo em indústrias de rede, que são compostas por segmentos de monopólio natural e outros segmentos onde pode existir concorrência. O Price-cap pode ser aplicado quer na regulação de preços intermédios, quer na regulação de preços finais.

No setor ferroviário, a gestão e manutenção da infraestrutura ferroviária é uma indústria de monopólio natural, enquanto o serviço de transporte de passageiros e mercadorias apresenta caraterísticas de concorrência. Em Portugal a regulação dos preços finais neste setor ocorre, por exemplo, no transporte suburbano de passageiros, para distâncias inferiores a 50 Km, enquanto a regulação dos preços intermédios ocorre através da limitação do valor a aplicar nas tarifas de utilização da infraestrutura ferroviária. Este último caso refere-se à regulação via Price Cap, objeto de análise neste estudo.

Geralmente a regulação é justificada para corrigir as falhas de mercado. Armstrong *et al* (1994 *cfr* Kodwani, 2000) apontaram três classes de falhas de mercado: o poder de mercado, a assimetria de informação e as externalidades.

O poder de mercado constitui uma falha de mercado na medida em que permite às empresas praticarem preços acima do nível socialmente ótimo, levando a ineficiências e perda de bem-estar. Nesta situação enquadra-se a regulação de indústrias de monopólio natural. A assimetria de informação indica que as partes envolvidas não têm a mesma informação e, pode acontecer a dois níveis: (1) ao nível do consumidor, quando este não tem toda a informação disponível e (2) ao nível produtor quando este não reporta toda a informação disponível ao regulador. Por sua vez, as externalidades constituem benefícios (externalidades positivas) ou custos (externalidades negativas) inerentes a uma transação mas que não são considerados na transação. Aqui o papel do regulador é incluir esses diferenciais na transação.

A perspetiva acima descrita tem subjacente a denominada de teoria do interesse público. Existem ainda duas outras teorias justificativas da regulação: a teoria captura e a teoria económica da regulação.

A teoria da captura defende que a regulação é um processo pelo qual alguns grupos procuram promover os seus interesses e maximizar o seu bem-estar (Posner, 1974). Ao invés de defender o interesse público, a regulação defende o interesse privado, ou seja, o bem-estar das empresas. Assim, a regulação é vista como o exercício do poder por grupos de influência (Kodwani, 2000).

A teoria económica da regulação surgiu como uma tentativa de explicação da inversão na filosofia regulatória, quando algumas indústrias foram desreguladas após terem sido reguladas (Viscusi, 2005). Esta teoria, apesar de ter semelhanças com as teorias anteriores, é fundamentalmente diferente, pois baseia-se em conclusões lógicas a partir de pressupostos prévios.

Stigler (1971), que foi o autor pioneiro nesta teoria, avançou que o Estado tem um recurso que mais ninguém tem: o poder de coagir. Posto isto, existem grupos com interesses em serem beneficiados pelo Estado através do seu poder de coação (por exemplo com subsídios diretos ou o controlo da entrada de empresas rivais no mercado) e o preço que os governantes cobram são votos e recursos para financiar as campanhas.

Desta forma, a regulação existirá como resposta às necessidades dos grupos de interesse.

Peltzman (1976) partiu do trabalho de Stigler (1971) para formular um modelo explicativo de que grupos de interesse seriam mais beneficiados pelo poder regulatório. A sua conclusão foi que a regulação é mais suscetível de ser enviasada pelos grupos compactos, de menor dimensão, em contrapartida dos grupos de maior dimensão.

O modelo de Stigler/Peltzman baseia-se nas premissas que o processo regulatório se baseia na transferência de riqueza (na forma de regulação e preço, restrições à entrada, etc) e que os políticos procuram maximizar o seu apoio (em votos). Assim, o processo regulatório tende a favorecer os grupos de menor dimensão, com interesses mais compactos e não os grupos de maior dimensão, que à partida significariam maiores votos. "A resposta encontra-se essencialmente na relação do tamanho do grupo para os custos de utilização do processo político" (Peltzman, 1976). Quanto maior o grupo, menor o ganho per capita dos seus elementos, pelo que menor será o interesse de cada um em obter informação sobre o processo político e o que é necessário para obter legislação a seu favor. Por outro lado, o apoio dos grupos de interesse deve ser enviesada de transferências de recursos (por exemplo financiando campanhas) para que o governo implemente a política a si favorável e nos grupos de maior dimensão existe o problema do free-riding. Uma doação de uma só pessoa beneficia todo o grupo enquanto o custo dessa doação é só dela. Além de que o efeito marginal de uma doação é menor quanto maior é o grupo. Nos grupos de menor dimensão existe um maior peso de cada doação. Como contrapartida, quanto menor o mais fraco será o efeito free-riding.

Desta forma, os grupos de menor dimensão têm maior probabilidade de serem beneficiados pelo regulador do que os grupos de maior dimensão. Esta conclusão pode ser vista pela dictomia produtor – consumidor, servindo como explicação do facto de os produtores serem mais beneficiados do que os consumidores pela ação regulatória. Estes últimos representam um grupo de elevada dimensão, quando comparado com os produtores, pelo que os seus interesses são mais difusos e difíceis de conciliar.

As três abordagens anteriores estão sujeitas a algumas críticas, que se baseiam no facto de não explicarem toda as situações de regulação. Sem embargo, as teorias do interesse público e da captura justificam a existência de regulação, mas não explicam

como é que a regulação acontece. A teoria do interesse público não justifica como é que as falhas do mercado são corrigidas pelo regulador (nem se são efetivamente corrigidas) e a teoria da captura não explica como é que o regulador é capturado pela indústria (visto que existem diferentes grupos de interesse na mesma indústria). Por sua vez, a teoria económica da regulação é censurada por admitir que os grupos de interesse controlam os legisladores e que estes controlam os reguladores. Essa situação não é fácil de ocorrer, uma vez que tal como os grupos de interesse, os legisladores, além de quererem ser reeleitos, também têm os seus próprios interesses, que podem ser opostos aos dos grupos. Ainda mais difícil será os reguladores serem controlados pelos legisladores, uma vez que normalmente são independentes dos governos, possuindo mais informação do mercado do que os governantes.

Existem também argumentos contra a regulação económica, defendendo outras alternativas, como é o caso de Demsetz (1968). O autor propôs a alternativa de um leilão em que as empresas competiriam pelo mercado através de licitações pelo menor preço. Desta forma, a concorrência por essas licitações iria contrariar os lucros de monopólio. A justificação é que as economias de escala não determinam o número de licitadores nem a concorrência pela licitação não iria aumentar os custos unitários de produção. Quanto maior o número de licitadores, maior a concorrência e mais próximo o preço final do custo de produção.

2.4 Instrumentos de Regulação

As alternativas de regulação mais comuns são a regulação pelo custo do serviço e a regulação por incentivos. Os instrumentos mais utilizados são a regulação pela Taxa de retorno (no original *Rate of Return*), que é um instrumento de regulação pelo custo do serviço e a regulação por Price Cap (também conhecido como, RPI-X, *Retail Price Index* – X), que é um instrumento de regulação por incentivos[3].

[3] A regulação por incentivos tem subjacente a ideia de incentivar as empresas a diminuir custos, inovar, etc, tornando-se mais eficientes. Além do price cap fazem parte da regulação por incentivos a partilha de ganhos e a yardstick regulation. Para mais detalhe consultar, por exemplo, Viscusi (2005).

Regulação pela Taxa de retorno

A regulação pela Taxa de retorno, muito usual nos Estados Unidos, é efetuada "através de uma imposição de uma taxa máxima de rendibilidade sobre o capital investido ou sobre os ativo afetos à atividade regulada" (Martins, 2007). Isto é, o regulador determina o preço a vigorar no mercado, de forma a permitir que a empresa seja remunerada a uma taxa justa pelo seu investimento em capital (Kodwani, 2000).

Em termos formais, este método requer que os recebimentos da empresa igualem os seus custos totais (custos operacionais e custos de capital), ou seja (Viscusi, 2005):

$$[2.4] \quad \sum_{i=1}^{n} p_i q_i = Despesas + sB$$

Em que p_i é o preço do i-ésimo serviço, q_i é a quantidade do i-ésimo serviço, n é o número de serviços, s é a taxa de retorno permitida e B é a base de custos, isto é, os custos de capital.

De forma a obter o preço de mercado o regulador utiliza a informação financeira divulgada pela empresa e previsões da evolução do mercado de fatores (como por exemplo no preço dos inputs) e da evolução da procura.

Para a determinação dos custos englobados no custo de capital, o regulador pode recorrer a 3 metodologias (Church e Ware, 2000):

Metodologia	Os ativos são avaliados com base…
Custo de reposição	No custo atual de reposição dos ativos
Custo de oportunidade de curto prazo	No melhor uso alternativo
Custo histórico	No custo original (ou seja, o custo que a empresa pagou por eles) líquido de depreciações

Relativamente à taxa de retorno permitida, esta geralmente é determinada como uma média ponderada da taxa de juro de longo prazo da dívida da empresa e da taxa de retorno dos acionistas pelo investimento (Church e Ware, 2000). A empresa regulada tem interesse em ter uma taxa tão alta quanto possível de forma a usufruir de uma maior rendibilidade. O regulador tem interesse em fixar uma taxa baixa quanto possível, que

não comprometa a viabilidade financeira da empresa e que ela consiga recuperar o investimento (Viscusi, 2005).

O preço determinado pelo regulador pode permanecer fixo durante um período de tempo ou ser ajustado automaticamente, face a das alterações das condições de mercado (Chrch e Ware, 2000).

O período de tempo definido no 1º caso é conhecido como *Regulatory lag*. Nesse período a empresa tem incentivo a diminuir os seus custos e ser mais eficiente pois, desta forma, consegue ter uma taxa de retorno maior. Como afirma Viscusi (2005), "a ineficiência do regulador no ajustamento dos preços regulados melhora a eficiência produtiva da empresa". Porém, o inverso também pode acontecer, aumentos não esperados dos preços dos inputs diminuem o retorno do investimento.

Se o preço for ajustado às alterações ao mercado, alterações que originem um aumento nos preços ou, pelo contrário, diminuição, serão refletidas no preço em vigor. Nesta condição a empresa não tem incentivo a ser mais eficiente.

Também pode ser possível que os preços sejam fixos e que os encargos decorrentes das alterações às condições do mercado sejam considerados como investimento e que sejam incluídos nos custos de capital no período seguinte (Church e Ware, 2000).

Regulação por Price Cap

A regulação por Price Cap foi proposta por Littlechild, em 1983, para o mercado das telecomunicações no Reino Unido (Kodwani, 2000) e, desde então, a sua aplicabilidade foi generalizada.

O Price Cap é um preço máximo que o regulador define (o Cap), de acordo com uma determinada fórmula, e que vigora no mercado durante um período de tempo definido, findo o qual o Cap é revisto. Durante esse período a empresa regulada tem liberdade de praticar o preço que quiser, no máximo igual ao Price Cap (Liston, 1993).

Geralmente a determinação do Price Cap inclui 3 componentes (Viscusi, 2005):

(i) Um fator referente à inflação, que controla as mudanças de preços em geral, incluindo os preços dos inputs.

(ii) Um fator X que reflete ganhos antecipados na produtividade (que o regulador espera que a empresa consiga).

(iii) Um fator Y que reflete alterações em fatores não controlados pela empresa (caso ocorram).

Desta forma, o Price Cap pode ser apresentado da seguinte fórmula:

[2.5] $P_t \leq P_{t-1}(1 + Inflação - X + Y)$

em que P_t e P_{t-1} determinam o preço nos anos t e t-1; X e Y os fatores apresentados acima.

O Price Cap pode ser definido para um produto em específico ou para um cabaz de produtos produzidos pela empresa. Neste caso, é definido como um preço médio máximo dos bens incluídos no cabaz de bens e a empresa regulada é livre de definir preços relativos entre os bens, de maneira a que o preço máximo não seja atingido (Acton and Vogelsang, 1989 *cfr* Churh e Ware, 2000).

O fator Inflação é de natureza exógena e é utilizado para que os custos das empresas não estejam correlacionados com os seus custos. Martins (2007) aponta que a sua utilização é motivada pela "necessidade de transparência perante os consumidores, e pela não suscetibilidade de manipulação pelos regulados, em contexto de assimetrias de informação entre regulador e regulados".

O fator X, relativo aos ganhos de produtividade (a taxa de crescimento da produtividade), indica o diferencial de aumento de preços face à inflação. Este expressa a expectativa do regulador face aos ganhos de produtividade da empresa regulada. Posteriormente, se a produtividade verificada for superior à prevista pelo regulador, a empresa obtém um ganho financeiro (maior diferença dos custos face aos preços). Caso contrário, a empresa enfrenta perdas (Currier e Jackson, 2008). Da mesma forma, se o fator X for definido muito baixo verifica-se perda de bem-estar para os consumidores.

Martins (2007) alerta que a incorreta definição do fator X pode acarretar o problema de subsidiação cruzada caso seja definido ao nível da empresa, em vez de para cada área de negócio ou segmento específico. Dessa forma as "entidades reguladas podem imputar custos de umas atividades a outras atividades, no sentido de cobrir com os preços de determinados bens ou serviços, custos de outros bens ou serviços em cujas atividades são menos eficientes." (Martins, 2007)

Com a regulação Price Cap existe um incentivo claro para a eficiência, pois, durante o período de regulação, se a empresa regulada conseguir poupanças de custos

conseguirá um lucro maior. Além disso, é a empresa quem decide sobre as variáveis de mercado como preço a praticar, a quantidade oferecida para cada preço, os bens oferecidos (no caso de um cabaz de bens), o montante de investimento, etc. Como afirmam Church e Ware (2000), a regulação Price Cap incentiva as empresas a:

(i) Minimizar os custos e fazer investimentos eficientes.

(ii) Introduzir novos produtos, investir em reduções de custo e adotar novas tecnologias.

(iii) Definir preços de Ramsey relativos[4].

De notar que a revisão dos preços pelo regulador ocorre com uma frequência fixa, determinada previamente. Isto é, não ocorre cada vez que os custos das empresas aumentam, mesmo que por motivos exógenos. Assim, se os custos aumentarem são as empresas quem suporta essa responsabilidade, até nova revisão. Desta forma, Currier e Jackson (2008) afirmam que a regulação Price Cap "transfere o risco das variações de custo dos consumidores para a empresa".

De forma contrária, também não é do interesse do regulador que o Cap seja atualizado cada vez que a estrutura de custos da empresa diminua (mais eficiência). Por um lado, porque se isso acontecesse estaríamos numa situação de regulação pela taxa de retorno. Por outro, porque isso seria punir o bom comportamento das empresas e desincentivá-las a serem eficientes.

Além disso, é essencial que a alteração do Price Cap não seja proporcional ao ganho de produtividade da empresa. É essencial que o intervalo de tempo do Cap seja independente dos custos atuais da empresa, de maneira a que os esforços para baixar os custos não se traduzam numa baixa de preço proporcional. A tendência para que a melhor performance seja penalizada pelos elevados standards é conhecida na literatura regulatória como "ratchet effect". Para que a regulação por Price Cap seja eficaz, o regulador não pode permitir esse efeito (Viscusi, 2005).

Comparação dos dois métodos

A regulação por price cap e pela taxa de retorno têm certas características comuns. De acordo com Beesley e Littlechild (1989), "ambos aceitam a necessidade de

[4] Preços de Ramsey são preços que permitem maximizar o bem-estar social enquanto a empresa tem lucro normal

garantir um retorno adequado para os acionistas da empresa, a fim de induzi-los a continuar a financiar o negócio, sem permitir desnecessariamente elevados preços à custa dos clientes". Contudo, os dois instrumentos comportam muitas diferenças, com a superioridade a ser reconhecida ao price cap.

A diferença principal reside nos incentivos à eficiência e poupança de custos. Na regulação pela taxa de retorno, uma vez que a empresa é totalmente ressarcida dos seus custos não tem incentivo em reduzi-los. Além disso, se a empresa conseguir poupanças de custos quem beneficia são os consumidores, sob a forma de preços mais baixos, e não a empresa, sob a forma de lucros mais elevados. De forma contrária, se a empresa aumentar os custos os consumidores ficam prejudicados (pois os preços aumentam) mas os acionistas da empresa continuam a receber a mesma taxa s (Church e Ware, 2000). No Price Cap o incentivo à poupança de custos deve-se ao facto do preço estar fixo durante um período de tempo (o regulatory lag). Se a empresa obter ganhos de eficiência nesse período consegue maior margem relativamente ao cap definido e logo, maiores lucros.

Beesley e Littlechild (1989) apontam que na regulação price cap existe um período de risco exógeno enquanto na regulação pela taxa de retorno esse risco é endógeno. No price cap as datas das revisões são fixas e determinadas previamente, pelo que mesmo que se a empresa enfrentar dificuldades em cobrir os custos o regulador não intervém. Na regulação pela taxa de retorno a empresa regulada pode solicitar uma revisão da taxa de retorno sempre que achar necessário.

Relativamente à informação utilizada pelo regulador para definir o preço máximo/a taxa de retorno, na taxa de retorno é utilizada informação passada, isto é, custos e procura histórica, com um pequeno ajustamento para o futuro (que tem por base a inflação e extrapolação de tendências históricas). Por sua vez no cálculo do price cap utiliza-se informação previsional, relativamente às melhoras na produtividade, à procura que irá seer verificada e aos cash-flows futuros previstos. Por isto se argumenta que a regulação pelo price cap é mais forward-looking que a taxa de retorno.

Relativamente ao investimento, na regulação pela taxa de retorno, a empresa não tem incentivos a investir eficientemente. Por um lado visto que a empresa não beneficia desse investimento (via maior lucro). Por outro porque pode investir demasiado em capital, gerando ineficiência, devido ao efeito Averch-Jonhson, que pode ocorrer se a

taxa de retorno do capital for superior ao seu custo. Nesta situação as empresas vão escolher utilizar mais do input capital em detrimento dos outros inputs. Assim a empresa terá um custo mais elevado para o mesmo output do que se utilizasse menos fator capital e mais dos outros fatores. Contudo, Church e Ware (2000) apontam que este instrumento de regulação pode incentivar o investimento em indústrias em que existem muitos custos afundados. Visto que a empresa sabe que vai ser ressarcida desses investimentos, não se sente limitada a investir quando o investimento vai resultar em custos afundados no imediato.

As desvantagens apontadas à regulação pela taxa de retorno podem ser atenuadas pelo regulatory lag pois, como os preços estão fixos, a empresa pode conseguir uma taxa de retorno maior. Assim, quanto maior o lag, maior o incentivo, mas também maior a divergência entre preços e custos, ou seja, maior ineficiência alocativa. No price cap pode argumentar-se que existe ineficiência alocativa, uma vez que os custos não estão correlacionados com o preço máximo definido pelo regulador. Aliás, Church e Ware (2000) argumentam que estes regimes regulatórios têm trade offs diferentes: Com price cap as empresas têm incentivos para reduzir os custos mas como os preços são definidos ex ante então podem divergir dos custos realizados e isso gera ineficiência alocativa. Na taxa de retorno os preços são determinados ex psot, iguais aos custos realizados e asseguram a eficiência alocativa, mas a empresa não tem incentivo em diminuir os custos.

Uma possível vantagem da regulação pela taxa de retorno é que o processo de regulação é público e as audiências para a determinação da taxa constituem um fórum onde os consumidores e empresa regulada expressam as suas opiniões, funcionando o regulador como um árbitro. (Liston, 1993, Curch e Ware, 2000). Não obstante, pode haver um incentivo à ineficiência se as datas das revisões forem conhecidas, pois quanto mais perto dessa data maior o incentivo da empresa para aumentar os seus custos e apresentar mais despesas ao regulador. Além disso as audiências acarretam elevados custos administrativos e requerem muito conhecimento dos custos da empresa e da procura dos consumidores.

Liston (1993) aponta que a regulação pela taxa de retorno, pelo menos em teoria, permite que o regulador limite os preços de monopólio através de uma monitorização de perto dos lucros da empresa.

Uma possível desvantagem da regulação price cap são os incentivos à diminuição da qualidade do produto, em detrimento do incentivo à diminuição dos custos (Amstrong *et al.*, 1999). Na regulação pela taxa de retorno podem existir incentivos para a qualidade do produto, na medida em que a qualidade pode ser aumentada como um resultado do incentivo em aumentar a intensidade capitalística da produção.

Em ambos os contextos de regulação é importante ter em conta que, independentemente das vantagens e desvantagens comparativas de cada um, existe a possibilidade de o regulador ser "capturado" pelas empresas reguladas e permitir-lhe uma taxa de retorno maior, ou uma taxa de crescimento da produtividade menor, além de permitir custos desnecessários.

Para sintetizar, segue-se um quadro-resumo, com as principais caraterísticas de cada instrumento.

Taxa de retorno	**Price cap**
Menor incentivo à eficiência	Maior incentivo à eficiência
Não existe partilha de ganhos (ganham os consumidores ou a empresa)	Partilha de ganhos entre consumidores e empresa
Incentiva os investimentos excessivos em capital (efeito Averch-Jonhson)	Não incentivo investimentos excessivos em capital
Qualquer uma das partes pode solicitar uma revisão à taxa de retorno	As datas da revisão ao cap são conhecidas e definidas previamente
	Incentivo à redução da qualidade
	Utiliza informação forward-looking

2.5 Especificidades da regulação do preço intermédio

As indústrias de rede são indústrias caraterizadas por redes de transporte e distribuição que ligam fases da produção até ao consumidor. Estas indústrias são caraterizadas por segmentos em que pode existir concorrência e segmentos de monopólio natural (Joskow, 1996). O setor ferroviário é um desses casos. Os carris, as

pontes, os túneis, as estações, o sistema de sinalização e controlo de comboios fazem parte da rede e são um input essencial para a prestação do serviço de transporte, quer de passageiros, quer de mercadorias, que pode funcionar em concorrência.

De um modo simples, as indústrias de rede podem funcionar de duas formas: ou verticalmente integradas ou verticalmente separadas. Se uma indústria de rede está verticalmente separada, cada um dos segmentos funciona de acordo com a sua natureza (monopólio ou concorrência) e a empresa monopolista não pode participar no mercado concorrencial. Se uma indústria de rede for verticalmente integrada então uma única empresa opera em ambos os segmentos em simultâneo (competitivo e não competitivo), sendo que no mercado competitivo podem operar outras empresas (Cave e Doyle, 1994).

Independentemente da forma de organização do mercado, é importante definir as regras e condições de acesso à rede, de forma a que todas as empresas tenham iguais condições de acesso e a empresa incumbente não abuse da sua posição.

O preço de acesso à infraestrutura, pode ser regulado por qualquer instrumento de regulação de preços, nomeadamente os instrumentos referidos anteriormente. Geralmente a regulação do preço de acesso tem os seguintes objetivos (Cave e Doyle, 1994):

(i) Promoção de um nível (estático) de eficiência e de uma estrutura de preços de acesso de eficiência de forma a proporcionar o maior nível de bem-estar ao consumidor.

(ii) Obtenção de eficiência dinâmica através de eficientes decisões de entrada e de investimento. Quanto mais ineficiente for o monopolista, mais elevadas serão as tarifas de acesso. Face a esta situação, menor incentivo terão as restantes empresas para entrar na rede e maior probabilidade de acontecer duplicação da infraestrutura.

(iii) Permitir que a incumbente consiga um retorno suficiente para sustentar as suas obrigações sociais, caso contrário, não terá incentivo para tal.

No que ao setor ferroviário diz respeito, vários autores analisaram a relação entre separação e integração vertical na indústria. Entre as vantagens e desvantagens de

ambas as estruturas, a evidência empírica é inconclusiva quanto à mais eficiente. Mizutani e Uranishi (2012) e Cantos *et al*. (2012) sumarizam alguns desses estudos.

3. O setor ferroviário: Contexto atual do mercado

Atualmente, o setor ferroviário português enfrenta uma situação debilitada. A evolução tecnológica e a concorrência de outros meios de transporte, aliados à "rigidez" do setor ferroviário levaram à sua gradual perda de importância. Deficits consideráveis, decorrentes dos elevados investimentos e a menor rentabilidade, consequência da transferência da procura para outros meios de transporte conduziram a uma situação insustentável (Santos *et al*., 2010). A este cenário junta-se a posição do Estado, que tutela alguns dos players do setor e não pode continuar a arcar com as responsabilidades tal como estão. Paralelamente existe a pressão europeia, que apela a uma harmonização dos vários mercados geográficos Europeus.

3.1 Estrutura do setor em Portugal

Em Portugal os caminhos de ferro, existem desde 1860 (CP, 2013). Desde então assistiu-se a diversos modos de organização do sector, desde a total privatização ao completo domínio público.

Durante a segunda metade do século XX os caminhos de ferro eram geridos por uma única empresa, concessionária "única das funções de transformação e reapetrechamento da rede, bem como da própria exploração do transporte" (Decreto-Lei n.º 104/97 de 29 de abril). Contudo, na década de 90 a trajetória alterou-se. Em 1997, através de uma cisão da empresa separaram-se as atividades de gestão da infraestrutura e serviço de transporte. O mercado ficou organizado com a Rede Ferroviária Nacional - REFER, E. P, "uma empresa pública de gestão da infraestrutura integrante da rede ferroviária nacional, à qual são atribuídas missões específicas de desenvolvimento, modernização e gestão das infraestruturas." (Decreto-Lei n.º 104/97 de 29 de abril) e a CP - Caminhos de Ferro Portugueses, E. P., direcionada para a operação dos serviços de transporte.

No seguimento da restruturação do setor, em 1998 é criado o regulador ferroviário, o Instituto Nacional do Transporte Ferroviário, INTF, com a "finalidade regular e fiscalizar o sector ferroviário, supervisionar as atividades desenvolvidas neste, assim como intervir em matéria de concessões de serviços públicos" (Decreto-Lei n.º

299-B/98 de 29 de setembro). Mais adiante, em 2007, o INTF foi integrado no IMTT (atual IMT) e surgiu a URF, Unidade de Regulação Ferroviária.

A URF é uma "unidade orgânica, dotada de autonomia funcional" do IMTT (Decreto-Lei n.º 147/2007 de 27 de abril). Entre outras competências, a URF está encarregue de:

(i) Regular o acesso à infraestrutura, de modo a que seja livre e não discriminatório, bem como o inerente processo de aceitação de operadores.

(ii) Definir regras e atribuir prioridades para repartição da capacidade da infraestrutura ferroviária, arbitrando e decidindo em caso de conflito;

(iii) Definir as regras e critérios de taxação da utilização da infraestrutura ferroviária e homologar as tabelas de taxas propostas pelas respetivas entidades gestoras;

Mais recentemente, em Junho de 2015, no âmbito do âmbito do Plano Estratégico dos Transportes e Infraestruturas (PETI3+) foi decretada pelo governo "a fusão entre a Rede Ferroviária Nacional – REFER, E.P.E. (REFER, E.P.E.) e a EP - Estradas de Portugal, S.A. (EP, S.A.) através da qual a REFER, E.P.E., incorpora, por fusão, a EP, S.A. com o objetivo de criar uma única empresa de gestão de infraestruturas de transportes em Portugal, numa visão integrada das infraestruturas ferroviárias e rodoviárias" (Decreto-Lei n.º 91/2015 de 29 de maio).

Além do regulador e do gestor da infraestrutura, participam no mercado ferroviário português as seguintes empresas, operadoras do transporte de passageiros e de mercadorias:

(i) CP – Comboios de Portugal, E.P.E., entidade pública empresarial detida a 100% pelo Estado Português, que tem ao seu encargo a "exploração do transporte de passageiros nas linhas férreas e ramais que integram a rede ferroviária nacional, com exceção do transporte suburbano no eixo ferroviário Norte/Sul da região de Lisboa", concessionado à operadora FERTAGUS. (CP, 2014).

(ii) Fertagus, empresa do Grupo Barraqueiro, que é o primeiro operador privado a assegurar a gestão e a exploração comercial de uma linha ferroviária em Portugal (Fertagus, 2012).

(iii) CP Carga - Logística e Transportes Ferroviários de Mercadorias SA, criada em 2009 e que resultou da separação da CP – comboios de Portugal, que detém a 100% (CP Carga SA, 2011).

(iv) TAKARGO – Transporte de Mercadorias S.A., empresa do Grupo Mota-Engil, criada em 2006, que foi a primeira operadora privada a efetuar comboios de mercadorias em Portugal (Mota-Engil, SGPS, 2014).

(v) COMSA – Rail Transport, empresa espanhola do grupo COMSA EMTE.

3.2 Caraterização do tráfego em Portugal

A rede ferroviária nacional apresentava em 2015 uma extensão de 3619 quilómetros[5], valor que se mantém estável ao longo dos últimos 5 anos. Em 2015 aproximadamente 70% do total (ou seja, 2544 Quilómetros) estavam em exploração, valor que apresenta uma tendência decrescente desde 2009 (pese embora não tenham ocorrido alterações entre 2013 e 2014).

Em 2014 circularam na rede gerida pela REFER aproximadamente 37 milhões de Ck (comboios x quilómetro), mais 3% que em 2013, contudo, consideravelmente menos ck do que os 41 milhões registados em 2008, o máximo dos últimos 10 anos. O segmento de passageiros é o que tem mais peso no total de CK, alcançando 81%, e sendo a CP a empresa que operou a esmagadora maioria desses serviços. Aliás, convém referir que a FERTAGUS opera apenas em 54 Km da rede (Fertagus, 2012).

Analisando a atividade de serviço de passageiros da CP, em 2014 foram transportados aproximadamente 110 milhões de passageiros, valor que regista um aumento de 2% face a 2013 e contraria a tendência de queda verificada desde 2011. A companhia aponta a conjuntura económica mas também a concorrência dos outros modos de transporte como a causa para esta tendência negativa (CP, 2012).

Esta conjuntura de melhoria em 2014 também é comum ao transporte de mercadorias, podendo verificar-se que a CP Carga atingiu o seu melhor resultado de sempre em 2014, quer em termos de resultado, quer em termos de toneladas por quilómetro transportadas (CP Carga, 2015).

[5] A informação relativa às características do setor foi retirada dos Relatórios de Contas da REFER e da CP e dos diretórios na internet das empresas referentes, salvo indicação em contrário.

Por último, destaca-se a rúbrica referente à tarifa de utilização[6] que as operadoras de transporte pagam à REFER. Esta rúbrica tem vindo a aumentar nos últimos 5 anos, tal como a tabela seguinte demonstra.

2014	2013	2012	2011	2010
76.563	73.929	71.258	58.137	61.370

Fonte: Refer

3.3 A evolução Portuguesa no contexto europeu

No final do século XX, alguns países desencadearam processos de reforma no setor ferroviário, procurando promover a concorrência no setor. A justificação era que a concorrência iria aumentar a pressão sobre os custos, tornando as empresas mais eficientes (Jensen, 1997). O processo de reforma incidiu particularmente na relação entre a prestação do serviço ferroviário e a gestão da infraestrutura.

Na Europa os países pioneiros na restruturação do setor do transporte ferroviário foram a Suécia, em 1988 e o Reino Unido, em 1993. Mais recentemente, na União Europeia (UE) têm vindo a ser introduzidas alterações legislativas ao setor ferroviário, os *Rail Packages*, com o objetivo de melhorar o processo de gestão e a eficiência das empresas ferroviárias de todos os Estados-Membros (Santos *et al*., 2010). Portugal tem acompanhado esta reforma, na condição de membro da UE. Assim, entre outras medidas, foi separada a gestão da infraestrutura da prestação do serviço de transporte, foi criado o regulador ferroviário e permitiu-se o acesso à infraestrutura ferroviária nacional a operadores europeus de transporte de mercadorias (IMT, 2014).

3.4 Vias para o futuro

O caminho para o futuro do setor está traçado a duas vias: a nível nacional e europeu.

A nível nacional, o Plano Estratégico dos Transportes. Mobilidade Sustentável. Horizonte 2011-2015 (2011) determina que o setor se deve tornar:

- financeiramente equilibrado e "comportável para os contribuintes portugueses"

[6] Na secção 3.5 analisaremos com mais detalhe estas tarifas.

- competitivo, contribuindo para o desenvolvimento da economia do país

- promotor da mobilidade e acessibilidade de pessoas e bens "de forma eficiente e adequada às necessidades, promovendo a coesão social".

No plano europeu existe o objetivo de em 2050 (Comissão Europeia, 2014):

- os transportes rodoviário, ferroviário, marítimo e fluvial na União Europeia estejam conectados através de uma rede de transportes europeia

- as emissões de gases com efeitos de estufa e a dependência do petróleo importado seja inferior.

3.5 As tarifas de acesso à infraestrutura

As tarifas de acesso à infraestrutura, cobradas pela REFER aos operadores do serviço de transporte, estão reguladas no Decreto-Lei n.º 270/2003 de 28 de outubro, que transpõe para a legislação portuguesa as diretivas europeias que constituem o Pacote Ferroviário I.

Este Decreto-Lei, que tem como objetivo definir as condições de prestação do serviço de transporte ferroviário, assegura que a tarifação ferroviária, importante na revitalização do setor, deve "assegurar ao gestor da infraestrutura um nível de receitas que remunere de forma adequada a sua atividade regular, sem incorporar qualquer renda monopolista que possa onerar de forma excessiva os operadores de transporte ferroviário".

No âmbito do presente Decreto-Lei foram definidos 3 tipos de serviços que o gestor da infraestrutura pode prestar:

(i) Serviços essenciais são aqueles que são efetivamente necessários para o efetivo acesso dos operadores de transporte à infraestrutura, nomeadamente a utilização de vias ou o acesso às estações de passageiros, etc.

(ii) Serviços adicionais, que incluem serviços que não sendo essenciais, são conexos à atividade de prestação do serviço de transporte, como por exemplo o fornecimento de energia elétrica para tração, manobras ou abastecimento de combustível (nos termos da legislação aplicável). Estes serviços só são prestados pelo gestor da infraestrutura se lhe forem expressamente requeridos.

(iii) Serviços auxiliares, englobam os restantes serviços conexos com a atividade de prestação de serviço de transporte, nomeadamente o acesso à rede de telecomunicações, o fornecimento de informações complementares, tais como informações comerciais ou a inspeção técnica do material circulante. O gestor da infraestrutura não é obrigado a prestar este tipo de serviços.

Segundo definido na legislação, as tarifas dos serviços essenciais devem corresponder ao custo diretamente imputável à exploração do serviço de transporte ferroviário, podendo incluir uma componente que "reflita a escassez de capacidade do segmento identificável da infraestrutura durante os períodos de congestão" e uma outra reflexo da "internalização dos custos ambientais provocados pelo transporte ferroviário". Já as tarifas a cobrar pelos serviços adicionais e auxiliares "não podem exceder o custo da sua prestação, com base no nível real de utilização.

Quanto às regras para o cálculo dos preços, estas foram remetidas para legislação futura (futuro Regulamento n.º 21/2005 do INTF, entretanto revogado pelo Regulamento n.º 630/2011 do IMTT, que se mantém atualmente em vigor). Foi ainda determinado que o gestor da infraestrutura deve publicar anualmente um documento, denominado de "Diretório da Rede", "onde se enunciam as características da infraestrutura e as condições de acesso à mesma, os princípios de tarifação e o tarifário e a especificação dos princípios e critérios de repartição e utilização da capacidade da infraestrutura, de forma a assegurar o acesso ", de forma a garantir que o acesso à rede acontece de forma transparente e não discriminatória.

3.6 Regulação das tarifas dos serviços essenciais

O modelo tarifário atual, que define as regras para a tarifação da infraestrutura ferroviária portuguesa, está fixado no Regulamento n.º 630/2011 do IMTT. Aqui se determina que as tarifas dos serviços essenciais devem ser calculadas e fixadas por troço e por tipo de serviço de transporte e que o primeiro período regulatório abarca os anos de 2012 a 2014.

Para o primeiro período regulatório foi fixado um referencial de eficiência com incidência na tarifa anual por troço. Esse referencial limita o crescimento dos preços a "90% da variação média anual do índice de preços do consumidor (sem habitação)"

(Regulamento n.º 630/2011 do IMTT). Apesar de ainda não ter havido nenhuma atualização da legislação, o Diretório da Rede 2016 (REFER, 2015) determina que para o período entre 2015 e 2017 se mantém o referencial de eficiência.

Este referencial pode ser visto como um price cap, que limita o crescimento dos preços a 90% do valor da inflação, isto é:

$$[3.1] \quad P_t \leq P_{t-1}(1 + 0{,}9 * IPC)$$

$$\Leftrightarrow$$

$$[3.2] \quad P_t \leq P_{t-1}(1 + IPC - 0{,}1 * IPC)$$

Esta metodologia difere da fórmula usual do price cap ao fazer depender o fator de eficiência X do IPC verificado, ou seja, desde 2012 que o referencial de eficiência da empresa incumbente está subjacente às condições do índice de preços do consumidor. No próximo capítulo analisa-se as consequências da não-exigência de acréscimo de produtividade no aumento dos preços.

4. Análise de Eficiência no setor ferroviário português

4.1 Comparação do modelo tarifário atual com o anterior

O Regulamento n.º 630/2011 revogou o Regulamento n.º21/2005 e alterou a metodologia de cálculo das tarifas, nomeadamente, o referencial de eficiência. Até então previa-se que (Regulamento n.º21/2005, p.4000):

> "1 – À variação média das taxas calculadas para a prestação dos serviços essenciais, nos termos da presente secção, incluindo os adicionais que sobre eles incidam, será aplicado um referencial de eficiência igual à variação no índice de preços do consumidor (sem habitação) de acordo com as previsões mais recentes do Ministério das Finanças, deduzido de 1%"

Esta metodologia está de acordo com a determinação usual de um regime de price cap e pode ser descrita formalmente da seguinte forma:

[4.1] $P_t \leq P_{t-1}(1 + IPC - 1\%)$

Aqui existe um incentivo explícito à eficiência da empresa incumbente.

Então, quais são as consequências desta alteração metodológica? Segue-se um exemplo numérico, com os dados reais da variação do índice de preços do consumidor sem habitação (ou seja, taxa de inflação) nos últimos 10 anos.

Ano	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Variação do IPC em %	2,3	3,1	2,5	2,6	-0,8	1,4	3,7	2,8	0,3	-0,3

(Fonte Pordata)

Recordando ambas as fórmulas dos regimes price cap pode isolar-se a variação máxima do preço face ao ano anterior:

Condição atual	Preço máximo	[4.2]	$P_t \leq P_{t-1}(1 + 0{,}9 * IPC)$
	Variação máxima do preço	[4.3]	$0{,}9 * IPC$
Condição anterior	Preço máximo	[4.4]	$P_t \leq P_{t-1}(1 + IPC - 1\%)$
	Variação máxima do preço	[4.5]	$IPC - 1\%$

Fonte: Elaboração própria

Substituindo o valor da inflação em cada um dos referenciais de eficiência, para cada um dos anos, obtém-se a variação máxima de preços (a sombreado a condição em vigor em cada ano):

Anos	Condição atual	Condição anterior	Diferença
2005	2,1%	1,3%	0,8%
2006	2,8%	2,1%	0,7%
2007	2,3%	1,5%	0,8%
2008	2,3%	1,6%	0,7%
2009	-0,7%	-1,8%	1,1%
2010	1,3%	0,4%	0,9%
2011	3,3%	2,7%	0,6%
2012	2,5%	1,8%	0,7%
2013	0,3%	-0,7%	1,0%
2014	-0,3%	-1,3%	1,0%

Fonte: Elaboração própria

Pela confrontação dos dois métodos conclui-se que a condição atual permite maior variação máxima de preços. Assim, a empresa incumbente tem margem para praticar um preço maior no período seguinte. Desta forma, podemos verificar que a nova metodologia para a determinação do preço de acesso a infraestrutura cria um menor incentivo à eficiência do gestor da infraestrutura, uma vez que este tem maior margem para aumentar o preço, logo, não "precisa" de ser tao eficiente.

Uma comparação que pode ser efetuada é entre esta alteração tarifária e a performance que a empresa registava desde que a metodologia de regulação do preço

via price cap foi introduzida, em 2006, até à alteração do tarifário, 2011. Neste sentido, e um modo simples, calcularam-se 5 indicadores da performance da empresa:

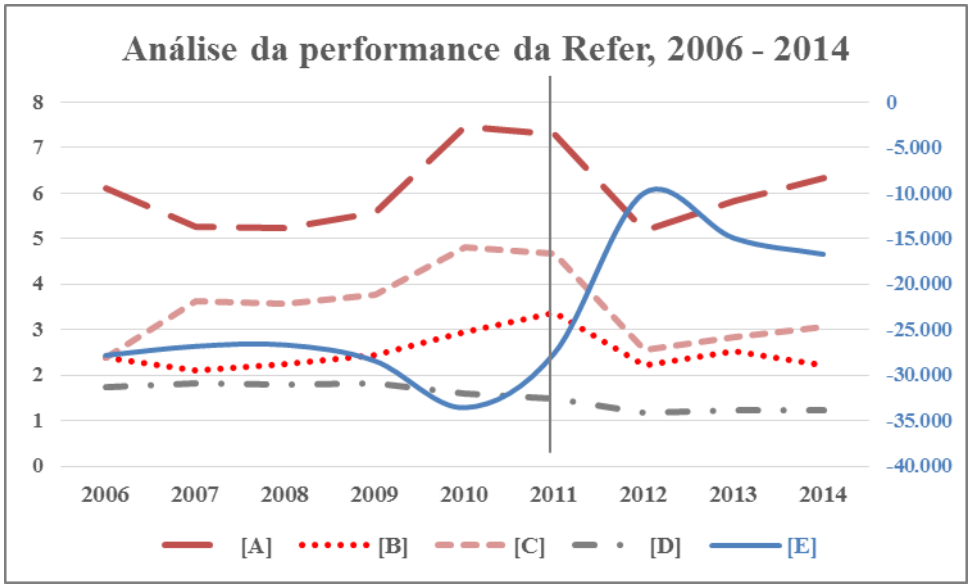
[A] – gastos operacionais / ck realizados

[B] – gastos com pessoal / ck realizados

[C] – gastos operacionais / tarifa de utilização

[D] – gastos operacionais / receitas operacionais

[E] – resultados operacionais / número médio de colaboradores



Pela análise do gráfico podemos verificar que entre 2006 e 2011 os gastos operacionais e gastos com colaboradores avaliados em função dos ck realizados (indicadores [A] e [B], respetivamente), apresentavam uma tendência crescente, registando níveis mais elevados em 2011 do que em 2006.

No mesmo sentido, os gastos operacionais quando comparados com a receita proveniente da tarifa de utilização (indicador [C]), isto é, os gastos decorrentes da normal operação da Refer comparados com a receita direta por si gerada, também apresentam uma tendência crescente.

Em sentido contrário aos anteriores, mas apenas com ligeira variação, o peso dos gastos operacionais em função das receitas operacionais (indicador [D]) diminuiu entre 2006 e 2011.

Por último, os resultados operacionais relativizados pelo número médio de colaboradores (indicador [E]) também apresenta uma evolução diferente das anteriores, uma vez que registam o pior valor em 2010 para então iniciarem uma tendência significativa de melhoria. De notar que entre 2003 e 2014 o número médio anual de colaboradores diminuiu todos os anos[7] . Desta forma, o comportamento explica-se significativamente pela evolução do resultado operacional.

Em 2012, em reflexo da alteração tarifária introduzida pelo Regulamento n.º 630/2011 do IMTT, as receitas com a tarifa de utilização aumentaram, pelo que os indicadores registaram melhor desempenho. Pelo contrário, em 2014 os indicadores parecem entrar numa tendência crescente.

De notar que por uma questão de facilitação, os indicadores [A] a [D] estão apresentados em valor absoluto enquanto o indicador [E], por estar representado em separado, no referencial à direita, não foi normalizado.

Em suma, estes indicadores indicam uma pior performance da empresa no período compreendido entre 2006 e 2011. No entanto, salientamos que não temos suporte formal para concluir quanto a uma relação causa-efeito com a alteração tarifária. Esta relação pode ser obtida no futuro, através de análise econométrica. Também deixamos para trabalho futuro a relação da alteração tarifária com a metodologia da determinação da produtividade total dos fatores, como descrita no capítulo seguinte.

4.2 Análise da metodologia para a estimação da eficiência

Ao impor um price cap para o preço praticado ao acesso à infraestrutura ferroviária, o regulador estimou que a REFER conseguiria obter um ganho anual de produtividade de 1%. Este trabalho tem como objetivo estimar a produtividade obtida pela REFER durante os anos de 2004 a 2014, através da produtividade total dos fatores (PTF), com recurso ao Índice de Malmquist e à metodologia DEA Data Envelopment Analysis).

[7] Para mais detalhe ver Dados, em Anexo.

4.2.1 Breve revisão metodológica

De acordo com Coelli *et al*. (2005), a produtividade de uma empresa pode ser vista como o nível de inputs utilizados para a obtenção de um dado nível de output:

$$[4.6] \quad Produtividade = \frac{Inputs}{Outputs}$$

Assim, se uma empresa utiliza um único fator de produção (X) para a produção do produto (Y), a produtividade obtém-se diretamente pelo quociente entre input e output:

$$[4.7] \quad Produtividade = \frac{X}{Y}$$

De outra forma, na situação em que se utilizam múltiplos inputs e/ou múltiplos outputs, a relação não é direta e a PTF obtém-se através de uma ponderação do nível de utilização dos inputs sobre os outputs (Coelli *et al*, 2005).

$$[4.8] \quad PTF = \frac{\sum_{m=1}^{M} a_m Y_m}{\sum_{k=1}^{K} b_k X_k}$$

Em que a_me b_k representam os pesos da importância relativa de vários inputs e outputs.

O índice de produtividade de Malquist foi introduzido por Caves *et al* (1982) e tem como base o trabalho de Malmquist (1953), que introduziu a noção de índices de quantidade como rácios de funções distância (Chambers *et al* (1994). As funções distância são fórmulas que expressam a tecnologia de produção com múltiplos inputs e outputs sem especificarem uma orientação para a função de produção (como a minimização do custo ou a maximização do nível do produto) (Coelli *et al*., 2005). Estas funções podem ser calculadas com orientação para os inputs ou para os outputs e apenas necessitam de informação sobre quantidades. Uma função distância orientada para os inputs traduz a tecnologia de produção tendo em conta uma mínima contração no vetor de inputs dado o vetor de outputs, isto é, o montante mínimo em que o input pode ser reduzido para se obter o mesmo nível de output. No caso contrário, uma função distância orientada para os outputs traduz uma máxima expansão no vetor de outputs dado o mesmo vetor de inputs (Coelli *et al*., 2005).

O índice de Malmquist vai ser obtido por recurso à metodologia DEA. Esta metodologia é não paramétrica, uma vez que não especifica nenhuma forma funcional para a fronteira de produção nem para a distribuição do termo de erro. De um modo simples, (Coelli *et al*., 2005) a metodologia DEA usa métodos de programação linear para, a partir da informação disponível, construir uma fronteira de produção e, assim, medir a distância de cada observação à fonteira, sendo essa a medida da eficiência da empresa. Uma das principais vantagens da metodologia DEA é o facto de acomodar diferentes unidades de medida - neste caso, nº trabalhadores, passageiros x km, Euros.

Outras opções seriam a utilização de números índices e da metodologia SFA (*Stochastic frontier analysis*). Os índices de preços calculam a PTF como um rácio de inputs sobre outputs e utilizam informação de preços como ponderador dos níveis de input/output. Os mais utilizados são os índices de Fisher e Törnqvist. A metodologia SFA é semelhante à metodologia DEA mas, ao invés de utilizar métodos de programação linear para a derivação da fronteira de produção recorre a métodos econométricos mais complexos.

Relativamente à metodologia SFA, a DEA tem a vantagem de não especificar nenhuma forma funcional para a fronteira de produção nem para distribuição do termo de erro, além de ser mais fácil de calcular. No entanto, a metodologia SFA tem a vantagem de ter em conta os efeitos do data noise e de possibilitar o uso de testes estatísticos de hipóteses (como t-tests ou testes de suficiência das variáveis). Quando comparada com os índices de preços, a DEA tem a vantagem de não necessitar de informação sobre os preços de mercado (Coelli *et al*., 2003). Por outro lado os índices de preços têm a vantagem de poderem ser utilizados apenas com duas observações.

Outro benefício da metodologia DEA é que permite a decomposição da variação na produtividade, entre variação na eficiência técnica e mudança tecnológica. A variação na eficiência técnica pode ser vista como um deslocamento para cima da fronteira de produção ao longo do tempo (Coelli *et al*., 2003), por exemplo em virtude do desenvolvimento tecnológico, enquanto a mudança tecnológica pode ser vista como uma aproximação à fronteira de produção.

4.2.2 Resultados na literatura

Existem diversos artigos na literatura que analisam a eficiência no setor ferroviário. No entanto, tendo em conta os desenvolvimentos recentes neste mercado, nomeadamente a liberalização do mesmo e a separação do serviço de gestão da infraestrutura da prestação do transporte, os estudos mais recentes têm-se centrado na análise dos efeitos destas medidas na performance das empresas. Adicionalmente, salientamos que nos processos de liberalização do setor ferroviário o método de Price Cap não tem sido o preferido como medida de regulação de preços, o que resulta em menos estudo empírico relativo ao setor. Não obstante, existem diversos artigos de análise da variação da produtividade dos fatores ao longo de vários anos e através de diferentes metodologias.

No que a Portugal diz respeito, o estudo mais proeminente é o de Santos *et al*. (2010) — que por isso serviu de mote à presente investigação. Estes autores avaliaram a existência de ganhos de produtividade na REFER no período compreendido entre 2001 e 2006. Os autores desenvolveram um modelo com 2 outputs e 3 inputs: os quilómetros percorridos no transporte de passageiros e de mercadorias (outputs); o número médio anual de trabalhadores, como medida do fator trabalho; o volume de ativo líquido da empresa, como medida do fator capital e uma variável que agrega outros custos que não os anteriores, isto é, todos os gastos do período à exceção de gastos com pessoal e gastos com depreciação e amortização (inputs). Os resultados foram obtidos através da determinação do índice de Fisher e de Törnqvist e indicam que em média a REFER atingiu 0,89% de perdas de produtividade (0,52% de perdas se excluirmos a atividade de investimento) no período analisado.

Ao nível da estimação da produtividade através de funções distância, o trabalho de Coelli e Perelman (2000) teve como objetivo analisar a performance de 17 empresas europeias prestadoras do serviço de transporte de passageiros e de mercadorias (de entre as quais a CP) no período 1988-1993 recorrendo a métodos econométricos (SFA). O modelo foi composto por 2 outputs e 3 inputs: como medida dos outputs foram utilizados os quilómetros percorridos no serviço de passageiros e no serviço de mercadorias; e como medida dos inputs o número médio de colaboradores ao longo do ano, o número de toneladas disponibilizadas nos vagões de transporte de mercadorias e os lugares oferecidos no transporte de passageiros (como medida do material circulante)

e a extensão da rede ferroviária. Os resultados mostram que a eficiência técnica no período em análise varia entre os 0,980 e 0,784, sendo a média de 0,863. A CP atingiu um score de 0,802, ou seja, abaixo da média. Ao nível do crescimento da PTF a CP registou um crescimento de 18%, desta vez acima da média (16,7%), no entanto, longe do valor mais alto registado, de cerca de 39,3% no Reino Unido. Adicionalmente, os autores concluem também que é preferível utilizar o índice de Törnqvist como agregador do nível de output (vários outputs) em detrimento da receita total atingida.

Shi *et al* (2011) recorreram ao índice de Malmquist orientado para os outputs para obter a variação da produtividade e eficiência técnica no período 2002-2007 para 7 empresas da indústria norte-americana. As variáveis utilizadas pelos autores foram a receita por tonelada transportada, como medida do output, e como medida dos inputs foram utilizados o número de trabalhadores, o número de locomotivas e o número de vagões em serviço, a distância (em milhas) em que as empresas operaram, os materiais (despesas com materiais e serviços externos) e combustível (galões de diesel consumidos). Os resultados encontrados variam entre um crescimento da produtividade de 4,6% ao ano a 0,9% ao ano.

Mais recentemente, Kutlar *et al* (2015) apresentam um estudo, que inclui 31 empresas prestadoras do serviço ferroviário (de entre as quais a CP), no período compreendido entre 2000 e 2009. A metodologia adotada foi a DEA, através da qual os autores estimam a eficiência técnica e alocativa, recorrendo a duas opções diferentes: (i) o modelo desenvolvido por Charnes *et al* (1978) e (ii) o modelo de Banker *et al* (1984). No primeiro modelo 5 empresas apresentaram sempre eficiência técnica ao longo do período analisado e, ao mesmo tempo, são aquelas registaram eficiência alocativa mais elevada. Contudo, esta eficiência apresentou níveis mais baixos. Por outro lado, 5 empresas apresentaram constantemente baixa eficiência técnica ao longo do período. No segundo modelo estimado pelos autores, o modelo de Banker *et al.* (1984), pelo lado dos inputs e rendimentos constantes à escala os resultados foram mais robustos, revelando maiores níveis de eficiência. Relativamente à CP, os resultados obtidos neste estudo são semelhantes em ambos os modelos: a CP apresentou eficiência técnica em todos os períodos à exceção de 2005; contudo os níveis de eficiência alocativa foram bastante mais baixos que a eficiência técnica.

Os estudos acima descritos permitem perceber que existe uma predominância para a utilização de algumas variáveis nos modelos de estudo da performance das empresas ferroviárias. Do lado dos outputs, as variáveis mais comuns são os quilómetros percorridos no serviço de passageiros e no serviço de mercadorias. No que aos inputs diz respeito, é comum utilizar-se o fator trabalho, medido pelo número de colaboradores, o fator capital, mensurado pelo material circulante (locomotivas e vagões), e outros custos, que podem incluir gastos com energia ou não. Já os resultados variam consoante o período analisado e o contexto em que as empresas estão inseridas.

Oum *et al*. (1999) e Kutlar *et al* (2015) sintetizam outros estudos nos seus artigos.

Relativamente ao estudo efetuado foram consideradas algumas diferenças devido ao facto de o foco ser o serviço de gestão da infraestrutura ferroviária: como medida do stock de capital foi utilizado o ativo líquido da empresa incumbente e os gastos com energia foram considerados juntamente com a variável "outros gastos", uma vez que este tipo de gasto não tem tanto peso na estrutura de custos do prestador da infraestrutura.

Para mais detalhe sobre as variáveis adotadas no capítulo seguinte.

4.2.3 Descrição da metodologia adotada

Em seguida descreve-se a metodologia utilizada. O livro de Coelli *et al*. (2005) constitui um manual de referência na literatura sobre eficiência e produtividade e, como tal, foi a base para a construção deste modelo. O artigo de Chambers *et al*. (1994) também auxiliou neste processo. Por questões de simplificação manteve-se a manteve-se a notação de Coelli *et al*. (2005).

Sejam $\boldsymbol{x} = (x_1, \dots, x_N)$ e $\boldsymbol{y} = (y_1, \dots, y_M)$ dois vetores não negativos de Nx1 inputs e Mx1 outputs respetivamente. A tecnologia de produção pode ser expressa da seguinte forma:

[4.9] $S = \{(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{y}): \boldsymbol{x}\ pode\ produzir\ \boldsymbol{y}\}$

Ou seja, S inclui todos os vetores de inputs e outputs $(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{y})$ tal que $\boldsymbol{x}$ pode produzir $\boldsymbol{y}$.

Adicionalmente, $P(\boldsymbol{x})$ representa todos os vetores de output que podem produzir $\boldsymbol{x}$ e $L(\boldsymbol{y})$ indica um vetor de inputs que podem produzir $\boldsymbol{y}$. Assim,

[4.10] $$P(\boldsymbol{x}) = \{\, \boldsymbol{y}: \boldsymbol{x}\ pode\ produzir\ \boldsymbol{y}\} = \{\boldsymbol{y} : (\boldsymbol{x}, \boldsymbol{y}) \in S\}$$

[4.11] $$L(y) = \{\boldsymbol{x}: \boldsymbol{x}\ pode\ produzir\ \boldsymbol{y}\} = \{\boldsymbol{x} : (\boldsymbol{x}, \boldsymbol{y}) \in S\}$$

A função distância de inputs pode ser descrita como:

[4.12] $$d_i(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{y}) = \max\left\{\rho : \frac{\boldsymbol{x}}{\rho} \in L\,(\boldsymbol{y})\right\}$$

De igual forma, a função distância de outputs pode ser expressa como:

[4.13] $$d_o(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{y}) = \min\left\{\delta : \frac{\boldsymbol{y}}{\delta} \in P(\boldsymbol{x})\right\}$$

Neste trabalho será utilizada a orientação para os inputs, uma vez que na indústria ferroviária o nível de input é, por norma, mais facilmente controlável que o nível de ouput (Coelli e Perelman, 2010).

Este índice pode ser calculado com base na tecnologia do período 0 — expressão [4.14] — ou 1 — expressão [4.15], sendo que normalmente é expresso como uma média de ambos — [4.16]:

[4.14] $$m_i^0\,(\boldsymbol{y}_0, \boldsymbol{y}_1, \boldsymbol{x}_0, \boldsymbol{x}_1) = \frac{d_i^0(y_1, \boldsymbol{x}_1)}{d_i^0\,(\boldsymbol{y}_0, \boldsymbol{x}_0)}$$

(base período 0)

[4.15] $$m_i^1\,(\boldsymbol{y}_0, \boldsymbol{y}_1, \boldsymbol{x}_0, \boldsymbol{x}_1) = \frac{d_i^1(\boldsymbol{y}_1, \boldsymbol{x}_1)}{d_i^1\,(\boldsymbol{y}_0, \boldsymbol{x}_0)}$$

(base período 1)

[4.16] $$m_i(\boldsymbol{y}_0, \boldsymbol{y}_1, \boldsymbol{x}_o, \boldsymbol{x}_1) = \left[m_i^0\,(\boldsymbol{y}_0, \boldsymbol{y}_1, \boldsymbol{x}_0, \boldsymbol{x}_1)\,.\ m_i^1\,(\boldsymbol{y}_0, \boldsymbol{y}_1, \boldsymbol{x}_0, \boldsymbol{x}_1)\right]^{0.5}$$

$\Leftrightarrow$

$$[4.17] \quad m_i(\boldsymbol{y}_0, \boldsymbol{y}_1, \boldsymbol{x}_o, \boldsymbol{x}_1) = \left[\frac{d_i^0(\boldsymbol{y}_1, \boldsymbol{x}_1)}{d_i^0(\boldsymbol{y}_0, \boldsymbol{x}_0)} \cdot \frac{d_i^1(\boldsymbol{y}_1, \boldsymbol{x}_1)}{d_i^1(\boldsymbol{y}_0, \boldsymbol{x}_0)}\right]^{0.5}$$

Caves *et al*. (1982) (*cfr* Chambers *et al*., 1994) assumiram que $d_i^0(\boldsymbol{y}_0, \boldsymbol{x}_0) = d_i^1(\boldsymbol{y}_1, \boldsymbol{x}_1) = 1$ o que equivale a considerar que a empresa é tecnicamente eficiente. Contudo, ao não assumir essa preposição, a variação da PTF pode ser decomposta em duas componentes: variação na eficiência técnica e mudança tecnológica, ou seja

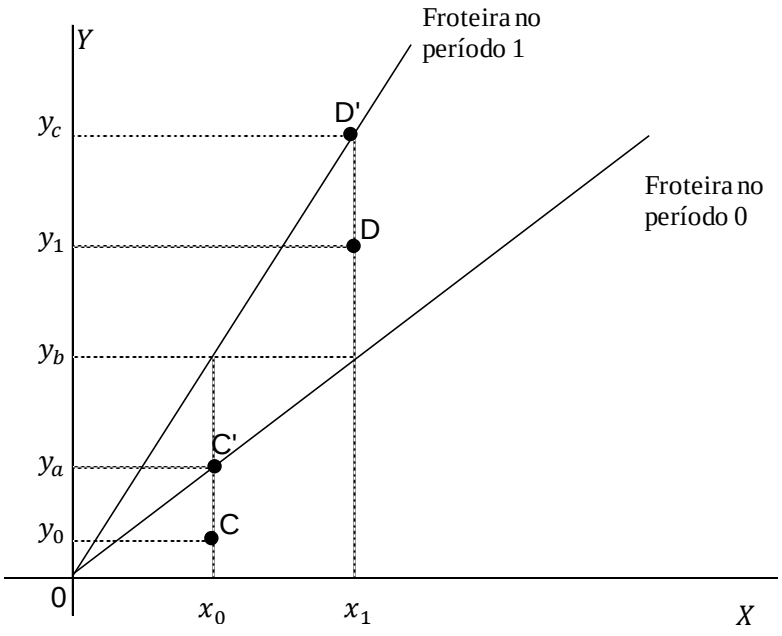
$$[4.18] \quad m_i(\boldsymbol{y}_0, \boldsymbol{y}_1, \boldsymbol{x}_o, \boldsymbol{x}_1) = \frac{d_i^1(y_1, x_1)}{d_i^0(y_0, x_0)}\left[\frac{d_i^0(\boldsymbol{y}_1, \boldsymbol{x}_1)}{d_i^1(\boldsymbol{y}_1, 1)} \cdot \frac{d_i^0(\boldsymbol{y}_0, \boldsymbol{x}_0)}{d_i^1(\boldsymbol{y}_0, \boldsymbol{x}_0)}\right]^{0.5}$$

O rácio fora dos parenteses mede o rácio de eficiência técnica (ou eficiência técnica de Farell[8]) entre os períodos 0 e 1, e é uma medida da aproximação à fronteira de produção. A restante parte da equação traduz a deslocação da fronteira para a direita, isto é, a mudança tecnológica.

Se m_i foi maior que 1, significa um crescimento positivo na PTF entre 0 e 1. Caso contrário, se m_i for menor que 1 então a variação da PTF durante o período analisado é negativa.

Graficamente, o índice de Malmquist pode ser representado como:

[8] Farell (1957) foi um dos autores pioneiros no estudo da eficiência técnica.



Adaptado de Coelli *et al*. (2005)

A figura acima aplica-se ao caso de um mercado uniproduto com rendimentos constantes à escala. No período 0 a empresa no ponto C (x0, y0) e no período 1 em D (x1, y1). Em cada período de tempo a empresa produz abaixo do nível eficiente. Para produzir no nível mais eficiente a empresa teria que atingir os pontos C' e D' respetivamente. Assim, as variações na eficiência técnica e mudança tecnológica podem ser descrita como:

$$Variação\ na\ eficiência\ técnica = \frac{y_1/y_c}{y_0/y_a}$$

$$Mudança\ tecnológica = \left[\frac{y_b/y_a}{y_b/y_c} * \frac{y_0/y_a}{y_0/y_b}\right]^{0,5}$$

4.3. Os dados

As variáveis utilizadas neste trabalho foram as mesmas de Santos *et al*. (2010). Por um lado porque há diversos artigos sobre a questão mas que se debruçam sobre a prestação de serviços e não sobre a gestão da infraestrutura

O modelo considerado inclui dois outputs e três inputs: como medida dos outputs são considerados os km de passageiros e mercadorias efetuados. Ao nível dos inputs consideram-se o número de trabalhadores, como medida do fator trabalho; o nível de ativo fixo como medida do fator capital; e outros gastos, como medida de acomodar os gastos não abrangidos pelo capital e trabalho.

No sentido de possibilitar comparações com resultados obtidos anteriormente por Santos el al (2010) mantivemos as variáveis utilizadas por estes autores.

Os dados utilizados neste trabalho foram retirados da informação financeira divulgada pela REFER, nomeadamente os Relatórios e contas entre os anos de 2003 e 2014, disponíveis no seu diretório da internet.

O número de trabalhadores e o número de quilómetros percorridos (passageiros e mercadorias) foram retirados diretamente dos mapas contabilísticos. Para a obtenção dos valores a considerar como ativo fixo, e dada a alteração no regime contabilístico durante o período em análise (do Plano Oficial de Contabilidade para o Sistema de Normalização Contabilística, em 2007), a obtenção de um critério justo para as duas períodos foi decompor o movimento de Ativo Fixo Tangível pelas duas atividades core da empresa (gestão da infraestrutura e investimento de longa duração) e considerar apenas os resultantes da primeira atividade. Por último, a variável outros gastos foi obtida via Demonstração dos Resultados, através da soma de todas as rúbricas de gasto à exceção dos gastos com pessoal e gastos com depreciação e amortização.

Ao nível da recolha dos dados, entre 2003[9] e 2013 a Refer apresentou os resultados em unidades mas os resultados referentes a 2014 foram apresentados em milhares. Desta forma decidimos multiplicar os dados apresentados no Relatório e Contas 2014 (REFER, 2015) por 1.000.

[9] São necessários dados desde 2003, uma vez que a PTF é calculada como a variação entre dois anos

4.4 Os Resultados

Os resultados foram obtidos através do software DEAP – *Data Envelopmente Analysis Program*, disponibilizado gratuitamente pelo *Centre for Efficiency and Productivity Analysis*.

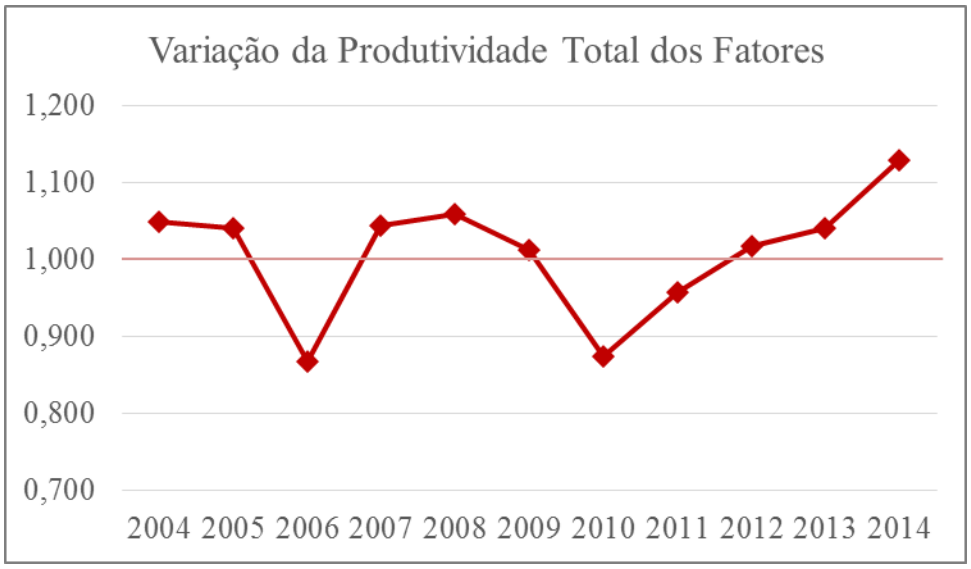
Foi utilizado o pressuposto de rendimentos constantes à escala, no sentido de balizar a variação da produtividade total dos fatores entre variação na eficiência técnica e mudança tecnológica. Desta forma, não existem outras fontes de variação da PTF não explicadas pela metodologia adotada (uma vez que o índice de Malmquist apenas considera estas duas fontes de variação). Os resultados são apresentados de seguida. O output do DEAP pode ser consultado em anexo.

Anos	Variação na eficiência	Mudança tecnológica	Variação na PTF
2004	1,000	1,050	1,050
2005	1,000	1,041	1,041
2006	1,000	0,867	0,867
2007	1,000	1,044	1,044
2008	1,000	1,060	1,060
2009	1,000	1,013	1,013
2010	1,000	0,875	0,875
2011	1,000	0,958	0,958
2012	1,000	1,017	1,017
2013	1,000	1,041	1,041
2014	1,000	1,129	1,129
Média 2004-2014	1,000	1,006	1,006
Média 2006 - 2011[10]	1,000	0,9695	0,9695

[10] Não incluído nos resultados do DEAP; elaboração própria.

O DEAP calcula a variação na PTF relativa a dois anos seguidos, sendo portanto 2004 o primeiro.

Os resultados mostram uma variação positiva da PTF no período compreendido entre 2003 e 2014. Assim, em média a Refer registou um crescimento anual da produtividade de 0,6%. No entanto, o crescimento não foi constante, tendo-se verificado uma alternância entre crescimento de decrescimento da PTF no período analisado.



Entre 2004 e 2006 a produtividade registou uma tendência negativa: nos primeiros dois anos o crescimento foi positivo mas em 2006 a variação é negativa. Aliás, 2006 é o ano em que o decrescimento da PTF é maior. Esta situação está concordante com os resultados de Santos *et al.* (2010) para o mesmo período.

Entre 2006 e 2010 a Refer volta a registar um novo ciclo de crescimento e declínio da PTF: houve crescimento em 3 anos, 2007, 2008 e 2009 e em 2010 regista-se novamente decrescimento de quase 1%.

A partir de 2010 a PTF iniciou um novo ciclo de crescimento. Desde 2012 que os resultados indicam variação sempre positiva. Será interessante, para trabalho futuro a atualização destes resultados, a fim de verificar se esta tendência se mantém.

Relativamente à decomposição entre eficiência técnica e mudança tecnológica, verificamos também que a variação da PTF se deve exclusivamente à mudança tecnológica. Estes resultados também se verificaram no trabalho de Kabasakal *et al.* (2015), em que a CP também só registou variação na mudança tecnológica.

Quando analisados os resultados no contexto do objetivo do regulador, verificamos que no período 2006-2011, em que o regulador definiu como meta 1% de eficiência, a Refer registou uma média de decrescimento de 3,1%, pelo que o objetivo não foi alcançado. Com a legislação em vigor após 2011, em que a meta corresponde a 10% da variação anual do IPC, o objetivo do regulador foi sempre atingido. Em 2012 quando a variação do IPC foi de 2,8% o objetivo da Refer seria atingir um nível de eficiência de 0,28%; Em 2013, para uma variação do IPC de 0,3% a meta seria 0,03% de eficiência; e em 2014, quando o IPC atingiu o valor de -0,3% o referencial de eficiência ficou nos míseros -0,03%. De facto, a legislação em vigor a partir de 2011 veio retirar incentivo à eficiência.

5. Conclusão

Como afirmam Cantos e Campos (2005), durante muito tempo o setor ferroviário foi classificado como Monopólio Natural e a sua gestão era baseada numa empresa verticalmente integrada, fortemente protegida da concorrência, que agia como a única fornecedora nacional do serviço público de transporte ferroviário, recebendo apoios generosos dos Governos. No entanto, os desenvolvimentos do setor levaram a que esta situação se tornasse insustentável. A solução adotada passou por uma restruturação do setor, com a separação das atividades de gestão da infraestrutura e serviço de transporte, com a introdução de um mecanismo de eficiência na primeira.

O mecanismo de eficiência inicialmente introduzido consistia na definição de um nível de eficiência anual de 1% pela empresa incumbente, a Refer. Através do índice de Malmquist e da metodologia estimou-se a variação da produtividade total dos fatores obtida pela Refer no período entre 2003 e 2014. Para esta análise foram consideradas cinco variáveis: (i) os comboios por quilómetro realizados no serviço de passageiros e (ii) os quilómetros realizados no serviço de mercadorias, como medida do output; (iii) o número médio anual de colaboradores, como medida do fator trabalho, (iv) o nível anual de ativo fixo tangível líquido, mensurando o stock de capital, e (v) uma variável comportando todos os outros gastos incorridos que não os caraterizados com os inputs anteriores. Os resultados mostram que, em média, a variação anual da produtividade dos fatores no período compreendido foi de 0,6%. No entanto, houve uma irregularidade na variação anual, registando-se em alguns anos um crescimento positivo e noutros decrescimento. Os anos de 2006 e 2010 foram aqueles em que se registou um decrescimento mais significativo, tendo a Refer atingido níveis de -13% e -12,5% respetivamente. Por outro lado, o nível mais elevado de crescimento da PTF foi atingido em 2014, com 12,9%. Aliás, desde 2010 que a variação da PTF tem vindo a melhorar. Os resultados para os anos de 2003 a 2005 estão concordantes com o trabalho de Santos et.al (2010), que também obteve ineficiência.

Uma análise adicional efetuada decorreu da alteração do nível de eficiência considerado pelo regulador. Quando inicialmente foi estabelecido um nível de 1%, em 2011 o regulador procedeu à alteração do mesmo, modificando-o para um nível variável, em função da variação anual do índice de preços no consumidor. Esta nova

metodologia retira incentivo à eficiência, uma vez que permite uma variação de preços maior, logo maior "ineficiência". Quando comparada com a realidade do setor na altura da alteração da política, esta parece vir retirar exigência à empresa incumbente.

Como trabalho futuro seria interessante avaliar, através de um modelo formal, esta alteração de metodologias na determinação do fator eficiência para o preço máximo estabelecido na atividade de gestão da infraestrutura ferroviária. Por outro lado, seria útil também a atualização do cálculo do índice de Malmquist para os anos seguintes, no sentido de verificar se estes ganhos de produtividade se mantiveram ao longo do tempo.

Referências bibliográficas

Artigos Científicos

Armstrong, M., Cowan, S. e Vickers, J. (1999), *Regulatory Reform: Economic Analysis and British Experience*, Londres, The MIT Press.

Baumol, W. (1977), "On the proper cost tests for natural monopoly in a multiproduct industry", *The American Economic Review*, Vol. 67. No. 5, pp. 809-822.

Baumol, W. e Willig, R. (1981), "Fixed Costs, Sunk Costs, Entry Barriers, and Sustainability of Monopoly", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 96, No. 3, pp. 405-431.

Beesley, M. e Littlechild, S. (1989), "The Regulation of Privatized Monopolies in the United Kingdom", *The RAND Journal of Economics*, Vol. 20, No. 3, pp. 454-472.

Borts, G. (1952), "Production Relations in the Railway Industry", *Econometrica*, Vol. 20, No. 1, pp. 71-79.

Bitzan, J. (2003), "Railroad Costs and Competition - The Implications of Introducing Competition to Railroad Networks", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 37, Part 2, pp. 201-225.

Cantos, P. e Campos, J. (2005), "Recent Changes in the Global Rail Industry: Evaluating the New Regulatory Instruments", *European Transport/Trasporti Europei*, Vol. 29, pp. 22-45.

Cantos, P., Pastor, J. e Serrano, L. (2012), "Evaluating European Railway Deregulation Using Different Approaches", *Transport Policy*, Vol. 24, pp. 67-72.

Cave, M. e Doyle, C. (1994), "Access pricing in network utilities in theory and practice", *Utilities Policy*, No. 4, Vol. 3, pp. 181-189.

Chambers, R., Färe, R. e Grosskopf, S. (1994) – "Efficiency, Quantity Indexes, and Productivity Indexes: a Synthesis", *Bulletin of Economic Research*, Vol. 46, No. 1, pp. 1-21.

Church, J. e Ware, R. (2000), *Industrial Organization – A Strategic Approach*, McGraw-hill International Editions.

Coelli, T. e Perelman, S. (2000), "Technical Efficiency of European Railways: a Distance Function Approach, *Applied Economics*, Vol. 32, No.15, pp.1967-1976.

Coelli, T., Prasada R., O'Donnell, D.., e Battese, G. (2005), *An introduction to efficiency and productivity analysis,* 2ª edição, Springer Science + Business Media, Inc.

Coelli, T., Estache, A., Perelman, S. e Trujillo, L. (2003), *A Primer on Efficiency Measurement for Utilities and Transport Regulators,*Washington, WBI Development Studies.

Crew, M. (1982), "Efficiency and Regulation: A basis for Reform", *Managerial and Decision Economics*, Vol. 3, No. 4, pp. 177-187.

Currier, K. e B. Jackson (2008), "A Pedagogical Note on the Superiority of Price-Cap Regulation to Rate-of-Return regulation", *Journal of Economic Education*, pp. 261-268.

Demsetz, H. (1968), "Why Regulate Utilities?", J*ournal of Law and Economics*, Vol. 11, pp. 55-65.

Ivaldi, M. e McCullough, G. (2004), "Subadditivity Tests for Network Separation with an Application to U.S. Railroads", CEPR Discussion Paper 4392, London, May 2004, disponível em, http://www.cepr.org/pubs/dps/DP4392.

Jensen, A. (1998), "Competition in Railway Monopolies", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review,* Vol. 34, No. 4, pp-267-287.

Joskow, P. (1996), "Introducing Competition into Regulated Network Industries: from Hierarchies to Markets in Electricity", *Industrial and Corporate Change*, Vol. 5, No. 2, pp. 341-382.

Kabasakal, A., Kutlar, A. e Sarikaya, M. (2015), "Efficiency Determinations of the Worldwide Railway Companies via DEA and Contributions of the Outputs to the Efficiency and TFP by Panel Regression", *Central European Journal of Operations Research*, Vol. 32, No. 1, pp. 69-88.

Keeler, T. (1974), "Railroad Costs, Returns to Scale, and Excess Capacity", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 56, No. 2, pp.201-208.

Kessides, I. e Willig, R. (1995), "Restructuring Regulation of the Rail Industry for the Public Interest", *Policy Research Working Paper 1506*. The World Bank. Washington, D.C..

Kodwani, D. (2000), "Economic Regulation of Utility Industries", *Economic and Political Weekly*, Vol. 35, No. 30, pp. 2657-2661.

Liston, C. (1993), "Price-Cap versus Rate-of-Return Regulation", *Journal of Regulatory Economics*, Vol. 5, pp.25-48.

Magalhães, D. (2005), "Organização de Mercado, Produtividade e Eficiência no Transporte Ferroviário Suburbano de Passageiros", Tese de Mestrado em Transportes pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, disponível em http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/12421/2/Texto%20integral.pdf.

Martins, M. R (2007), "Regulação Económica No Sector Das Águas - Promoção Da Concorrência E Sustentabilidade Tarifária", Tese de doutoramento em Economia pela Universidade de Coimbra, disponível em https://estudogeral.sib.uc.pt/jspui/bitstream/10316/2499/1/tese4.pdf.

Mizutani, F. e S. Uranishi, S. (2013), "Does Vertical Separation Reduce Cost? An empirical Analysis of the Rail Industry in European and East Asian OECD Countries", *Journal of Regulation Economics*, Vol. 43, Pp. 31-59.

Oum, T.., Watters II, W. e Yu, C. (1999), "A Survey of Productivity and Efficiency Measurement in Rail Transport", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 33, No. 1, pp. 9-42.

Panzar, J. e Willing, R. (1981), "Economies of Scope", *The American Economic Review*, Vol. 71, No. 2, Papers and Proceedings of the Ninety-Third Annual Meeting of the American Economic Association, pp. 268-272.

Peltzman, S. (1976), "Toward a More General Theory of Regulation", *Journal of Law and Economics*, Vol. 19, No. 2, pp. 211-240.

Posner, R. (1974), "Theories of Economic Regulation", *The Bell Journal of Economics and Management Science*, Vol. 5, No. 2, pp. 335-358

Sánchez, P. (2000), "A Subadditivity Test for the Cost Function of the Principal European Railways", *Transport Reviews*, Vol. 20, No. 3, pp. 275-290

Santos, J., Furtado, A. e Marques, R. (2010), "Reform and Regulation of the Portuguese Rail Sector. What Has Failed?", *Utilities Policy*, Vol. 18, pp. 94-102.

Shi, F., Lim, S. e Chi, J. (2011),"Railroad Productivity Analysis: Case of the American Class I Railroads", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 60, No. 4, pp. 372 – 386.

Stigler, G. (1971), "The Theory of Economic Regulation", *The Bell Journal of Economics and Management Science*, Vol. 2, No.1, pp. 3-21.

Van Vuuren, D. (2002), "Optimal Pricing in Railway Passenger Transport: Theory and Practice in The Netherlands", *Transport Policy*, Vol. 9, pp.95-106.

Viscusi, W., Harrington, J. e Veron, J. (2005), *Economics of Regulation and Antitrust"* (4ª edição), Cambridge, MIT Press.

Waters II, W. (2007), "Evolution of Railroad Economics", *Research in Transportation Economics*, Vol. 20, pp.11-67.

Legislação

Decreto-Lei n.º 91/2015 de 29 de maio. Diário da República, 1.ª Série, N.º 104.

Regulamento n.º 630/2011, de 12 de dezembro, Diário da República, 2.ª Série, N.º 236, Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I. P..

Decreto-Lei n.º 147/2007 de 27 de abril. Diário da República, 1.ª Série, N.º 82.

Regulamento n.º 21/2005 de 11 de março. Diário da República, 2ª Série, N.º 50, Instituto Nacional do Transporte Ferroviário.

Decreto-Lei n.º 270/2003 de 28 de outubro. Diário da República, 1.ª Série - A, N.º 250.

Decreto-Lei n.º 299-B/98 de 29 de setembro, Diário da República, 1.ª Série - A, N.º 225, Ministério do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território.

Decreto-Lei n.º 104/97 de 29 de abril, Diário da República, 1.ª Série - A, N.º 99, Ministério do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território.

Ministério da Economia e do Emprego (2011), "Plano Estratégico dos Transportes. Mobilidade Sustentável. Horizonte 2011-2015", disponível em http://www.portugal.gov.pt/media/152472/pet_mobilidade_sustentavel_rcm.pdf, acedido a 27 de agosto de 2014.

Diretórios na internet

CEPA, Centre for Efficiency and Productivity Analysis (2011), "DEAP V2.1 A Data Enwlopment Analysis (Computer) Program", disponível em http://www.uq.edu.au/economics/cepa/deap.php , acedido a 4 de setembro de 2015

CP (2015), “”Relatório & Contas 2014, disponível em http://www.cp.pt/institucional/pt/empresa/relatorio-contas, acedido em 29 de agosto de 2015.

CP (2014), “Enquadramento Legal :: CP :: (Versão Portuguesa)”, disponível em http://www.cp.pt/cp/displayPage.do?vgnextoid=66faab3226ea4010VgnVCM1000007b01a8c0RCRD , acedido em 7 de agosto de 2014.

CP (2014a), “"Relatório & Contas 2013”, disponível em http://www.cp.pt/institucional/pt/empresa/relatorio-contas, acedido em 29 de agosto de 2015.

CP (2013), História, disponível em http://www.cp.pt/cp/displayPage.do?vgnextoid=6cadbb8dcb435010VgnVCM1000007b01a8c0RCRD , acedido em 27 de dezembro de 2013.

CP (2013a), Relatório e Contas 2012, disponível em http://www.cp.pt/StaticFiles/CP/Imagens/PDF/Institucional/Relatorios%20Financeiros/2012/relatorio_gestao2012.pdf , acedido em 27 de dezembro de 2013.

CP (2012), Relatório e Contas 2011, disponível em http://www.cp.pt/StaticFiles/CP/Imagens/PDF/Institucional/Relatorios%20Financeiros/2012/relatorio_gestao2012.pdf , acedido em 27 de dezembro de 2013.

CP (2011) Relatório e Contas 2010, disponível em http://www.cp.pt/StaticFiles/CP/Imagens/PDF/Institucional/Relatorios%20Financeiros/2012/relatorio_gestao2010.pdf , acedido em 27 de dezembro de 2013.

CP Carga, S.A. (2015), Relatório e Contas 2014, disponível em http://www.cpcarga.pt/templates/cpcarga/pdf/Relatorio_e_Contas_2014.pdf, acedido a 4 de setembro de 2015.

CP Carga, S.A. (2011), “CP Carga, SA”, disponível em http://www.cp.pt/StaticFiles/Imagens/PDF/Institucional/orientacoes_estrategicas/capitulo1_a_orientacoes_estrategicas_sector_ferroviario.pdf, acedido a 7 de agosto de 2014.

Comissão Europeia (2014),“ Transportes 2050: rumo a uma Europa mais interligada”, disponível em http://ec.europa.eu/news/transport/110328_pt.htm, acedido a 30 de Agosto de 2014.

Fertagus (2012), “Quem Somos | Fertagus”, disponível em http://www.fertagus.pt/pt/quem-somos, acedido a 7 de agosto de 2014.

IMT (2014), "Acesso Rede Ferroviária Nacional", disponível em http://www.imtt.pt/sites/IMTT/Portugues/TransportesFerroviarios/CaminhodeFerro/AcessoRedeFerroviariaNacional/Paginas/AcessoRedeFerroviariaNacional.aspx, acedido a 7 de agosto de 2014.

Mota-Engil, SGPS (2014), "Sinergia", disponível em http://sinergia.mota-engil.pt/Detail.aspx?ParentId=42, acedido a 7 de agosto de 2014.

PORDATA (2015), "PORDATA – Taxa de Inflação (Taxa de Variação – Índice de Preços no Consumidor) em Portugal", disponível em http://www.pordata.pt/Portugal/Taxa+de+Infla%C3%A7%C3%A3o+(Taxa+de+Varia%C3%A7%C3%A3o+do+%C3%8Dndice+de+Pre%C3%A7os+no+Consumidor)+total+e+por+consumo+individual+por+objectivo-2315 , acedido a 3 de setembro de 2015

REFER (2015), "Diretório da Rede 2016", disponível em http://www.refer.pt/sites/default/files/files/files/diretoriorede2016_opt.pdf , acedido a 4 de setembro de 2015.

REFER (2015), "RELATÓRIO DE GESTÃO, Demonstrações Financeiras, Governo Societário e Sustentabilidade 2014", disponível em http://www.infraestruturasdeportugal.pt/sobre-nos/historico/refer/documentacao/relatorios-de-gestao, acedido a 4 de setembro de 2015.

REFER (2014), "RELATÓRIO DE GESTÃO, Demonstrações Financeiras, Governo Societário e Sustentabilidade 2013", disponível em http://www.infraestruturasdeportugal.pt/sobre-nos/historico/refer/documentacao/relatorios-de-gestao, acedido a 4 de setembro de 2015

REFER (2013), "RELATÓRIO DE GESTÃO, Demonstrações Financeiras, Governo da Sociedade e Sustentabilidade 2012", disponível em http://www.infraestruturasdeportugal.pt/sobre-nos/historico/refer/documentacao/relatorios-de-gestao, acedido a 4 de setembro de 2015

REFER (2012), "RELATÓRIO DE GESTÃO, Demonstrações Financeiras, Governo da Sociedade e Sustentabilidade 2011", disponível em http://www.infraestruturasdeportugal.pt/sobre-nos/historico/refer/documentacao/relatorios-de-gestao, acedido a 4 de setembro de 2015

REFER (2011), “RELATÓRIO DE GESTÃO, Demonstrações Financeiras, Governo da Sociedade, Sustentabilidade 2010”, disponível em http://www.infraestruturasdeportugal.pt/sobre-nos/historico/refer/documentacao/relatorios-de-gestao, acedido a 4 de setembro de 2015

REFER (2010), “RELATÓRIO DE GESTÃO, Demonstrações Financeiras, Governo da Sociedade, Sustentabilidade 2009”, disponível em http://www.infraestruturasdeportugal.pt/sobre-nos/historico/refer/documentacao/relatorios-de-gestao, acedido a 4 de setembro de 2015.

Anexos

Os Dados

ANO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Comboios x km passageiros (em milhares)	29 083	29 417	30 699	30 927	31 835	32 459	32 365	31 667	29 929	28 490	29 682	30 020
Comboios x km mercadorias (em milhares)	6630	6915	7242	7056	7646	7800	6424	6964	6403	5733	5450	6025
Número médio de trabalhadores	4814	4436	4024	3654	3579	3573	3518	3469	3237	2784	2642	2513
Ativo fixo tangível líquido	45 961	47 709	48 342	50 518	49 996	42 371	42 250	40 205	37 858	36 009	34 657	33454
Outros gastos	206 443	209 885	233 167	335 433	350 625	382 770	307 026	446 954	453 541	434 711	413 405	376 163

Instruções no DEAP

```
T-D.txt             DATA FILE NAME
T-O.txt             OUTPUT FILE NAME
1                  NUMBER OF FIRMS
12                NUMBER OF TIME PERIODS
2                  NUMBER OF OUTPUTS
3                  NUMBER OF INPUTS
0                  0=INPUT AND 1=OUTPUT ORIENTATED
0                 0=CRS AND 1=VRS
2                 0=DEA(MULTI-STAGE), 1=COST-DEA, 2=MALMQUIST-DEA, 3=DEA(1-
STAGE), 4=DEA(2-STAGE)
```

Output do DEAP

```
MALMQUIST INDEX SUMMARY OF ANNUAL MEANS

  year    effch   techch     pech     sech    tfpch

     2    1.000    1.050    1.000    1.000    1.050
     3    1.000    1.041    1.000    1.000    1.041
     4    1.000    0.867    1.000    1.000    0.867
     5    1.000    1.044    1.000    1.000    1.044
     6    1.000    1.060    1.000    1.000    1.060
     7    1.000    1.013    1.000    1.000    1.013
     8    1.000    0.875    1.000    1.000    0.875
     9    1.000    0.958    1.000    1.000    0.958
    10    1.000    1.017    1.000    1.000    1.017
    11    1.000    1.041    1.000    1.000    1.041
    12    1.000    1.129    1.000    1.000    1.129

mean      1.000    1.006    1.000    1.000    1.006


MALMQUIST INDEX SUMMARY OF FIRM MEANS

  firm    effch   techch     pech     sech    tfpch

     1    1.000    1.006    1.000    1.000    1.006

mean      1.000    1.006    1.000    1.000    1.006
```