

UMA ANÁLISE EMPÍRICA DO MERCADO DUTOVIÁRIO NORTE-AMERICANO

AN EMPIRICAL ANALYSIS OF THE NORTH AMERICAN DUCT MARKET

Fernando Nascimento Oliveira Banco Central do Brasil e IBMEC/RJ fernando.nascimento@bcb.gov.br

Submissão: 28/01/2015 **Aprovação:** 16/12/2016





RESUMO

O objetivo deste estudo foi identificar, através de modelos econométricos, quais variáveis podem explicar as tarifas praticadas no transporte dutoviário de petróleo e seus derivados. Para tanto foi utilizada uma base de dados de companhias dos Estados Unidos, com as tarifas praticadas entre os anos de 2011 e 2013. Os resultados das regressões estimadas mostram que a extensão e o diâmetro dos oleodutos são variáveis determinantes no preço do transporte dutoviário. Através de testes de robustez foi possível verificar que a inclusão de uma variável do tipo de produto também influencia o preço do transporte.

Palavras-chave: transporte dutoviário; mercado americano; variáveis explicativas; tarifas.

JEL: C01; C21; C23; C51.

ABSTRACT

The aim of this study was to identify, through econometric models, which variables can explain the prices of pipeline transportation for crude oil and petroleum products. For this purpose, it was used a database of United States Companies, with rates charged between 2011 and 2013. The estimated regressions show, as it results, that pipeline length and diameter are critical variables to explain the charged rates for pipeline transportation. Through robustness tests, we found out that the inclusion of a variable for product type also influences the transportation price.

Keywords: pipeline transportation; US market; explanatory variables; rates.





1 INTRODUÇÃO

O modal dutoviário é fundamental para o transporte de petróleo e seus derivados. Tem como função efetuar o transporte das áreas de produção de petróleo (ou locais de recebimento de petróleo por navio) até as refinarias e dessas levar produtos refinados até a proximidade dos mercados consumidores. É reconhecidamente o meio de transporte mais seguro e econômico para este tipo de produto.

O objetivo deste estudo é estimar um modelo econométrico de tarifas para transporte dutoviário de petróleo e seus derivados, a partir de uma base de dados de companhias dos Estados Unidos. A partir da construção deste modelo será possível que empresas de outros mercados e com base nas características de seus dutos possam comparar e avaliar a compatibilidade de seus preços com o do mercado mais desenvolvido.

Os dados necessários para realização deste estudo foram coletados na página eletrônica da *FERC – Federal Energy Regulatory Comission*, que disponibiliza publicamente os preços praticados nos Estados Unidos por cada empresa para realização do transporte dutoviário interestadual, bem como os produtos transportados. Estão relacionados mais de 7.400 dutos, de 158 empresas, que realizaram transporte dutoviário entre os anos de 2011 e 2013, totalizando mais de 22.400 tarifas obtidas.

Apesar da importância do transporte dutoviário de petróleo e seus derivados e o grau de desenvolvimento deste mercado, principalmente nos Estados Unidos, estudos com o objetivo de identificar as variáveis que influenciam os preços para este modal não são habituais. Desta forma, pretende-se neste estudo dar uma contribuição inicial para o entendimento do comportamento dos preços para este tipo de transporte. Contudo, a intenção não é esgotar todas as dicusssões sobre o tema.

Os resultados obtidos mantiveram-se dentro das expectativas. No modelo principal estimado, a extensão e o diâmetro dos oleodutos tiveram os efeitos esperados: a primeira variável com efeito positivo e a segunda com efeito negativo. A inclusão no modelo do tipo de produto transportado, através de uma variável *dummy*, mostrou que esta também possui coeficiente estatisticamente significante.

Miljkovic (2000) também estimou um modelo econométrico para avaliar os fatores que influenciam os preços de transporte. Contudo, os modais estudados foram o aquaviário e o ferroviário, para transporte de grãos do meio-oeste Americano até o Golfo do México para posterior exportação. Neste caso, dado que aqueles são modais concorrentes, houve forte





influência cruzada no preço dos modais. Além disso, identificou a existência de influência de preços passados em seus valores correntes.

Também Junior (2001) estimou um modelo econométrico para identificar variáveis que influenciam o comportamento do preço do transporte, porém para o modal rodoviário de grãos no Brasil. Neste estudo verificou que os valores dos fretes foram influenciados por fatores como distância percorrida, sazonalidade da demanda por transporte e condições das vias utilizadas.

Castro (2003) confirma em seu artigo que o preço dos fretes rodoviários tende a apresentar uma ampla margem de variação, mesmo sob influência da concorrência. Além disso, constatou que a distancia e o preço do óleo combustível, necessário para abastecimento dos caminhões que vão efetuar o transporte, apresentam efeitos significativos nos fretes.

O restante deste artigo está estruturada em seis capítulos. O segundo capítulo traz uma breve revisão da literatura. O terceiro capítulo apresenta o mercado de transporte dutoviário, com um histórico deste modal nos Estados Unidos e no Brasil, bem como os modelos de mercado atualmente adotados nesses países. O quarto capítulo descreve a base de dados utilizada neste estudo. O quinto capítulo traz a análise empírica. Por fim, o sexto capítulo apresenta as conclusões.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A utilização do transporte dutoviário é ainda muito limitada. Destina-se principalmente ao transporte de líquidos e gases em grandes volumes e materiais que podem ficar suspensos (petróleo bruto e derivados, minérios). A movimentação via dutos é bastante lenta, sendo contrabalanceada pelo fato de que o transporte opera 24 horas por dia e sete dias por semana. Os direitos de acesso, construção, requisitos para controle das estações e capacidade de bombeamento fazem com que o transporte dutoviário apresente o custo fixo mais elevado. Em contrapartida, o seu custo variável é o mais baixo, nenhum custo com mão de obra de grande importância. É, portanto, o segundo modal com mais baixo custo, ficando atrás apenas do modo de transporte hidroviário. Como vantagens, o transporte dutoviário se apresenta como mais confiável de todos, pois existem poucas interrupções para causar variabilidade nos tempos e os fatores meteorológicos não são significativos. Além disso, os danos e perdas de produtos são baixos. Como desvantagem está a lentidão na movimentação dos produtos, o que inviabiliza seu uso para o transporte de perecíveis (Ribeiro e Ferreira, 2002).

De acordo com Nazario et al (2005), o transporte é uma das principais funções logísticas. Além de representar a maior parcela dos custos logísticos na maioria das organizações, tem papel





fundamental no desempenho de diversas dimensões do Serviço ao Cliente. Do ponto de vista de custos, representa, em média, cerca de 60% das despesas logísticas, o que, em alguns casos, pode significar duas ou três vezes o lucro de uma companhia, como é o caso, por exemplo, do setor de distribuição de combustíveis.

Fleury (2006) comenta que o transporte tem papel fundamental na qualidade dos serviços logísticos, pois tem impacto direto no tempo de entrega, confiabilidade e segurança dos produtos.

Basicamente são cinco os modais de transporte de cargas: rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aéreo. Racionalmente, a escolha pelo modal a ser utilizado deverá levar em consideração duas dimensões: características de serviços e custos.

Em relação à primeira dimensão, características de serviços, de acordo com Nazário (In: Fleury et al. 2000: 130), há cinco aspectos importantes para classificação do melhor modal de transporte: velocidade, disponibilidade, consistência, capacidade e frequência.

Tabela 1: Características operacionais relativas por modal de transporte

Características	Ferroviário	Rodoviário	Aquaviário	Dutoviário	Aéreo
Velocidade	3	2	4	5	1
Disponibilidade	2	1	4	5	3
Consistência	3	2	4	1	5
Capacidade	2	3	1	5	4
Frequência	4	2	5	1	3
Resultado	14	10	18	17	16

Nota: Menor pontuação indica maior excelência naquela característica; Fonte: Nazário (In: Fleury et al, 2000, p.130).

Em termos de velocidade, que é o tempo decorrido em dada rota, o modal aéreo é o que tem melhor desempenho.

Em termos de disponibilidade, que se refere ao número de localidades onde o modal se apresenta, o rodoviário é o que apresenta a melhor opção. Pode se dizer que o modal rodoviário não possui limites de onde pode ir.

Em termos de consistência, que é a capacidade de cumprir os tempos previstos, o modal dutoviário apresenta a melhor opção. Por não ser afetado por condições de trânsito ou de temperatura, possui a mais alta consistência dentre os modais.

Em termos de capacidade, que é a possibilidade de trabalhar com diferentes volumes e variedades de produtos, o modal aquaviário é o que representa a melhor opção. Praticamente não há limitação para o modal aquaviário em termos de tipo de produto a ser transportado e a capacidade de transporte pode atingir milhares de toneladas.



Em termo de frequência, que é o número de vezes que o modal pode ser utilizado em dado horizonte de tempo, o modal dutoviário é o que apresenta o melhor desempenho. Por ser um modal que trabalha 24 horas por dia, sete dias por semana, pode ser acionado a qualquer momento.

Adotando-se a pontuação proposta por Fleury (2000), conforme tabela 1, o melhor modal em termos de características de serviços é o rodoviário.

Em relação à segunda dimensão, custos, a diferença entre modais tende a ser significante. Na tabela 2 é apresentada uma comparação dos preços médios praticados nos diferentes modais para transporte de longa distância (acima de 500 quilômetros). As informações se referem aos Estados Unidos e ao Brasil.

Tabela 2: Preços relativos dos diferentes modais (em US\$ por 1.000 ton. x km)

Modal	EUA	Brasil (em US\$)	Brasil/EUA
Aéreo	320	450	1,41
Rodoviário	56	20	0,36
Ferroviário	14	16	1,14
Dutoviário	9	10	1,11
Aquaviário	5	9	1,80

Nota: Dados convertidos para US\$ a uma taxa de 2,90 reais por dólar. Fonte: Nazario (in: Fleury et al, 2000, p.130).

Tanto nos EUA quanto no Brasil a classificação dos modais quanto aos custos é a mesma. Os custos mais elevados são do modal aéreo, seguidos do rodoviário, ferroviário, dutoviário e aquaviário.

É devido à conjugação das características dos serviços e dos custos que o grau de utilização dos modais varia de país para país. A tabela 3 traz os percentuais de utilização de cada modal no Brasil e EUA. Percebe-se que nos EUA os modais têm uma participação mais equânime do que no Brasil. O modal mais utilizado no Brasil, que é rodoviário, tem participação muito maior do que o segundo modal mais utilizado. Em relação ao modal dutoviário, no Brasil apenas 5% dos produtos são transportados por duto, enquanto nos EUA ele responde por 20% da utilização.

Tabela 3: Utilização dos modais no Brasil e EUA

Modal	Brasil	EUA
Rodoviário	61%	26%
Ferroviário	20%	38%
Aquaviário	13%	16%
Dutoviário	5%	20%
Aéreo	< 1%	< 1%

Fonte: Fleury (2000)





2.1 VARIÁVEIS QUE IMPACTAM O PREÇO DOS TRANSPORTES DE PRODUTOS

De acordo com Lima (Nazario in: Fleury et al, 2008), um dos principais desafios da logística moderna é conseguir gerenciar a relação entre custo e nível de serviço. O maior obstáculo é que cada vez mais os clientes estão exigindo melhores níveis de serviço, mas, ao mesmo tempo, não estão dispostos a pagar mais por isso. O preço está passando a ser um qualificador e o nível de serviço um diferenciador perante o mercado.

Ainda de acordo com Lima, os preços não são formados diretamente nos custos, no entanto, os custos sempre influenciam a formação de preços, principalmente no longo prazo.

Thompson (1960) e Hauser (1986) creditam à distância, entre a origem e o destino, o papel determinante para o estabelecimento dos preços de frete. Segundo Binkley & Harrer (1981), entretanto, muitos fatores podem influenciar esses valores, não havendo necessariamente uma relação diretamente proporcional com a distância percorrida.

Alguns estudos tentam avaliar, empiricamente, as variáveis que impactam os preços de transporte. Dentre eles podemos citar Junior (2001) que em seu estudo abordou a questão, focando no transporte rodoviário de grãos, com ponto de origem na região centro-oeste do Brasil. Sua hipótese principal era estudar fatores como distância percorrida, possibilidade de carga de retorno, sazonalidade da demanda por transporte, especificidades da carga transportada e do veículo utilizado, vias utilizadas, pedágios e fiscalização, aspectos geográficos (origem e destino das cargas), prazo de entrega, tempo de descarga, perdas e avarias e sua influência nos fretes. Para tanto, construiu um modelo econométrico, com base em dados das safras agrícolas de 1998, 1999 e 2000, dos Estados de Goiás, Mato Grosso e Paraná, totalizando aproximadamente 1.100 observações.

O modelo construído, por meio do método de mínimos quadrados ordinários, utilizou como variáveis independentes a distância percorrida, a via utilizada, a existência de pedágio e frete de retorno. Os resultados obtidos indicam que a distância percorrida foi fator fundamental para os preços de fretes praticados, independentemente do período e origem das cargas. Fatores secundários (qualidade das vias, existência de pedágios etc) também tiveram influência nos preços. Fatores como especificidades da carga e do veículo utilizado, perdas e avarias não puderam ser avaliados.

Outro estudo que abordou as variáveis que impactam os preços do transporte foi realizado por Dragan et al (2000). Este estudo foi focado no transporte hidroviário (barcaças) e ferroviário de grãos nos Estados Unidos, desde meio-oeste Americano até o Golfo do México, com a finalidade de exportação. Os dados de transporte hidroviário foram obtidos através do *US Army*





Corps of Engineers, englobando os anos de 1980 a 1995, enquanto que os dados ferroviários foram obtidos do *Agricultural Marketing Service*.

Através de dois modelos econométricos, um para o modal ferroviário e outro para o modal hidroviário, estudou-se os preços e variáveis que influenciam os fretes de barcaças e os fretes ferroviários. A partir dos resultados verificou-se a existência de forte correlação substituta entre esses modais de transporte. Além disso, a sazonalidade teve influência nos modelos, porém não muito significante.

3 MERCADO DE TRANSPORTE DUTOVIÁRIO

3.1 ESTADOS UNIDOS

Os Estados Unidos possuem a mais ampla rede de oleodutos do Mundo, com mais de 240.000 quilometros de extensão para o transporte de petróleo e derivados de petróleo (*The World Fact, CIA*), operados por mais de 150 empresas. Essa malha é essencial para abastecer as 139 refinarias atualmente em operação nos Estados Unidos (*US Energy Information Administration*) e prover sua necessidade de consumo que é de 18 milhões de barris diários (*The World Factbook, CIA*).

Sal Faces Cy Sal Face Cy Sal F

Figura 1: Mapa de oleodutos dos Estados Unidos

3.1.1 HISTÓRICO

O uso de dutos nos Estados Unidos teve início logo após a perfuração do primeiro poço de petróleo comercial, em 1859, pelo Coronel Edwin Drake, em Titusville, Pensilvânia. Os primeiros dutos eram curtos e levavam apenas petróleo dos poços até tanques ou refinarias





próximas. A demanda por derivados de petróleo (nos primórdios o querosene) levou à busca por mais poços e uma maior necessidade por transporte de produtos para o mercado consumidor. Inicialmente o transporte por meio de carroças, dutos de madeira e ferrovias rapidamente levou ao desenvolvimento de dutos melhores e mais longos.

Em 1865 foi construído o primeiro oleoduto para transporte de hidrocarbonetos, com 2 polegadas de diâmetro e ferro fundido, que ligava um campo de produção a uma estação de carregamento de vagões, com uma distância de 8 km, na Pensilvânia.

Ainda nos anos 1860, como o uso de dutos de derivados de petróleo crescia, o controle na qualidade da produção e o tipo de metal dos dutos melhoraram: passou de ferro forjado para aço. A tecnologia continuou sendo aprimorada através de aços melhores e melhores maneiras para instalação de dutos no solo. Ao mesmo tempo, a regulação dos quesitos de segurança dos dutos se tornou mais completa, dirigida pelo melhor entendimento dos materiais disponíveis e melhores técnicas de operação e manutenção.

A partir de 1905 a indústria de petróleo estava em transformação. As lâmpadas elétricas de Thomas Edison tomavam o lugar das lâmpadas a querosene. Contudo, Henry Ford mudou esse cenário com a produção de automóveis em massa. A demanda por querosene (utilizada para iluminação) se transformava em demanda por gasolina. Por este motivo, os dutos que saiam de campos de produção no Texas, Oklahoma e Kansas, em direção ao leste, começaram a cruzar o país inteiro.

Entre 1900 e 1915, a *Standard Oil* controlava mais de 80% das refinarias e transporte de petróleo e derivados do Mundo. Neste período John Rockfeller, fundador da *Standard Oil*, era o mais poderoso homem entre todos os países. Anos antes, em 1890, enquanto Theodore Roosevelt era presidente, o Governo dos Estados Unidos aprovou o "*Sherman Antitrust Act*", desafiando o poder da *Standard Oil*. O "*Sherman Antitrust Act*" foi um ato de regulação que visava garantir a concorrência entre as empresas nos Estados Unidos, evitando que qualquer uma delas se tornasse suficientemente grande para ditar as regras do mercado em que atuava. Para dutos, a regulação foi sancionada em 1906, quando o *Hepburn Act* passou a exigir que transportadores de oleodutos interestaduais oferecessem seus serviços a custo igual para todos os carregadores. Em 1912, o litígio antitruste chegou ao fim e a *Standard Oil* foi dissolvida em sete companhias regionais de óleo. Em 1913, o *Valutation Act* foi a primeira tentativa de envolvimento federal nos preços dos oleodutos dos Estados Unidos.

Durante os anos 1920, direcionado pelo crescimento da indústria automotiva, o total de oleodutos nos Estados Unidos chegou a mais que 185.000 quilômetros.





Nos primeiros estágios da Segunda Guerra Mundial, 48 navios de petróleo dos Estados Unidos foram afundados, mostrando a vulnerabilidade de um ataque. A fim de evitar esses eventos, neste período houve uma expansão rápida para um sistema baseados em terra, ou seja, dutos com grandes diâmetros transportando petróleo de áreas como Texas e Oklahoma para o mercado consumidor na Costa Leste, dando lugar aos navios.

Perto do fim da Segunda Guerra Mundial, a regulação sobre os dutos tornou-se responsabilidade da Comissão de Comércio Interestadual (*Interstate Commerce Comission*) dos Estados Unidos, que introduziu a noção de retorno "razoável".

Nas décadas de 1950 e 1960 a balança de suprimento dos Estados Unidos mudou rapidamente. As companhias americanas se tornaram grandes exploradoras em terras distantes, sendo que as maiores descobertas foram feitas no Egito, Argentina, Venezuela, Trinidad, África Ocidental, Mar do Norte, oeste do Canadá, Mar Cáspio, Oriente Médio e Mar da China. Como a produção interna de petróleo declinou e o suprimento de produtos passou a vir do exterior e do Canadá, a indústria de dutos respondeu a isso com os principais sistemas de transporte dutoviário da Costa do Golfo para o meio-oeste Americano, do oeste do Canadá para o meio-oeste Americano e da Califórnia para costa-oeste Americana.

O movimento em direção ao oeste dos Estados Unidos continuou e a expansão dos dutos seguiu esse fluxo. O aumento da importação a partir da Costa do Golfo levou à construção do oleoduto da *Colonial (Colonial Pipeline)* para suprir as refinarias da costa leste. Em 1968 o *Colonial Pipeline* foi o maior empreendimento financiado pelo capital privado da história dos Estados Unidos

Em 1954 a companhia de transporte *Indiana Standard* se tornou a maior empresa de dutos de transporte de líquidos da América do Norte.

Entre 1970 e 1977, seguindo a descoberta do campo de petróleo na Baía de Prudhoe, no Alasca, os projetistas se depararam com o desafio de construir um duto para transportar 1,6 milhões de barris de petróleo por dia através de quase de 1.300 quilômetros entre montanhas congeladas cobertas de neve. Concluída em 1977, o duto Trans-Alaska transportava mais de 2 milhões de barris por dia em 1988.

Entre 1977 e 1990 os dutos se tornaram cada vez mais versáteis sendo capazes de transportar gás e óleo a 1,6 quilometro abaixo da superfície do mar, fluídos "supercríticos", como o dióxido de carbono para recuperação de petróleo, o gás natural para aquecimento, produtos químicos entre petroquímicas e refinarias etc.





Em 1992 o Congresso Americano aprovou o *Energy Policy Act (EPAct)*, ordenando à *FERC – Federal Energy Regulatory Comission* que criasse uma metodologia simplificada e de aplicação geral para precificação do transporte dutoviário nos Estados Unidos. Em resposta a essa demanda a *FERC* emitiu uma regulamentação na qual foi adotada a metodologia de indexação de tarifas. A metodologia de indexação é a mais frequentemente usada para determinar as tarifas de oleodutos nos EUA. A cada cinco anos a taxa de indexação é revisada.

Atualmente o cenário energético dos Estados Unidos encontra-se em revolução. Ganhos enormes na produção de petróleo e gás natural nos EUA e no oeste do Canadá remodelaram o mercado de energia. Esta revolução produziu uma série de grandes projetos para transporte de petróleo, gás natural liquefeito e gás natural.

3.1.2 MODELO DE MERCADO

Todos os oleodutos para o transporte interestadual de petróleo e derivados são regulados pela *FERC – Federal Energy Regulatory Comission* no que diz respeito às tarifas praticadas. Outras agências também regulam os oleodutos em relação aos aspectos de segurança, meio ambiente e questões operacionais.

Para os oleodutos intraestaduais (origem e destino dentro do mesmo estado), os governos estaduais efetuam a regulação.

A *FERC* é uma agência federal independente, que regula, além do transporte dutoviário de petróleo e derivados, o transporte interestadual de energia elétrica, por meio de linhas de transmissão, e de gás, por meio de gasodutos. De acordo com a *FERC*, as tarifas praticadas pelos transportadores de petróleo e derivados devem ser justas e razoáveis.

No sistema regulatório estabelecido a partir de 1995, os transportadores passaram a poder utilizar alguns métodos para justificar novas tarifas, que podem ser de acordo com: índice de reajuste estabelecido pelo governo, competição de mercado, custos ou tarifas negociadas entre o transportador e o interessado no transporte.

3.2 BRASIL

Em comparação com o mercado Americano, o mercado dutoviário Brasileiro é consideravelmente menor. Na lista dos países em extensão de gasodutos e oleodutos, o Brasil é somente o 16º no ranking, ficando atrás de países como México e Argentina. Possui cerca de 9.600 quilômetros de dutos de petróleo e derivados, distribuídos irregularmente pelo território brasileiro. Grande parte desses oleodutos está localizada na região sudeste, sendo quase a totalidade deles operada por uma única empresa. Essa malha dutoviária é responsável por





conduzir o petróleo para o processamento em 16 refinarias, com capacidade de refino total de aproximadamente 300.000 m³ de petróleo por dia.



Figura 2: Mapa de oleodutos do Brasil

3.2.1 HISTÓRICO

A história oficial dos oleodutos no Brasil teve início com a criação do Conselho Nacional do Petróleo – CNP, em 1938. A partir daí, em janeiro de 1946, foi criada a Comissão de Estudos sobre oleodutos, tendo por objeto analisar o anteprojeto dos oleodutos entre Santos e São Paulo com possibilidade de seguir até Campinas.

O anteprojeto submetido e aprovado pelo CNP consistia de 2 dutos de 10 polegadas, para derivados claros (gasolina e diesel) e um de 18 polegadas para óleo combustível. A concessão para construção dos oleodutos foi dada à Estrada de Ferro Santos-Jundiaí, que já transportava cerca de 80% dos derivados de petróleo entre Santos e o Planalto, através de sua linha férrea. O traçado deste oleoduto, embora considerado de pequena extensão, representou um grande desafio, pois, além do trecho pantanoso entre Santos e Cubatão, enfrentou a subida da Serra do Mar (um desnível de 750m em apenas 1,5 km). Esta obra tem sido usada como referência até os dias de hoje.

Em outubro de 1974 as instalações, então pertencentes à RFFSA, passaram para a PETROBRAS. A partir da criação da PETROBRAS, em 1953, o transporte por dutos foi intensificado com a construção dos oleodutos na região de produção de petróleo da Bahia, necessários ao escoamento dos novos campos, tanto para abastecer uma refinaria localizada





também na Bahia, como para escoar o excedente da produção de óleo para o terminal marítimo Almirante Alves Câmara, localizado no município de Madre de Deus/BA.

Em 1954, o CNP criou a Comissão da Rede Nacional de Oleodutos – CRENO com a finalidade, entre outras, de realizar estudos técnicos e econômicos para a organização da Rede Nacional de Oleodutos. A comissão logo iniciou estudos de viabilidade do oleoduto Paranaguá-Curitiba, tendo concluído pela viabilidade da sua construção. Foram realizados também estudos para construção do oleoduto Rio-Juiz de Fora, Torres-Porto Alegre, Salvador-Mataripe e o Porto de Itaqui-Teresina, entre outros.

No início da década de 60 entrou em funcionamento o terminal da Guanabara, localizado na Baía da Guanabara, no Rio de Janeiro. Este terminal foi construído para atender o suprimento de petróleo e escoamento dos derivados da refinaria de Duque de Caxias/RJ. Entre o terminal e a refinaria foram construídos um oleoduto para petróleo, um para derivados claros e um para óleo combustível.

Em 1966 começou a funcionar o primeiro duto de grande extensão no País, o oleoduto do Rio de Janeiro/RJ-Belo Horizonte/MG, transferindo produtos refinados provenientes da refinaria de Duque de Caxias/RJ para Belo Horizonte/MG, com 365 km de extensão. Com a entrada em operação da Refinaria Gabriel Passos, na região metropolitana de Belo Horizonte/MG, em 1968, o oleoduto passou a desempenhar a função para a qual foi construído, ou seja, atender o abastecimento daquela Refinaria com petróleo recebido através do terminal da Guanabara.

A década de 70 caracterizou-se pela execução de importantes obras na área de terminais e dutos, entre as quais se destacam a ampliação do terminal de São Sebastião/SP e a construção do oleoduto São Sebastião/SP-Paulínia/SP. Os oleodutos responsáveis pelo escoamento dos derivados da refinaria de Paulínia/SP para a grande São Paulo entraram em funcionamento em 1972.

Em 1976 foram concluídas obras importantes como o terminal de São Francisco do Sul, em Santa Catarina, e o Oleoduto (OSPAR), ligando este terminal à Refinaria do Paraná, em Araucária/PR, numa extensão de 117 km. Fez parte deste conjunto de obras o poliduto (OLAPA), ligando essa refinaria ao porto de Paranaguá/PR, com 98 km de extensão.

O maior terminal marítimo da Petrobras na época, o terminal da Baia da Ilha Grande, em Angra dos Reis/RJ, entrou em operação em 1977. Além disso, foi construído o oleoduto Angra dos Reis-Refinaria de Duque de Caxias, com uma extensão de 125 km.

A década de 80 caracterizou-se pela construção de um grande número de gasodutos. No Espírito Santo, em 1981, foi concluído o gasoduto Lagoa Parda-Aracruz, com 38 km de extensão.





No Rio de Janeiro foram concluídos os gasodutos Praia do Furado-Cabiúnas, com 70 km de extensão, e Cabiúnas-REDUC, com 178 km, ambos em 1982.

Em 1990 o trecho Casimiro de Abreu/RJ x REDUC foi ampliado com a construção de uma linha de 20 polegadas, numa extensão de 120 km. O trecho entre Casimiro de Abreu/RJ e Cabiúnas foi completado em 1997. Em 1984, o oleoduto REDUC-Volta Redonda-Santa Cruz (OSVOL) foi convertido em gasoduto, e em 1986 recebeu um reforço com a construção de uma nova linha de 18 polegadas no trecho REDUC-Volta Redonda. Em 1988, este gasoduto chegou a São Paulo, com a construção de uma linha de 22 polegadas e 325 km de extensão.

Na construção de dutos novos foram introduzidos alguns avanços que permitiram aumento da velocidade na instalação, principalmente a utilização cada vez maior de aços especiais, obtendose tubos mais resistentes e mais leves, associados à aplicação de revestimentos plásticos em plantas junto aos fabricantes de tubos.

3.2.2 MODELO DE MERCADO

A indústria do petróleo no Brasil passou por profunda transformação a partir de 1997, com a promulgação da Lei Federal nº 9.478. Por meio desta Lei, a Petrobras foi obrigada a constituir uma subsidiária com atribuições específicas de construir e operar seus dutos.

Facultou-se a qualquer interessado o uso dos dutos de transporte e dos terminais marítimos existentes ou a serem construídos, mediante uma remuneração adequada ao titular das instalações ou da capacidade de movimentação de gás natural, nos termos da lei e da regulamentação aplicável.

Também foi criada a ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. A ANP tem como principais finalidades estabelecer regras por meio de portarias, instruções normativas e resoluções para o funcionamento das indústrias e do comércio de óleo, gás e biocombustíveis, promover licitações e assinar contratos em nome da União com os concessionários em atividades de exploração, desenvolvimento e produção de petróleo e gás natural e autorizar as atividades das indústrias reguladas e fazer cumprir as normas nas atividades das indústrias reguladas, diretamente ou mediante convênios com outros órgãos públicos.

Qualquer empresa ou consórcio de empresas pode receber autorização da ANP para construir instalações e efetuar qualquer modalidade de transporte de petróleo, seus derivados e gás natural, seja para suprimento interno ou para importação e exportação.

As remunerações praticadas pelo transportador deverão refletir as modalidades de serviços de transporte, bem como seus prazos de duração, considerar os produtos e os volumes a serem



transportados, considerar as distâncias existentes entre os pontos de recepção e de entrega, considerar a qualidade relativa entre as modalidades de serviço oferecidas, considerar a carga tributária vigente, não ser discriminatórias, não incorporar custos atribuíveis a outros carregadores, nem incorporar subsídios, considerar os custos e de despesas para a prestação eficiente do serviço de transporte, incluído os custos de operação e manutenção e as despesas gerais e administrativas e considerar o investimento na prestação eficiente do serviço de transporte, assim como o justo e adequado retorno sobre o capital.

A ANP pode solicitar ao transportador a memória de cálculo das remunerações propostas com o objetivo de se proceder à verificação do atendimento dos critérios de remuneração estabelecidos.

A ANP poderá fixar os valores das remunerações propostas pelo transportador, ou mesmo já acordadas entre transportador e carregador, caso receba reclamações, com as devidas justificativas, de carregadores ou considere tais valores incompatíveis com os de mercado.

4. DADOS

Para este estudo foram obtidas tarifas para o transporte interestadual de petróleo e derivados de petróleo nos Estados Unidos, publicados na página eletrônica da *FERC – Federal Energy Regulatory Comission*.

A base de dados possui 22.467 tarifas praticadas entre 2011 e 2013, por 158 empresas. Os dados se referem somente a oleodutos interestaduais, com origem nos Estados Unidos ou Canadá e destino nos Estados Unidos. Além das tarifas, incluem informações de ano, empresa, local de origem e destino do transporte, extensão, diâmetro e produto transportado, sendo este dividido em petróleo e derivados de petróleo.

Dentre a relação de oleodutos, a maior parte tem origem em estados cujo setor de petróleo tem grande peso econômico, como Louisiana, Texas, Kansas e Oklahoma. Esses estados comportam 59% dos dutos objeto deste estudo, conforme tabela 4.

Tabela 4: Estado de origem dos oleodutos (%)

E. J.	Percentual de dutos por estado de origem		
Estado	0/0	% acumulado	
1º Louisiana	19%	19%	
2º Texas	17%	36%	
3° Kansas	13%	49%	



4° Oklahoma	10%	59%
5° Illinois	5%	64%
6° Pensilvânia	4%	68%
7° New Jersey	4%	72%
8° Outros	28%	100%

Nota: A base de dados total possui cerca de 7.400 dutos de transporte interestadual, com origem em 44 estados diferentes.

3.3 VARIÁVEIS UTILIZADAS

Uma vez que o objetivo deste estudo é avaliar o comportamento dos preços e as variáveis que têm correlação com seu valor, a variável preço foi considerada como dependente. Para as variáveis independentes serão utilizados o diâmetro, em polegadas, e a extensão, em quilômetros. A fim de se realizar testes de robustez, outras regressões serão realizadas utilizando-se outras variáveis da base de dados, tais como produto e estado de origem.

Como pode ser verificado na tabela 5, da relação total de dutos, 33,4% possuem extensão até 200 km. Praticamente 58% possuem extensão até 400 km.

Tabela 5: Intervalo de extensão dos oleodutos (%)

Intervalo de extensão (km)	
> 1.600	0,04%
> 1.400	0,35%
> 1.200	1,18%
> 1.000	3,88%
> 800	8,11%
> 600	9,98%
> 400	18,62%
> 200	24,44%
≤ 200	33,40%
	> 1.600 > 1.400 > 1.200 > 1.000 > 800 > 600 > 400 > 200

Nota: A base de dados utilizada possui cerca de 22.400 tarifas de transporte dutoviário nos EUA, praticadas entre os anos de 2011 e 2013, de aproximadamente 7.400 dutos de transporte interestadual, com origem em 44 estados diferentes.

A tabela 6 apresenta com mais detalhes as características da amostra utilizada, através de estatísticas descritivas das variáveis dependentes e independentes na regressão de corte transversal. A extensão média dos oleodutos era de aproximadamente 397 quilômetros e diâmetro médio de cerca de 17 polegadas. A média das tarifas aplicadas foi de US\$ 9,80/m³.





Tabela 6: Estatística descritiva das variáveis dependente e independentes

	Tarifas (US\$/m³)	Extensão (quilômetros)	Diâmetro (polegadas)
Média	9,80	397,02	16,98
Mediana	8,20	313,28	14,00
Máximo	74,48	1.737,74	48,00
Mínimo	0,01	0,13	4,00
Desvio padrão	6,93	321,36	9,00
Assimetria	1,33	0,91	0,90
Kurtose	6,06	3,25	2,70

Nota: A base de dados utilizada possui cerca de 22.400 tarifas de transporte dutoviário nos EUA, praticadas entre os anos de 2011 e 2013, de aproximadamente 7.400 dutos de transporte interestadual, com origem em 44 estados diferentes.

Através da tabela 7, que apresenta as estatísticas descritivas somente para petróleo, podemos verificar que a média de tarifas dos dutos é US\$ 6,03/m³, ou seja, inferior à média considerandose a base de dados completa. A média de extensão desses dutos é de aproximadamente 270 quilômetros, sendo que o duto mais extenso de toda base de dados é de petróleo, com 1.737 quilometros. Além disso, é um duto de petróleo que apresenta o maior diâmetro, com 48 polegadas.

Tabela 7: Estatística descritiva das variáveis dependentes e independentes (somente para petróleo)

-	Tarifas (US\$/m³)	Extensão (quilômetros)	Diâmetro (polegadas)
Média	6,03	270,89	16,78
Mediana	4,25	165,71	16,00
Máximo	44,74	1.737,74	48,00
Mínimo	0,01	0,71	4,00
Desvio padrão	6,11	322,40	8,36
Assimetria	2,35	2,07	0,90
Kurtose	10,68	7,38	3,61

Nota: A base de dados utilizada possui cerca de 22.400 tarifas de transporte dutoviário nos EUA, praticadas entre os anos de 2011 e 2013, de aproximadamente 7.400 dutos de transporte interestadual, com origem em 44 estados diferentes.





Tabela 8: Estatística descritiva das variáveis dependentes e independentes (somente para derivados de petróleo)

	Tarifas (US\$/m³)	Extensão (quilômetros)	Diâmetro (polegadas)
Média	10,75	426,04	17,03
Mediana	9,26	364,88	14,00
Máximo	74,48	1585,79	38,00
Mínimo	0,07	0,13	4,00
Desvio padrão	6,80	314,04	9,27
Assimetria	1,29	0,72	0,89
Kurtose	6,15	2,78	2,51

Nota: A base de dados utilizada possui cerca de 22.400 tarifas de transporte dutoviário nos EUA, praticadas entre os anos de 2011 e 2013, de aproximadamente 7.400 dutos de transporte interestadual, com origem em 44 estados diferentes.

Em relação à correlação entre o diâmetro e o preço, a mesma deverá ser positiva, conforme mostrado na tabela 9, uma vez que para maiores distâncias o valor do transporte deverá ser maior. Para o diâmetro a correlação deverá ser negativa, uma vez que maiores diâmetros significam maiores vazões e por consequência preços menores.

A matriz de correlação identifica esse comportamento. Além disso, podemos verificar que há correlação positiva entre o diâmetro e a extensão, significando que para dutos mais longos, o diâmetro é maior.

Tabela 9: Matriz de Correlação (diâmetro, extensão e preço)

	Diâmetro	Extensão	Preço
Diâmetro	1,00	0,45	-0,17
Extensão	0,45	1,00	0,45
Preço	-0,17	0,45	1,00

Nota: A base de dados utilizada possui cerca de 22.400 tarifas de transporte dutoviário nos EUA, praticadas entre os anos de 2011 e 2013, de aproximadamente 7.400 dutos de transporte interestadual, com origem em 44 estados diferentes.

5 ANÁLISE EMPÍRICA

Conforme descrito acima, este estudo tem como objetivo estimar um modelo econométrico de tarifas para transporte dutoviário de petróleo e seus derivados, a partir de uma base de dados de companhias dos Estados Unidos, identificando variáveis significantes para variação de preços. Para tanto, será rodada uma regressão principal em corte transversal, tendo como variável





dependente o preço, em US\$/m³, ou seja, valor monetário por unidade de volume transportado. Junior (2001), em seu estudo que analisa o preço do transporte rodoviário de grãos, utiliza como variável dependente R\$/ton, ou seja, valor monetário por unidade de massa transportada.

Para as variáveis independentes serão utilizadas a extensão, tendo em vista a experiência de outros estudos relatados anteriormente que comprovam que a distância é fator primário para explicação dos preços de transporte, e também o diâmetro. O diâmetro está ligado diretamente com a vazão que determinado duto é capaz de fornecer. A vazão é razão entre o volume pela unidade de tempo. Neste estudo consideraremos que esta é uma variável exôgena. A extensão é dada em quilometros e o diâmetro em polegadas. Usualmente, no setor de transporte dutoviário, utiliza-se como unidade de custo para construção de um oleoduto o "metropol", que é a extensão em metros vezes o diâmetro em polegadas.

Com base na construção deste modelo, será possível que empresas de outros mercados, e com base nas características de seus dutos, possam comparar e avaliar a compatibilidade de seus preços com o do mercado mais desenvolvido.

Em relação à regressão principal, espera-se obter os seguintes resultados em relação às variáveis independentes e dependente ceteris paribus:

- Extensão: uma vez que a extensão/distância é fator primário para explicar os preços, conforme resultados obtidos em outros estudos, espera-se que o coeficiente dessa variável tenha relação positiva com o preço;
- Diâmetro: espera-se que o coeficiente dessa variável seja estatisticamente significante e que tenha relação negativa com o preço.

O modelo principal a ser estimado será um painel não balanceado em log-log, com duas variáveis independentes (extensão e diâmetro). Estimaremos o modelo utilizando a técnica de efeito fixo. Sendo assim, a equação adotada será:

$$\begin{split} \log(\text{pre}\varsigma o_{it}) &= \beta_0 + \beta_1 * \log(\text{extens}\~ao_{it}) + \beta_2 * \log(\text{di$$\^ametro$$}o_{it}) + a_i + u_{it}, \\ \text{onde } i &= 1 \text{ a } 12.221, \, t = 2011 \text{ a } 2013, \, E[u_{it}] = 0 \text{ e } \text{Var}[u_{it}] = \sigma^2, \, \forall \, t = 2011 \text{ a } 2013 \text{ e } i = 1, \, 12.221. \\ \text{O } a_i \text{ \'e } o \text{ efeito fixo ou efeito n\~ao observado, captando todos os fatores n\~ao observados, } \\ \text{constantes no tempo, que afetam o log(pre<math>\varsigma o_{it}$$
).} \end{split}

Na base de dados o preço está dado em US\$/m³, o diâmetro em polegadas e a extensão em metros.

a. RESULTADOS





Os resultados encontrados e apresentados na tabela 10 abaixo mostram, conforme esperado, que os coeficientes das variáveis diâmetro e extensão são estatisticamente significantes e têm os sinais esperados.

Tabela 10: Regressões com as variáveis independentes diâmetro e extensão

Variável dependente: logaritmo dos preços			
	Painel	Corte Combinado	
log(diâmetro)	-0,477 **	-0,495 **	
_	(0,044)	(0,017)	
log(extensão)	0,483 **	0,477 **	
	(0,011)	(0,003)	
Intercepto	0,668 **	0,741 **	
-	(0,174)	(0,073)	
Observações	12.221	12.221	
\mathbb{R}^2	0,477	0,477	
$\overline{\mathbf{p}}^2$	0,352	0,352	

Notas: A base de dados utilizada possui cerca de 22.400 tarifas de transporte dutoviário nos EUA, praticadas entre os anos de 2011 e 2013, de aproximadamente 7.400 dutos de transporte interestadual, com origem em 44 estados diferentes e foram obtidos através da página eletrônica da *FERC – Federal Energy Regulatory Comission*; No modelo em painel foi utilizado efeito fixo; Os erros-padrão aparecem entre parênteses abaixo dos coeficientes estimados; Coeficientes individuais são estatisticamente significantes ao nível de significância de * 5% ou ** 1%. O coeficiente do diâmetro, que representa o diâmetro médio do oleoduto, possui sinal negativo, ou seja, quanto maior é o diâmetro menor é o preço do transporte dutoviário. De acordo com os resultados estimados na regressão em painel, a elasticidade do preço em relação ao diâmetro é - 0,477, de modo que, mantendo-se a extensão fixa, um acréscimo de 1% no diâmetro gerará uma redução de 0,477% nos preços do transporte dutoviário. Em relação à extensão, mantendo-se o diâmetro fixo, um aumento de 1% gerará um aumento de 0,483% nos preços do transporte dutoviário.

Para a regressão estimada em corte combinado, a elasticidade do preço em relação ao diâmetro é - 0,495, de modo que, mantendo-se a extensão fixa, um acréscimo de 1% no diâmetro gerará uma redução de 0,495% nos preços do transporte dutoviário. Em relação à extensão, mantendo-se o diâmetro fixo, um aumento de 1% gerará um aumento de 0,477% nos preços do transporte dutoviário.

b. ROBUSTEZ

Os resultados encontrados na regressão acima mostram que as duas variáveis independentes avaliadas possuem coeficientes estatisticamente significantes ao nível de 1%. Acrescentandose, no entanto, a variável *dummy* de "petróleo", a fim de verificar a influência do tipo de produto no preço do transporte, a regressão mantém sua racionalidade em relação aos resultados





encontrados anteriormente. Além dos sinais das variáveis extensão e diâmetro permanecerem iguais, suas elasticidades em relação aos preços estão próximas às da regessão anterior.

O acréscimo da variável petróleo, conforme tabela 11, fez com que o R² ajustado aumentasse, ou seja, a regressão considerando-se conjuntamente as variáveis independentes extensão, diâmetro e petróleo explica melhor a influência no preço.

Tabela 11: Regressões com as variáveis independentes área e extensão

Variável dependente: logaritmo dos preços		
log(área)	-0,247**	
	(0,005)	
log(extensão)	0,477**	
	(0,004)	
Intercepto	1,142**	
-	(0,040)	
Observações	12.221	
\mathbb{R}^2	0,477	
\overline{R}^2	0,477	

Notas: A base de dados utilizada possui cerca de 22.400 tarifas de transporte dutoviário nos EUA, praticadas entre os anos de 2011 e 2013, de aproximadamente 7.400 dutos de transporte interestadual, com origem em 44 estados diferentes e foram obtidos através da página eletrônica da *FERC – Federal Energy Regulatory Comission*; Os erros-padrão aparecem entre parênteses abaixo dos coeficientes estimados; Coeficientes individuais são estatisticamente significantes ao nível de significância de * 5% ou ** 1%.

A regressão estimada na tabela 11 demonstra que quando se utiliza a área da seção reta do duto, ao invés do diâmetro, os resultados são semelhantes à regressão anterior. O coeficiente da área possui sinal negativo, ou seja, quanto maior é a área do duto menor é o preço do transporte dutoviário. Em relação à extensão, não houve alteração, ou seja, quanto maior é a extensão, maior é a tarifa. Não houve alteração no valor do R² (0,477).

Tabela 12: Regressões com as variáveis independentes diâmetro, extensão e petróleo, considerando transporte com origem no estado do Texas

Variável dependente: logaritmo dos preços			
log(diâmetro)	-0,297**		
	(0,028)		
log(extensão)	0,415**		
_	(0,003)		
Petróleo	-0,745**		
	(0,012)		
Intercepto	0,607**		
	(0,107)		
Observações	2.186		
\mathbb{R}^2	0,690		
$\overline{\mathbf{R}}^{2}$	0,689		





Notas: A base de dados utilizada possui cerca de 22.400 tarifas de transporte dutoviário nos EUA, praticadas entre os anos de 2011 e 2013, de aproximadamente 7.400 dutos de transporte interestadual, com origem em 44 estados diferentes e foram obtidos através da página eletrônica da *FERC – Federal Energy Regulatory Comission*; Os erros-padrão aparecem entre parênteses abaixo dos coeficientes estimados; Coeficientes individuais são estatisticamente significantes ao nível de significância de * 5% ou ** 1%.

Na regressão da tabela 12, avaliando-se isoladamente os dados do Texas, verifica-se que os sinais das variáveis diâmetro, extensão e petróleo permanecem os mesmos das regressões anteriores. Contudo nesse caso, a elasticidade da variável diâmetro se mostrou bastante inferior às demais regressões. Percebe-se, através do R² ajustado, que nesta regressão o diâmetro, a extensão e o tipo de produto explicam 69% da variação do preço.

Tabela 13: Regressões com as variáveis independentes diâmetro, extensão e petróleo, por ano

Variável dependente: logaritmo dos preços (corte combinado)				
	2011	2012	2013	
log(diâmetro)	-0,466**	-0,537**	-0,481**	
,	(0,000)	(0,000)	(0,000)	
log(extensão)	0,482**	0,483**	0,469**	
	(0,000)	(0,000)	(0,000)	
Intercepto	0,554**	0,808**	0,842**	
	(0,000)	(0,000)	(0,000)	
Observações	4.056	3.912	4.253	
\mathbb{R}^2	0,470	0,470	0,506	
\overline{R}^2	0,469	0,470	0,506	

Notas: A base de dados utilizada possui cerca de 22.400 tarifas de transporte dutoviário nos EUA, praticadas entre os anos de 2011 e 2013, de aproximadamente 7.400 dutos de transporte interestadual, com origem em 44 estados diferentes e foram obtidos através da página eletrônica da *FERC – Federal Energy Regulatory Comission*; Os erros-padrão aparecem entre parênteses abaixo dos coeficientes estimados; Coeficientes individuais são estatisticamente significantes ao nível de significância de * 5% ou ** 1%.

Tabela 14: Regressões com as variáveis independentes diâmetro, extensão e petróleo, por ano, para as três maiores empresas do setor

Variável depende	ente: logaritmo dos preços Colonial Pipeline Company	Magellan Pipeline Company, L.P.	Enterprise TE Products Pipeline Company LLC
log(diâmetro)	-0,466**	-0,118*	-0,899**
rog(unumetro)	(0,000)	(0,055)	(0,225)
log(extensão)	0,482**	0,475**	0,345**
,	(0,000)	(0,010)	(0,012)
Intercepto	0,554**	0,266**	2,903**
•	(0,000)	(0,005)	(0,766)



ISSN 1984-6606

Observações	1.066	1.076	806
\mathbb{R}^2	0,584	0,445	0,365
\overline{R}^2	0,584	0,445	0,363

Notas: A base de dados utilizada possui cerca de 22.400 tarifas de transporte dutoviário nos EUA, praticadas entre os anos de 2011 e 2013, de aproximadamente 7.400 dutos de transporte interestadual, com origem em 44 estados diferentes e foram obtidos através da página eletrônica da *FERC – Federal Energy Regulatory Comission*; Os erros-padrão aparecem entre parênteses abaixo dos coeficientes estimados; Coeficientes individuais são estatisticamente significantes ao nível de significância de * 5% ou ** 1%.

6 CONCLUSÃO

Neste estudo foram investigadas as variáveis que impactam os preços do transporte dutoviário de petróleo e derivados nos Estados Unidos, através de modelos econométricos. Estudos semelhantes já foram feitos anteriormente, porém a maioria deles focados em outros modais: rodoviário, ferroviário ou hidroviário.

Foram utilizados dados de mais 150 empresas de transporte dutoviário que atuavam nos Estados Unidos entre os anos de 2011 e 2013, totalizando mais de 12.000 observações. Foram estimadas diversas regressões que apresentaram consistência no resultado. Para uma análise de robustez foi incluída uma *dummy* para petróleo, a fim de verificar a influência dos produtos sobre o preço do transporte dutoviário.

Como resultado, observamos que o coeficiente da extensão também é estatisticamente significante para explicar os preços adotados. Foi verificada uma correlação positiva do preço com a extensão. Tal resultado era esperado uma vez que quanto mais distante do ponto de origem é necessário realizar um transporte, mais caro ele será. Além disso, está em linha com o que foi encontrado em outros estudos.

O coeficiente do diâmetro também é estatisticamente significante para explicar os preços adotados. Contudo, sua correlação é negativa. Esse resultado pode ser atribuido ao ganho de escala: quanto maior o diâmetro, maior é a vazão do duto, ou seja, a capacidade de entregar produto. Dutos com a mesma extensão, com diâmetros diferentes, possuem tarifas distintas.

Durante a análise de robustez, quando da inclusão da variável *dummy* para petróleo, verificouse que há influência do tipo de produto nos preços. Para um mesmo diâmetro e extensão, petróleo possui preço de transporte inferior ao dos derivados. A intuição é que derivados já são produtos acabados, necessitam de tratamento e controle especial no transporte para evitar contaminação ou problemas de especificação. Enquanto isso, o petróleo ainda será refinado e não necessita de cuidados extremos em seu transporte.





Quando se estima regressão, incluindo as variáveis extensão, diâmetro e petróleo, e se analisa os resultados isoladamente por localidade, verificou-se um R² ajustado superior às demais regressões.

Por último, concluímos que, apesar da FERC permitir a aplicação de tarifas baseadas em mercado ou tarifas negociadas entre o transportador e o interessado no transporte, os resultados demonstram corroboram com a tese de que a maioria das empresas opta por tarifas baseadas em custo. As tarifas guardam relação com a extensão, diâmetro e produto.





REFERÊNCIAS

AGENCY, Central Intelligence. **The World Factbook.** Disponível em: https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>. Acesso em: 7 ago. 2014.

BEENSTOCK, Michael; VERGOTTIS, Andreas. An Economic Model of the World Tanker Market. **Journal of Transport Economics and Policy**, 23, p. 263-280, 1989.

BRASIL. Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997. Diário Oficial da União, Poder Legislativo, 7 ago. 1997. Seção 1, p. 16925. Disponível em: http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1997/lei-9478-6-agosto-1997-365401-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 01 set. 2014

CARDOSO, Luiz Cláudio. Petróleo do Poço ao Posto. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

CORREA, Vivian Helena Capacle; RAMOS, Pedro. A precariedade do transporte rodoviário brasileiro para o escoamento da produção de soja do Centro-Oeste: situação e perspectivas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 48, n. 2, Junho 2010 . Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-

20032010000200009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 14 ago. 2014.

FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati. **Logística Empresarial**. São Paulo: Atlas, 2008.

FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento do Fluxo de Produtos e dos Recursos. São Paulo: Atlas, 2006.

JUNIOR, Goncilio Corrêa. **Determinantes do preço do frete rodoviário para transporte de soja em grãos em diferentes regiões Brasileiras: uma análise econométrica**. 2001. 118 p. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Universidade de São Paulo, 2001.

MENEZELLO, Maria D'Assunção Costa. **Comentário à Lei do Petróleo**. São Paulo: Atlas, 2000.

MILJKOVIC, Dragan. et al. **The barge and rail freight market for export-bound grain movement from midwest to Mexican Gulf: an econometric analysis.** Transportation Research Part E 36, p. 127–137, 2000.





RIBEIRO, Priscilla Cristina Cabral; FERREIRA Karine Araújo. Logísitica e Transportes: uma discussão sobre os modais de transporte e o panorama Brasileiro. **Anais do XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2002. NAZARIO, P.; WANKE, P.; FLEURY, Paulo Fernando. O papel do transporte na estratégia logística, 2000. 2005.

WANKE, Peter; FLEURY, Paulo Fernando. **Transporte de cargas no Brasil: estudo exploratório das principais variáveis relacionadas aos diferentes modais e às suas estruturas de custos.** Disponível em: http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/livros/estruturadinamica/capitulo%2012_transportes.pdf >. Acesso em: 10 jul. 2014.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. Introdução à Econometria: uma abordagem moderna. São Paulo: Cengage Learning, 2012.