



Universidade de Brasília

Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia

Departamento de Economia

IMPACTO DOS INVESTIMENTOS SOBRE O VALOR DE FRETES RODOVIÁRIOS E FERROVIÁRIOS

Eduardo Dornelas Munhoz

Brasília

Outubro de 2017

Eduardo Dornelas Munhoz

IMPACTO DOS INVESTIMENTOS SOBRE O VALOR DE FRETES RODOVIÁRIOS E FERROVIÁRIOS

Monografia apresentada ao Departamento de
Economia da Universidade de Brasília (UnB)
como requisito parcial à obtenção do grau de
Bacharel em Ciências Econômicas.

Banca Examinadora:

Prof^a Dra. Geovana Lorena Bertussi (Orientadora)

Msc. Cícero Rodrigues de Melo Filho (Co-orientador)

Prof^a. Dra. Marina Delmondes de Carvalho Rossi (Banca)

Brasília

Outubro de 2017

AGRADECIMENTOS

Dedico esse trabalho à minha família, por serem meu apoio, exemplo e referência.

Agradeço àqueles que estiveram do meu lado durante todos esses anos e que compartilharam, junto comigo, as aventuras e (poucas) desventuras da graduação.

Por fim, agradeço os meus orientadores: à Geovana, que ajudou a melhorar esse trabalho com seus comentários sempre pertinentes; e ao Cícero, que considero um mentor sobre esse tema.

RESUMO

O trabalho propõe, a partir de dados em painel, o estudo dos efeitos de investimentos sobre o valor de fretes rodoviários e ferroviários a partir do controle de variáveis de custo e de demanda no período de 2013 a 2016 (rodoviário) e 2013 a 2017 (ferroviário). Os resultados encontrados indicam que (i) os investimentos públicos possuem impactos negativos e significantes no valor de fretes rodoviários; (ii) os investimentos públicos não possuem impactos significantes (por mais que negativos) no valor do frete ferroviário; (iii) os investimentos privados possuem impacto negativo e significativo sobre o valor do frete ferroviário. Devido à falta de dados, não foi possível auferir o impacto do investimento privado no transporte rodoviário.

Palavras-chave: Frete; Infraestrutura; Investimentos.

ABSTRACT

The paper proposes, based on panel data, a study of the investments effects on the value of road and rail freight from the control of cost and demand variables in the period from 2013 to 2016 (road) and from 2013 to 2017 (rail). The results indicate that (i) public investments have negative and significant impacts on the value of road freight; (ii) public investments do not have significant (although negative) impacts on the value of rail freight; (iii) private investments have a negative and significant impact on the value of rail freight. Due to the lack of data, the impact of private investment in road transport could not be estimated.

Keywords: Freight; Infrastructure; Investments.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. TRANSPORTE RODOVIÁRIO E FERROVIÁRIO	4
2.1. Aspectos institucionais do modo rodoviário	4
2.2. Aspectos institucionais do modo ferroviário	6
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
4. METODOLOGIA.....	14
4.1. Dados	15
4.1.1. Modo rodoviário.....	15
4.1.2. Modo ferroviário	17
4.2. Análise empírica do modo rodoviário	19
4.3. Análise empírica para o modo ferroviário	24
5. RESULTADOS	28
5.1. Modo rodoviário	28
5.2. Modo Ferroviário.....	29
6. CONCLUSÃO.....	31
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

LISTA DE FIGURAS

Gráfico 1 - Investimentos públicos em rodovias (valores de 2014).....	16
Gráfico 2 - Investimento mensal público em ferrovia (valores de 2014).....	18
Gráfico 3 - Investimentos mensais privados em ferrovia (valores de 2014).....	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variáveis que impactam o valor dos fretes.....	12
Tabela 2 - Investimentos públicos no setor rodoviário (valores de 2014).....	16
Tabela 3 - Investimentos no setor ferroviário (valores de 2014).....	17
Tabela 4 - Lista de rotas analisadas.....	19
Tabela 5 - Descrição de dados para análise do transporte rodoviário.....	23
Tabela 6 - Descrição de dados para análise do modo ferroviário.....	26
Tabela 7 - Resultados para o transporte rodoviário.....	28
Tabela 8 - Resultados para o transporte ferroviário.....	29

1. INTRODUÇÃO

A infraestrutura logística de um país é essencial ao seu desenvolvimento econômico por permitir, entre outras coisas, maior mobilidade de recursos produtivos entre países e/ou regiões subnacionais. Quanto maior a eficiência da infraestrutura, menores serão os custos de transporte das mercadorias e, com isso, é possível observar maiores ganhos de produtividade das empresas e aumento de bem-estar para a população.

Academicamente, os benefícios da infraestrutura são evidenciados em vários estudos. Kessides (1993) argumenta que a infraestrutura logística possibilita diversificação produtiva, aumento de retornos privados e diminuição de custos, criação de tecnologia e aumento de bem-estar.

Em Aschauer (1989), por sua vez, promove um estudo econométrico sobre o efeito de vários gastos governamentais, tanto em estoque quanto em fluxo, a partir de uma função de produção, para os anos de 1949 a 1985. Seus resultados apontam que o estoque do “núcleo” das estruturas de infraestrutura (que representa instalações de transporte, energia e saneamento) possui efeitos positivos sobre o produto de uma nação e é a variável com maior poder explicativo da produtividade de seus fatores.

Em Calderón e Servén (2004) promovem um estudo econométrico com dados de 121 países, entre 1960 a 2000, a partir de índices de estoque e qualidade dos setores de transportes, telecomunicações e energia, para mensurar o impacto da infraestrutura sobre crescimento econômico e distribuição de renda. Os autores encontram que a infraestrutura tem efeitos de redução na desigualdade de renda.

Para o caso brasileiro, efeitos semelhantes são encontrados. Em Ferreira e Malliagos (1997), os autores estimam a elasticidade do produto e da produtividade em relação aos investimentos e estoques de infraestrutura desagregados em setores para os anos de 1950 a 1995. Os autores encontram evidências de relação positiva entre produto de longo prazo e produtividade total dos fatores com a infraestrutura.

Bertussi e Ellery (2012), por sua vez, estudaram o impacto dos gastos estaduais em transporte sobre a taxa média dos cinco anos à frente de crescimento do Produto Interno Bruto

estadual. Como resultado, encontram efeitos positivos no crescimento econômico a nível estadual, com efeitos maiores em estados com menor desenvolvimento econômico.

Em Mason *et al.* (2003), entende-se que o transporte é uma das atividades comprometidas diretamente com o planejamento logístico e com a integração dos processos internos de uma empresa e, por isso, é um dos fatores-chave do desempenho das cadeias de suprimento. Esses autores relataram estudos empíricos que mostram que os custos com o transporte atingem de 2% a 4% do faturamento e de 30% a 60% dos custos logísticos totais das empresas. Diante disso, para se alcançar o maior potencial do transporte é necessário gerenciá-lo de maneira integrada com os processos de suprimento, produção, distribuição e consumo (NIELSEN *et al.*, 2003; PEDERSEN, 2001).

Para países como o Brasil, que possuem forte economia agroexportadora, o papel da infraestrutura de transportes se torna ainda mais importante pois, como as *commodities* exportadas possuem pouco valor agregado, uma diminuição nos custos logísticos da escoação de safras permitem os produtores obterem maiores lucros e se tornarem mais competitivos internacionalmente (CNT, 2016).

Por mais que importante, a infraestrutura brasileira de transportes ainda é considerada um empecilho aos produtores. De acordo com uma pesquisa da Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2016), o custo de transporte é o principal entrave logístico enfrentado por pequenas e médias empresas exportadoras. Outro exemplo, de acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE), as intensas chuvas que ocorreram no início de 2017 na faixa não asfaltada da BR-163, que causou vários atolamentos de caminhões, produziram um custo de US\$ 400 mil diários pelos carregamentos de grãos não chegarem aos portos no tempo correto (ABIOVE, 2017). Tal é a relação entre exportações e transporte que a redução de 1% nos custos de transporte *ad valorem* aumentam as exportações de agricultura em até 5%, de acordo com um estudo do Banco Interamericano de Investimento (BID, 2013).

Vale ressaltar que um dos critérios mais frequentemente utilizados para parametrizar as cadeias produtivas e de suprimentos envolve o processo de formação de custos. Neste caso, os transportes agregam valores diretamente referentes aos fretes pagos e, indiretamente, por meio de sua eficiência operacional que transborda para as demais atividades e operações logísticas.

No caso brasileiro, apenas 12,3% das rodovias são pavimentadas, sendo que, deste total, a maioria está em estado de conservação ruim, segundo levantamentos anuais feitos pela Confederação Nacional dos Transportes (CNT, 2016). De acordo com a mesma instituição, as ferrovias oferecem o serviço lento e de pouca produtividade, utilizando basicamente a mesma malha há oitenta anos.

Dados os efeitos positivos da infraestrutura sobre a economia, o estudo de sua qualidade e eficiência é de vital importância para o planejamento de políticas públicas voltadas à exclusão de gargalos logísticos e promoção de crescimento econômico. De forma a contribuir com o tema, portanto, este trabalho propõe o estudo do impacto dos investimentos, como um indicador de qualidade, sobre o valor de fretes nos modos rodoviário e ferroviário. Esses modos de transporte foram escolhidos pela sua relevância no país, visto que representam aproximadamente 80% do transporte de cargas inter-regionais brasileiras (EPL,2016).

A análise empírica do estudo fez uso de dados em painel compreendendo uma série mensal de fretes entre janeiro de 2013 e dezembro de 2016 (para o modo rodoviário) ou janeiro de 2017 (para o modo ferroviário). Ao contrário de outros trabalhos, como Martins (2008), que também estudam fatores que influenciam os valores de fretes em meios de transporte e normalmente utilizam apenas variáveis de custo, o presente artigo também busca evidenciar aspectos de demanda, como o efeito de produto econômico setorial e cotações de *commodities*.

As seções seguintes buscam contextualizar o atual cenário para os transportes de carga rodoviário e ferroviário, assim como explicitar a metodologia utilizada e os resultados obtidos. As partes são distribuídas do seguinte modo: a Seção 2 aborda os aspectos institucionais de ambos transportes estudados; a Seção 3 versa sobre a literatura de fretes de cargas rodoviário e ferroviário; a Seção 4 expõe a metodologia utilizada para a análise empírica; a Seção 5 explicita os resultados encontrados e as análises recorrentes; e a Seção 6 apresenta as considerações finais do estudo.

2. TRANSPORTE RODOVIÁRIO E FERROVIÁRIO

2.1. Aspectos institucionais do modo rodoviário

O modo rodoviário é recomendado para percorrer pequenas distâncias, tendo em vista que é bastante dinâmico e, principalmente, ágil, pois as rodovias, com maior capilaridade no território, possibilitam buscar alternativas de rotas, fator que não acontece em outros meios, como o ferroviário, por exemplo. Devido a isso, Eller, Sousa Junior e Curi (2011) mostram que uma característica importante das rodovias é que elas permitem a maior integração do território e o desenvolvimento de polos econômicos, mesmo a maiores distâncias, ao permitir a descentralização das atividades econômicas do país. Caixeta-Filho (1998) completa que, dado que o transporte rodoviário é o único que realiza o transporte “ponto-a-ponto”, tal modo será utilizado, se não exclusivamente, em um sistema multimodal de modo complementar a outros transportes.

No Brasil, a malha rodoviária totaliza 1,72 milhões de quilômetros e o transporte é o mais utilizado, com uma representatividade de 65% em relação à matriz de transporte, totalizando 1.548 bilhões de toneladas quilômetros úteis (TKU) em 2015 (EPL, 2016). Em países de extensão territorial semelhante à do Brasil – Austrália, Canadá, China e EUA –, o transporte da produção do agronegócio e indústrias por rodovias e ferrovias apresenta-se equilibrado e com melhor aproveitamento do modal hidroviário, assegurando a esses países redução de custos operacionais, dos impactos ambientais e das externalidades negativas. (CNA, 2015).

Não obstante a predominância do transporte de cargas por caminhões no Brasil, em pelo menos 58,2% da extensão das rodovias há algum tipo de deficiência na pavimentação, sinalização ou geometria da via (CNT, 2016). O alto grau de precariedade das vias brasileiras rendeu o 121º lugar (entre 140) no quesito “qualidade de infraestrutura rodoviária” do Ranking de Competitividade Global do Fórum Econômico Mundial (WEF, 2016).

A má condição das rodovias brasileiras reduz a segurança viária e aumenta o custo de manutenção dos veículos, além do consumo excessivo de combustível, lubrificantes e outros insumos. Conforme dados da CNT (2016), a despesa com transporte de carga por rodovias no Brasil é, em média, 24,9% mais onerosa do que seria caso as estradas oferecessem melhores condições de pavimentação. Tal valor, contudo, varia conforme a região: a região mais

prejudicada é a Norte (34,3%) no valor dos fretes, seguida pela Sul (25,7%), Centro-Oeste (25,3%), Nordeste (23,9%) e Sudeste (21,2%).

A Lei nº 11.442, de 5 de janeiro de 2007, dispõe sobre o transporte rodoviário de cargas por conta de terceiros e mediante remuneração. No artigo 4 da referida lei, cria-se a figura do transportador autônomo independente e do transportador autônomo agregado. Assim, a lei define como transportador autônomo agregado “aquele que coloca veículo de sua propriedade ou de sua posse, a ser dirigido por ele próprio ou por preposto seu, a serviço do contratante, com exclusividade, mediante remuneração certa”, e autônomo independente “aquele que presta os serviços de transporte de carga de que trata esta Lei em caráter eventual e sem exclusividade, mediante frete ajustado a cada viagem”. A lei estabelece que o vínculo de emprego autônomo, seja independente ou agregado, é de natureza comercial, não ensejando em nenhuma hipótese a caracterização de vínculo de emprego.

De acordo com os artigos 7 e 9 da Lei supracitada, no modo rodoviário de cargas, o transportador da carga (empresa ou autônomo) assume a responsabilidade pelos prejuízos resultantes de perda, danos ou avarias à carga transportada, a partir do seu recebimento, respondendo pela sua integridade até a entrega no seu destino. Ainda, o transportador tem responsabilidade pelo atraso na entrega da carga, se estabelecido prazo de entrega no contrato ou no conhecimento de transporte, que também é prova do contrato. Por fim, de acordo com o artigo 14 da mesma Lei, a responsabilidade civil do transportador pelos prejuízos causados em razão de perda, danos ou avarias à carga transportada tem como limite o valor declarado pelo expedidor, que, de um modo geral, é o valor constante da nota fiscal, podendo ser consignado em contrato de transporte e devendo sê-lo no conhecimento. A responsabilidade abrange ainda o valor do frete e do seguro, se tais valores tiverem sido suportados pelo embarcador.

O transporte de cargas por rodovias não possui um comportamento sistemático dos valores de frete, variando principalmente em função das quantidades a serem movimentadas, da frequência de embarques e do atendimento dado ao cliente.

Vale ressaltar também que, pelo fato de ser um mercado com menor grau de regulamentação e menores barreiras à entrada, possibilita mais competitividade, com maior oferta do serviço, o que visivelmente impacta no frete ofertado para aqueles que desejam utilizar o serviço (Zylbersztajn e Neves, 2000). Deve-se destacar que o carácter descentralizado do modo

rodoviário, com poucas concessões rodoviárias em relação à malha viária total, torna a infraestrutura desse transporte muito dependente dos investimentos governamentais.

2.2. Aspectos institucionais do modo ferroviário

O modo ferroviário é o segundo maior no transporte de cargas inter-regional no Brasil (EPL,2016), sendo responsável por 15% do total e 356,8 bilhões de toneladas quilômetros úteis (TKU) em 2015. Devido à sua maior capacidade de carregamento (ante o modo rodoviário) e sua maior velocidade (ante o modo aquaviário), o transporte ferroviário é utilizado principalmente no transporte de minérios e granéis agrícolas. Ainda, a malha ferroviária, em 2015, atingiu 29.291 km (não contabilizando trens urbanos e de passageiros) (CNT, 2015).

A história do modo ferroviário no Brasil é altamente atrelada aos ciclos econômicos. Como exemplo, a primeira ferrovia brasileira, Estrada de Ferro Mauá (ou Estrada de Ferro Petrópolis), foi construída em 1854 para o transporte de café do Vale do Parnaíba até o Porto de Mauá. Contudo, não havia um planejamento central e integrador da malha ferroviária, o que gerou vários trechos de baixa utilização e com diferenças de bitola (CNT, 2013). A situação se deteriorava também pelo aumento no número de rodovias, que competiam com a ferrovia no transporte de cargas e passageiros.

Em 1957, foi criada a Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA). A estatal era responsável pela administração da rede ferroviária da União e tinha como o objetivo centralizar o planejamento e tornar as ferroviárias mais integradas. Em 1960, a malha ferroviária brasileira atinge sua maior extensão e apresentava ganhos de produtividade e de carga transportada. Contudo, com as consecutivas crises fiscais brasileiras nos períodos posteriores, a administração das ferrovias públicas ficou cada vez mais custosa ao Estado (CNT, 2013).

A Constituição Federal de 1988 garante, em seus artigos 21 e 175, a possibilidade de oferta da iniciativa privada de serviços públicos de infraestrutura a partir de concessão. Diante disso e do Programa Nacional de Desestatização, em 1992 a RFFSA é privatizada. Sua malha é dividida em lotes, conforme as antigas superintendências da RFFSA, e entre 1996 e 1998 as frações da malha são leiloadas seguindo o modelo de maior valor de outorga.

O modelo de concessão ferroviário foi definido a partir do Decreto nº 1.832/1996. A concessão ferroviária seria verticalizada, isto é, o operador de infraestrutura e o gestor de infraestrutura eram representados pela mesma pessoa jurídica. Outras características são: a concessão duraria 30 anos, prorrogáveis por igual período; a definição de tarifas teto, definidos pelo Estado e individual para cada malha; metas quinquenais de aumento de produção anual e número de acidentes; e garantia de tráfego mútuo e direito de passagem. Destaca-se que a legislação não impunha metas de investimento aos concessionários, apenas metas para movimentação (resolução nº 3.696 da ANTT).

Em 2011, a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) publicou três resoluções (3.694, 3.695 e 3.696) que mudavam o paradigma da concessão ferroviária no Brasil. O modelo apresentado era horizontal, isto é, o operador de infraestrutura era independente do gestor de infraestrutura e, da mesma maneira que antes, não havia meta de investimentos aos concessionários. O ente público estaria representado pela VALEC Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. (VALEC) compraria a capacidade do gestor de infraestrutura e venderia aos operadores ferroviários (CNT, 2013). Contudo, tal modelo nunca entrou em operação prática em sua totalidade. Inclusive, o programa de investimentos CRESCER, concebido em 2016, descartou futuras concessões ferroviárias no modelo desenvolvido em 2011 ao anular o Decreto 8.129/2013, que instituíra o novo modelo oficialmente, por meio do Decreto 8.875/2016.

Pelo modelo atual de concessão, a compra do serviço de transporte pode se dar por duas vias: contratos de longo prazo e mercado *spot*. O primeiro tipo, mais utilizado, normalmente abarca contratos de longo prazo e usuários investidores, isto é, usuários que incorporam capital próprio no operador ferroviário para construção ou ampliação de um determinado trecho da malha. Tais contratos são chamados de *take-or-pay*. Já o frete *spot* é aquele feito normalmente sem contrato e é demandado devido a excessos temporários e não esperados de carga para ser transportada – logo, seus valores flutuam em decorrência da demanda e da oferta do período. (OLIVEIRA; CAIXETA FILHO, 2007)

3. REVISÃO DE LITERATURA

A formação do frete é bastante complexa, pois, além dos custos operacionais, incorpora também fatores locais e conjunturais. A seguir, serão analisados os principais fatores que influenciam os fretes, segundo a literatura, de forma a embasar o uso das variáveis no estudo empírico. É necessário ressaltar que grande parte da literatura pesquisada faz referência aos fretes rodoviários, devido ao seu importante papel na matriz de transporte brasileira.

Nascimento, Gallon e Beuren (2009), ao realizarem um estudo de caso de um transportador rodoviário, indicam que os preços de fretes são formados tanto por elementos internos (custos) como por elementos externos (oferta de transporte e demanda). Mais especificamente, o trabalho cita Kotler (2000) ao explicar que a demanda exerce o papel de limite máximo ao valor do frete e os custos exercem o papel de piso. Já os preços dos concorrentes também deveriam ser observados e uma possível reação desses serem considerados na formação do frete.

Martins (2008) promove um interessante estudo econométrico e descritivo para determinar a complexidade e os fatores que permeiam a formação dos fretes rodoviários. Em concordância com os trabalhos anteriores, ressalta que o custo, por mais que relevante, não é o único na formação de preços – o comportamento dos consumidores e o ambiente de negócios também são fatores que afetam a determinação de preços. Por tais características, o valor do frete reflete diretamente variações em fatores como o desempenho da economia, estratégias empresariais, acordos internacionais de comércio dentre outros (DOT, 1995). Soares e Caixeta-Filho (1997), ao estudarem, por meio de uma pesquisa descritiva, dados de fretes rodoviários, destacam a sazonalidade como um fator importante na análise de frete. Ademais, os autores citam que a própria estrutura de mercado – exigência de equipamentos específicos e falta de concorrência no transporte são fatores que encareceriam o valor de frete cobrado.

Os fretes ainda são impactados pelas rotas e perfil da empresa (HIJJAR, 2007). No caso de rotas, trajetos com *origem* em regiões com maiores demandas costumam encarecer o frete. Do contrário, trajetos com *destino* em regiões de grande demanda costumam ser mais baratos devido à existência de fretes de retorno. Por exemplo, cita Hijjar (2007), “o preço pago pela movimentação de cargas do Rio de Janeiro para São Paulo é, em média, 34% mais baixo do que na direção inversa” (p. 2).

Samuelson (1977) derivou um modelo teórico simples de determinação de frete para o caso de um transportador exclusivo. Supondo um comportamento de maximização de lucros por parte do monopolista de transporte, a tarifa de transporte ou frete (t) seria dada por:

$$t = \frac{dC}{dD} + \rho \left(\frac{1}{E_d} + \frac{1}{E_s} \right) \quad (1)$$

em que $\frac{dC}{dD}$ é o custo marginal do transporte.

De acordo com esse modelo, transportador estabelece o frete (t) como sendo igual ao custo marginal da atividade de transporte (dC/dD) mais o preço (ρ) da mercadoria multiplicado pela soma dos inversos das elasticidades da demanda (E_d) e da oferta (E_s), ambas definidas em módulo. Desse modo, essa equação gera três análises principais sobre a formação de frete de transporte. Primeiro, os fretes de transporte (t) aumentam com o valor unitário da mercadoria transportada, pois (ρ) tem parcela direta na formação do preço final. Segundo, as mercadorias que apresentam maior elasticidade de oferta ou de demanda tendem pagar menores fretes, devido ao carácter elástico da demanda ou da oferta. Terceiro, as estruturas de mercado da oferta e da demanda do produto transportado têm efeito sobre os fretes pagos pelo transporte do produto, uma conclusão derivada do item anterior. É importante perceber que quanto maior próximo da estrutura de mercado (com as elasticidades altamente elásticas), mais o frete de transporte se aproxima do custo marginal da atividade (MARTINS, 2008).

De acordo com Martins (2008), enquanto o custo total para o transportador é linear ascendente com a distância, a relação entre frete e distância é decrescente devido à diluição dos custos fixos na quilometragem. Com isso, percebe-se que a atividade de transporte possui a característica de economias de escala em relação à distância do percurso.

No caso do transporte ferroviário, Castro (2002) explicita que, além de possuir economia de escala, o operador ferroviário também tem a característica de economia de escopo. Isso acontece, pois, a infraestrutura ferroviária (locomotivas, terminais, linhas férreas) possibilitam não apenas o transporte de cargas, mas também o transporte de passageiros.

Constata-se que a distância é o principal fator de determinação dos fretes, pois afeta os custos variáveis (quilometragem rodada) do serviço, independentemente do modo utilizado. De modo geral, estudos que procuram identificar os determinantes dos fretes rodoviários são,

primeiramente, dependentes das distâncias e, posteriormente, ajustados por outros fatores (CORREA JÚNIOR *et al.*, 2001). Soares e Caixeta-Filho (1997) explicam que a distância é importante pois os custos fixos são diluídos conforme a distância aumenta, o que torna frete mais longos preferíveis aos transportadores.

Nascimento, Gallon e Beuren (2009), a partir do estudo de Ballou (2001), indicam sete aspectos que impactam a formação do preço do frete: distância; volume, tipo de produto e especificidade da carga do veículo; prazo de entrega; interligação (quando o transportador, do mesmo modal ou de outro, deve recorrer a outros transportadores para atender determinadas regiões); e taxas (impostos). Posteriormente, quando os autores analisam o estudo de caso com um transportador rodoviário, alguns dos aspectos citados anteriormente são exemplificados: em taxas, incluem-se o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), Taxa Administrativa da Secretaria da Fazenda Estadual (TAS); em volume, inclui-se a cubagem¹; em tipos de carga, inclui-se a tarifa para cargas de difícil manuseio; entre outros exemplos.

Hijjar (2007), em sua análise descritiva sobre dados do Painel de Fretes do Centro de Estudos em Logística (CEL/Coppead), acha indícios de que deprimem os preços do frete rodoviário a elevada oferta de transporte, a falta de exigências para a operação e a baixa fiscalização do governo. Caixeta-Filho (1998) argumenta que a fiscalização precária e a pouca quantidade de balanças rodoviárias permitem o tráfego de caminhões com excesso de peso, o que degradam as rodovias. Em tal cenário, o estado das vias rodoviárias afeta negativamente o consumo de combustível e lubrificantes, além do maior desgaste de pneus. A concessão à iniciativa privada das rodovias, segundo o autor, por mais que amenize tais efeitos negativos, também acrescentam uma carga alta aos custos do transportador, que muitas vezes prefere transitar por vias depredadas a pagar pedágios.

Bozoky *et al.* (2014), ao analisarem rotas e modos alternativos ao rodoviário para escoação da produção de soja do Mato Grosso do Sul, atribuem a distância percorrida, prazo de entrega, pedágios, balanças ao longo da via e estado de conservação das vias como variáveis importantes na formação do frete rodoviário pela ótica dos custos. Já Soares e Caixeta-Filho (1997)

¹ No transporte rodoviário, alguns produtos podem ser volumosos, por mais que não densos – isto é, cargas que lotam a carroceria antes de completar o limite de peso. Em tais situações é calculado um ajuste no valor do frete, chamado de “cubagem”, que aumenta o frete conforme a densidade do objeto transportado diminui (NTC, 2001).

complementam as variáveis que afetam os fretes com a característica de mercado (carga para exportação, mercado interno, ou provinda de importação) e o custo de oportunidade do veículo parado, isto é, o tempo perdido em filas de espera e carga e descarga. Em especial, esse último fator é afetado pela falta de instalações adequadas de armazenagem nos produtores agrícolas, o que torna a operação dependente das condições climáticas.

De acordo com Davies (1986), o transportador percebe o encarecimento dos custos quando trafega em rodovias precárias e, por isso, concede descontos ou cobra prêmios de acordo com as vias do percurso contratado.

De acordo com Soares e Caixeta-Filho (1997), o reajuste de frete se dá proporcionalmente ao reajuste do óleo diesel, visto que esse é a principal rubrica de custos. Sobre isso, Castro (2002) afirma que uma “regra de bolso” dos caminhoneiros é cobrar um litro de óleo por quilômetro percorrido, podendo haver descontos a depender da distância e da existência de cargas de retorno.

Eller, Sousa Junior e Curi (2011) constroem uma metodologia para comparar os custos de implantação, operação e manutenção dos modais rodoviário e ferroviário no cenário brasileiro. No trabalho, que argumenta a favor de mais investimentos no transporte ferroviário, exaltam que o transporte de carga no Brasil é muito dependente do sistema rodoviário e as condições insatisfatórias da malha rodoviária tem onerado os produtos brasileiros a partir da elevação dos custos de frete e de manutenção dos veículos. Os autores comentam ainda que a “necessidade constante de investimentos em conservação das rodovias faz com que os recursos públicos nunca pareçam suficientes para manter a qualidade do sistema” (ELLER; SOUSA JUNIOR; CURI, 2011, p.2). Contudo, se por um lado a escassez de recursos reforça a necessidade de melhor alocação de investimentos, por outro, a obtenção da alocação ótima é dificultada por alguns aspectos de custos de infraestrutura que “continuam obscuros” em razão de diversidades metodológicas e posicionamentos políticos antagônicos.

Já no que tange ao perfil de caminhões utilizados, a capacidade dos caminhões influi no valor conforme as rotas maiores (acima de 200 km). Hijjar (2007) também indica que, para alguns tipos de caminhões, principalmente aqueles com maior presença de caminhoneiros autônomos, o preço médio pago pelo frete se encontra abaixo da curva teórica de custos. Tal fato se daria por uma margem de operação reduzida do transportador e/ou a existência de custos

de transporte não sendo remunerados corretamente. Nascimento, Gallon e Beuren (2009) discutem a margem bruta do transportador como inversamente proporcional à distância percorrida, em concordância à Hijjar (2007), além de custos diretos, como seguro da carga, impostos e pedágio.

Ainda tendo por base os custos de prestação de serviços, em parte, os fretes de mercado também refletem os investimentos realizados para a prestação dos serviços, incorporados como custos fixos, conforme as especificidades da carga, que podem implicar ativos mais caros e cargas de maior risco ou com necessidade de cuidados especiais. A isso, somam-se os investimentos na infraestrutura como meio de melhorar as vias rodoviárias e consequentemente reduzir os custos operacionais. (Martins, 2008)

Wanke e Fleury (2012) promoveram um amplo estudo sobre variáveis que afetam o custo dos vários tipos de transporte de cargas utilizando a Pesquisa Anual de Serviços e a Relação Anual de Informações Sociais (Rais), ambas para o ano de 2002, e várias técnicas de análise multivariada, como análise fatorial e de *cluster*. A respeito do transporte ferroviário, afirmam que os custos operacionais do modo ferroviário são, em maioria, custos fixos – nesses casos, os custos variáveis poderiam ser uma aproximação dos custos marginais. Logo, a conservação das vias é de vital importância para um frete competitivo – de acordo como os autores, a má conservação das linhas férreas acarreta baixas velocidades médias praticadas, o que reduz a produtividade do transporte. Ainda, de acordo com um estudo realizado pelo Bradesco (2017), os custos de produção do transporte ferroviário se dividem em custos de mão de obra (70,8%), combustíveis e lubrificantes (21,8%, devido às locomotivas brasileiras serem predominantemente do tipo diesel-elétricas) e mercadorias e materiais de reposição (7,4%).

Por fim, é interessante referenciar o quadro de variáveis que afetam o frete dos modos rodoviário e ferroviário mostrado em Martins (2008). A tabela abaixo resume algumas das variáveis já discutidas anteriormente, além de outras de menor relevância na literatura.

TABELA 1 - Variáveis que impactam no valor dos fretes.

CUSTOS	CARGA	VEÍCULO	MERCADO
Distância	Peso	Número de vagões	Origem/Destino
Custos	Preço	Tamanho	Época

Combustível	Volume	Lotação	Oferta
Tempo de carga/descarga	Densidade	Acondicionamento	Demanda
Salários	Perecibilidade		Carga de retorno
Risco de greve	Tipo de carga		Nível de serviço
Fronteiras			Contrato
Condições de vias			Rotas

Fonte: Gameiro (2003) *apud* Martins (2008).

4. METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa empírica, de caráter exploratório, que procurou investigar evidências do mercado para a explicação dos impactos dos investimentos públicos e privados em infraestrutura na formação do frete rodoviário e ferroviário no Brasil. Segundo Vergara (1998), a pesquisa exploratória é adequada em áreas de poucos conhecimentos acumulados, enquanto a compreensão dos fenômenos ainda não é suficiente ou mesmo é inexistente. O caráter empírico da pesquisa estará apoiado em dados levantados e em referencial teórico pertinente ao tema. Foram usados recursos estatísticos e econométricos para a identificação de comportamentos sistemáticos dos fretes para as categorias de produtos utilizados, aliados a outras evidências de mercado

Nesta seção do artigo, serão demonstrados os aspectos da análise empírica realizada. Primeiramente, discute-se os dados utilizados e suas fontes. Em sequência, debate-se aspectos acerca dos estimadores utilizados e testes de robustez realizados.

Como citado na revisão de literatura, Kotler (2002) explicita que o frete de transporte é formado tanto pela demanda, que define o valor máximo, quanto pelos custos, que define o valor mínimo a ser aplicado. A partir disso, esse trabalho assume o seguinte modelo teórico genérico a ser testado:

$$Frete_{i,t} = \alpha_i + \beta_1 \mathbf{Custos} + \beta_2 \mathbf{Demanda} + \beta_3 \mathbf{Tendência} + u_{i,t} \quad (2)$$

A metodologia utilizada se baseia na regressão dos fretes de cada modo, transformadas para a unidade de reais por tonelada quilômetro (R\$/TKU), de modo a corrigir a distorção de curtas e longas distâncias sobre o valor. Uma importante implicação do uso da variável em R\$/TKU é a não necessidade de empregar a distância como variável de controle, ao contrário do que é normalmente feito na literatura (como em CASTRO, 2002 e MARTINS, 2008), pois a distância já é controlada no valor da variável dependente. Controlou-se também a especificação da carga, pois as análises concentram apenas em grãos sólidos agrícolas, cargas que compartilham, de modo geral, as mesmas condições de carga/descarga e equipamentos para transporte.

As variáveis independentes, por sua vez, buscam refletir os principais fatores que afetam o frete do modo, conforme a literatura explicitada anteriormente. Na modelo apresentado na

equação (2), tais variáveis são elencadas como “Custos”, “Demanda” e “Tendência”, em que “Custos” e “Demanda” não representam apenas uma variável, mas um conjunto de itens.

No conjunto de “Custos”, fazem parte as variáveis de investimento e combustível. A variável de estudo, o montante de investimentos, foi adicionada para representar os custos fixos do setor, que afetam a produtividade do transporte. Tal argumento foi mostrado em Wanke e Fleury (2012), Eller, Sousa Junior e Curi (2011), Bozoky *et al.* (2014), entre outros. Para a representar de custo variável, foi adicionada a variável do combustível, que tem um impacto significativo conforme mostrado em Soares e Caixeta-Filho (1997) e Castro (2002).

No que tange ao conjunto de “Demanda”, foram adicionadas variáveis de produtos internos de agropecuária e exportação. A utilização do índice de produto interno possibilita ainda captar a sazonalidade, visto que o maior fluxo de transporte ocorre durante a safra das culturas, do interior para os portos (MARTINS, 2008). Além disso, a também foram adicionadas variáveis de cotações de *commodities* agrícolas dessazonalizadas, complementando os efeitos de demanda presentes.

Todos os valores monetários utilizados foram corrigidos a preços de dezembro de 2014 por meio do índice IGP-DI, calculado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). O IGP-DI se relaciona com o setor de transportes pois é formado a partir do Índice de Preços ao Atacado (IPA), leva consideração também o Índice Nacional da Construção Civil (INCC) e possui um componente que o atrela ao dólar e a bens de capital. Seu uso é feito também na atualização de contratos de concessão ferroviária (por exemplo, Resolução nº 3738 da ANTT), além de também ser utilizado em outros estudos de custo (por exemplo, em VALEC, 2012) e, até 2006, o índice era o indexador dos reajustes na tarifa telefônica (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2016).

4.1. Dados

4.1.1. Modo rodoviário

Os investimentos públicos em rodovias apresentaram um comportamento crescente durante os anos de análise, conforme mostrado na Tabela 2. De 2013 a 2016, a rubrica apresentou crescimento de R\$ 1,9 bilhões de reais, ou 24,3%, entre valores pagos e restos a pagar. Contudo, excetua-se o ano de 2015, que apresentou uma queda de R\$ 2,495 bilhões (28,5%) ante o ano

imediatamente anterior. A retração, que se iniciou em 2014, ocorreu devido a contingenciamentos dos gastos do governo federal.

Deve-se destacar que a única base pública e tratada de dados de investimento privado em rodovias, pertencente à Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias (ABCR), possui apenas a versão anual com acesso público. Diante da complexidade na obtenção de tais dados, esse estudo irá analisar apenas o investimento público na infraestrutura rodoviária.

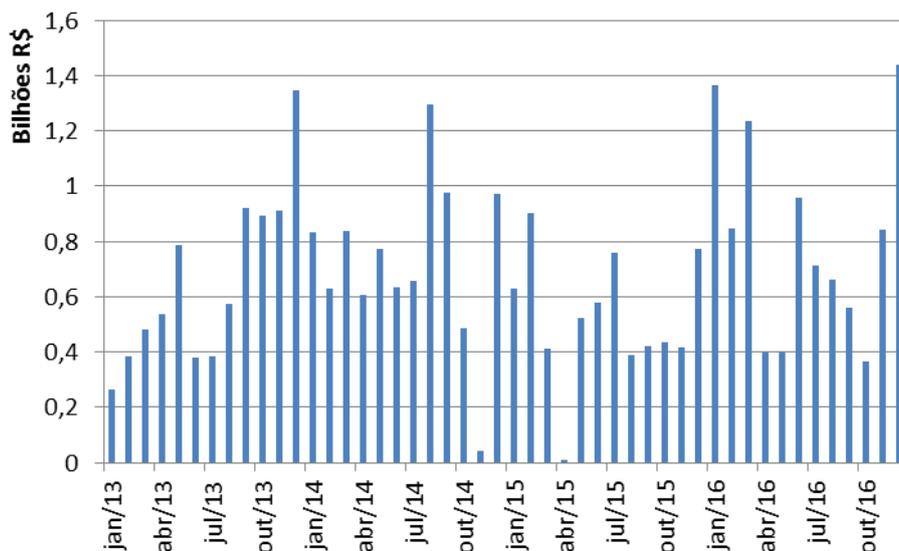
TABELA 2 - Investimentos públicos no setor rodoviário (valores de dezembro de 2014).

Investimentos públicos no setor rodoviário				
<i>Em milhões de R\$</i>	2013	2014	2015	2016
Investimento público	7.864,21	8.743,33	6.248,08	9.773,50
Variação ao ano	-	11,2%	-28,5%	56,4%

Fonte: Siga Brasil²

O gráfico abaixo mostra a distribuição mensal dos investimentos públicos no período analisado.

GRÁFICO 1 - Investimentos públicos em rodovias (valores de dezembro de 2014).



²Dados de investimento rodoviário obtidos no Siga Brasil possui a seguinte função de pesquisa: Função 26, subfunção 782, GND 4 (investimentos), restos a pagar pagos e valor pago.

4.1.2. Modo ferroviário

O total de investimentos públicos e privados em ferrovias apresentou crescimento no período analisado, com exceção dos investimentos públicos em 2015 que apresentaram decréscimo pelo contingenciamento nos gastos do Governo Federal, conforme ilustrado na Tabela 3. Entre 2013 e 2016, os investimentos totais aumentaram em R\$ 11,347 bilhões de reais (202,40%), principalmente por conta dos investimentos privados durante os anos de 2014 e 2015. Nesses anos, os investimentos privados em ferrovias apresentaram grandes aumentos devido à restauração de trechos e renovação de frota e equipamentos realizada por várias malhas.

Vale ressaltar o grande aumento dos investimentos públicos em ferrovias verificados em 2016, de 285,58% ante 2014. A grande elevação se deu pelo valor pago e, principalmente, de restos a pagar pagos do ano anterior em grandes obras na Ferrovia de Integração Leste-Oeste (FIOL) e na Ferrovia Norte-Sul (FNS).

Tabela 3 - Investimentos no setor ferroviário (valores de dezembro de 2014).

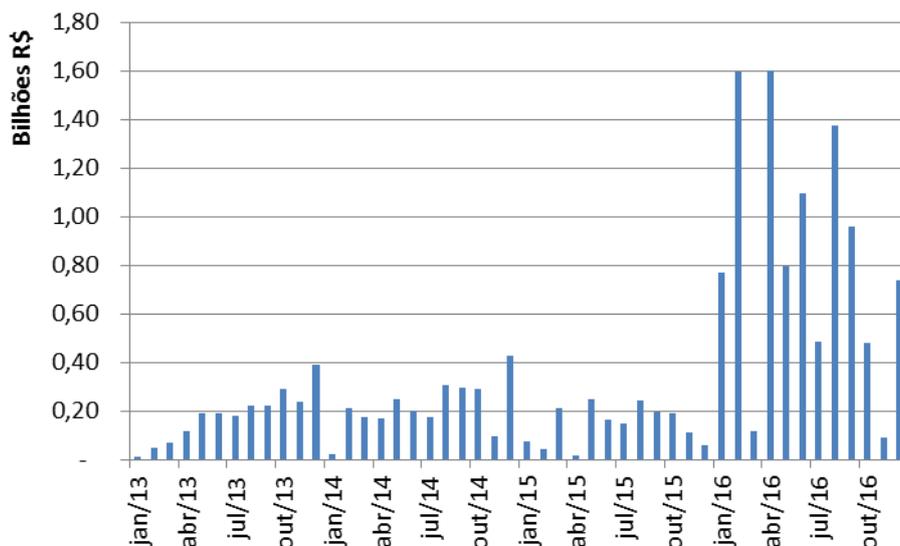
Investimentos no setor ferroviário				
<i>Em milhões de R\$</i>	2013	2014	2015	2016
Investimento Privado	3.441,98	6.005,46	8.219,90	6.857,75
Varição ao ano	-	74,48%	36,87%	-16,57%
Investimento Público	2.164,30	2.618,36	1.707,97	10.095,85
Varição ao ano	-	20,98%	-34,77%	491,10%
Razão privado/público	1,59	2,29	4,81	0,68

Fonte: ANTT e Siga Brasil³

³Dados de investimento públicos ferroviários obtidos no Siga Brasil possuem a seguinte função de pesquisa: Função 26, subfunção 783, GND 4 (investimentos), restos a pagar e valor pago.

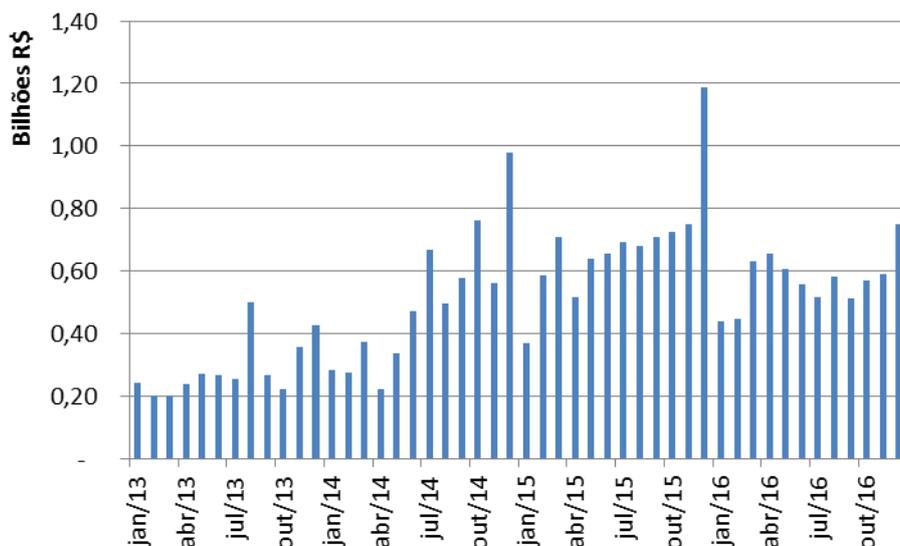
O Gráfico 2 ilustra os investimentos públicos em ferrovias de acordo com a sua distribuição mensal. Nota-se, conforme explicitado anteriormente, o grande aumento de tais investimentos no ano de 2016. O Gráfico 3, por sua vez, ilustra a distribuição mensal dos investimentos privados em ferrovias.

GRÁFICO 2 - Investimento mensal público em ferrovia (valores de 2014).



Fonte: Siga Brasil

GRÁFICO 3 - Investimento mensal privados em ferrovia (valores de 2014).



Fonte: ANTT

As séries apresentadas nos gráficos 2 e 3 acima sustentam que os investimentos privados são mais constantes do que os investimentos públicos ferroviários. Em relação aos dados de investimento rodoviário e ferroviário, é possível notar que não há sazonalidades.

4.2. Análise empírica do modo rodoviário

Os dados para a análise do frete rodoviário estão estruturados em painéis que abrangem, mensalmente, o período de janeiro de 2013 a dezembro de 2016, período que mostrou uma disponibilidade satisfatória de dados.

Os dados de frete rodoviário de grãos sólidos agrícolas foram coletados na Associação dos Produtores de Soja e Milho de Mato Grosso (APROSOJA/MT) e se referem aos fretes interestaduais de soja e milho para rotas selecionadas. Os valores são isentos do Imposto sobre Consumo de Bens e Serviços (ICMS) e foram transformados para o valor de reais por tonelada quilômetro (R\$/TKU). As rotas fixas são acompanhadas semanalmente pela APROSOJA e foram utilizadas como os grupos do painel. Para cada uma das 26 rotas analisadas, descritas na tabela abaixo, foi feita a média dos fretes quilométricos semanais para auferir o frete médio mensal.

TABELA 4 - Lista de rotas analisadas.

Origem	Destino	Distância (Km)
Campo Novo do Parecis (MT)	Paranaguá (PR)	2.195
Campo Novo do Parecis (MT)	Porto Velho (RO)	1.050
Campo Novo do Parecis (MT)	Rondonópolis (MT)	610
Campo Novo do Parecis (MT)	Santos (SP)	2.015
Campo Verde (MT)	Alto Taquari (MT)	427
Campo Verde (MT)	Paranaguá (PR)	1.768
Campo Verde (MT)	Rio Verde (GO)	647
Campo Verde (MT)	Rondonópolis (MT)	155
Campo Verde (MT)	Santos (SP)	1.545

Canarana (MT)	Alto Araguaia (MT)	580
Canarana (MT)	Santos (SP)	1.665
Canarana (MT)	Uberlândia (MG)	1.010
Diamantino (MT)	Alto Taquari (MT)	672
Diamantino (MT)	Paranaguá (PR)	1.990
Diamantino (MT)	Rondonópolis (MT)	400
Diamantino (MT)	Santos (SP)	1.895
Rondonópolis (MT)	Alto Taquari (MT)	275
Rondonópolis (MT)	Maringá (PR)	1.115
Rondonópolis (MT)	Paranaguá (PR)	1.590
Rondonópolis (MT)	Santos (SP)	1.500
Sapezal (MT)	Porto Velho (RO)	945
Sorriso(MT)	Alto Taquari (MT)	890
Sorriso (MT)	Cuiabá (MT)	400
Sorriso (MT)	Paranaguá (PR)	2.200
Sorriso(MT)	Rondonópolis (MT)	615
Sorriso (MT)	Santos (SP)	2.025

Fonte: Elaboração própria.

A utilização dos dados da APROSOJA impacta de duas maneiras diretas nos resultados empíricos que serão encontrados. O primeiro se dá pelo fato de que o frete analisado faz relação apenas às cargas de milho e soja. O segundo, a utilização de rotas fixas específicas pode ser avaliada como análise pontual para o estado de Mato Grosso, o maior produtor de grãos do país. Tendo isso em vista, e o fato desses grãos representarem grande parte da produção agrícola nacional, o autor acredita que esses pontos não invalidam os resultados encontrados.

Os dados de preço ao consumidor do diesel S10 foram coletados no site a Agência Nacional do Petróleo (ANP).

Os investimentos públicos em rodovias (manutenção e expansão) foram coletados a partir da base do Sistema Siga Brasil, disponibilizado pelo Senado Federal. Foram considerados apenas os investimentos feitos pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), devido à sua majoritária participação nos investimentos de infraestrutura rodoviária.

O Produto Interno Bruto (PIB) mensal, e suas desagregações, são representados pelo Índice de Atividade Econômica (IAE), calculado pela Serasa Experian. Por mais que não seja o valor de fato calculado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, divulgado no agregado trimestral), ou pelo Banco Central do Brasil (que não distribui setorialmente), o IAE oferece uma boa noção sobre o nível de atividade econômica da economia e possibilita a análise correta do sinal do efeito de demanda sobre o frete rodoviário.

Os preços de soja e milho foram coletados no site da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) e correspondem aos preços médios mensais ao produtor de Mato Grosso.

Ao final, a base de dados possui 1.248 observações divididas em 26 grupos de painel (balanceados) e 48 períodos de tempo.

O uso de dados em painel possibilita controlar fatores idiossincráticos de cada grupo (rotas) do frete rodoviário e fatores que se alteram com o tempo, mas não com as rotas. Tais qualidades corrigem alguns erros estatísticos de regressões, como por exemplo, diminuem a presença de heterocedasticidade quando comparado a estimadores de séries temporais (HSIAO, 1986, *apud* DUARTE; LAMOUNIER; TAKAMATSU, 2007).

As principais técnicas utilizadas para análise de dados com essa estrutura são os estimadores de efeitos fixos (FE) e os estimadores de efeitos aleatórios (RE). De acordo com Johnston e Dinardo (1997), ambas as técnicas possuem a seguinte estrutura:

$$\begin{aligned}y_{i,t} &= X_{i,t}\beta + \epsilon_{i,t} \\ \epsilon_{i,t} &= \alpha_i + \eta_{i,t}\end{aligned}\tag{3}$$

em que α_i é o *efeito individual*, $\eta_{i,t}$ é um *termo de erro* não correlacionado com $X_{i,t}$ e os índices i, t representam o i -ésimo indivíduo e o t -ésimo período. Ainda, as seguintes hipóteses são assumidas para ambas técnicas:

$$E[\eta] = 0, E[\alpha_i, \alpha_j] = 0 \text{ para } i \neq j, E[\alpha_i, \eta_{i,t}] = 0, E[\alpha_i] = 0, E[n, n] = \sigma_n^2 I_{nT},$$

$$E[\alpha_i, \alpha_i] = \sigma_a^2 \quad (4)$$

Contudo, as abordagens diferem pela hipótese de ortogonalidade ($corr(\alpha_i | X_{i,t}) = 0$): enquanto que, no estimador de efeitos aleatórios, é válida a hipótese de ortogonalidade, no estimador de efeitos fixos tal hipótese é relaxada. A escolha de um ou outro método irá ser definida pelo teste de especificação de Sargan-Hansen (GREENE, 2002), pelo fato de permitir modelos com presença de heterocedasticidade.

Foram utilizados, ao todo, seis variáveis de controle no modelo, além da estudada. A variável-alvo, de investimento público rodoviário (*Investimento Pub.*), é representada pelos dados logaritmos de investimento do DNIT. Intuitivamente, espera-se que essa variável apresente efeitos negativos no valor do frete, pois quanto maior o montante de investimentos em infraestrutura rodoviária, independentemente do tipo de obra, melhor as condições de rodagem e menor os custos do caminhoneiro. Destaca-se que não é possível analisar o investimento público realizado em cada rota estudada. Portanto, a variável se repete para cada grupo em um mesmo mês.

As variáveis de demanda (*PIB Agropecuária, PIB exportação*) são os valores logaritmos do IAE para os componentes de agropecuária e exportações, respectivamente. Foram escolhidos esses dois componentes por representarem os maiores mercados demandantes de fretes rodoviários para grãos sólidos agrícolas (soja e o milho). Esses grãos destinados ao mercado interno serão representados pela variável de agropecuária e o escoamento desses produtos para a exportação será capturado pelo produto de exportações. É esperado que ambas variáveis apresentem sinais positivos.

As variáveis de cotações mensais de soja e milho (*Cotação Soja, Cotação Milho*) foram utilizadas para capturar maiores demandas por exportação e, assim, uma maior demanda por fretes. O valor do diesel (*Diesel S10*) foi inserido por representar a maior parte do custo variável do caminhoneiro. Seu sinal esperado é positivo. Por fim, uma variável de tendência (*Tendência*) foi colocada como forma de representar uma tendência natural de oscilação do valor de frete e possíveis ganhos de escala com tecnologia. É esperado sinal negativo na variável de tendência, devido à recente desaceleração econômica e aos ganhos de produtividade do setor.

O modelo testado, portanto, assume a seguinte configuração:

$$Frete_{i,t} = \beta_1 Diesel_t + \beta_2 Inv_t + \beta_3 Cotações_t + \beta_4 PIB_t + \beta_t Tendência_t + \alpha_i + u_{i,t} \quad (5)$$

TABELA 5 - Descrição de dados para análise do transporte rodoviário.

Variável	Observações	Média	Unidade	Erro padrão
<i>Frete Rodoviário</i>	1248	0,1457	R\$/TKU	0,0601
<i>Diesel S10</i>	1248	2,8819	R\$/Litro	0,5657
<i>Investimentos Públicos</i>	1248	20,1540	(logaritmo)	0,7973
<i>PIB Exportação</i>	1248	5,6420	(logaritmo)	0,0508
<i>PIB Agropecuária</i>	1248	5,2948	(logaritmo)	0,0319
<i>Cotação Soja</i>	1248	61,3922	R\$/saca	13,2180
<i>Cotação Milho</i>	1248	20,1117	R\$/saca	8,0737

Fonte: Elaboração própria.

Foi utilizado o teste de ortogonalidade de Sargan-Hansen (Greene, 2002), em que foi possível inferir preferência pelo modelo de efeitos fixos.

A verificação de autocorrelação serial foi realizada utilizando o teste de Wooldridge (2010) para autocorrelação serial. A hipótese nula testada é que não há autocorrelação de primeira ordem. O teste suportou a hipótese de que existe autocorrelação serial de primeira ordem.

Para verificar existência de heterocedasticidade, foi realizado um teste de verossimilhança por meio do método dos Mínimos Quadrados Generalizados (MQG) iterados entre dados com e sem tratamento de heterocedasticidade. O resultado mostrou evidências de que existe heterocedasticidade. Também foi utilizado o teste de Wald, que também suportou a hipótese de heterocedasticidade.

Para o teste de correlação *cross-section*, tentou-se utilizar o teste do multiplicador lagrangeano de Breusch-Pagan (1980). Contudo, como a matriz de correlação dos resíduos (de dimensão NxT) é singular, não foi possível executar o teste. Nota-se que, para a matriz ser singular, é necessário que o posto de N (número de rotas) seja maior que o posto de T (número de períodos), ou seja, é necessário utilizar um teste que aceite N maior que T. Para tanto, utilizou-se o teste de Pesaran (2004), que indicou presença de correlação *cross-section*. Como

forma de comprovar o uso, a base de dados foi dividida em períodos anuais e o modelo foi regredido anualmente. Dessa forma, se obteve quatro regressões com 12 períodos e 26 grupos, se enquadrando no uso do estimador de Pesaran. Após cada regressão, foi realizado o teste de correlação *cross-section* e para todas as regressões foi constatada a dependência *cross-section*, conforme o resultado obtido anteriormente.

Tendo em vista os problemas apresentados, optou-se pelo uso do estimador de efeitos fixos com erros padrões de Driscoll-Kraay (1998). De acordo com Hoechle (2007), o estimador de efeitos fixos nesse caso possui uma estrutura de erros heterocedastica, autocorrelacionada e possivelmente correlacionada entre os grupos de estudo (correlação *cross-section*) a partir de técnicas não-paramétricas. Ainda pelo o artigo, o programa do estimador possui uma forma de aproximar as defasagens de autocorrelação por meio de procedimento heurístico criado por Newey e West (1994) e descrito pela fórmula abaixo:

$$m(T) = \text{piso} \left(4 \left(\frac{T}{100} \right)^{\frac{2}{9}} \right) \quad (6)$$

em que $\text{piso}(x)$, $x \in \mathbb{R}$, é uma função que retorna o menor número inteiro arredondado de x e “T” é o número de períodos da amostra. Vale ressaltar que esse método possui tendência de subestimar o número de defasagens devido estar em função apenas da grandeza temporal do painel e esse valor pode não ser o melhor possível. O algoritmo utilizou-se de três defasagens.

4.3. Análise empírica para o modo ferroviário

Os dados para a análise do frete ferroviário estão estruturados em painéis que abrangem, mensalmente, o período de janeiro de 2013 a janeiro de 2017. O período foi estendido por um mês em comparação com o modo rodoviário pois, como será discutido, foram utilizadas variáveis defasadas no modelo ferroviário, o que acarretaria a perda de um período da amostra.

Os dados de produto agropecuário, produto exportador e preços do diesel ao consumidor são os mesmos utilizados para as análises do modo rodoviário. O investimento público no setor também foi coletado no Siga Brasil e compreende investimentos da VALEC e DNIT.

Os dados de frete ferroviário têm como fonte a ANTT. Os fretes utilizados correspondem ao frete médio mensal por malha, em R\$/TKU, somada à tarifa acessória mensal por malha em R\$/TKU de fretes com carregamentos de grãos sólidos agrícolas (não limitado à soja e milho).

Os dados de investimento privado também foram coletados na ANTT e constituem a soma dos investimentos de manutenção e ampliação de via e equipamentos para todas as malhas ferroviárias no mês. Tal agregação só foi feita por causa do investimento público não estar especificado por malha, o que constitui uma limitação empírica do estudo.

Ao final, construiu-se um painel balanceado com 343 observações, sete grupos de painel e 49 períodos temporais. Os grupos representam sete malhas ferroviárias. Outras malhas foram excluídas para que se pudesse construir um painel balanceado.

Ressalta-se que o modo ferroviário tem a especificidade dos contratos de longo prazo que são majoritários no setor. Com isso, o valor do frete realizado em um mês é parcialmente explicado pelo valor do frete do mês anterior. Para capturar esse aspecto, foi utilizada o termo defasado da variável explicada. Apenas um *lag* de defasagem foi necessário, visto que maiores defasagens não se mostraram significantes estatisticamente.

Os dados desse modo diferem do rodoviário por não apresentarem interceptos específicos para cada malha, isto é, a variância do intercepto individual é zero ($\alpha_i = 0$), mas o intercepto do modelo, β_0 , é comum a todos os grupos do painel. Dado isso, o teste de Sargan-Hansen indica o estimador de Mínimos Quadrados Agrupados (MQA ou *pooled OLS*) ou o estimador de efeitos aleatórios, já que, nesse caso, ambos geram as mesmas estatísticas e são igualmente eficientes.

O modelo econométrico testado para as análises do modal ferroviário foi:

$$Y_t = \beta_0 + \theta Y_{t-1} + \beta X_t + u_t \quad (7)$$

O estimador de MQA ignora a estrutura de painel da amostra e computa as estatísticas como um Mínimo Quadrado Ordinário (MQO), assumindo, portanto, as hipóteses do modelo clássico de regressão, como erros homocedásticos identicamente e independentemente distribuídos em torno de uma distribuição normal com média zero e ausência de correlação serial ou contemporânea (JOHNSTON; DINARDO, 1997).

É importante destacar que a variável explicada não apresentou raiz unitária, o que garante $\theta \neq 1$.

A variável explicada (*Frete Ferroviário*) é o frete unitário do transporte em R\$/TKU adicionada de tarifas acessórias, nas situações em que essas tarifas foram verificadas. Foi adicionada a variável defasada (*Frete Ferroviário Defasado*) como variável explicativa. Tendo em vista que a principal função dessa variável é relacionar a fixação de preços pelos contratos aos fretes, é esperado que seu sinal fosse positivo e menor que a unidade.

As variáveis de interesse, investimento público e privado, foram adicionadas ao modelo em valores logaritmos e com defasagens de um período (*Investimento Pub. Defasado*, *Investimento Priv. Defasado*). As defasagens de investimento são usadas pela complexidade de obras ferroviárias, que demoram mais tempo para serem produzidas do que trechos rodoviários. Portanto, o autor não viu razões para colocar a variável de investimento em tempo presente. A conclusão é suportada pelo fato de apenas o primeiro *lag* ser estatisticamente significativo. O sinal esperado é negativo.

As variáveis de demanda adicionadas foram os logaritmos do PIB da agropecuária e de exportações (*PIB agropecuária*, *PIB exportações*). Espera-se que essas variáveis apresentem sinais positivos.

De modo a representar os custos, foi utilizado o valor do Diesel S10, assim como no rodoviário, visto que a maioria das locomotivas brasileiras o utiliza como único ou principal combustível. Espera-se, portanto, valor positivo dessa variável. Por fim, não foi adicionada a variável de cotações de soja e milho, pois, como explanado anteriormente, os dados do transporte ferroviário utilizados fazem referência a várias *commodities*.

TABELA 6 - Descrição de dados para análise do modo ferroviário.

Variável	Observações	Média	Unidade	Erro padrão
<i>Frete Ferroviário</i>	343	0,0936	R\$/TKU	0,0359
<i>Frete Ferroviário defasada</i>	336	0,0929	R\$/TKU	0,0349

<i>Investimentos Pub. defasados</i>	336	19,1360	(Logaritmo)	1,0851
<i>Investimentos Priv. defasados</i>	336	19,9590	(Logaritmo)	0,4454
<i>PIB Exportação</i>	343	5,6436	(Logaritmo)	0,0516
<i>PIB Agropecuária</i>	343	5,2956	(Logaritmo)	0,0320
<i>Diesel S10</i>	343	2,9018	R\$/Litro	0,5774

Fonte: Elaboração própria

Assim como no modo rodoviário, foram estruturadas rotinas para aferir possibilidade de inconsistências nos dados. A hipótese de heterocedasticidade é suportada pelo teste de Wald. A hipótese de correlação *cross-section* dos erros é estatisticamente significativa de acordo com o teste do multiplicador lagrangeano de Breusch-Pagan (1980). Por fim, o teste de autocorrelação AR(1) de Wooldridge (2010) apresentou indícios de autocorrelação serial dos erros.

Foi utilizado o estimador de MQA com erros padrões de Driscoll-Kraay para corrigir os problemas listados anteriormente. Preferiu-se o MQA pelo fato dos erros padrões de Driscoll-Kraay comportarem esse estimador e não comportarem o estimador de efeitos aleatórios.

5. RESULTADOS

5.1. Modo rodoviário

A estatística F, que mede a significância conjunta dos dados, atingiu 15,13 e suportou que o modelo é significativo a 95% de confiança. As variáveis de investimento público, diesel e de tendência se mostraram singnificantes a 95% de confiança e a variável de demanda para exportação se mostrou significativa a 90% de confiança. Todas as variáveis citadas anteriormente apresentaram sinais conforme esperado. As variáveis de demanda agropecuária e cotações de soja e milho não se mostraram significantes nem a 90% e apenas a variável da cotação de soja se mostrou diferente daquele esperado.

O *output* da regressão é mostrado na tabela abaixo⁴.

TABELA 7 - Resultados para o transporte rodoviário.

Frete Rodoviário	Coefficiente	Erro Padrão
<i>Tendência</i>	-0,0039***	0,0010
<i>Investimento Pub.</i>	-0,0059**	0,0028
<i>Cotação Soja</i>	-0,0004	0,0004
<i>Cotação Milho</i>	0,0008	0,0006
<i>PIB agropecuária</i>	0,0518	0,1153
<i>PIB exportações</i>	0,0924*	0,0496
<i>Diesel S10</i>	0,1080***	0,0274
Constante	1,7890	1,1773

Número de observações utilizadas: 1248

Estatística F (7,47) = 15,54 (p-valor: 0,00)

R² = 0,1631

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados corroboram com a hipótese de que maiores investimentos em infraestrutura do setor rodoviário reduzem o frete cobrado – mais especificamente, a cada 1% a mais de investimento, ocorre uma redução de R\$ 0,006 /TKU ou R\$ 6 /1000*TKU, *ceteris paribus*. Tal valor, comparado ao valor médio do frete rodoviário no período analisado (Tabela

⁴ Significância: (*) p-valor < 10%; (**) p-valor < 5%; (***) p-valor < 1%.

5), equivaleria a aproximadamente 4,11% do valor do frete original. Percebe-se ainda que o preço do diesel possui o maior impacto sobre o valor do frete, como é esperado, e que o modo tem uma tendência significativa de queda do valor do frete, em conformidade com os motivos elencados na seção 4.1.

Nota-se que o produto da agropecuária, uma das variáveis de demanda utilizadas, não apresentou resultado estatisticamente significativo, ao contrário do produto das exportações. É possível que tal resultado ocorra por conta das rotas terem como origem o Mato Grosso, o maior estado exportador de soja e milho do país.

5.2. Modo Ferroviário

O resultado da regressão é mostrado a seguir⁵:

TABELA 8 - Resultados para o transporte ferroviário.

Frete Ferroviário	Coefficiente	Erro Padrão
<i>Tendência</i>	-0,0002	0,0002
<i>Frete defasado</i>	0,9503***	0,0245
<i>Investimento Pub. desfasado</i>	-0,0009	0,0008
<i>Investimento Priv. desfasado</i>	-0,0040**	0,0019
<i>PIB agropecuária</i>	0,0650	0,0281
<i>PIB exportações</i>	0,0331*	0,0180
<i>Diesel S10</i>	0,0069	0,0051
Constante	-0,3429	0,2449

Número de observações utilizadas: 336

Estatística F (7,47) = 483,49 (p-valor: 0,00)

R² = 0,8815

Fonte: Elaboração própria.

As variáveis estatisticamente significantes a 95% de confiança foram a defasagem do frete e a defasagem do logaritmo do investimento privado, todas as variáveis com sinais

⁵ Significância: (*) p-valor < 10%; (**) p-valor < 5%; (***) p-valor < 1%.

esperados. As variáveis que não se mostraram estatisticamente significantes nem a 90% de confiança foram a tendência, PIB agropecuária, valor do diesel, a constante e a defasagem do logaritmo do investimento público, por mais que seu sinal seja negativo.

Uma possível causa para o efeito não significativo dos investimentos públicos nos fretes ferroviários é o menor valor absoluto de investimentos feitos pelos entes público e o fato de que investimentos federais em ferrovias são feitos geralmente em trechos não-operacionais, isto é, em trechos que não impactam na formação do frete. Ao contrário do modo rodoviário, em que o Estado é responsável pela conservação da maior parte da malha viária (de acordo com dados do Boletim Estatístico CNT de maio de 2017, apenas 9,8% da malha rodoviária pavimentada é concedida) e que, portanto, o investimento público é muito mais presente, toda a malha ferroviária brasileira é concedida e recebe tanto investimentos privados quanto públicos.

A análise estatística da regressão suporta a hipótese de que investimentos privados reduzem o valor do frete ferroviário. No caso, a cada aumento de 1% nos investimentos privados, há uma redução de R\$ 0,0040/TKU ou R\$ 4,00/ 1000*TKU, *ceteris paribus*. Ao se comparar a magnitude do efeito à média do frete ferroviário no período (Tabela 6), o valor corresponde a 4,27% do frete ferroviário.

6. CONCLUSÃO

O tema estudado contempla o frete, que tem papel relevante na gestão empresarial e no comércio exterior do país. Além de importante custo logístico e de significativo comprometimento do faturamento das empresas, os transportes desempenham funções estratégicas na gestão de cadeias de suprimentos.

Em meio à crise econômica e à discussão de formas de promoção de crescimento, o investimento em infraestrutura de transportes se torna de extrema importância por possibilitar menores custos logísticos ao país e maior competitividade nas exportações. Esse argumento se reflete, por exemplo, no estudo do BID, em que a diminuição de 1% no custo de transporte acarretaria um aumento de até 5% nas exportações da agricultura brasileira.

Foram utilizados recursos estatísticos e econométricos para avaliar como a melhora da infraestrutura rodoviária e ferroviária impacta sobre a eficiência produtiva desses modos. Para isso, utilizou-se dados de investimento em cada setor e o valor dos fretes, de modo a formar um painel com dados mensais de janeiro de 2013 a dezembro de 2016 (rodoviário) ou janeiro de 2017 (ferroviário).

Em relação à literatura consultada, o trabalho se distingue ao utilizar variáveis de controle novas, como Produto Interno Bruto (exportação e agropecuária) para os transportes ferroviário e rodoviário. Também utilizou variáveis para buscar controlar fatores de mercado de cada modo, como o uso do frete ferroviário defasado para controlar o efeito dos contratos de longo prazo. Contudo, são limitações do trabalho a análise para apenas um tipo de produto transportado (grãos agrícolas), o período de análise restrito e o uso apenas de rotas rodoviárias partindo do estado do Mato-Grosso. Além disso, a falta de disponibilidade de dados sobre infraestrutura de transportes também pode ser entendido uma limitação, que não se estende apenas a esse trabalho, mas a outros sobre o tema também.

Os resultados apresentados pelas regressões indicam que os investimentos públicos em rodovias e o investimento privado em ferrovia diminuem os custos operacionais e, por consequência, o valor dos fretes realizados em uma magnitude de 4,11% a 4,27% do frete original. Há indícios, portanto, da importância desses investimentos para a promoção de menores custos logísticos e maior competitividade das exportações agrícolas brasileiras.

Deve-se ressaltar, no entanto, que os investimentos privados em infraestrutura rodoviária e os investimentos públicos em infraestrutura ferroviária podem ter impactos significativos, mas que não foram possíveis de serem captados nesse estudo devido à indisponibilidade de melhores dados.

Espera-se que esse trabalho possa servir de base e inspiração para novos estudos sobre o tema. Dado o carácter de enorme relevância do assunto, novos trabalhos poderiam explorar tanto o uso de outras variáveis para custos e fatores de mercado como utilizar a metodologia aqui proposta para a análise de outros modos de transporte.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIOVE. **BR-163: sem poder embarcar, empresas arcam com prejuízo de US\$ 400 mil diários, diz ABIOVE.** Nota à imprensa: Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais, 2017. Disponível em: http://www.abiove.org.br/site/_FILES/Portugues/24022017-120641-24_02_2017_-_nota_a_imprensa_-_br-163.pdf. Acesso em: 8 de out. 2017.

ASCHAUER, D. A. **Is Public Expenditure Productive?** Federal Reserve Bank of Chicago, Chicago. Federal Reserve Bank. 1989.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE DE CARGAS (NTC). **Manual de Cálculo de Custos e Formação de Preços do Transporte Rodoviário de Cargas.** São Paulo, 2001. 56 p.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Índices de Preços no Brasil.** Brasília, 2016. (Série Perguntas Mais Frequentes). Disponível em: <[http://www.bcb.gov.br/conteudo/home-ptbr/FAQs/FAQ_02-Índices de Preços no Brasil.pdf](http://www.bcb.gov.br/conteudo/home-ptbr/FAQs/FAQ_02-Índices_de_Preços_no_Brasil.pdf)>. Acesso em: 05 set. 2017

BERTUSSI, G. L.; ELLERY, R. **Infraestrutura de transporte e crescimento econômico no Brasil.** Journal of Transport Literature, vol. 6 n° 4, pp. 101-132, out. 2012.

BID. **Longe demais para exportar: Custos internos de transporte e disparidades regionais das exportações na América Latina e no Caribe.** Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2013, 259 p.p.

BOZOKY, M. J. *et al.* Análise do modal ferroviário no transporte de soja do centro-oeste aos portos. **Inovae - Journal Of Engineering And Technology Innovation.** São Paulo, p. 50-6

BRADESCO. Transporte Ferroviário. **DEPEP-BRADESCO,** 2017. Disponível em: <https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_transporte_ferroviano.pdf>. Acesso em: 06 set. 2017.

BRASIL. Senado Federal. **Sistema Siga Brasil.** Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/orcamento/sigabrasil>>. Acesso em: 15 maio 2017.

BREUSCH, T. S.; PAGAN, A. R. The Lagrange Multiplier Test and its Applications to Model Specification in Econometrics. **The Review of Economic Studies**. p. 239-253. jan. 1980.

CAIXETA-FILHO, J. V. **Sobre a competitividade do transporte no agribusiness brasileiro**. p. 1-11. 1998. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281208676_Sobre_a_Competitividade_do_Transporte_no_Agribusiness_Brasileiro >. Acesso em: 05 set. 2017.

CALDERÓN, C.; SERVÉN, L. The Effects of Infrastructure Development on Growth and Income Distribution. WPS 3400. Washington, DC : **The World Bank**. 2004.

CASTRO, N. **Formação de preços no transporte de carga**. Disponível em: <<http://ppe.ipea.gov.br/index.php/ppe/article/viewFile/89/64>>. Acesso em: 30 mai. 2017.

CNA. **Características do Transporte Rodoviário de Carga – TRC: infraestrutura logística e estrutura de mercado**. Confederação Nacional da Agricultura. Brasília: Confederação Nacional da Agricultura (CNA), 2015.

CNI. **Desafio à competitividade das exportações brasileiras**. Brasília: Confederação Nacional das Indústrias (CNI), Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2016/9/desafios-competitividade-das-exportacoes-brasileiras-micro-e-pequenas-empresas/>. Acesso em: 8 out. 2017.

CNT. **O sistema ferroviário brasileiro**. Brasília: Confederação Nacional dos Transportes (CNT), 2013. 58 p.

CNT. **Pesquisa CNT de Ferrovias**. Brasília: Confederação Nacional dos Transportes (CNT), 2015. 239 p.

CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2014**. Brasília: Confederação Nacional dos Transportes (CNT), Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Edicoes>>. Acesso em: 30 mai. 2017.

CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2015**. Brasília: Confederação Nacional dos Transportes (CNT), Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Edicoes>>. Acesso em: 30 mai. 2017.

CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2016**. Brasília: Confederação Nacional dos Transportes (CNT), Disponível em: < <http://pesquisarodovias.cnt.org.br/>>. Acesso em: 05 set. 2017.

CORREA JÚNIOR, G. **Principais determinantes de preço do frete rodoviário para o transporte de soja em grãos em diferentes estados brasileiros: uma análise econométrica**. 2001. 83 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

CORREA JÚNIOR, G.; REZENDE, M. L.; MARTINS, R. S.; CAIXETA-FILHO, J. V. **Fatores determinantes do valor do frete e o caso das centrais de cargas**. In: CAIXETA-FILHO, J. V.; MARTINS, R. S. **Gestão logística do transporte de cargas**. São Paulo: Atlas, 2001. cap. 4.

DAVIES, J. E. Competition, contestability and the liner shipping industry. **Journal of Transport Economics**, v. 20, n. 3, p. 299-312, 1986.

DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. **Characteristics and changes in freight transportation demand: a guidebook for planners and policy analysts**. Washington, DC, 1995. Project 8-30: National Cooperative Highway Research Program.

DRISCOLL, J. C.; KRAAY, A. C. Consistent Covariance Matrix Estimation with Spatially Dependent Panel Data. **The Review of Economics And Statistics**. p. 549-560. nov. 1998.

DUARTE, P. C.; LAMOUNIER, W. M.; TAKAMATSU, R. T. Modelos econométricos para dados em painel: aspectos teóricos e exemplos de aplicação à pesquisa em contabilidade e finanças. In: **CONGRESSO USP DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CONTABILIDADE, 4., 2007**, São Paulo. Anais. São Paulo: FEA-USP, 2007.

ELLER, R. A G.; SOUSA JUNIOR, W. C.; CURI, M. L. C. Custos do transporte de carga no Brasil: rodoviário versus ferroviário. **Revista de Literatura dos Transportes**. p. 50-64. jan. 2011.

EPL (Org.). **Transporte inter-regional de carga no Brasil**. Brasília: Empresa de Planejamento e Logística, 2016. Disponível em: <http://www.epl.gov.br/transporte-inter-regional-de-carga-no-brasil-panorama-2015>. Acesso em 16 de maio de 2017.

FERREIRA, P. C. G.; MALLIAGROS, T. G. O impacto da infraestrutura sobre o crescimento da produtividade do setor privado e do produto brasileiro. **Ensaio Econômicos**, nº 315, ago. 1997.

GAMEIRO, A. H. **Índice de preços para o transporte de cargas: o caso da soja a granel**. 2003. p. 284. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

GREENE, W. **Econometric Analysis**. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2002.

HIJJAR, M. F. Preços de Frete Rodoviário no Brasil. Rio de Janeiro: **Cel/coppead**, 2007.1. mar. 2014.

HOECHLE, D. Robust standard errors for panel regressions with cross-sectional dependence. **The Stata Journal**. P. 281-312. 2007

HSIAO, C. **Analysis of Panel Data**. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.

JOHNSTON, J.; DINARDO, J. **Econometric Methods**. 4. ed., Mcgraw-hill, 1997.

KESSIDES, C. The contributions of infrastructure to economic development : a review of experience and policy implications. **World Bank discussion papers**; n. WDP 213. Washington, DC : The World Bank.1993.

KOTLER, P. **Administração de marketing: a edição do novo milênio**. 10. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

MARTINS, R. S., Study of freight rate determination and potential negotiation conflicts in supply chains in the Brazilian agribusiness. **Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras**, v. 10, n. 1, p. 73-87, 2008

MASON, S. J.; RIBERA, M. P.; FARRIS, J. A.; KIRK, R. G. **Integrating the warehousing and transportation functions of the supply chain**. *Transportation Research - Part E*, p. 141-159, 2003.

McCANN, P. A proof of the relationship between optimal vehicle size, haulage length and the structure of distance transport costs. **Transportation Research – Part A**, v. 35, p. 671-693, 2001

NASCIMENTO, S.; GALLON, A. V.; BEUREN, Ilse Maria. Formação de Preços em Empresa de Transporte Rodoviário de Cargas. **Pensar Contábil**. Rio de Janeiro, p. 20-28. dez. 2009.

NEWBY, W.; WEST, K. Automatic Lag Selection in Covariance Matrix Estimation. **Review of Economic Studies**. p. 631-653. abr. 1994

NIELSEN, L. D.; PEDERSEN, P. H.; PETERSEN, T.; HANSEN, L. G. Freight transport growth: a theoretical and methodological framework. **European Journal of Operational Research**, v. 144, p. 295-305, 2003.

OLIVEIRA, A. M. K.; CAIXETA FILHO, J. V. Potencial da logística ferroviária para exportação de açúcar em São Paulo: recomendações de localização para armazéns intermodais. **RER**. Rio de Janeiro, p. 823-853. nov. 2007.

PESARAN, M. H. General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. **University of Cambridge**, 2004. <https://doi.org/10.17863/CAM.5113>

SAMUELSON, R. **Modelling the freight rate structure**. MIT, 1977 (CTS Report, 77-7).

SOARES, M. G.; CAIXETA-FILHO, J. V. CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO DE FRETES RODOVIÁRIOS PARA PRODUTOS AGRÍCOLAS. **Gestão & Produção**; p. 186-204. ago. 1997.

TEIXEIRA FILHO, J. L. L. **Modelos analíticos de fretes cobrados para o transporte de carga**. 2001. Dissertação (Mestrado) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2001.

VALEC. **ELABORAÇÃO DE ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL (EVTEA) PARA IMPLANTAÇÃO DE TRECHOS FERROVIÁRIOS DA EF-151**. Recife, 2012. (VOLUME 2 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA). Disponível em: <<http://www.valec.gov.br/download/GEPROG/EVTEA/2011-2012/EVTEA-Itumbiara-Goiania/Segmento2/Vol2-EstudosTecnicos/Volume2-Segmento2-OrcamentoDetalhado.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2017.

VERGARA, S. C. **Métodos de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 1998.

WANKE, P.; FLEURY, P. F. **Transporte de cargas no Brasil: estudo exploratório das principais variáveis relacionadas aos diferentes modais e às suas estruturas de custos**. In:

DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. (Org.). *Estrutura e Dinâmica do Setor de Serviços no Brasil*. Brasília: IPEA, p. 409-464, 2006.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data**. Cambridge: Mit Press, 2010.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Competitiveness Rankings: Quality of roads**. 2016. Disponível em: <<http://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2015-2016/competitiveness-rankings/>>. Acesso em: 30 ago. 2017.

ZYLBERSZTAJN, D; NEVES, M. F. (Org.) **Economia e Gestão dos Negócios Agroalimentares**. São Paulo: Pioneira, 2000.