



13º CONGRESSO NACIONAL DE TRANSPORTES MARÍTIMOS E CONSTRUÇÃO NAVAL

1990

UM ENSAIO ECONOMETRICO DOS FRETES NO TRANSPORTE MARÍTIMO BRASILEIRO DE CARGA GERAL

José Roberto Romeu Roque, PNV-EPUSP

Rui Carlos Botter, PNV-EPUSP

RESUMO

O trabalho analisa a influência nos fretes marítimos da utilização de navios "outsiders" na rota Brasil-Europa-Brasil.

A metodologia utilizada baseou-se em análise de funcionais econométricos. Os níveis de frete foram correlacionados a variáveis explicativas tais como, preço FOB do produto, fator de estiva, participação em tonelagem dos navios "outsiders" e participação em tonelagem do produto na rota.

Conclui-se que, com coeficiente de determinação R^2 superior a 0.90, o nível de fretes na rota é explicado através de um funcional linear, com coeficientes positivos para o preço do produto e fator de estiva, e negativo para a participação de navios "outsiders".

ABSTRACT

This paper shows the freight effects using outsider ships in Brazil-Europe-Brazil liner trade.

The methodology is based on econometric functions. They correlated freight levels with some variables, such as, goods prices, stowage factors, outsider shares and total goods tonnage share on the route.

In conclusion, the relevant function has a correlation factor R^2 up to 0.90. Goods prices and stowage factors have positive coefficients and outsider share has negative coefficient.

1-) INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O transporte das importações e exportações brasileiras é realizado preponderantemente pela via marítima. A participação dos produtos industrializados nas exportações brasileiras, que são transportados na forma de carga geral, tem aumentado significativamente desde meados da década de 60. O frete marítimo constitui uma significativa parcela da composição final do preço dos produtos, tornando-se um fator decisivo na comercialização dessas mercadorias.

Internacionalmente o transporte marítimo de produtos industrializados é realizado por companhias de navegação conferenciadas, com rotas e frequências fixas, e por navios "outsiders", cujas rotas e fretes possuem maior flexibilidade para negociação.

Até 1983 a participação de navios "outsiders" nas linhas brasileiras era proibida. A partir da resolução nº 8364/83 da SUNAMAM, permitiu-se a participação de navios "outsiders" concorrendo com linhas conferenciadas de navios de Carga Geral.

Estatísticas atuais mostram que desde a entrada dos navios "outsiders" neste mercado, a sua participação tem aumentado significativamente, seja na tonelagem transportada, seja no frete total auferido.

O presente trabalho visou identificar se os fretes de Carga Geral na exportação, antes formados num mercado tipicamente oligopolista com ausência de concorrência, sofreram alterações com a entrada dos navios "outsiders".

Hipóteses, conjuntamente analisadas, devem permitir a avaliação do grau de poder do monopólio existente na rota. As forças competitivas de mercado levariam a que os fretes fossem fundamentalmente correlacionados a fatores de custo, representados pela variável fator de estiva, e que possíveis ganhos de escala fossem repassados aos usuários de transportes, podendo ser representados pela participação do transporte de um produto em relação ao total transportado na rota.

Por outro lado, em um ambiente oligopolista, esperar-se-ia que os fatores de custo influenciassem a formação de fretes apenas secundariamente. Maior correlação deveria ser conseguida através do preço do produto transportado, induzindo que os transportadores determinam fretes considerando a capacidade de pagamento do usuário. De outra forma, a presença de "outsiders", apesar de ser um aumento de oferta com conseqüente aumento de ociosidade, tenderia a aumentar o grau de competição de mercado, reduzindo os fretes pagos pelos usuários.

Assim, objetivou-se testar 4 hipóteses básicas que medissem o grau de monopólio do mercado. São elas:

- a-) Quanto maior o preço FOB da mercadoria, maior o seu frete;
- b-) Quanto maior for a incidência de um produto no transporte total, menor será o frete por tonelada transportada;
- c-) Quanto maior o fator de estiva da mercadoria maior o frete cobrado;
- d-) Quanto maior a participação de transporte realizado por navios "outsiders", menor serão os fretes das mercadorias.

2-) O MODELO ECONOMETRICO

Segundo Johnston (ref. 1), a teoria econômica consiste no estudo de vários grupos ou conjuntos de relações, que se supõe possam descrever o funcionamento de uma parte ou de todo um sistema econômico. A finalidade do trabalho econométrico é estimar essas relações estatisticamente, e esse processo de testar e medir relações econômicas é um passo essencial para aquisição do conhecimento econômico.

No caso do transporte marítimo de carga geral, a estrutura de formação dos fretes pode ser analisada através de modelos econométricos. A análise consiste em se escolher um determinado conjunto de variáveis explicativas para a variável frete, determinando a veracidade estatística da sua relação funcional.

2.1-) A ESCOLHA DAS VARIÁVEIS EXPLICATIVAS

Nos funcionais econométricos a variável dependente Y será pressupostamente explicada por variáveis $X_1, X_2, \dots, X_n$, denominadas variáveis independentes. A forma de relação entre a

variável Y e as variáveis independentes X_i , pode ser linear, exponencial, logarítmica ou inversa, sendo que a priori não se conhece a forma de tal relação.

Para a variável dependente FRETE (em US\$/ton), escolheu-se as seguintes variáveis independentes:

- PREÇO - preço FOB médio do produto transportado na exportação num determinado ano (US\$/ton);
- RELAÇÃO - relação entre a tonelagem transportada do produto pela tonelagem total transportada num determinado ano na rota analisada;
- FATOR - fator de estiva do produto transportado;
- OUTS - representa a relação da tonelagem transportada por navios "outsiders" pela tonelagem total transportada num determinado ano na rota analisada;

A base de dados utilizada foi referente a Conferência BRASIL/NORTE DA EUROPA, compreendendo os portos de Santos e Hamburgo, para uma relação de 12 produtos, no período de 1982 a 1987, e foi fornecida pela Secretaria de Transportes Aquaviários do Ministério dos Transportes e por Decourt (ref. 2). Esses produtos são compostos por café em grão e industrializado, carne bovina e suína, compensados de madeira, produtos industrializados diversos e produtos siderúrgicos.

Foram aplicadas relações lineares, polinomiais e exponenciais, entre a variável dependente FRETE e as variáveis independentes PREÇO, RELAÇÃO, FATOR e OUTS, buscando-se aquele funcional com maior significância.

2.2-) O MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

Usando-se o modelo estatístico de regressão linear múltipla pode-se obter o funcional econométrico proposto. O modelo genérico para k variáveis independentes e n pares de dados é:

$$Y_j = \alpha + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_k X_{kj} + \mu_j, \quad j = 1, n$$

onde:

α e β , são parâmetros da equação;

μ_j são os erros.

As estimativas dos parâmetros α e β , e dos erros μ_j podem ser obtidas de acordo com o método dos mínimos quadrados e são representados por a , b , e e_j , respectivamente. Maiores detalhes sobre a obtenção dessas estimativas e das hipóteses envolvidas no modelo de regressão múltipla podem ser encontrados em Johnston (ref. 1), Hoffmann (ref. 3) e Elian (ref. 4).

Outro resultado importante é a obtenção do coeficiente de determinação R^2 , que mostra a proporção da soma de quadrados total que é explicada pela equação de regressão múltipla obtida. Para efeitos deste trabalho admitiu-se uma equação de regressão aceitável quando os valores de R^2 superavam 0.90.

2.3-) O PROCEDIMENTO STEPWISE E O PROGRAMA SPSS

Em geral, após escolhidas as variáveis dependente e independentes e aplicando-se o método dos mínimos quadrados, obtém-se a estimativa de uma equação de regressão múltipla que inclui todas as variáveis independentes.

Pode-se definir a melhor equação de regressão como a aquela que apresenta a melhor previsão e ao mesmo tempo inclua poucas variáveis independentes, por razões de custo e simplicidade do modelo. Obviamente estes dois objetivos são conflitantes, pois quanto mais variáveis no modelo melhor a sua previsão.

A idéia portanto é utilizar um procedimento que possibilite a inclusão de variáveis independentes no modelo de regressão que contribuam efetivamente para a explicação da variável dependente e impeça a entrada de variáveis independentes que pouca contribuição possam dar ao modelo. O procedimento STEPWISE segue estes critérios e pode ser assim resumido:

- a-) Dadas K variáveis independentes, calcula-se os coeficientes de correlação de cada uma dessas variáveis com a variável dependente Y , introduzindo-se na equação de regressão a variável independente mais correlacionada;
- b-) Em seguida calcula-se os coeficientes de correlação parcial entre as variáveis independentes fora da equação e a variável dependente Y , dado que já existe pelo menos uma variável no modelo. Após a escolha da variável independente com maior coeficiente de correlação parcial, compara-se o F -parcial de inserção dessa variável com o F -limite para inserção. Caso seja

maior, isto significa que a variável escolhida deverá contribuir significativamente para a regressão e deverá entrar na equação. Caso seja menor, o procedimento STEPWISE é interrompido e o modelo até então encontrado é o melhor, sem a inclusão desta última variável. Cabe esclarecer que o F-parcial de inserção é uma estatística decorrente da função de probabilidade "F de Snedecor" com especificação de graus de liberdade e nível de significância, medindo neste caso, a contribuição específica da variável candidata a ser inserida no modelo de regressão;

- c-) Obtido o modelo em que foi aceito a entrada da variável independente, calcula-se para todas as variáveis presentes na equação o F-parcial de saída que mede a contribuição de cada uma das variáveis ao modelo. Caso exista um F-parcial de saída inferior ao F-limite, previamente fixado, a variável independente relacionada é retirada da equação, pois isto representa que esta variável não é significativa para o modelo. Note-se que eventualmente pode ser retirada da equação a primeira variável independente que entrou na equação, uma vez que o efeito dela em conjunto com o efeito das demais variáveis da equação não é mais significativo para a explicação do modelo;
- d-) O procedimento continua, repetindo-se o passo "b", até que nenhuma variável independente consiga entrar na equação ou todas as variáveis já tenham entrado.

Como os graus de liberdade a cada passo mudam e, em geral os pacotes computacionais não calculam o valor do F limite de inserção e saída com os valores exatos dos graus de liberdade, deve ser adotado um valor fixo, a critério do usuário, que esteja em torno de um F de Snedecor tabelado ao nível de significância escolhido, com 1 grau de liberdade no numerador e n graus de liberdade no denominador, sendo que n representa o tamanho do conjunto de dados. Maiores detalhes sobre o procedimento STEPWISE podem ser encontrados em Elian (ref. 4).

Foi utilizado o programa SPSS - "Statistical Package for Social Sciences" (ref. 5), disponível no Centro de Computação Eletrônica da USP. O programa SPSS é composto de diversos métodos estatísticos para as mais diversas aplicações, e dentre uma delas a regressão linear múltipla e o procedimento STEPWISE.

2.4-) TESTES APLICADOS AO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

Preliminarmente deve ser verificada a correlação entre cada par de variáveis independentes, visando evitar-se o efeito da multicolinearidade de variáveis no modelo de regressão, caso um determinado par de variáveis independentes correlacionadas estejam presentes no modelo de regressão. A multicolinearidade, segundo Elian (ref. 4), pode induzir a erros nas estimativas de α e de β_i , além de alterar os valores dos F parciais de inclusão de variáveis independentes fora do modelo, impedindo-as de entrar na equação.

Muito embora o procedimento STEPWISE conjugado com o método dos mínimos quadrados obtenha uma estimativa dos parâmetros da equação de regressão linear múltipla com um menor número de variáveis independentes, devem ser aplicados dois testes sobre os parâmetros β_i da equação de regressão de tal forma que se garanta com determinado nível de significância, que estes parâmetros não sejam zero.

Um primeiro teste de hipóteses, denominado teste F, verifica a hipótese de que todos os parâmetros β_i sejam zero (hipótese nula), contra a hipótese alternativa de que exista pelo menos um parâmetro β_i diferente de zero, o que implicaria em existir regressão. O nível de significância utilizado nesse teste foi de 5%. Através do quadro de análise de variância fornecido pelo programa SPSS, permite-se que o valor de F calculado seja comparado com o F tabelado, a nível de 5% de significância, com k e $n-k-1$ graus de liberdade, onde k indica o número de variáveis independentes na equação. Caso o valor de F calculado supere o valor de F de Snedecor tabelado, rejeita-se a hipótese de que todos os parâmetros β_i sejam zero.

O segundo teste, denominado teste t , aplica-se individualmente a cada um dos parâmetros β_i , objetivando-se testar a hipótese de β_i igual zero contra β_i diferente de zero. O valor de t calculado pode ser obtido através da divisão entre o valor da estimativa b_i e o seu desvio padrão, fornecidos pela resposta do programa SPSS e deve ser comparado com o valor de t de Student tabelado, com 5% de nível de significância e $n-k-1$ graus de

liberdade. Sendo t calculado superior ao t tabelado, rejeita-se a hipótese de β_i ser igual a zero.

Os dois testes foram efetuados para garantia de que na equação de regressão determinada, todos os parâmetros β_i fossem estatisticamente diferentes de zero. No caso do primeiro teste F ser rejeitado, ou seja, pelo menos um β_i é diferente de zero, deve necessariamente ser efetuado o segundo teste " t ", pois pode ocorrer que algum dos β_i , individualmente, não tenha seu teste rejeitado, o que demonstraria que aquela variável independente não é significativa e portanto deveria ser retirada da equação. Ocorrendo este caso, processa-se o programa SPSS novamente, retirando-se a variável não significativa e obtendo-se o modelo de regressão múltipla final.

Finalmente cabe ressaltar que foi usado em todos os testes o nível de significância de 5 %, valor este usado que poderia ser de 2% ou 1%, tornando os testes mais robustos.

3-) RESULTADOS OBTIDOS

Inicialmente foi montada a matriz de correlação entre as variáveis, verificando-se que não existia nenhum índice de correlação entre variáveis independentes acima de 0.80, que sugerisse problemas de multicolinearidade.

Foi processado o módulo de regressão do programa SPSS, para o conjunto de dados obtidos, de tamanho $n = 36$, e para as variáveis explicativas selecionadas e anteriormente descritas, usando-se transformações exponenciais, logarítmicas e inversa, além da forma linear. Os modelos utilizando as transformações, apresentam sempre valores de R^2 inferiores a 0.70 e portanto foram desconsiderados.

A tabela 3.1 mostra os resultados para o modelo linear, onde destaca-se a sequência de entrada das variáveis independentes na equação de regressão, o valor de R^2 , o valor dos coeficientes a e b_i , o valor do F calculado para o teste global e o valor do t calculado para cada um dos β_i .

O procedimento STEPWISE introduziu três variáveis independentes na equação de regressão. Analisando-se os valores de R^2 observa-se que em todos os passos estão maiores que 0.90.

Tabela 3.1 - Resultados do modelo de regressão linear múltipla

PASSO	VARIÁVEL QUE ENTROU NA EQUAÇÃO		F e t tabelados (5 %)	
1	R ²	0.8636	F _{1,34}	4.12
	a	-196.66	t ₃₄	2.03
	b	176.677		
	F	215.27		
	t	14.672		
2	R ²	0.9090	F _{2,33}	4.13
	A	-82.014	t ₃₃	2.03
	b	98.606	0.024	
	F	164.95		
	t	4.552	4.062	
3	R ²	0.9189	F _{3,32}	4.15
	a	-72.509	t ₃₂	2.03
	b	98.427	0.024	-1.320
	F	119.61		
	t	4.716	4.224	2.067
4	Não realizado. F parcial para inserção da variável RELAÇÃO = 1.34			
	F limite adotado = 4.0 (ver observação)			
	para inserção e saída			

Observação: O valor correto para F limite de inserção da variável relação a nível de 5 % de significância, teria um grau de liberdade no numerador, e 31 graus de liberdade no denominador, sendo tabelado no valor de 4.16. Mesmo assim, a variável RELAÇÃO não seria incluída na equação de regressão.

Quanto ao teste F, verifica-se que em todos os passos o valor de F calculado, supera o valor de F tabelado (valor dos graus de liberdade muda a cada passo), indicando que existe em todos os passos pelo menos um valor de β , diferente de zero.

Quanto ao teste t, verifica-se que nos passos 1, 2 e 3 o valor calculado de t para as variáveis independentes FATOR, PREÇO e OUTS são superiores ao valor tabelado a 5 % de nível de significância, com os seus respectivos graus de liberdade, o que implica em dizer que essas variáveis independentes são significativas e devem ser permanecer na equação de regressão.

A tabela 3.2 mostra o resultado final do modelo de regressão linear múltipla com somente as variáveis independentes significativas FATOR, PREÇO e OUTS.

Tabela 3.2 - Resultado final do modelo de regressão linear múltipla

		VARIÁVEIS NA EQUAÇÃO		
		FATOR	PREÇO	OUTS
R ²	0.9189			
a	-72.509			
b		98.427	0.024	-1.320
F	119.61			
t		4.716	4.224	2.067

A equação final do funcional econométrico é:

$$\text{FRETE} = -72.509 + 98.427 \times \text{FATOR} + 0.024 \times \text{PREÇO} - 1.320 \times \text{OUTS}$$

Este funcional é válido nos seguintes intervalos:

- FATOR variando entre 1.46 e 3.05 (m³/ton)
- PREÇO variando entre 612 e 5000 (US\$/ton)
- OUTS variando entre 0 e 18.0 (% * 100)

4-) CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Baseado nos resultados obtidos deve-se salientar as seguintes conclusões:

- a-) Há relação funcional linear, estatisticamente significativa, entre a variável FRETE e as variáveis independentes PREÇO (preço FOB da mercadoria), FATOR (fator de estiva) e OUTS (participação em tonelagem dos navios "outsiders" na rota Brasil-Europa-Brasil);
- b-) As variáveis FATOR e PREÇO possuem coeficientes b, positivos, induzindo preponderância de custos e de grau de monopólio na formação de fretes na rota;
- c-) A variável OUTS possui coeficiente b, negativo, demonstrando que no período analisado, a presença de "outsiders" aumentou o grau de concorrência na rota, com discreta influência na redução dos fretes cobrados;
- d-) Não houve aceitação estatística na variável RELAÇÃO, que representa a relação entre a tonelagem total do produto e a tonelagem total da rota, induzindo que ganhos de escala

decorrentes de aumento de quantidade transportada de uma mercadoria específica não contribuem para redução dos fretes no ambiente oligopolista desta rota.

Finalmente recomenda-se que:

- a-) Sejam feitos estudos de formação de fretes para determinação de níveis, com a determinação da correspondência do trinômio custo x "mark up" x frete, possibilitando a avaliação da potencialidade da redução dos fretes através de forças de mercado competitivas;
- b-) Sejam realizadas análises, semelhantes às apresentadas neste trabalho, em outras rotas, permitindo conclusões mais definitivas através de estudos comparativos e expansão da base de dados utilizada.

5-) BIBLIOGRAFIA

- 1 - JOHNSTON, J. - "Métodos Econométricos"; 1ª edição; São Paulo, Brasil, Editora Atlas S.A. (1977).
- 2 - DECOURT, C. R. F. - "Marinha Mercante do Brasil, Política e Objetivos"; São Paulo, Brasil, Notas da palestra proferida na SOBENA-SP (1989).
- 3 - HOFFMANN, R. e VIEIRA, S. - "Análise de Regressão"; 1ª edição; São Paulo, Brasil, Editora da Universidade de São Paulo (1977).
- 4 - ELIAN, S. N. - "Análise de Regressão"; 1ª Edição; São Paulo, Brasil, Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo (1988).
- 5 - BURROUGHS - "SPSS - Manual do Usuário"; São Paulo, Brasil, Burroughs (1983).