



• C •

FEUC

FACULDADE DE ECONOMIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Mestrado em Economia

Especialização em Economia Industrial

A PROCURA DE TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE MERCADORIAS NA EUROPA

Ricardo Manuel Rodrigues Fernandes

Trabalho de Projecto orientado por: Professor Doutor Daniel Murta

2011

Resumo

Este estudo empírico tem como propósito fundamental avaliar os factores que influenciam o crescimento da procura de serviços de transporte ferroviário de mercadorias. Com uma amostra de doze países da União Europeia, observados de 1980 a 2004, agrupamos em dois grupos consoante as quotas de mercado. Foi usado um painel estático estimando uma função procura, expressa em primeiras diferenças dos logaritmos, com o intuito de obter as estimativas das elasticidades do preço próprio do serviço e do serviço substituto, neste caso só o camião, bem como as estimativas do PIB e do valor acrescentado da indústria, ambos a preços constantes como variáveis representativas do rendimento disponível. As principais conclusões obtidas evidenciam que: i) o crescimento do PIB e do valor acrescentado da indústria afectam significativamente o crescimento da procura deste serviço; ii) as elasticidades do preço próprio indicam uma procura rígida; iii) o preço do serviço substituto carece de mais características além do preço do combustível, que não revelou significância estatística; iv) os resultados estimados da amostra de seis países com maiores quotas de mercado deste sector, revelaram-se melhores para explicar a procura deste serviço.

Classificação JEL: R41, L91, L92, N74

Palavras-chave: Caminho-de-ferro, Procura de Transporte, Logística, Transporte de Mercadorias

Abstract

This empirical study has a purpose of evaluate the key factors that influence the growth of demand for services rail freight transportation. For a sample of twelve European Union countries, observed from 1980 to 2004, grouped into two samples depending on market shares. Was used a statistic panel estimating a demand function, expressed in first differences of logarithms, with the intention of obtaining estimates of own price service's elasticities and the substitute service, in this case only the truck, as well as estimates of GDP and value-added industry, both at constant prices, like variables representing disposable income. The main conclusions obtained, show that: i) GDP growth and value added industry affect significantly the growth of demand for this service; ii) the own price service's elasticities indicate an inelastic demand; iii) the price of substitute's services shortaged more characteristics than the price of fuel, which showed no statistical significance; iv) the estimated results of the six countries is sample with the largest market share in this sector revealed best to explain the demand for this service.

Agradecimentos

Ao Professor Doutor Daniel Murta, orientador do Trabalho Projecto, agradeço o apoio, a partilha do saber e as valiosas contribuições para o trabalho. Acima de tudo, obrigada por estimular o meu interesse na Economia dos Transportes.

Ao Professor Doutor Elias Soukiazis, agradeço o apoio, e as valiosas contribuições para o estudo empírico e enriquecimento do trabalho.

A todos os meus colegas de curso, agradeço o estímulo, a partilha de ideias e a disposição em colaborar sempre que foi solicitada ajuda.

Índice

Índice	1
Índice Quadros e Figuras	2
I - Introdução.....	3
II - Transportes na Europa.....	4
III - Revisão da Literatura	7
IV - Modelo Teórico.....	11
V - Especificação Empírica	12
Análise descritiva dos dados	12
Equação a Estimar	14
Evidências empíricas.....	15
VI – Conclusões	20
VII – Bibliografia	22
VIII - Anexos	25
Anexos 1 – Figuras e Gráficos.....	25
Anexos 2 – Análise descritiva dos dados	27
Anexos 3 – Testes e Estimações referente à Amostra 1. (12 países)	27
Anexos 4 – Testes e Estimações referente à Amostra 2. (6 países com maior quotas)	29
Anexos 5 – Testes e Estimações referente à Amostra 3. (6 países com menor quotas mercado)...	31
Anexos 6 – Testes e Estimações referente à Amostra 1, com a variável Industria	32
Anexos 7 – Estimações referente à Amostra 1 inicial, omitindo a variável Diesel.....	34

Índice Quadros e Figuras

Quadro1: Resultados da Estimação pelo MMQ da Equação (2).....	17
Quadro2: Resultados da Estimação MMQ da equação (2) e (3).....	19
Gráfico 1.1 – Volume de transporte de pessoas e bens na UE-27 (1995=100)	25
Gráfico 1.2 - Performance por modo para transporte de mercadorias na UE-27	25
Gráfico 1.3 – Quota de mercado dos países seleccionados.....	26
Gráfico 1.4 – Volume total tonelada – Quilometro movimentado nos países seleccionados.....	26
Quadro 3.1 – Estimação MMQ inicial da amostra 1.....	27
Quadro 3.2 – Diagnósticos de Painel.....	28
Quadro 3.3 – Teste White.....	28
Quadro 4.1 – Estimação MMQ inicial da amostra 2.....	29
Quadro 4.2 – Diagnósticos de painel.....	29
Quadro 4.3 – Teste White.....	30
Quadro 5.1 – Estimação MMQ inicial da amostra 3.....	31
Quadro 5.2 – Diagnósticos de Painel.....	31
Quadro 5.3 – Teste White.....	32
Quadro 6.1 – Estimação MMQ da amostra 1 com a variável "Industria".	32
Quadro 6.2 – Diagnósticos de Painel.....	33
Quadro 6.3 - Teste de White.....	33
Quadro 7.1 – Estimação MMQ da amostra 1 inicial, omitindo a variável Diesel.....	34

I - Introdução

Nas sociedades modernas o sector dos transportes é um dos suportes do desenvolvimento e da competitividade da economia. A existência de um sistema de transportes eficaz contribui para o crescimento económico, para o desenvolvimento social e para a diminuição das disparidades entre regiões e países. (Comissão Europeia, 1999). Os sistemas europeus de transporte de mercadorias devem acompanhar as exigências de uma competitiva economia global e superar os desafios urgentes do reforço da sua efectiva integração e sustentabilidade, contribuindo para o aumento da mobilidade e da eficácia energética. Neste contexto o sector ferroviário poderá desempenhar um papel fundamental.

Em época conturbada em que diversos países Europeus sofrem pressões orçamentais e alguns deles problemas de crescimento económico, os grandes investimentos públicos em infra-estruturas de transporte são revistos e objecto de grande discussão. As decisões sobre estes avultados investimentos exigem alguns pressupostos credíveis sobre a procura a longo prazo de potenciais serviços que utilizem as infra-estruturas. Torna-se assim necessário compreender os factores que influenciam a procura de transportes, importante para auxiliar os decisores públicos a implementar as melhores soluções.

Nas últimas décadas, a União Europeia (UE) tem testemunhado uma crescente discussão sobre o sector ferroviário, motivada em particular pelos altos deficits das empresas do sector, e pela constante perda de cota de mercado, colocando em causa a sustentabilidade do sistema a longo prazo, mas também por questões ambientais e de segurança. Para a Comissão Europeia (2001), este sector tem o desafio de assegurar e impulsionar o crescimento económico, e especialmente lidar com o aumento da procura de transporte de mercadorias. Simultaneamente, contribuir para reduzir a dependência de energia fóssil, e consequentemente limitar os impactos negativos do transporte sobre o ambiente, os acidentes e o congestionamento.

O presente estudo pretende avaliar a procura de transporte ferroviário de mercadorias em doze países da União Europeia para o período de 1980-2004. Com base na função procura do consumidor por serviços intermédios, e com dados de natureza agregada por país, pretende-se avaliar o desempenho dos diversos factores que influenciam a procura do serviço de transporte de mercadorias por ferrovia. Estudos anteriores dão relevância ao preço

praticado, qualidade e rapidez do serviço, mas também apontam factores externos como o nível de actividade económica e a concorrência de serviços substitutos, entre outros.

O estudo desenvolve-se em cinco secções para além da Introdução. Na secção II é apresentada uma breve caracterização do mercado de transporte na Europa, especialmente de mercadorias; de seguida, a secção III concentra a revisão da literatura sobre a procura de transporte; e a secção IV apresenta o modelo teórico utilizado; a secção V expõe os resultados empíricos e, por último, a secção VI aponta as principais conclusões.

II - Transportes na Europa

Muitos aspectos da política de transportes mantêm-se na esfera de competência dos governos dos diferentes Estados-Membros da UE, mas importa reconhecer um significativo esforço da Comunidade Europeia desde a sua criação em promover a livre circulação de pessoas e mercadorias, eliminando as barreiras legais e técnicas, e fomentando a concorrência inter-modal e intra-modal entre os diversos meios. A política europeia de transportes, em si, é baseada numa mistura de regulamentação com base legal elaborada em documentos de políticas comuns, tais como o Livro Branco (2001), a revisão intercalar do Livro Branco (2005), o Livro Verde (2006), o Livro Azul (2007), e planos de acção e programas, bem como as Directivas e Regulamentos.

As bases políticas, institucionais e orçamentais da Política Comum de Transportes (PCT) tiveram a sua génese no Tratado de Roma com a criação do Mercado Único, que implicava a livre circulação de pessoas e mercadorias, vital para o desenvolvimento económico. Posteriormente, o Tratado de Maastricht veio reforçar o processo de unificação entre os Estados Membros e introduziu o conceito de rede transeuropeia (RTE), reforçando também a importância da segurança e da protecção do meio ambiente. Os objectivos da Política Comum de Transportes passam por responder á crescente necessidade de mobilidade das populações na sua vida quotidiana, aliado ao crescente movimento de bens e matérias-primas. A necessária reorganização do sector deve ter como base a inter-modalidade, ou seja um sistema de transportes onde os diferentes modos são integrados de maneira a garantir que um passageiro ou uma mercadoria seja transportada de forma segura e eficiente para ambos, confortável para passageiros, e com menos danos para o ambiente. Para concretizar os

desígnios do Mercado Único é indispensável ter ao dispor uma rede de infra-estruturas de transporte a nível europeu moderna e eficiente. Surge no final da década de 1980 a ideia de rede transeuropeias com o objectivo de ligar os diversos sistemas nacionais pelos diferentes modos, incentivado por fortes investimentos comunitários. Com um arranque lento, ainda hoje está muito por fazer. Em Junho de 2010, os responsáveis da Comissão Europeia e do Parlamento Europeu, reunidos em Saragoça, consideraram que a rede transeuropeia de transporte, vital para o futuro do continente, continua por aplicar, e que a UE continua com 27 planos nacionais que não estão verdadeiramente integrados entre si.

O Livro Branco (2001) “*A política europeia de transportes no horizonte 2010: a hora das opções*”, aprovado pela Comissão Europeia, faz uma avaliação global da evolução do sector dos transportes a nível comunitário e apresenta um programa de acção com um conjunto de medidas a adoptar até 2010. Os objectivos passariam por reequilibrar a distribuição modal de forma sustentável, controlar a globalização dos transportes, desenvolver a inter-modalidade, suprimir os estrangulamentos e colocar a segurança e a qualidade dos serviços no centro da acção. O horizonte para os dez anos sobre os quais se construíram as propostas e as políticas incluídas no Livro Branco de Transportes 2001, era de um expectável crescimento económico, mais forte que na década anterior. Nesse horizonte, esperava-se ainda a continuação dum crescimento da procura de transporte de mercadorias, que no mínimo, acompanhe-se o próprio crescimento do PIB, seguindo de perto o comportamento da anterior década.

O desenvolvimento da Política Comum de Transportes não foi harmonioso em toda a União Europeia, o que contribuiu para o alargamento das disparidades entre modos de transporte. O crescimento do transporte de mercadorias na UE a 27, a uma taxa de 2,3% por ano tem acompanhado o crescimento económico, que foi igualmente de 2,3% em média no período de 1995-2008 como verificado no gráfico 1.1 no anexo 1. No mesmo período o transporte de passageiros cresceu a uma taxa de 1,6% por ano. No gráfico 1.2 observamos a performance do transporte mercadorias por modo, em que o sector rodoviário liderou o crescimento a uma taxa de 2,9% por ano, seguido pelo transporte marítimo com 2,3%, o ferroviário com 1,1% e o transporte fluvial de curta distância com 1,3% para o mesmo período. Dentro da UE a maior parte do transporte processa-se por estrada, sendo este modo responsável 45,9% no transporte de mercadorias e 72,4% para passageiros em 2008. A quota de ferroviário é apenas de 10,8% e 6,3% respectivamente. É esperado que no futuro as

políticas da União Europeia estimulem mais a concorrência e fomentem o crescimento do sector ferroviário e fluvial.

Relativamente ao transporte ferroviário seguindo Murta (2005) o declínio da sua participação relativa deveu-se principalmente ao aumento da motorização das famílias e consequente expansão da rede rodoviária, logo após a Segunda Guerra Mundial. O transporte de passageiros perdeu bastante quota de mercado para o transporte rodoviário individual e para o aéreo. No caso do transporte de mercadorias, devido á sua velocidade e flexibilidade, o sector rodoviário descolou claramente em relação á ferrovia, especialmente nas curtas distâncias. Em longas distâncias, a diferenças entre comboio e camião não são tão acentuadas. A perda de importância deste sector deveu-se entre outros à própria estrutura e organização. Praticamente todos os organismos ligados a este mercado são monopólios controlados pelo Estado, no caso português a REFER, a CP e o INTF (Instituto Nacional de Transporte Ferroviário) mais tarde agregado ao IMTT, apenas a Fertagus, em regime de concessão da travessia do Tejo, e a Takargo, no transporte de mercadorias conseguiram romper o domínio estatal. A regulação do mercado ferroviário durante anos foi fraca ou quase inexistente, porque a entidade reguladora quase sempre estava sob a tutela do próprio Estado, accionista da empresa. Esta fraca concorrência no sector acarretou reduzidos incentivos para investimentos em soluções inovadoras. Pelo contrário, o sector rodoviário teve um forte investimento e modernização das infra-estruturas, devido á expressão que têm junto das populações, e assim visto também como uma ferramenta política. Também foi pioneiro na liberalização do mercado de transportes na União Europeia, com a abolição de barreiras á circulação de mercadorias entre os Estados Membros. Para Portugal especificamente, Murta (2005) resume a situação do sector ferroviário caracterizado por um operador histórico, numa situação financeira difícil, permanecendo algum excesso de oferta em determinados segmentos e falta de investimentos e manutenção, que fomentam os problemas crónicos neste sector.

A União Europeia com as suas políticas, tenta interromper a tendência de queda do transporte ferroviário. Para além da eliminação das barreiras burocráticas, implementou medidas de incentivo e promoção á concorrência e eficiência. Podemos referir a separação da gestão da infra-estrutura ferroviária da operação de transporte que, no caso de Portugal, surge assim a REFER, E.P.E. ficando a cargo da CP a exploração do serviço de transporte. A abertura do mercado a todos os operadores sem restrições de quantidades transportadas e acesso a todos os Estados-Membros, bem como a introdução de taxas de utilização da via,

com base no custo marginal e uma harmonização das regras de entrada de novos operadores ferroviários permitiu criar condições para o aparecimento de novos operadores (em Portugal surge a CP Carga S.A. e a Takargo S.A. para mercadorias). Ainda muito recente por exemplo, a Comunidade Europeia anunciou um novo regulamento para incentivar os operadores ferroviários a normalizar os sistemas tecnológicos para melhor gestão de reservas, à semelhança do sector aéreo, para incentivar o uso do comboio. As melhorias de gestão do serviço são importantes, mas teriam de ser acompanhadas por significativas melhorias nas infra-estruturas, para conseguir propiciar concorrência entre operadoras. Um exemplo importante em Portugal é a linha do Norte, congestionada por comboios de mercadorias e regionais, sem solução política á vista. A reabilitação deste troço, bem como da linha do Oeste e Oeste - Beira Alta seria mais urgente e necessário que o avultado troço de alta velocidade Lisboa - Porto, e traria maior perspectivas futuras ao porto marítimo da Figueira da Foz.

Em conclusão desta secção, podemos afirmar que a existência de um sistema de transporte eficiente é indispensável para a prosperidade e crescimento económico na União Europeia. A ideia de um Mercado Único Europeu não faz sentido sem uma moderna e eficiente rede de infra-estruturas a ligar os sistemas por diversos modos de cada país, mas muito ainda está por fazer. A Comissão através do Livro Branco dos Transportes em 2001 mostrou a sua preocupação no progresso deste sector. Propuseram novas medidas para alcançar a mobilidade sustentável e eficiente, diminuindo o impacto ambiental, congestionamentos e acidentes, dando especial relevância estratégica ao sector ferroviário, especialmente no transporte de mercadorias.

III - Revisão da Literatura

Este capítulo fornece uma visão geral dos vários estudos publicados que reflectem diferentes abordagens aos modelos de procura de transporte de mercadorias. Os modelos de procura de transportes são necessários para prever as necessidades futuras de transporte para pessoas e mercadorias. Os órgãos públicos precisam de fornecer a infra-estrutura e recursos humanos que fazem tal movimento possível e o sector privado precisa de previsões da procura por serviços de transporte, para antecipar futuros compromissos financeiros, aquisição de equipamentos e requisitos de trabalho (Allen et all, 2003). Garrido (2003)

considera a avaliação da procura fundamental no processo de tomada de decisão, mas verifica que na literatura, a procura de transporte de mercadorias não é tão amplamente avaliada como no caso do transporte de passageiros. Isto poderá acontecer devido á falta de métodos e ferramentas mais eficientes. Na mesma linha, Pendyala, Shankar e McCullough (2000) concluem que os esforços para a recolha de dados no sector do transporte de mercadorias têm sido bastante limitados, em grande parte porque os dados de transferência de mercadorias tendem a ser confidenciais, e os dados públicos são em maioria agregados em áreas ou zonas.

Pelo interesse que o tema despertou, várias abordagens têm sido usadas com diferentes graus de sucesso para estimar a procura de transporte e de escolha modal. Regan e Garrido (2000) classificam os modelos de transporte de mercadorias de acordo com o nível geográfico em internacional, regional e urbano. Williams e Hoel (1998) consideram que em função da globalização da economia e da conseqüente reorganização dos sistemas produtivos, as empresas para tirarem vantagens competitivas na mão-de-obra e matérias-primas, deslocam várias etapas da produção para diferentes regiões. Isto resultou num crescimento dos transportes de mercadorias a nível global. As empresas esperam cada vez mais receber um serviço de qualidade, caracterizado por velocidade e flexibilidade ao mais baixo custo. Na mesma linha, Haralambides e Veenstra (1998) abordam a teoria ricardiana das vantagens competitivas do comércio internacional, entre dois países, que permita a inclusão de custos indirectos de transportes. Enfocam ainda a função procura baseada na derivada de uma função de custo total para um determinado sector industrial. Este processo pode ser difícil porque a função custo exige uma quantidade apreciável de dados e parte destes pode ser particular.¹

Winston (1983) classifica os modelos de procura de transporte de mercadorias como agregados ou desagregados quanto à natureza dos dados. Nos primeiros os dados são compostos por informações sobre os fluxos totais dos modos a nível regional ou nacional. Os estudos desagregados são baseados em modelos microeconómicos, e os dados dizem respeito em geral a decisores individuais. Os modelos de procura desagregada são privilegiados, pois captam o comportamento ao nível do tomador da decisão individual, no entanto são preteridos na ausência de dados detalhados. Em relação aos modelos de natureza agregada, referimos Quandt and Baumol (1966) que consideram os modelos agregados como "um

¹ Ver exemplo no modelo de Friedlancher e Spady (1980) para 96 indústrias e cinco regiões.

modo abstracto" pelas suas características. Boyer (1977) estimou pelo Método dos Mínimos Quadrados (MMQ) um modelo linear agregado para numa perspectiva de repartição modal, previa mudanças no tráfego entre transportadores ferroviários e camiões, que resultariam da desregulação dos preços. Este autor utiliza como variáveis explicativas as taxas de transporte, a distância percorrida, o volume de toneladas e o valor por tonelada. Ele utiliza também uma variável *dummy* para captar variações entre mercadorias. Levin (1978) seguiu o princípio que o carregador considera a utilidade de cada alternativa e selecciona o modo de transporte que maior utilidade lhe proporciona. Ele estimou por MMQ um modelo de modo de escolha de transporte para os bens manufacturados nos Estados Unidos. Sem grande surpresa o camião é dominante para curtas distâncias, 78% contra 21% para o comboio. No entanto a questão inverte-se á medida que a distância aumenta.

Num trabalho bastante próximo ao presente estudo, FitzRoy e Smith (1995) explicaram a variação na procura de transporte ferroviário de passageiros e mercadorias para países europeus. Utilizam variáveis comuns para ambos os modos como a densidade populacional, a extensão da linha e o PIB real. Especificamente para o transporte de mercadorias, definem o preço próprio como o rácio entre receita das mercadorias e o total de toneladas – quilómetro percorridos, e utilizam o preço do combustível diesel como aproximação do preço do transporte rodoviário. Oum (1979) argumenta que se aplicarmos logaritmos aos modelos lineares de natureza agregada, a função torna-se fraca para estudos de procura de transporte, porque impõem muitas restrições *a priori* sobre os parâmetros de resposta do preço da procura tal como a estrutura de tecnologia subjacentes. Na sua estimação introduz uma variável *trend* para representar o estado da tecnologia no ano *t*. Friedlaender e Spady (1980) estimaram equações derivadas da função custo total de uma amostra de indústrias transformadoras, e calcularam as elasticidades preço para os serviços de ferrovia e camião. Estes autores concluíram que a procura de serviços ferroviários e rodoviários são altamente independentes. Lewis e Widup (1982) propuseram um modelo de repartição modal baseado em séries temporais, entre os sistemas ferroviário e rodoviário usando a função de custo de transporte. Assumem que os atributos para a qualidade do serviço influenciam a procura indirectamente através do seu impacto no preço.

Abdelwahab e Sagious (1992) resumem a diferença básica entre dois tipos de modelos desagregados discutidos na literatura. Enquanto os modelos de comportamento lidam com uma única decisão, os modelos de inventário tentam integrar no modo de escolha outras decisões de produção. Nesta linha Miklius, Casavant e Garrod (1976) analisam

individualmente o transporte de bens perecíveis como as cerejas e maçãs por ferrovia e camião. Utilizam os preços e o tempo de viagem como variáveis independentes. Para ambos os bens, as elasticidades estimadas sugeriram que a escolha do modo de embarque é mais sensível aos preços que ao tempo de viagem. Abdelwahab e Sargious (1992) desenvolveram um modelo de decisão em articulação com o modo de expedição e o tamanho da carga para o modo ferroviário e rodoviário, mas na prática o expedidor pode escolher um variado tipo de logística, o que aumenta o número de alternativas em certos casos de mercadorias. Allen (1977) apresentou um modelo de procura de transporte, baseado na maximização do lucro das empresas industriais, sendo o transporte um factor dos seus processos de produção. Nesta linha, Duaghety e Inaba (1978) desenvolveram um modelo para estimar a procura de mercadorias com base nas decisões dos transportadores. Neste caso o objectivo do transportador é maximizar os lucros tendo em conta a restrição de capacidade de carga.

Zlatoper e Austrian (1989) descrevem métodos econométricos para estimar a procura de transporte de mercadorias com base em modelos económicos de input-output que tratam o transporte como um input intermédio de bens e serviços. Nos modelos desagregados os resultados estatísticos são frequentemente variados para as mercadorias analisadas, portanto torna-se difícil generalizar os resultados dos diferentes estudos, mas um facto em comum é as taxas de frete, que têm um impacto significativo nas decisões de expedição. Para Hensher e Golob (1999) um modelo de procura de transporte deve ser sensível a vários factores, incluindo tendências demográficas, factores macroeconómicos, políticas governamentais, práticas de logística de carga e características da infra-estrutura. Bennathan Fraser e Thompson (1992) acrescentam que a quota do sector primário, secundário e terciário de uma economia influenciam a quantidade de carga transportada. Para Wardman (2006) o principal motor da procura de transporte é claramente o PIB, mas outros factores como o preço do petróleo, aquisição de novos veículos, a população e o tempo de viagem também são significativos. Para Garrido (2003) de um modo geral o transporte de mercadorias é medido e descrito usando fluxos de mercadorias e os fluxos de veículos.

No contexto urbano, o estudo sobre a procura de transporte de mercadorias está menos desenvolvida que o transporte de passageiros. Pesquisadores como He e Crainic (1998), Gorys e Hausmanis (1999) lidam principalmente com os fluxos de veículos, especialmente os fluxos de camiões e o modelo proposto por Harris e Liu (1998), que prevê compras e vendas para diferentes categorias de produtos dentro e fora dos limites da cidade.

Em suma, é possível dizer que os modelos de procura de mercadorias mais simples e práticos não capturam os aspectos essenciais para boas previsões da procura de mercadorias. Os modelos que exigem mais a nível de dados, são muitas vezes impossíveis de pôr em prática devido, sobretudo, ao desfasamento entre dados necessários e dados existentes.

IV - Modelo Teórico

Nesta secção procede-se á modelização do comportamento da procura no mercado de transporte de mercadorias por ferrovia. O objectivo é especificar um modelo teórico que seja suporte para um estudo empírico, através de instrumentos econométricos, realizado na secção seguinte, seguido de uma apresentação dos resultados e conclusões.

A especificação do modelo apresentado é baseada na revisão da literatura exposta na secção anterior. Foi seguido de perto o estudo realizado por FitzRoy e Smith (1995) que tinha o objectivo de explicar o comportamento da procura de serviços de transporte ferroviário de passageiros e mercadorias, isoladamente. Iniciaram a análise com base no modelo descrito como a teoria elementar da procura do consumidor por serviços intermédios.

$$D = f(Y, TC, P)$$

A procura (D) é escrita em função do rendimento disponível (Y), o custo total para viagens de comboio por unidade de distância (TC) e o preço do serviço substituto. O estudo abrangia catorze países da União Europeia, para um único ano, 1990. Uma alternativa, passaria por uma análise inter-modal para o transporte ferroviário e camião tal como Boyer (1977), mas foi impossível conseguir dados para a quantidade tonelada - quilómetro para o camião. Uma análise baseada em custos de transporte, á semelhança de Friedlaender e Spady (1980) foi preterida pela diversidade e complexidade dos dados necessários.

O presente estudo, segundo os dados disponíveis, segue a teoria da procura e comportamento do consumidor,

$$D = f(Y, P_p, P_s)$$

em que a procura de transporte (D) depende do rendimento disponível (Y), do preço próprio (P_p) e do preço do serviço substituto (P_s). Em comparação a outros estudos referidos na revisão da literatura, este trabalho partilha a atenção dada a factores de concorrência,

nomeadamente o preço próprio e do serviço substituto. Em relação ao último, optou-se por incluir apenas o serviço de transporte rodoviário de mercadorias como concorrente, devido á elevada representação deste nos transportes terrestres. O transporte por oleodutos não é incluído por falta de relevância económica como constatado anteriormente, resumido no anexo 1, quadro 1.3.

Com os recursos disponíveis tenciona-se contribuir para a discussão teórica deste tema, que é muito próxima aos estudos citados anteriormente, e dentro dos resultados econométricos, analisar os factores que contribuem para as alterações na procura deste serviço de transporte.

V - Especificação Empírica

Nesta secção vamos tentar compreender os factores que influenciam a procura de transporte ferroviário de mercadorias para doze países da União Europeia entre 1980 e 2004, através de uma análise econométrica com dados em painel. Primeiro será apresentado uma descrição dos dados utilizados nas estimações e de seguida o modelo econométrico de acordo com a teoria já apresentada. Por último, serão expostos os resultados e procede-se a um confronto entre as evidências empíricas e a teoria económica.

Análise descritiva dos dados

Na economia dos transportes, os dados agregados são compostos pela soma dos fluxos de bens a nível regional ou nacional. Como o objectivo deste estudo não é medir a reacção de um operador específico às alterações nos atributos do serviço particular, usamos dados agregados para analisar como os fluxos completos de um país vão reagir a essas alterações. Os dados foram retirados do Banco Mundial, excluindo o preço do diesel, que foi cedido pela Agência Internacional de Energia, ambos para o período entre 1980 e 2004. Concentramos o nosso estudo em doze países da União Europeia que, após triagem dos dados, perfazem séries completas, deixando de fora países como a Suécia, Polónia, Reino Unido e Irlanda. A estimação de um painel não balanceado poderia eventualmente adulterar os resultados, dado o abismal diferencial de informação disponível por unidade de secção cruzada. De modo a eliminar este risco, decidimos ceder às condicionantes que a estimação de um painel

balanceado iria exigir. A quota de mercado do transporte ferroviário de mercadorias difere bastante entre cada país, o que após uma análise das quotas de mercado², possibilita traçar uma mediana e criar dois grupos. Países com maior expressão do caminho-de-ferro, superior a 12,4% de quota de mercado serão agrupados na primeira amostra, constituída por França, Áustria, Finlândia, Alemanha, Hungria e Bélgica, adiante designado como amostra 2. O segundo grupo reúne os países com quota de mercado inferior a 12,4% como Portugal, Espanha, Grécia, Holanda, Turquia e Itália, adiante designado como amostra 3. O grupo completo de países será denominado como amostra 1. Desde logo excluimos a Irlanda por irrelevante quota de mercado deste sector, cerca de 0,7% do total transportado.

Foram seleccionadas diversas variáveis que apresentamos em detalhe no anexo 2. Como variável dependente utilizamos o volume de tonelada – quilometro transportada por ferrovia (tkm) como medida da procura. Podemos ver a tendência para os diversos países no gráfico 1.4 do anexo 1 e concluímos que a Alemanha e França destacam-se dos restantes países. Esta variável caracteriza-se por um valor médio de 17221 tkm para a amostra de todos os países. Diversas variáveis foram seleccionadas como explicativas. Para o preço próprio do serviço usamos o rácio entre a receita total gerada e as toneladas – quilómetro de cada país. Isto dá-nos uma média anual do preço por tonelada quilómetro em dólares. A média de preços para o grupo os doze países situa-se em 0,0509 \$/tkm tendo um máximo de 0,1152 \$/tkm e o mínimo de 0,0092 \$/tkm. Para o preço do serviço substituto, devido á limitação de dados, seguimos o exemplo de FitzRoy e Smith (1995) e usamos a média do preço do combustível diesel por litro para cada país. Para o rendimento disponível, a maioria dos autores utiliza o PIB *per capita*. Vamos usar nas estimações o PIB a preços constantes ou o valor acrescentado bruto da Industria a preços constantes de 2000, pois como se trata de um serviço intermédio, está menos relacionado com o rendimento disponível das pessoas. Esta última variável é determinada pela soma do valor líquido do output dos sectores 10-45 definidos na classificação padrão criada pelas Nações Unidas (*International Standard Industrial Classification*)³, para promover a comparabilidade internacional dos dados económicos. Para mais detalhes da variáveis utilizadas, ver as tabelas em anexos.

² Tendo como base o ano de 2007, ver quadro1.3 do anexo 1.

³ Revisão 3. Compreende as divisões 10-45 e inclui o sector da extracção, indústria transformadora, construção, electricidade, água e gás.

Como foi dito anteriormente, gostaríamos de ter usado variáveis para definir a qualidade dos serviços. FitzRoy e Smith (1995) usam a frequência e a distância entre estações. Definem a frequência como o rácio entre o total de comboios - quilómetro e o comprimento da linha. Decidimos não utilizar esta “*proxie*” porque o comprimento da linha não sofre significativas alterações ao longo dos períodos em análise, e consequentemente seria uma variável estatisticamente pouco significativa. Não obtivemos dados para distâncias entre estações.

Equação a Estimar

O modelo tentará explicar a procura de transporte de mercadorias por ferrovia, através do volume total de toneladas - quilómetro transportado por este sector entre dois pontos do mesmo país, tendo em conta um conjunto de variáveis explicativas, neste caso o preço próprio, o preço do serviço substituto e o rendimento disponível para os doze países da UE.

Segundo Baltagi (2005) a junção de dados temporais e seccionais traz algumas vantagens, daí a utilização de dados em painel. Primeiro utilizamos um número maior de observações, dando acesso a uma maior informação, e aumenta a eficiência e a estabilidade dos estimadores, aplicando métodos de estimação adequados e testes de hipóteses que permitam uma escolha segura entre estimações diferentes. Permite identificar e medir efeitos que simplesmente não são detectáveis em *cross-section* ou *time-series* em separado. Reduzimos o risco de multicolinearidade, uma vez que os dados entre países apresentam estruturas diferentes, e aumenta os graus de liberdades nas estimações, tornando as inferências estatísticas mais credíveis.

Os modelos com dados em painel⁴ podem ser do tipo “*pooled*”, ou seja, vamos agrupar os dados assumindo $\mu_{it} \sim iid(0, \sigma^2)$ para todo o i e t . Os pressupostos para a estimação deste modelo correspondem ao modelo linear clássico, onde os parâmetros α e β são comuns para todos os indivíduos, ou seja, homogeneidade no declive e na parte constante, sendo hipóteses muito restritivas.

$$Tkm_{it} = \alpha + \beta_1 Pre\mathfrak{c}\mathfrak{o}_{it} + \beta_2 Diesel_{it} + \beta_3 PIB_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

com $i=1, \dots, 12$ países e $t=1, \dots, 25$ períodos de tempo

⁴ Seguimos Johnston e Dinardo (1997) bem como os apontamentos de Elias Soukiazis da disciplina de aplicações de econometria leccionada na faculdade no ano lectivo de 2009/2010.

Temos a variável dependente, o volume de tonelada – quilometro transportada por ferrovia (*tkm*), e como variáveis explicativas o preço próprio por tonelada – quilómetro (preço), o preço do combustível diesel para o serviço substituto (*diesel*) e o Produto Interno Bruto a preços constantes (*PIB*), e *i* e *t* representam cada país e período de tempo respectivamente. Este método pode ser adequado em amostras com indivíduos *a priori* seleccionados que mostrem algumas similitudes nas suas características estruturais. Neste estudo, os grupos de países foram criados unicamente com base na quota de mercado do sector.

A questão da formulação da procura ser linear ou exponencial foi tida em conta. A diferença está na necessidade de logaritmização dos dados para estimação e à mais directa leitura das elasticidades, para o modelo exponencial. Observando os métodos usados na revisão da literatura, decidimos aplicar logaritmos aos dados, por ser mais simples interpretar as elasticidades, o que contribuí para a estabilidade econométrica dos regressores. Conjuntamente aplicamos as primeiras diferenças nas variáveis, que revelou ser benéfico para os resultados.

$$\Delta \ln Tkm_{it} = \alpha + \beta_1 \Delta \ln Preço_{it} + \beta_2 \Delta \ln Diesel_{it} + \beta_3 \Delta \ln PIB_{it} + \Delta \mu_{it} \quad (2)$$

A vantagem de estimar o modelo (2) está no facto de as variáveis serem expressas em primeiras diferenças, e assim, na maioria dos casos serem estacionárias. Contudo, os declives assumem uma interpretação diferente uma vez que as variações unitárias das respectivas variáveis representam variações nas primeiras diferenças, e como as variáveis estão expressas em logaritmos, os declives são interpretados em termos de variações em pontos percentuais. A desvantagem em estimar este modelo é a perda de uma observação para todos os indivíduos, devido ao desfasamento das variáveis.

Evidências empíricas

As regressões realizadas neste estudo foram feitas com recurso ao Método dos Mínimos Quadrados no Gretl. Tivemos o cuidado de organizar a base de dados com o Excel, de forma a ser aceite pelo Gretl aceitar a organização dos dados em painel como séries temporais empilhadas e calcular as nossas estimativas.

A estratégia seguida para estimar estes modelos seleccionados foi empregar uma série de testes de diagnóstico habitualmente aplicados a modelos em painel estático, de modo a decidir a melhor especificação e respectivo método de estimação. O teste F decide entre um

modelo “*pooled*”, estimado pelo método dos mínimos quadrados, ou um modelo de efeitos fixos estimado pelo método LSDV, o qual permite controlar a heterogeneidade dos países mediante a variação da constante de país para país. Por oposição, o MMQ, assume constante fixa. Este teste aplicado a todas as amostras seleccionadas não rejeitou a hipótese nula⁵, apontando como ideal o MMQ, conforme se pode comprovar nos anexos 3, 4 e 5, quadros 3.2, 4.2 e 5.2 respectivamente. O modelo de Efeitos Aleatórios controla a heterogeneidade dos países introduzindo um efeito aleatório não observável anexo à constante, utilizando como método de estimação, os mínimos quadrados generalizados, GLS. O critério de decisão entre este último e o *pooled*, é executado pelo teste de Breush-Pagan, nos anexos, quadros 3.2, 4.2 e 5.2 respectivamente, o qual renova a confiança no MMQ para todas as amostras. Segundo os testes auxiliares realizados, o MMQ surge de forma inequívoca como o método de estimação ideal para ambas as amostras seleccionadas, por isso avançámos seguindo esta metodologia de estimação.

Examinámos ainda, se as amostras estimadas com mínimos quadrados eram isentas ao problema da variância do termo de erro não ser constante. O teste de White será uma proposta óbvia para testar a existência de heteroscedasticidade, segunda a qual, a cada observação corresponde uma variância distinta. Assim, testa-se a hipótese nula de homoscedasticidade contra a alternativa de heteroscedasticidade. Os resultados nos anexos, quadros 3.3, 4.3 e 5.3 respectivamente, indicam que a variância de cada termo de erro (μ_i), condicional aos valores escolhidos das variáveis explicativas, é algum número constante igual a σ^2 , ou seja, verifica-se o postulado da homoscedasticidade⁶. A estimação inicial pelos mínimos quadrados não encontra um problema de autocorrelação dos erros, uma vez a que a estatística de Durbin-Watson, nos anexos, quadros 3.1, 4.1 e 5.1 respectivamente, exibem valores muito próximos de 2.

Todos os coeficientes estimados sendo estatisticamente robustos aos níveis de significância usuais, possuem o sinal esperado para amostra 1 e 2. O coeficiente do preço do serviço substituto, o diesel, que possuímos não é estatisticamente significativo em qualquer amostra. Ainda na amostra 3 verificamos que o preço próprio tem o sinal esperado mas não tem qualquer significância estatística. As elasticidades estimadas são muito idênticas para todas as amostras. Quando temos em conta o coeficiente de precisão do ajustamento, R^2

⁵ $H_0: a_1 = a_2 = a_N$ (constante comum, *pooled*)

⁶ $E(\mu_i^2) = \sigma^2 \quad i=1,2,\dots,n$

ajustado, e a soma dos quadrados dos resíduos (SQR) indicamos o grupo de maior quota como o melhor. A amostra 2, representante dos países com maior quota de mercado, revelou-se melhor para explicar a procura de transporte de mercadorias, por oposição à amostra 3.

Quadro 1: Resultados da Estimação pelo MMQ da Equação (2).

Variável Dependente:	d_ln_tkm				
Amostra:	Nº1 (12 Países) ^A		Nº2 (6 Países Maior) ^B		Nº3 (6 Países Menor) ^C
Período:	1980 – 2004				
Numero Observações:	288		144		144
Constant	-0,0349392	***	-0,0374147	***	-0,0310973 ***
d_ln_preço	-0,100247	***	-0,102350	***	-0,104773
d_ln_diesel	0,0253665		-0,0469126		0,0810587
d_ln_PIB	1,54096	***	1,61523	***	1,41754 ***
R ² ajustado	0,201923		0,253442		1,118563
SQR	1,783514		0,642933		1,083213
Teste F	F (11, 273) = 1,25569		F (5, 135) = 1,94813		F (5, 135) = 0,881117
Breush-Pagan	LM = 0,147988		LM = 1,07438		LM = 0,209173
Durbin-Watson	1,9143		1,824276		2,004690
Teste White	TR ² = 11,003355		TR ² = 8,994149		TR ² = 8,994149

Nota: Coeficientes anexados com *** possuem significância estatística ao nível de 1%, ** ao nível de 5% e * ao nível de 10%. ^A detalhes anexos 3 ^B detalhes anexos 4 ^C detalhes anexos 5

As elasticidades estimadas para o Produto Interno Bruto, β_3 , indicam que seu aumento unitário adicional implicaria uma expansão mais que o proporcional do volume toneladas – quilómetro transportado em cerca de 1,5% para as três amostras, revelando assim uma importância substancial deste factor para o crescimento da procura. As nossas estimações oferecem á elasticidade do Produto Interno Bruto, um papel muito mais importante que FitzRoy e Smith (1995) e Wardman (2004), confirmando o PIB como o grande impulsionador do crescimento da procura de transporte de mercadorias.

O preço próprio, definido como o rácio entre a receita total de mercadorias e o volume de toneladas – quilómetro apresentam elasticidades preço - procura estimadas semelhantes para todas as amostras. Podemos concluir que estamos perante uma procura rígida, tal significa que quando o preço aumenta um ponto percentual, a quebra na procura não é inferior a um ponto percentual. Isto está dentro da lógica do sector, pois, os principais clientes deste serviço de transporte são grandes empresas, que transportam grandes volumes de mercadorias, e muitas vezes sem alternativas viáveis, como o caso do carvão por exemplo,

usado na combustão para produção de energia, seria muito mais dispendioso se transportado em camiões. O facto de esta variável não ter significância estatística na amostra 3 poderá indicar que não é relevante o preço praticado nos países com baixa quota de mercado deste sector de transporte de mercadorias, talvez pelo facto de não haver concorrência, e as quantidades transportadas serem reduzidas, circunscritas a determinados sectores fiéis á ferrovia.

Para o preço do serviço substituto, o combustível diesel, este não apresenta qualquer significância estatística para todos os grupos. Das razões apontadas, este comportamento deve-se à simplicidade de como definimos um preço de um serviço baseado unicamente num factor de custo. Segundo Laranjeiro (2010), os custos de transporte compreendem diversos factores internos como o combustível, manutenção, reparações, seguros e pessoal, sendo dados privados e custos externos como a poluição, congestionamentos e acidentes. Com a impossibilidade de conseguir mais dados além do preço do diesel por litro anual, e com os resultados obtidos, consideramos esta variável insuficiente para retratar o preço do serviço transporte rodoviário. Decidimos então omitir a variável preço do diesel para comparar com os resultados até aqui obtidos só para o grupo de doze países, e verificar as alterações, apresentando os resultados no anexo 6. As variáveis PIB e Preço Próprio continuaram estatisticamente significativas. O Gretl resume três estatísticas para comparação entre os modelos, e indica que as três melhoraram, concluindo-se assim que este último modelo é melhor que anterior, e que a variável preço do serviço substituto, aqui representada pelo preço do combustível diesel por litro, é insatisfatória.

Pretendemos ainda neste trabalho, substituir a variável indicativa do rendimento disponível, pelo facto de este serviço de transporte estar ligado ao sector da extracção, à indústria transformadora, construção e energia. Na revisão da literatura, dão especial relevância ao PIB a preços constantes ou *per capita* utilizando sempre esta variável como indicativo do rendimento disponível. Pretendemos substituir o PIB por o valor acrescentado da indústria a preços constantes para cada país, que representa a soma de todos os inputs líquidos, após dedução dos consumos intermédios, dos sectores de extracção mineral, indústria de manufacturados e semi-manufacturados, construção e energia, que representam os clientes tipo do serviço transporte mercadorias por ferrovia.

$$\Delta \ln Tkm_{it} = \alpha + \beta_1 \Delta \ln Preço_{it} + \beta_2 \Delta \ln Diesel_{it} + \beta_3 \Delta \ln Industria_{it} + \Delta \mu_{it} \quad (3)$$

Na tabela seguinte resumimos os resultados obtidos, para a amostra 1, comparando com os outputs anteriores incluindo o PIB a preços constantes ou o valor acrescentado da indústria, detalhados nos anexos, quadro 3.1 e 6.1 respectivamente.

Quadro2: Resultados da Estimação MMQ da equação (2) e (3)

Variável Dependente:	d_ln_tkm	
Amostra:	Amostra 1: Com PIB ^A	Amostra 1: Com Industria ^B
Período de análise:	1980 – 2004	
Numero Observações:	288	
Constant	-0,0349392 ***	-0,0196312 ***
d_ln_price	-0,100247 ***	-0,10305 ***
d_ln_diesel	0,0253665	0,0299018
d_ln_PIB	1,54096 ***	--
d_ln_industria	--	1,04089 ***
R² ajustado	0,201923	0,226041
SQR	1,783514	1,729618
Teste F	F (11, 273) = 1,25569	F (5, 273) = 1,53502
Breush-Pagan	LM = 0,147988	LM = 0,960737
Durbin-Watson	1,9143	1,815079
Teste White	TR ² = 11,003355	TR ² = 9,264182

Nota: Coeficientes anexados com *** possuem significância estatística ao nível de 1%, ** ao nível de 5% e * ao nível de 10%. ^A detalhes anexos 3 ^B detalhes anexos 6

Com a alteração da variável explicativa do rendimento disponível, não ocorreram significativas alterações. Os testes de diagnóstico habitualmente aplicados indicam claramente como melhor método de estimação o MMQ. O R² ajustado melhorou ligeiramente, bem como a soma do quadrados dos resíduos. As elasticidades do preço próprio mantêm-se praticamente inalteradas, notando-se maior diferença no valor da elasticidade do valor acrescentado da indústria, que é um pouco mais moderado em comparação com o produto interno bruto do modelo anterior. Continuamos a não ter significância estatística para o preço do serviço substituto. Concluimos que o valor acrescentado da indústria, á semelhança do PIB, revelou ser uma variável preponderante no crescimento do transporte de mercadorias por ferrovia, nos países da UE.

VI – Conclusões

No presente trabalho fizemos uma análise breve da política europeia de transporte terrestre de mercadorias por ferrovia, e procedemos a um estudo empírico com o qual procuramos avaliar a procura de transporte de mercadorias por ferrovia, para doze países da União Europeia, no período 1980 a 2004.

Iniciámos o nosso estudo com o conhecimento da importância considerável que o sector dos transportes tem na economia europeia, sendo até expectável que o verdadeiro peso deste sector ultrapasse os 8% do PIB europeu a 27 países, isto porque as contas nacionais não incorporam o transporte particular das famílias e os serviços das empresas produtoras de mercadorias. O crescimento dos transportes, especialmente de mercadorias tem sido significativo ao longo das últimas décadas no espaço europeu. O transporte de mercadorias terrestre é dominado claramente pelo sector rodoviário, mas a ferrovia poderá ter um papel expressivo no contexto da globalização da economia e na crescente necessidade de mobilidade de pessoas e mercadorias, não esquecendo os problemas ambientais, de congestionamento e segurança. Torna-se importante avaliar os factores que condicionam a procura de transporte de mercadorias, para auxiliar os decisores políticos a traçar medidas que promovam o crescimento económico, o desenvolvimento social, a redução das disparidades entre regiões e a protecção do meio ambiente.

O estudo empírico que realizámos teve como objectivo avaliar os factores que influenciam a procura de transporte ferroviário de mercadorias na Europa. Utilizamos dados em painel para doze países da União Europeia no período de 1980 a 2004. Dividimos os países em dois grupos, consoante a quota de mercado do sector ferroviário de mercadorias em cada país. Usamos o método de estimação MMQ para modelos *pooled*, devidamente justificado pelos testes de diagnóstico de painel estáticos, que permitem escolher o método de estimação mais adequado.

Concluimos que o PIB a preços constantes tem um impacto positivo ligeiramente mais que proporcional ao crescimento da procura de transporte e igualmente superior ao descrito na literatura. O valor acrescentado da indústria também é uma boa variável representativa do rendimento disponível, e tem um valor mais moderado que o PIB, verificando-se ligeiras melhorias no modelo estimado para a amostra 1, de doze países da EU com a inclusão desta variável. Já o preço próprio revela uma procura rígida neste mercado

para todas as amostras, sem qualquer significância estatística para a amostra 3 representativa de países em que a ferrovia tem baixa expressão, devido entre outro á fraca ou inexistente concorrência no sector e pela presença de clientes fiéis e sem alternativa á ferrovia. A variável representativa do preço do serviço de transporte de mercadorias por camiãõ não representou qualquer significância estatística. Uma possível explicação reside no simples facto de o preço deste serviço ser composto por outros factores importantes que foram omissos por falta de dados disponíveis, como o salário dos trabalhadores, seguros, manutenção, entre outros. A amostra representativa dos países com maior quota de mercado neste sector revelou-se melhor para explicar o proposto inicialmente, em oposição á amostra dos países com baixa expressão de tráfego.

Várias questões ficam em aberto para o futuro, quanto ao contributo de factores representativos da qualidade e eficiência do serviço. Seria também útil alargar o estudo a mais países da União Europeia, com acesso a mais dados disponíveis, e dando especial importância a países com forte expressão deste sector, o caso da Polónia, Suécia e Reino Unido, em detrimento de países com fraca expressão como a Irlanda. Neste contexto, e para a Portugal, fará todo o sentido analisar o contributo em termos de crescimento e eficiência de projectos ligados á ferrovia, como o TGV, ou a contribuição dos portos marítimos no crescimento deste sector, contribuindo para o alargamento da discussão.

VII – Bibliografia

Abdelwahab, W. and M. Sargious (1992). “Modelling the demand for freight transport”; *Journal of Transport Economics and Policy*, January, pp. 49-70.

Allen W.B. (1977). “The demand for freight transportation: a micro approach”. *Transportation Research* 11(1): 9-14

Allen, G., Tanner, G., Browne, M., Anderson, S., Christodoulou, G. and Jones, P. (2003). “Modelling policy measures and company initiatives for sustainable urban distribution”, *Transport Studies Group, University of Westminster*

Baltagi B.H. (2005). “Econometric analysis of panel data”, third edition. Wiley, Chichester

Bennathan, E., Fraser, J. and Thompson, L.S. (1992). “What determines demand for freight transport?”, No 998, *Policy Research Working Paper Series*, The World Bank.

Boyer K.D. (1977). “Minimum rate regulation, modal split sensitivities and the railroad problem”. *Journal of Political Economy* 85(3) June: 493-512

Catalani, M. (2003). “Transport Competition on a Multimodal Corridor by Elasticity Evaluation”. *Management Science Department - University of Naples*

Comissão Europeia (1999). “Communication from the Commission to the Council, the European Parliament”, The Economic and Social Committee and the Committee of Regions on Cohesion and Transport, Bruxelas, COM (1998)806.

Comissão Europeia (2001). Livro Branco submetido pela Comissão a 12 Setembro de 2001: “A Política Europeia de Transportes no Horizonte 2010: a Hora das Opções”.

Comissão das Comunidades Europeias (1996). Livro Branco “Uma estratégia para a revitalização dos caminhos-de-ferro europeus”. Bruxelas

Chen N. (2007). "Modelling Demand for Rail Transport with Dynamic Econometric Approaches", *International Review of Business Research Papers* Vol.3 No.2 June 2007, Pp. 85 - 96

Daughety A.F. e Inaba F.S. (1978). “Estimating service-differentiated transport demand functions”. *Transportation Research Record* 668:23-30

Eisenkopf A. e Kirchner .C. (2006). “The Liberalisation of Rail Transport in the EU” Review of European Economic Policy, Springer, vol. 41(6), pages 292-313

FitzRoy, Felix & Smith, Ian, (1995). "The demand for rail transport in European countries," Transport Policy, Elsevier, vol. 2(3), pages 153-158

Friedlaender AF e Spady RH (1980). “A derived demand function for freight transportation”. The Review of Economics and Statistics 62 August: 432-441

Garrido, R.A. (2003). "Insights on freight and commercial vehicle data needs", Transport survey quality and innovation: 413-426

Gorys J. and Hausmanis I. (1999). “A strategic overview of goods movement in the Great Toronto Area”. Transportation Quarterly 53

Haralambides, H.E. e Veenstra, A.W. (1998). “Multivariate autoregressive models in commodity trades”. In Proceedings of the 8th World Conference on Transport Research. Antwerp

Harris R. I. e Liu A. (1998). “Input-output modelling of the urban and regional economy: the importance of external trade”. Regional Studies, 32

He S. e Crainic T. G. (1998). “Freight transportation in congested urban areas: issues and methodologies”. 8th World Conference on Transport Research, 12-17, Antwerp,Belgium.

Hensher, D.A. e T.F. Golob (1999). “Searching for policy priorities in the formulation of a freight transport strategy: An analysis of freight industry attitudes toward policy initiatives”. Transportation Research – Part E: Logistics and Transportation Review, 35: 241-267.

Hilmola O. (2007). "European railway freight transportation and adaptation to demand decline" International Journal of Productivity and Performance Management Vol. 56 No. 3, pp. 205-225

Johnston, J. and J. Dinardo (1997). Métodos Econométricos, 4ªEdição, Cap.12. McGraw-Hill

Levin R.C. (1978). “Allocation in surface freight transportation: does rate regulation matter?” Bell Journal of Economics 9 Spring: 18-45

Lewis K.A. e Widup D.P. (1982). “Deregulation and rail-truck competition”. Journal of Transport Economics and Policy 16(2) May: 139-149

Miklius W, Casavant K.L. e Garrod P.V. (1976). "Estimation of demand for transportation of agricultural commodities", *American Journal of Agricultural Economics* 58(2) May: 217-223

Murta, D.F.V (2005). "O Mercado Português de Transporte de Pessoas em Média e Longa Distância" Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, Coimbra

Oum T.H. (1979). "A warning on the use of linear logit models in transport mode choice Studies". *Bell Journal of Economics* 10(1) Spring: 374-388

Pendyala, R.M., V.N. Shankar, e R.G. McCullough (2000). "Freight Travel Demand Modeling: Synthesis of Approaches and Development of a Framework". *Transportation Research Record* 1725, Washington, D.C., pp. 9-16.

Quandt, R. e Baumol, W. (1966). "The demand for abstract transport models: theory and measurement". *Journal of Regional Science*, Nova York, v. 6, p. 13-26

Regan A.C. e R. Garrido, (2000). "Freight Demand and Shipper Behavior Modeling: State of the Art, Directions for the Future", *Travel Behavior Research, the Leading Edge*, Oxford, pp. 185-216.

Wardman, M. (2006). "Demand for Rail Travel and the Effects of External Factors". *Transportation Research E*, 42 (3), pp.129-148

Williams, B.M. e L.A. Hoel (1998). "Freight planning requirements for interstate corridors". *Transportation Quarterly*, Spring, 39-48.

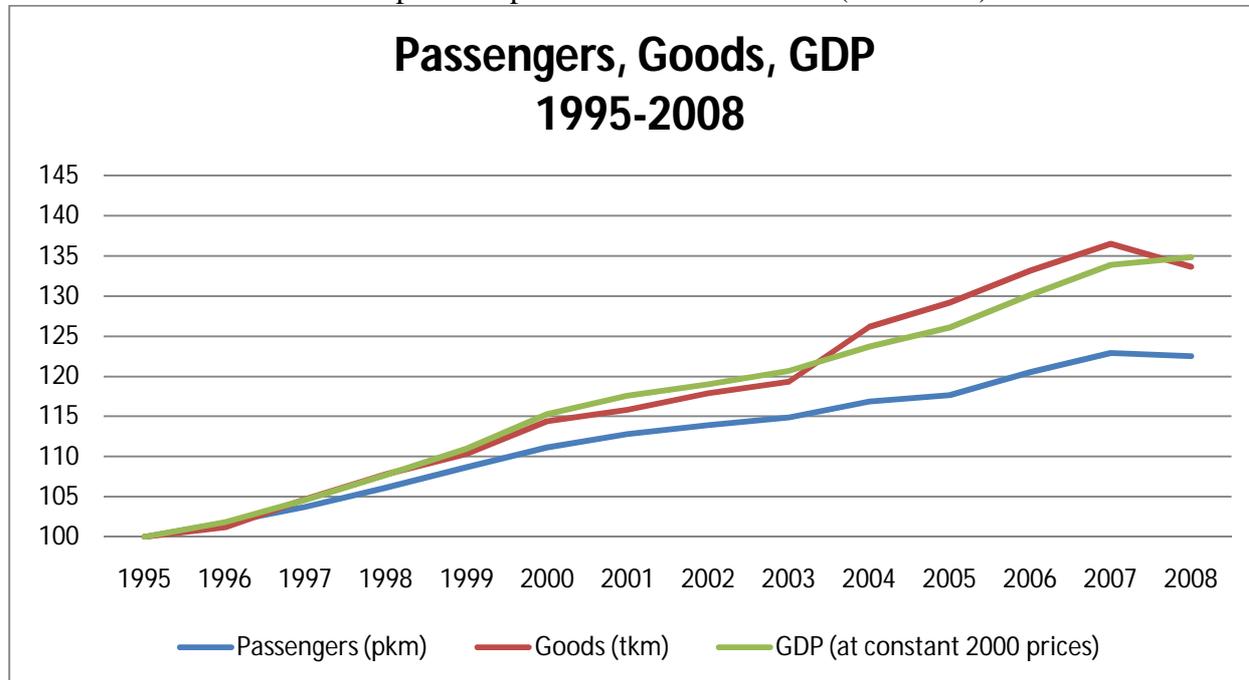
Winston, C.M. (1983). "The Demand for Freight Transportation: Models and Applications", *Transportation Research*, Vol. 17A, No. 6, pp. 419-427.

Zlatoper, T.J. e Z. Austrian (1989). "Freight transportation demand: A survey of recent econometric studies". *Transportation* 16, pp. 27-46.

VIII - Anexos

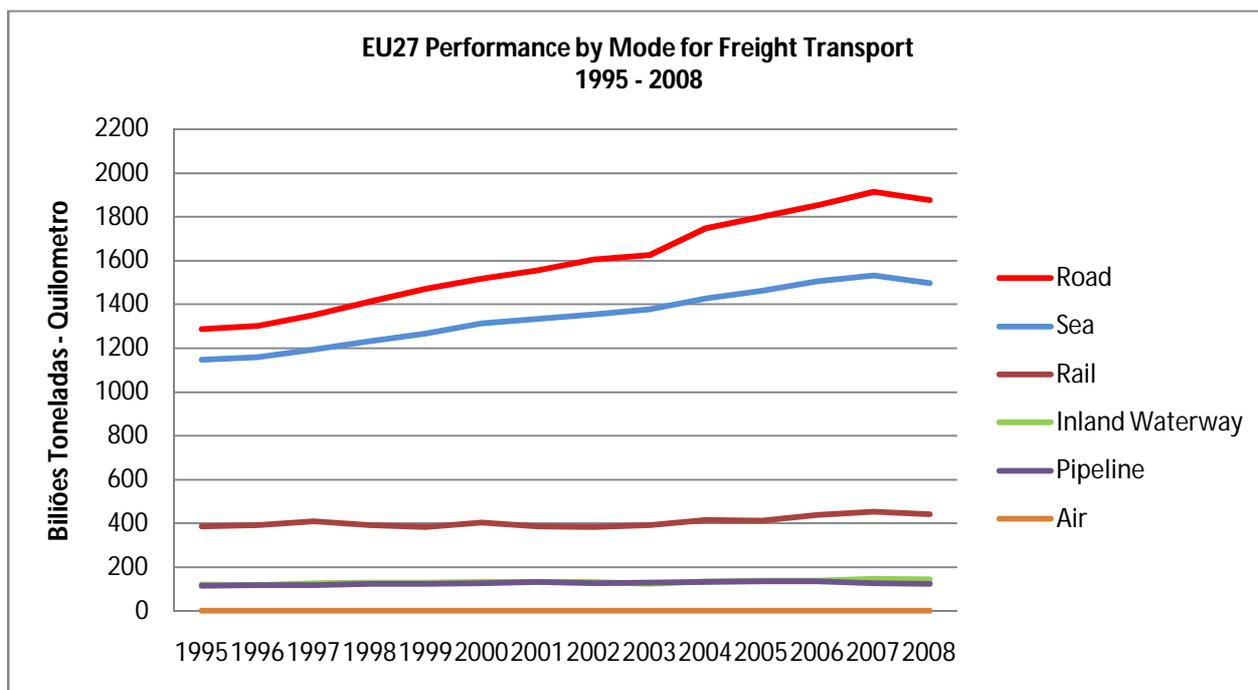
Anexos 1 – Figuras e Gráficos

Gráfico 1.1 – Volume de transporte de pessoas e bens na UE-27 (1995=100)



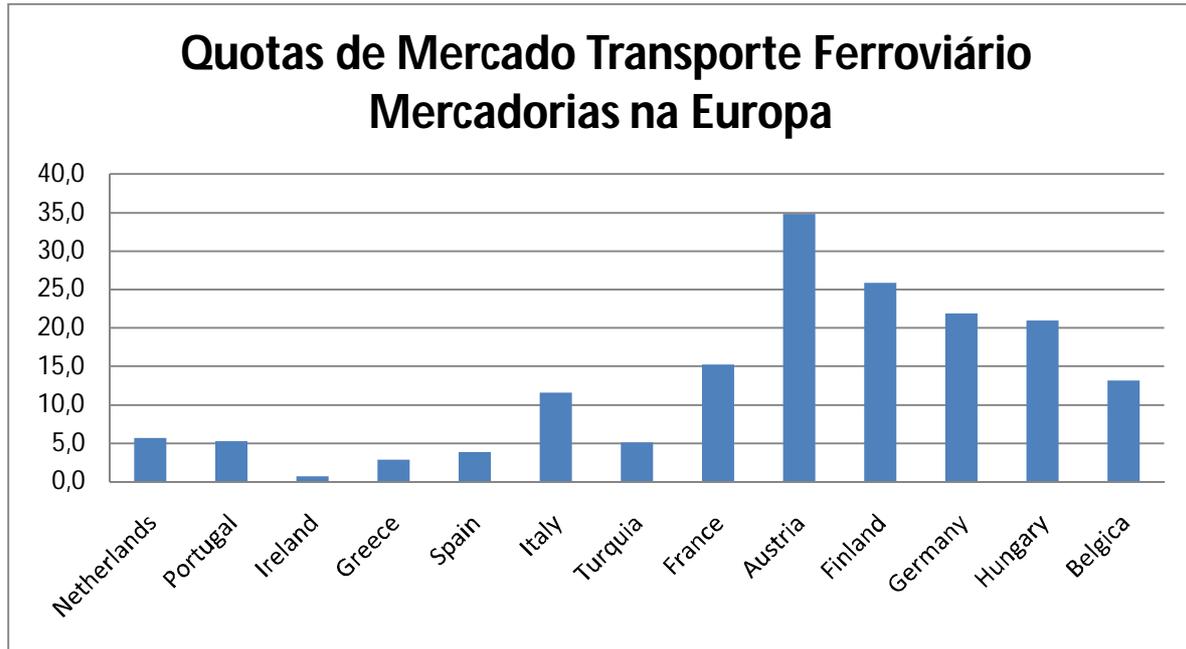
Fonte: Eurostat

Gráfico 1.2 - Performance por modo para transporte de mercadorias na UE-27



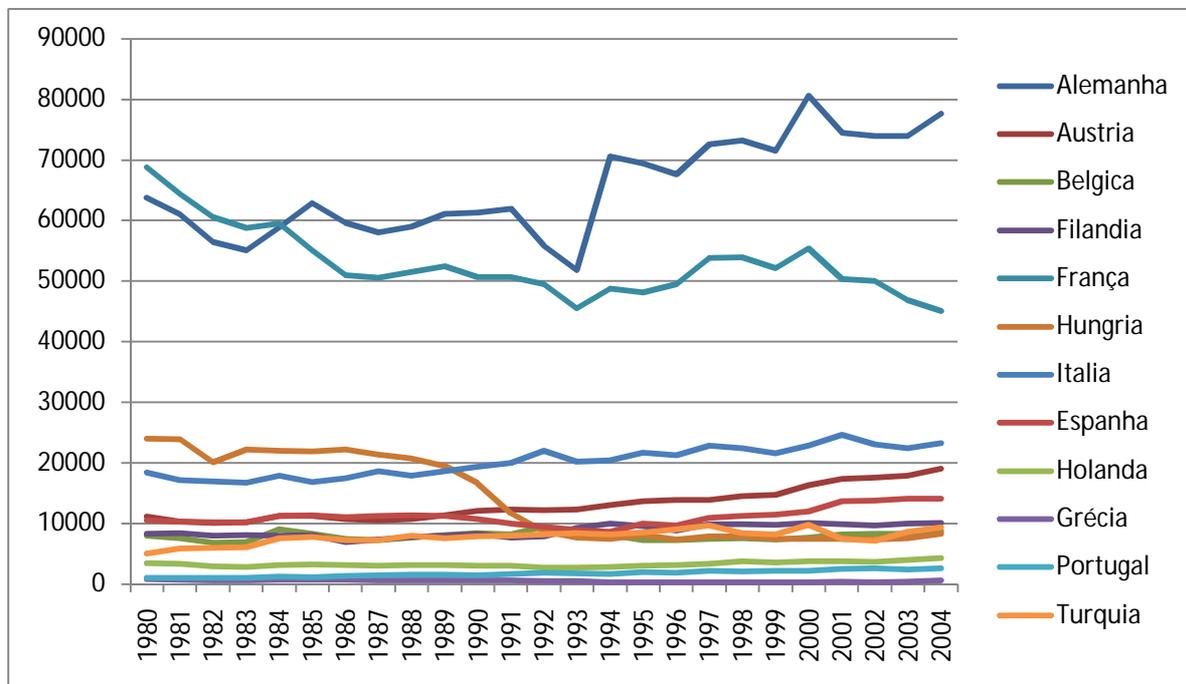
Fonte: Eurostat

Gráfico 1.3 – Quota de mercado dos países seleccionados



Fonte: Eurostat, 2009

Gráfico 1.4 – Volume total tonelada – Quilometro movimentado nos países seleccionados



Fonte: Banco Mundial

Anexos 2 – Análise descritiva dos dados

Estatísticas Descritivas, usando as observações 1:01 - 12:25 para a variável Freight_Tkm (300 observações válidas)

Média	Mediana	Mínimo	Máximo
17220,9	9138,50	306,000	80634,0
Desvio Padrão	C.V.	Enviesamento	Curtose Ex.
19981,2	1,16029	1,62716	1,37534

Estatísticas Descritivas, usando as observações 1:01 - 12:25 para a variável Diesel_Price (300 observações válidas)

Média	Mediana	Mínimo	Máximo
0,601464	0,603500	0,186000	1,16500
Desvio Padrão	C.V.	Enviesamento	Curtose Ex.
0,194870	0,323993	0,219789	-0,0769017

Estatísticas Descritivas, usando as observações 1:01 - 12:25 para a variável Price_Tkm (300 observações válidas)

Média	Mediana	Mínimo	Máximo
0,0509128	0,0483241	0,00927199	0,115287
Desvio Padrão	C.V.	Enviesamento	Curtose Ex.
0,0210220	0,412901	0,529856	0,146596

Estatísticas Descritivas, usando as observações 1:01 - 12:25 para a variável Industry_Consta (300 observações válidas)

Média	Mediana	Mínimo	Máximo
1,15272e+011	5,20447e+010	8,33070e+009	5,22980e+011
Desvio Padrão	C.V.	Enviesamento	Curtose Ex.
1,35234e+011	1,17317	1,64728	1,77547

Estatísticas Descritivas, usando as observações 1:01 - 12:25 para a variável PIB_Constant (300 observações válidas)

Média	Mediana	Mínimo	Máximo
4,41435e+011	1,97039e+011	3,73537e+010	1,94279e+012
Desvio Padrão	C.V.	Enviesamento	Curtose Ex.
4,90854e+011	1,11195	1,41764	0,903071

Anexos 3 – Testes e Estimacões referente à Amostra 1. (12 países)

Quadro 3.1 – Estimacão MMQ inicial da amostra 1.

Modelo 1: Mínimos Quadrados de amostragem ("Pooled OLS"), usando 288 observações Incluídas 12 unidades de secção-cruzada

Comprimento da série temporal = 24
Variável dependente: d_l_Freight_T

	Coefficiente	Erro Padrão	rácio-t	valor p	
const	-0,0349392	0,0066772	-5,2326	<0,00001	***
d_l_Diesel_Pr	0,0253665	0,0371676	0,6825	0,49549	
d_l_Price_Tkm	-0,100247	0,0319598	-3,1367	0,00189	***
d_l_PIB_Const	1,54096	0,196531	7,8408	<0,00001	***
Média var. dependente	0,005349	D.P. var. dependente		0,088707	
Soma resíd. quadrados	1,783514	E.P. da regressão		0,079246	
R-quadrado	0,210265	R-quadrado ajustado		0,201923	
F(3, 284)	25,20484	valor P(F)		1,73e-14	

Log. da verosimilhança	323,4957	Critério de Akaike	-638,9913
Critério de Schwarz	-624,3395	Critério Hannan-Quinn	-633,1198
rho	0,016181	Durbin-Watson	1,914350

Quadro 3.2 – Diagnósticos de Painel

Diagnósticos: assumindo um painel equilibrado com 12 secções-cruzadas observadas durante 24 períodos

Estimador de efeitos fixos
permite diferenciar intercepções no eixo x=0 por unidade de secção-cruzada
erros padrão dos declives em parentesis, valores p em chavetas

const:	-0,034864	(0,0067945)	[0,00000]
d_l_Diesel_Pr:	0,030905	(0,037168)	[0,40642]
d_l_Price_Tkm:	-0,10066	(0,032191)	[0,00196]
d_l_PIB_Const:	1,5283	(0,20345)	[0,00000]

12 médias de grupo foram subtraídas aos dados

Variância dos resíduos: $1,69762 / (288 - 15) = 0,0062184$

Significância conjunta da diferenciação das médias de grupo:

F(11, 273) = 1,25569 com valor p 0,25034

(Um valor p baixo contraria a hipótese nula de que o modelo Mínimos Quadrados (OLS) agrupado (pooled) é adequado, validando a hipótese alternativa da existência de efeitos fixos.)

Estatística de teste Breusch-Pagan:

LM = 0,147988 com valor p = prob(qui-quadrado(1) > 0,147988) = 0,700466

(Um valor p baixo contraria a hipótese nula de que o modelo Mínimos Quadrados (OLS) agrupado (pooled) é adequado, validando a hipótese alternativa da existência de efeitos aleatórios.)

Variance estimators:

between = 0,000371302

within = 0,0062184

theta used for quasi-demeaning = 0,164647

Estimador de efeitos aleatórios
permite para uma unidade-específica no termo do erro
(erros padrão em parentesis, valores p em chavetas)

const:	-0,03492	(0,0073356)	[0,00000]
d_l_Diesel_Pr:	0,027029	(0,036951)	[0,46509]
d_l_Price_Tkm:	-0,10038	(0,03184)	[0,00179]
d_l_PIB_Const:	1,5373	(0,19736)	[0,00000]

Estatística de teste de Hausman:

H = 1,68484 com valor p = prob(qui-quadrado(3) > 1,68484) = 0,64031

(Um valor p baixo contraria a hipótese nula de que o modelo de efeitos aleatórios é consistente, validando a hipótese alternativa da existência do modelo de efeitos fixos.)

Quadro 3.3 – Teste White

Teste de White para a heterocedasticidade

Mínimos Quadrados (OLS), usando 288 observações

Variável dependente: uhat^2

	coeficiente	erro padrão	rácio-t	valor p	
const	0,00555826	0,00157110	3,538	0,0005	***
d_l_Diesel_Pr	-0,0108375	0,0130264	-0,8320	0,4061	
d_l_Price_Tkm	-0,0172665	0,00989873	-1,744	0,0822	*

d_l_PIB_Const	-0,0167261	0,0458105	-0,3651	0,7153
sq_d_l_Diesel	0,0245469	0,0340636	0,7206	0,4717
X2_X3	0,0720643	0,0526969	1,368	0,1726
X2_X4	0,208420	0,276647	0,7534	0,4519
sq_d_l_Price_	0,0109328	0,0139734	0,7824	0,4346
X3_X4	-0,256452	0,273913	-0,9363	0,3500
sq_d_l_PIB_Co	-0,185647	0,864597	-0,2147	0,8301

R-quadrado não-ajustado = 0,038206

Estatística de teste: $TR^2 = 11,003355$,
com valor $p = P(\text{Qui-quadrado}(9) > 11,003355) = 0,275479$

Anexos 4 – Testes e Estimções referente à Amostra 2. (6 países com maior quotas)

Quadro 4.1 – Estimção MMQ inicial da amostra 2.

Modelo 1: Mínimos Quadrados de amostragem ("Pooled OLS"), usando 144 observações
Incluídas 6 unidades de secção-cruzada

Comprimento da série temporal = 24

Variável dependente: d_l_Freight_T

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>rácio-t</i>	<i>valor p</i>	
const	-0,0374147	0,00783147	-4,7775	<0,00001	***
d_l_Diesel_Pr	-0,0469126	0,0482914	-0,9714	0,33300	
d_l_Price_Tkm	-0,10235	0,0331128	-3,0909	0,00241	***
d_l_PIB_Const	1,61523	0,255512	6,3215	<0,00001	***
Média var. dependente	-0,003387	D.P. var. dependente		0,078431	
Soma resíd. quadrados	0,642933	E.P. da regressão		0,067767	
R-quadrado	0,269104	R-quadrado ajustado		0,253442	
F(3, 140)	17,18191	valor P(F)		1,48e-09	
Log. da verosimilhança	185,3028	Critério de Akaike		-362,6057	
Critério de Schwarz	-350,7264	Critério Hannan-Quinn		-357,7786	
rho	0,072256	Durbin-Watson		1,824276	

Quadro 4.2 – Diagnósticos de painel

Diagnósticos: assumindo um painel equilibrado com 6 secções-cruzadas observadas durante 24 períodos

Estimador de efeitos fixos

permite diferenciar intercepções no eixo $x=0$ por unidade de secção-cruzada
erros padrão dos declives em parentesis, valores p em chavetas

const:	-0,036414	(0,0077226)	[0,00001]
d_l_Diesel_Pr:	-0,032707	(0,047863)	[0,49556]
d_l_Price_Tkm:	-0,096748	(0,032875)	[0,00383]
d_l_PIB_Const:	1,5513	(0,25362)	[0,00000]

6 médias de grupo foram subtraídas aos dados

Variância dos resíduos: $0,599666 / (144 - 9) = 0,00444197$

Significância conjunta da diferenciação das médias de grupo:

$F(5, 135) = 1,94813$ com valor p 0,0904133

(Um valor p baixo contraria a hipótese nula de que o modelo Mínimos Quadrados (OLS) agrupado (pooled)

é adequado, validando a hipótese alternativa da existência de efeitos fixos.)

Médias do resíduos Mínimos Quadrados (OLS) agrupados (pooled) para unidades de secções-cruzadas:

unidade 1: 0,0081482
unidade 2: 0,023201
unidade 3: 0,0075097
unidade 4: 0,0050145
unidade 5: -0,014145
unidade 6: -0,029729

Estatística de teste Breusch-Pagan:

LM = 1,07438 com valor p = $\text{prob}(\text{qui-quadrado}(1) > 1,07438) = 0,299959$

(Um valor p baixo contraria a hipótese nula de que o modelo Mínimos Quadrados (OLS) agrupado (pooled) é adequado, validando a hipótese alternativa da existência de efeitos aleatórios.)

Variance estimators:

between = 0,000309397

within = 0,00444197

theta used for quasi-demeaning = 0,226565

Estimador de efeitos aleatórios

permite para uma unidade-específica no termo do erro
(erros padrão em parentesis, valores p em chavetas)

const:	-0,03702	(0,0089814)	[0,00006]
d_l_Diesel_Pr:	-0,041301	(0,047788)	[0,38893]
d_l_Price_Tkm:	-0,10013	(0,032791)	[0,00271]
d_l_PIB_Const:	1,59	(0,253)	[0,00000]

Estatística de teste de Hausman:

H = 4,06756 com valor p = $\text{prob}(\text{qui-quadrado}(3) > 4,06756) = 0,254261$

(Um valor p baixo contraria a hipótese nula de que o modelo de efeitos aleatórios é consistente, validando a hipótese alternativa da existência do modelo de efeitos fixos.)

Quadro 4.3 – Teste White

Teste de White para a heterocedasticidade

Mínimos Quadrados (OLS), usando 144 observações

Variável dependente: uhat^2

	coeficiente	erro padrão	rácio-t	valor p	
const	0,00574887	0,00154118	3,730	0,0003	***
d_l_Diesel_Pr	0,000234644	0,0149448	0,01570	0,9875	
d_l_Price_Tkm	-0,0117766	0,00945857	-1,245	0,2153	
d_l_PIB_Const	-0,0652868	0,0419594	-1,556	0,1221	
sq_d_l_Diesel	-0,00652701	0,0388837	-0,1679	0,8669	
X2_X3	0,0487674	0,0636269	0,7665	0,4448	
X2_X4	0,0822350	0,405528	0,2028	0,8396	
sq_d_l_Price_	0,00755496	0,0115411	0,6546	0,5138	
X3_X4	-0,151631	0,272174	-0,5571	0,5784	
sq_d_l_PIB_Co	-0,532534	0,855254	-0,6227	0,5346	

R-quadrado não-ajustado = 0,062459

Estatística de teste: $\text{TR}^2 = 8,994149,$

com valor p = $\text{P}(\text{Qui-quadrado}(9) > 8,994149) = 0,437814$

Anexos 5 – Testes e Estimações referente à Amostra 3. (6 países com menor quotas mercado)

Quadro 5.1 – Estimação MMQ inicial da amostra 3.

**Modelo 1: Mínimos Quadrados de amostragem ("Pooled OLS"), usando 144 observações
Incluídas 6 unidades de secção-cruzada**

Comprimento da série temporal = 24

Variável dependente: d_l_Freight_T

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>rácio-t</i>	<i>valor p</i>	
const	-0,0310973	0,0111493	-2,7892	0,00602	***
d_l_Diesel_Pr	0,0810587	0,0563304	1,4390	0,15239	
d_l_Price_Tkm	-0,104773	0,0644218	-1,6264	0,10612	
d_l_PIB_Const	1,41754	0,299655	4,7306	<0,00001	***
Média var. dependente	0,014086	D.P. var. dependente		0,097405	
Soma resíd. quadrados	1,118563	E.P. da regressão		0,089385	
R-quadrado	0,175550	R-quadrado ajustado		0,157884	
F(3, 140)	9,936758	valor P(F)		5,56e-06	
Log. da verosimilhança	145,4322	Critério de Akaike		-282,8644	
Critério de Schwarz	-270,9851	Critério Hannan-Quinn		-278,0373	
rho	-0,034761	Durbin-Watson		2,004690	

Quadro 5.2 – Diagnósticos de Painel

Diagnósticos: assumindo um painel equilibrado com 6 secções-cruzadas observadas durante 24 períodos

Estimador de efeitos fixos

permite diferenciar intercepções no eixo x=0 por unidade de secção-cruzada
erros padrão dos declives em parentesis, valores p em chavetas

const:	-0,033423	(0,011567)	[0,00450]
d_l_Diesel_Pr:	0,081763	(0,056524)	[0,15035]
d_l_Price_Tkm:	-0,12008	(0,065696)	[0,06978]
d_l_PIB_Const:	1,4823	(0,31505)	[0,00001]

6 médias de grupo foram subtraídas aos dados

Variância dos resíduos: $1,08321/(144 - 9) = 0,0080238$

Significância conjunta da diferenciação das médias de grupo:

F(5, 135) = 0,881117 com valor p 0,49568

(Um valor p baixo contraria a hipótese nula de que o modelo Mínimos Quadrados (OLS) agrupado (pooled) é adequado, validando a hipótese alternativa da existência de efeitos fixos.)

Médias do resíduos Mínimos Quadrados (OLS) agrupados (pooled) para unidades de secções-cruzadas:

unidade 1:	-0,0048904
unidade 2:	0,0010224
unidade 3:	-0,017252
unidade 4:	0,02761
unidade 5:	-0,016168
unidade 6:	0,009678

Estatística de teste Breusch-Pagan:

LM = 0,209173 com valor p = prob(qui-quadrado(1) > 0,209173) = 0,647416

(Um valor p baixo contraria a hipótese nula de que o modelo Mínimos Quadrados (OLS) agrupado (pooled)

é adequado, validando a hipótese alternativa da existência de efeitos aleatórios.)

Variance estimators:

between = 1,64156e-005
within = 0,0080238
theta used for quasi-demeaning = 0

Estimador de efeitos aleatórios
permite para uma unidade-específica no termo do erro
(erros padrão em parentesis, valores p em chavetas)

const:	-0,031097	(0,011149)	[0,00602]
d_l_Diesel_Pr:	0,081059	(0,05633)	[0,15239]
d_l_Price_Tkm:	-0,10477	(0,064422)	[0,10612]
d_l_PIB_Const:	1,4175	(0,29965)	[0,00001]

Estatística de teste de Hausman:

H = 4,5912 com valor p = $\text{prob}(\text{qui-quadrado}(3) > 4,5912) = 0,204298$
(Um valor p baixo contraria a hipótese nula de que o modelo de efeitos aleatórios é consistente, validando a hipótese alternativa da existência do modelo de efeitos fixos.)

Quadro 5.3 – Teste White

Teste de White para a heterocedasticidade
Mínimos Quadrados (OLS), usando 144 observações
Variável dependente: uhat^2

	coeficiente	erro padrão	rácio-t	valor p	
const	0,00685984	0,00305269	2,247	0,0263	**
d_l_Diesel_Pr	-0,0166330	0,0213788	-0,7780	0,4379	
d_l_Price_Tkm	-0,0219691	0,0209823	-1,047	0,2970	
d_l_PIB_Const	0,0376392	0,121007	0,3110	0,7562	
sq_d_l_Diesel	0,0158683	0,0835164	0,1900	0,8496	
X2_X3	0,0762317	0,0818378	0,9315	0,3533	
X2_X4	0,355808	0,479260	0,7424	0,4591	
sq_d_l_Price_	0,00784500	0,0662411	0,1184	0,9059	
X3_X4	-0,276122	0,506083	-0,5456	0,5862	
sq_d_l_PIB_Co	-1,13957	2,01076	-0,5667	0,5718	

R-quadrado não-ajustado = 0,033570

Estatística de teste: $\text{TR}^2 = 4,834104$,
com valor p = $\text{P}(\text{Qui-quadrado}(9) > 4,834104) = 0,848523$

Anexos 6 – Testes e Estimções referente à Amostra 1, com a variável Industria

Quadro 6.1 – Estimção MMQ da amostra 1 com a variável “Industria”.

Modelo 4: Mínimos Quadrados de amostragem ("Pooled OLS"), usando 288 observações
Incluídas 12 unidades de secção-cruzada
Comprimento da série temporal = 24
Variável dependente: d_l_Freight_T

	Coeficiente	Erro Padrão	rácio-t	valor p	
const	-0,0196312	0,00541992	-3,6220	0,00035	***
d_l_Price_Tkm	-0,10305	0,0314535	-3,2763	0,00118	***
d_l_Diesel_Pr	0,0299018	0,0365468	0,8182	0,41394	
d_l_Industry_	1,04089	0,122463	8,4996	<0,00001	***
Média var. dependente	0,005349	D.P. var. dependente		0,088707	
Soma resíd. quadrados	1,729618	E.P. da regressão		0,078040	
R-quadrado	0,234131	R-quadrado ajustado		0,226041	

F(3, 284)	28,94016	valor P(F)	2,34e-16
Log. da verosimilhança	327,9144	Critério de Akaike	-647,8287
Critério de Schwarz	-633,1769	Critério Hannan-Quinn	-641,9571
rho	0,066182	Durbin-Watson	1,815079

Quadro 6.2 – Diagnósticos de Painel

Diagnósticos: assumindo um painel equilibrado com 12 secções-cruzadas observadas durante 24 períodos

Estimador de efeitos fixos

permite diferenciar intercepções no eixo x=0 por unidade de secção-cruzada
erros padrão dos declives em parentesis, valores p em chavetas

const:	-0,020349	(0,0054345)	[0,00022]
d_l_Price_Tkm:	-0,10216	(0,031527)	[0,00134]
d_l_Diesel_Pr:	0,035971	(0,036349)	[0,32324]
d_l_Industry_:	1,067	(0,12723)	[0,00000]

12 médias de grupo foram subtraídas aos dados

Variância dos resíduos: $1,62887 / (288 - 15) = 0,00596656$

Significância conjunta da diferenciação das médias de grupo:

$F(11, 273) = 1,53502$ com valor p $0,118622$

(Um valor p baixo contraria a hipótese nula de que o modelo Mínimos Quadrados (OLS) agrupado (pooled)

é adequado, validando a hipótese alternativa da existência de efeitos fixos.)

Estatística de teste Breusch-Pagan:

$LM = 0,960737$ com valor p = $\text{prob}(\text{qui-quadrado}(1) > 0,960737) = 0,327001$

(Um valor p baixo contraria a hipótese nula de que o modelo Mínimos Quadrados (OLS) agrupado (pooled)

é adequado, validando a hipótese alternativa da existência de efeitos aleatórios.)

Variance estimators:

between = 0,000418711

within = 0,00596656

theta used for quasi-demeaning = 0,229452

Estimador de efeitos aleatórios

permite para uma unidade-específica no termo do erro

(erros padrão em parentesis, valores p em chavetas)

const:	-0,019908	(0,0065648)	[0,00265]
d_l_Price_Tkm:	-0,10266	(0,031237)	[0,00114]
d_l_Diesel_Pr:	0,032344	(0,036183)	[0,37214]
d_l_Industry_:	1,0509	(0,12334)	[0,00000]

Estatística de teste de Hausman:

$H = 2,09503$ com valor p = $\text{prob}(\text{qui-quadrado}(3) > 2,09503) = 0,552918$

(Um valor p baixo contraria a hipótese nula de que o modelo de efeitos aleatórios é consistente, validando a hipótese alternativa da existência do modelo de efeitos fixos.)

Quadro 6.3 - Teste de White

Teste de White para a heterocedasticidade

Mínimos Quadrados (OLS), usando 288 observações

Variável dependente: uhat^2

	coeficiente	erro padrão	rácio-t	valor p	
const	0,00542251	0,00132382	4,096	5,52e-05	***
d_l_Price_Tkm	-0,0177114	0,00865112	-2,047	0,0416	**
d_l_Diesel_Pr	-0,00238181	0,0110705	-0,2151	0,8298	

d_l_Industry_	-0,0165808	0,0267103	-0,6208	0,5353
sq_d_l_Price_	0,0122643	0,0134817	0,9097	0,3638
X2_X3	0,0736439	0,0510244	1,443	0,1501
X2_X4	-0,146126	0,176194	-0,8293	0,4076
sq_d_l_Diesel	0,00482192	0,0346665	0,1391	0,8895
X3_X4	0,0572962	0,157545	0,3637	0,7164
sq_d_l_Indust	-0,0294848	0,360246	-0,08185	0,9348

R-quadrado não-ajustado = 0,032167

Estatística de teste: $TR^2 = 9,264182$,
com valor $p = P(\text{Qui-quadrado}(9) > 9,264182) = 0,413254$

Anexos 7 – Estimacões referente à Amostra 1 inicial, omitindo a variável Diesel

Quadro 7.1 – Estimacão MMQ da amostra 1 inicial, omitindo a variável Diesel

**Modelo 2: Mínimos Quadrados de amostragem ("Pooled OLS"), usando 288 observacões
Incluídas 12 unidades de secção-cruzada**

Comprimento da série temporal = 24

Variável dependente: d_l_Freight_T

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>rácio-t</i>	<i>valor p</i>	
const	-0,034227	0,00658896	-5,1946	<0,00001	***
d_l_Price_Tkm	-0,0994374	0,0319078	-3,1164	0,00202	***
d_l_PIB_Const	1,55236	0,195635	7,9350	<0,00001	***
Média var. dependente	0,005349	D.P. var. dependente		0,088707	
Soma resíd. quadrados	1,786439	E.P. da regressão		0,079172	
R-quadrado	0,208970	R-quadrado ajustado		0,203419	
F(2, 285)	37,64493	valor P(F)		3,11e-15	
Log. da verosimilhança	323,2597	Critério de Akaike		-640,5194	
Critério de Schwarz	-629,5305	Critério Hannan-Quinn		-636,1157	
rho	0,014932	Durbin-Watson		1,912807	

Comparacão entre o Modelo 1 e o Modelo 2:

Hipótese nula: o parâmetro de regressão para d_l_Diesel_Pr é zero.
Estatística de teste: $F(1, 284) = 0,465793$, com valor $p = 0,495485$
De 3 estatísticas de seleccão do modelo, 3 melhoraram.