

DISTÂNCIA, CUSTOS DE TRANSPORTE E TAMANHO DE MERCADO: UMA APLICAÇÃO DO MODELO GRAVITACIONAL PARA ANÁLISE DO COMÉRCIO MUNDIAL DE COMPRESSORES

Amanda Carabetti Gouvêa (UFSC)

amandacarabetti@hotmail.com

Fabiane Mafini Zambon (UFSC)

fabianemzambon@gmail.com

Fernando Seabra (UFSC)

seabra@cse.ufsc.br



O presente estudo tem como objetivos caracterizar o comércio mundial de compressores e estimar os determinantes das exportações deste produto. O método adotado é o modelo gravitacional, com ênfase ao papel da localização geográfica sobre o comércio de compressores herméticos. A caracterização do setor enfatiza a importância da concentração industrial, o comércio intra-indústria e intra-firma neste setor de atividade. A estimação do modelo gravitacional confirma a importância de variáveis tradicionais deste modelo, como o PIB dos países de origem e destino das exportações e a distância geográfica. A relevância da distância enfatiza a estratégia de investimento externo das empresas líderes do setor, uma vez que confirma a política de operar fábricas próximas a mercados consumidores.

Palavras-chaves: modelo gravitacional, compressores, distância geográfica, tamanho de mercado

1. Introdução

As empresas multinacionais, principalmente em setores de produção de bens de capital com alto valor agregado, podem decidir atender mercados externos através de duas estratégias: exportação ou investimento direto no exterior. A opção de exportação obviamente envolve elevados custos logísticos que dependem da distância entre o país produtor e o mercado consumidor, das condições de transporte e da própria capacidade de adaptação da empresa em termos de produzir o bem conforme as especificidades da demanda. Por outro lado, o investimento no exterior depende de fatores como o tamanho do mercado, do país hospedeiro do investimento e de regiões que podem ser alcançadas a partir deste mercado, e de outros *pull factors*, como disponibilidade e custos de recursos, ambiente institucional e regimes de cooperação industrial.

Para o caso de bens capital, portanto de uso de intermediário, a decisão exportar e de investir no exterior é, ainda, bastante influenciada pela existência de comércio intra-indústria (comércio entre países que exportam e importam bens no mesmo setor industrial) e também comércio intra-firma, quando a mesma empresa produz segmentos do produto, ao longo de sua cadeia de valor, em países diferentes, conforme o padrão de vantagem comparativa de cada local. O caso de compressores herméticos enquadra-se neste contexto, por ser um componente essencial de refrigeradores e ar condicionados e por ser produzido por empresas multinacionais que verticalizam suas atividades ao longo da cadeia de agregação de valor do produto.

Assim, o objetivo deste estudo é avaliar os determinantes das exportações de compressores com ênfase a variáveis de natureza geográfica. A hipótese de que os tamanhos de mercado e a distância entre eles interessa na estratégia da empresa de exportação é avaliada a partir da implementação de um modelo gravitacional.

2. Modelo Gravitacional e os Determinantes das Exportações

O surgimento do modelo gravitacional foi inspirado na Lei da Gravitação Universal Newtoniana que postula que “todos os objetos no Universo atraem todos os outros objetos com uma força em direção ao longo da linha que passa pelos centros dos dois objetos, e que é proporcional ao produto das suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da separação entre os dois objetos”. Desse modelo físico surgiram adaptações voltadas para o estudo do comércio internacional, relacionando os fluxos de comércio entre os países com suas respectivas medidas de tamanho de mercado e a distância entre eles.

O tamanho do mercado influencia positivamente o fluxo de comércio, pois representa a capacidade de demanda e oferta dos países parceiros. Quanto maior o mercado dos países envolvidos, maiores tendem a ser as relações comerciais entre eles. Krugman (1991) estudou de que forma a distância entre países influenciaria nas transações comerciais entre eles. Assim como na física, onde quanto menor a distância maior a força de atração e repulsão entre dois corpos, no comércio entre dois países quanto mais próximos eles forem, maior será o fluxo comercial entre ambos. Essa idéia foi inicialmente expressa por Tinbergen (1962) e Linneman (1966), que utilizaram a forma estrutural básica do modelo de gravidade para explicar os fluxos comerciais bilaterais. A equação básica do modelo gravitacional é:

$$F_{ij} = \frac{Y_i \cdot Y_j}{D_{ij}}$$

Onde F_{ij} são os fluxos do país de origem i para o país de destino j e Y_i e Y_j são os tamanhos dos mercados nos países, no caso o PIB de cada país, e D_{ij} é alguma medida de distância, que representa uma *proxy* dos custos de comércio.

O modelo gravitacional recebeu muitas críticas pela ausência de uma correspondência clara entre as variáveis utilizadas e os modelos teóricos do comércio internacional. Visando suprir essa deficiência, foram desenvolvidos vários trabalhos como os de Deardorff (1997), mostrando que o modelo gravitacional pode ser derivado a partir do modelo de Heckscher-Ohlin sob a competição perfeita e produtos homogêneos e os de Bergstrand (1985) e Helpman (1987), que acreditavam que o modelo gravitacional poderia ser derivado a partir dos modelos de concorrência imperfeita. Essas discussões teóricas em relação ao modelo foram reforçadas por estudos de Van Wincoop e Anderson (2003, 2004), que propuseram uma fundamentação microeconômica teórica para o modelo gravitacional.

A equação básica do modelo gravitacional pode então ser adaptada de modo a abranger adequadamente os principais fatores que venham a influenciar o comércio internacional entre dois países. Para isso, faz-se necessária a utilização de uma formulação do tipo log-lin que capta a variação percentual do fluxo de comércio em relação às variações percentuais das outras variáveis (distância e PIB de cada país).

$$\ln F_{ij} = \alpha_{ij} + \beta_2 \ln D_{ij} + \beta_3 \ln Y_i + \beta_4 \ln Y_j + \mu_{ij}$$

Onde:

F_{ij} representa o fluxo de comércio entre dois países;

α_{ij} é a constante do modelo;

D_{ij} é distância entre os países i e j ;

Y_i é o produto interno bruto do país i (*proxy* do tamanho do mercado desse país);

Y_j é o produto interno bruto do país j (*proxy* do tamanho do mercado desse país);

μ_{ij} é o erro estocástico do modelo.

A justificativa de Krugman (1980) para o modelo gravitacional é que os fluxos bilaterais de comércio dependem positivamente da renda dos países e negativamente da distância entre eles. Ele supõe a existência de custos de transporte, baseando seu argumento no incentivo relacionado à existência de rendimentos crescentes, ou seja, há a tendência de concentração da produção próxima a um grande mercado consumidor, o que geraria economias de escala na produção e minimizaria os custos de transporte.

O comércio internacional amplia a integração dos países, gerando eficiência nos meios de produção e desenvolvimento do mercado financeiro. Existem, no entanto, diversas barreiras que dificultam a inserção dos países com seus produtos no comércio internacional, cabendo destaque as barreiras geográficas.

As barreiras geográficas são fatores naturais que dificultam as transações comerciais entre os países, tais como relevo, clima, existência ou não de litoral, distância, etc. Na economia elas têm um papel importante, pois podem impactar nos preços dos produtos comercializados, no fluxo comercial e na integração entre os países, gerando custos de informação, e principalmente, custos de transporte. Portanto, a presença das barreiras de

comércio no modelo de gravidade serve para explicar os fatores que afetam negativamente o comércio internacional.

3. O comércio de Compressores

Os compressores são peças essenciais no funcionamento de aparelhos que utilizam sistemas de refrigeração, tais como ar condicionado, condicionadores de ar, refrigeradores e equipamentos frigoríficos. Ele é uma bomba de sucção acionada por um motor elétrico, que retira fluido refrigerante do ramo da tubulação que o antecede, baixando sua pressão, e injeta esse fluido refrigerante no ramo da tubulação que o sucede, aumentando sua pressão. Assim, o compressor impulsiona o fluido refrigerante através do circuito tubular. O compressor atua como o coração do sistema de refrigeração, criando o fluxo do refrigerante ao longo dos componentes do sistema. A figura abaixo representa o esquema de um refrigerador, o qual representa um exemplo de produto final cujo compressor é um dos principais componentes.

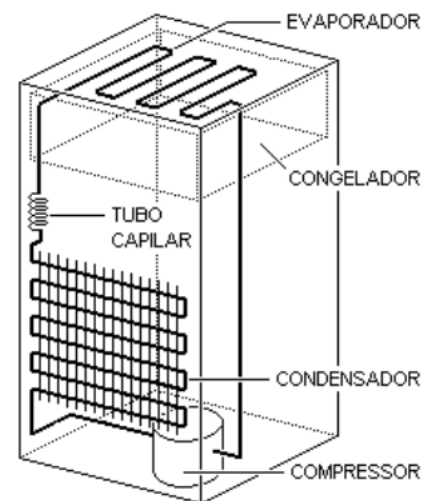


Figura 1 - Esquema de um refrigerador

O compressor é muito importante para o comércio internacional, pois ele configura-se como um produto intermediário das cadeias de produção de equipamentos para refrigeração. Dessa forma, as empresas que produzem os equipamentos refrigeradores podem ou produzir ou comprar de uma fábrica os compressores que serão utilizados nos seus aparelhos. Dada a alta competitividade entre as empresas, a tendência atual é a especialização, ou seja, concentrar as atividades naquilo que a empresa consegue fazer melhor, “diferenciando-a positivamente dos concorrentes e adquirindo externamente componentes e serviços ligados a tudo que não estiver dentro de sua competência central” (GELOG, 2007). Porter (1999) é adepto da terceirização de serviços como estratégia empresarial na busca por melhores resultados e maior competitividade frente aos concorrentes, e afirma que é difícil desempenhar todas as atividades com a mesma produtividade dos especialistas. Dada essa tendência de terceirização, observa-se a importância das fábricas de compressores como produtoras do insumo-chave da cadeia, o que torna necessário o entrosamento entre as empresas-membro.

A figura abaixo apresenta de forma simplificada a configuração da cadeia produtiva de equipamentos para a refrigeração. A fábrica de compressores adquire insumos, os quais são utilizados para a fabricação do seu produto. Os compressores, assim como outros insumos, são comprados pelas fábricas de equipamentos de refrigeração para a produção de refrigeradores, ar condicionado, freezer, etc. Esses produtos chegam então ao cliente final através das lojas varejistas.

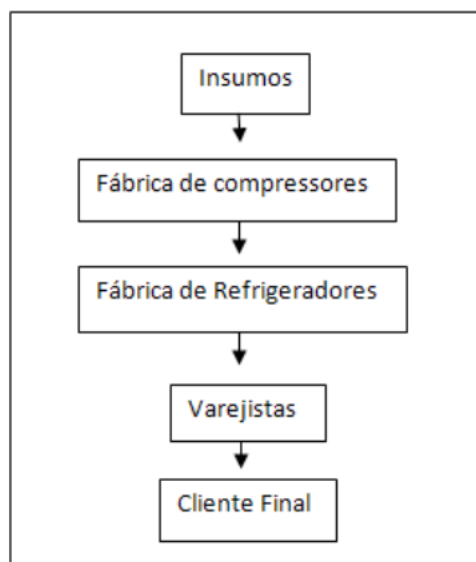


Figura 2 - Cadeia produtiva de refrigeradores

A indústria de compressores é formada por diversas empresas que estão presentes em vários países, sendo que as principais podem ser observadas na tabela abaixo.

Empresa	Países
Americold	EUA
Bitzer	Alemanha, Portugal
Bock Compressors	China, Índia, Alemanha, República Tcheca
Bristol Compressors	EUA
Carlyle Compressors	EUA
Danfoss Commercial Compressors	Áustria, Brasil, Bulgária, Canadá, China, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Índia, Itália, México, Noruega, Polônia, Romênia, Rússia, Eslováquia, Eslovênia, África do Sul, Suíça, Suécia, Ucrânia e EUA.
Dong hwa Win	Coreia do Sul
Embraco	Brasil, Itália, China, Eslováquia
Emerson Climate Technologies	EUA
FRASCOLD	Itália
Frigopol Refrigeration Systems	Áustria
G&S Hermetic Inc	Canadá
Hartford Compressors	EUA
HI AIR KOREA	Coreia do Sul
Hitachi Compressor	Tailândia, China
Je E Hall	Reino Unido, Itália, EUA, China e Malásia
Kirloskar Copeland Limited	Índia
Misr Compressor Manufacturing Co	Egito
Mitsubishi heavy industries	Japão
RefComp	China

SANYO E & E Corporation	EUA, México, China
SEA-BIRD	Índia
Tecumseh Products Company	EUA, França, Índia, Brasil

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 1- Principais empresas mundiais produtoras de compressores

A distribuição espacial das empresas tende a ocorrer pela proximidade dos mercados consumidores, que no caso seria formado pelas empresas que compram os compressores para utilizá-los como componente de seus produtos finais. Isso ocorre porque, quanto mais próxima aos mercados consumidores menores serão os custos de transporte da empresa. Em decorrência desse fato, a presença de uma mesma empresa com plantas produtivas em mais de um país possibilita-a abranger diversos mercados com redução nos custos de transporte. Outro aspecto relevante quanto ao investimento externo das empresas líderes do setor diz respeito a sua política de preços. Para o caso da Embraco, nota-se que o preço praticado pelas exportações do Brasil e da Eslováquia (onde a Embraco é empresa líder de mercado) é diferente: US\$ 4,13 para as exportações brasileiras e US\$ 5,40 para as exportações da Eslováquia de compressores. Este resultado reflete custos distintos e também exigências de mercados consumidores (notando que o destino das exportações eslovacas é principalmente a Europa).

O aumento das exportações mundiais de compressores nos últimos anos é destacado no gráfico abaixo, no qual se observa um crescimento de aproximadamente 105% no período de 2000 a 2008. Esse aumento significativo das exportações pode ter ocorrido tanto pelo aumento da demanda por produtos finais que contêm os compressores, ou como já destacado anteriormente, devido à estratégia de especialização produtiva, de forma que as fábricas de equipamentos refrigeradores podem ter realizado mudanças em seu processo produtivo, deixando de fabricar os compressores e comprando-os de empresas especializadas na produção deste insumo.



Figura 3 - Evolução das exportações mundiais de compressores

4. A estimação do Modelo Gravitacional

O estudo em questão é uma adaptação do modelo gravitacional unilateral, que analisa a variação da quantidade exportada de compressores do país de origem ao país de destino em relação aos determinantes de exportação: distância, PIB dos países parceiros e preço médio do produto.

A escolha dos países baseou-se nos maiores exportadores mundiais de compressores, de modo a perfazer dois terços do valor total exportado. Dessa forma, foram selecionados os nove países da tabela que se segue:

País exportador	Valor (US\$)	Quantidade (kg)
Japão	1.825.209.539,00	114.018.454
China	1.419.205.497,00	169.810.954
EUA	1.193.860.821,00	142.847.985
Alemanha	995.463.000,00	70.067.382
Tailândia	815.980.485,00	86.877.792
França	658.577.446,00	78.800.191
Brasil	644.090.611,00	156.083.384
Coréia do Sul	538.072.296,00	121.370.360
México	459.918.407,00	55.030.215

Fonte: Elaboração própria

Tabela 2 - Maiores exportadores de compressores

Para determinar quais os parceiros comerciais de cada um dos países acima foram selecionados os maiores importadores do produto, perfazendo também dois terços do total de importações. Assim, foram selecionados os quinze países da tabela:

País importador	Valor (US\$)	Quantidade (kg)
EUA	1.371.457.660,00	168,537,975
Alemanha	962.098.000,00	65,782,037
China	957.929.590,00	117,719,648
México	658.694.972,00	80,946,806
Itália	551.385.168,00	30,497,060
Turquia	464.810.908,00	86,124,784
Tailândia	452.881.603,00	58,971,015
França	439.913.416,00	54,060,813
Coréia do Sul	292.310.700,00	46,319,817
Japão	254.791.654	32.128.247
Argentina	239.696.809	34.513.926
Canadá	237.910.940	29.236.796
Bélgica	218.256.356	7.652.459
Rússia	209.513.536	37.873.989
Espanha	202.692.218	106.123.015

Fonte: Elaboração própria

Tabela 3 - Maiores importadores de compressores

Na estruturação do modelo, os países selecionados (maiores exportadores e maiores importadores) foram combinados dois a dois, de modo que cada observação seja um par de

países (origem e destino) do produto. Ou seja, cada país do grupo exportador é combinado com todos os países do grupo importador, gerando 124 observações (Foram excluídas três observações do México, que não exportou compressores para França, Turquia e Rússia no ano de 2008). A tabela a seguir resume a amostra utilizada, onde os valores de $i = 01, 02, \dots, 09$ representam o grupo de países exportadores e os importadores são representados por $j = 10, 11, \dots, 24$.

Países i	Países j
1 Japão	10 Japão
2 China	11 Argentina
3 EUA	12 Canadá
4 Alemanha	13 Bélgica
5 Tailândia	14 Rússia
6 França	15 Espanha
7 Brasil	16 EUA
8 Coréia do Sul	17 Alemanha
9 México	18 China
	19 México
	20 Itália
	21 Turquia
	22 Tailândia
	23 França
	24 Coréia do Sul

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 4 - Amostra dos países de origem e destino dos compressores

Uma vez selecionados os países da amostra, pesquisou-se a distância entre os portos de cada par “origem-destino”. Justifica-se a utilização da distância entre portos pelo fato de que todos os países amostrais possuem importantes portos que se configuram como principais meios de entrada e saída de produtos no comércio internacional. Foram escolhidos os portos mais importantes de cada país para o cálculo da distância, exceto o caso de países que possuem faixas litorâneas em mais de um oceano (como por exemplo, os EUA), para os quais foram selecionados dois portos, um na faixa leste e um na faixa oeste.

A variável dependente do modelo econométrico estimado é a quantidade exportada de cada país do grupo i para os países do grupo j , a qual é função da distância entre os países i e j , dos PIBs de i e j e do preço médio do produto exportado. O preço médio foi inserido como variável independente no modelo, pois pode ser tanto uma *proxy* de qualidade do produto como representar uma estratégia de conquista de mercado (a partir de vantagens de custos). Essa questão já vem sendo testada desde meados da década de 60, e muitos autores apresentam como uma tendência geral a aceitação de que o preço é um indicador de qualidade (Lambert, 1972; Shapiro, 1973). Apesar de outros fatores não relacionados ao preço terem desenvolvido maior grau de explicação no processo de compra recentemente, a variável preço continua sendo um elemento fundamental na determinação do resultado da organização no ambiente econômico em que atua (Kotler, 1988).

A tabela abaixo sintetiza as variáveis, as fontes de onde os dados foram retirados e o sinal esperado para cada uma das variáveis.

Variáveis	Descrição	Unidade	Fonte	Sinal esperado
X_{ij}	Quantidade exportada	Kg	Comtrade (www.comtrade.un.org)	
$Dist_{ij}$	Distância	Milhas náuticas	World Shipping Register (http://e-ships.net)	-
PIB_i	PIB país exportador	US\$	FMI (www.imf.org)	+
PIB_j	PIB país importador	US\$	FMI (www.imf.org)	+
PMe_{ij}	Preço Médio	US\$/Kg	Comtrade (www.comtrade.un.org)	-

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 5 - Variáveis, origem dos dados e sinal esperado no modelo

A estrutura do modelo é:

$$\ln X_{ij} = \alpha_{ij} + \beta_2 \ln Dist_{ij} + \beta_3 \ln PIB_i + \beta_4 \ln PIB_j + \beta_5 \ln PMe_{ij} + \mu_{ij}$$

Onde:

X_{ij} = quantidade exportada de compressores do país i para o j.

$Dist_{ij}$ = distância entre os países i e j;

PIB_i = produto interno bruto do país do país i (*proxy* do tamanho do mercado desse país);

PIB_j = produto interno bruto do país j (*proxy* do tamanho do mercado desse país);

PMe_{ij} = preço médio do produto exportado do país i para o j

μ_{ij} = erro estocástico do modelo.

Seguindo a estrutura estabelecida, estimou-se o modelo de regressão pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO) no software estatístico *Eviews*. É importante ressaltar que na maioria das vezes, os modelos gravitacionais são estimados pelo método de painel, o que é justificado pela existência de dados de mais de um período de tempo. No presente estudo, caracterizado por uma análise estática do comércio de compressores, foram utilizados dados de apenas um período de tempo (2008). O resultado da estimação foi o seguinte:

Variáveis	Coefficientes	Desvio-Padrão
Constante	14.239***	3.461
$Dist_{ij}$	-0.805**	0.258
PIB_i	0.611**	0.213
PIB_j	0.692***	0.206
PMe	-1.647***	0.409
R^2	0.285	
Teste White (14gl)	17.302	
Teste Breusch-Pagan-Godfrey (4gl)	7.286540	

***, ** Significante ao nível 1 e 5%.

Fonte: Elaboração própria

Tabela 6 - Resultado do modelo de regressão

Constata-se que os coeficientes das variáveis são altamente significativos estatisticamente, o que atesta o poder de ajustamento do modelo de regressão. Os testes de heteroscedasticidade (White e Breusch-Pagan-Godfrey) indicam que a presença de erros heteroscedásticos pode ser rejeitada (ao nível de 5%).

O coeficiente da distância tem sinal negativo, o que confirma a hipótese de que a demanda mundial por compressores é, pelo menos parcialmente, atendida regionalmente. Isto é, a geografia influencia claramente no comércio mundial de compressores, pois quanto menor a distância entre as regiões de origem e destino, menores tendem a ser os custos de transporte e, portanto maior a quantidade exportada. Esse fato é compatível com a estratégia das empresas multinacionais de descentralização da produção, na qual estas buscam estabelecer diversas plantas produtivas próximas aos mercados consumidores, sejam estes demandantes finais do produto (refrigeradores, condicionadores de ar, etc.) ou unidades industriais em elos para frente da cadeia de agregação de valor do produto.

As variáveis *proxy* de massa (PIB) da equação gravitacional também apresentam significância estatística e, tal como era esperado, são positivamente relacionadas à exportação de compressores, de forma que, quanto maior o PIB dos países parceiros, maior tende a ser a quantidade exportada de compressores. É interessante notar que as elasticidades do PIB do país de destino e do país de origem são bastante semelhantes, o que evidencia uma importância relativa tanto do tamanho do PIB doméstico (efeito escala na produção) como do PIB externo (efeito escala de demanda).

O coeficiente do preço médio é estatisticamente significativo e negativo, indicando que um aumento do preço médio reduz a quantidade exportada de compressores. Esse resultado evidencia que as empresas que atuam no setor competem via preço do produto. Embora questões como qualidade, especificações técnicas e prazos de entrega sejam importantes, a natureza do compressor como produto intermediário provavelmente é mais relevante que esses outros fatores, fazendo com que a competição no mercado se dê principalmente via preço.

5. Conclusões

Este estudo procurou caracterizar o comércio mundial de compressores e examinar seus principais determinantes. É importante, inicialmente, reconhecer que como bem intermediário, os compressores estão menos sujeitos a estratégias de marketing e políticas de diferenciação do produto. Além disso, pode-se observar que, pela estrutura empresarial vigente na indústria – amplas economias de escala e estratégias de integração vertical – ocorre um significativo comércio intra-indústria e também intra-empresa.

O exame dos determinantes do comércio externo de compressores, obtido a partir da estimação de um modelo gravitacional, ratifica a importância de variáveis tradicionais deste modelo, como o PIB dos países de origem e destino das exportações e a distância geográfica. A relevância da distância é um resultado interessante e compatível com a estratégia de investimento externo das empresas líderes do setor, uma vez que confirma a política de operar fábricas próximas a mercados consumidores. Por fim, o preço do produto é também um fator determinante das exportações, ratificando que, para produtos intermediários como o caso do compressor, preços mais reduzidos constituem uma alternativa efetiva de aumento das vendas externas.

Referências

ANDERSON, James A.; Eric van WINCOOP, *Trade Costs*. Journal of Economic Literature, v. 42, n.3, 2004.

ANDERSON, James A.; Eric van WINCOOP. *Gravity with gravitas: a solution to a border puzzle.* American Economic Review, v. 93, n. 1, p. 170-192, 2003.

BERGSTRAND, Jeffrey H. *The generalized gravity equation, monopolistic competition, and the factor proportion theory in international trade.* Review of Economics and Statistics, v. 71, n. 1, p. 43-153, 1985.

DEARDORFF, A. V. *Determinants of Bilateral Trade: Does Gravity Work in a Neoclassical World?* In: The Regionalization of the World economy, edited by J.A. Frankel. Chicago: University of Chicago Press, 1998.

GELOG. *Fundamentos da Logística.* Florianópolis: UFSC, 2007. 60 p.

HELPMAN, Elhanan. *Imperfect competition and international trade: evidence from fourteen industrial countries.* Journal of the Japanese and International Economics, v. 1, n. 1, p. 62-81, 1987.

LAMBERT, Zarrel V. *Price and Choice Behavior.* Journal of Marketing Research. v. 9, p. 35 – 40, 1972

KOTLER, Philip. *Marketing* - Edição Compacta - São Paulo: Editora Atlas, 1988.

KRUGMAN, P. *Geography and Trade.* Cambridge: The MIT Press, 1991.

KRUGMAN, P. *Scale economies, product differentiation, and the pattern of trade.* American Economic Review, v. 70, 1980.

LINNEMANN, H. *An econometric study of international trade flows.* Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1966.

PORTER, M. E. *Competição: estratégias competitivas essenciais.* 8ª. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

REFRIGERAÇÃO, Portal da. *Compressores.* Disponível em:

<<http://www.refrigeracao.net/Topicos/compressores.htm>>. Acesso em: 13 abr. 2010.

SHAPIRO, Benson P. *Price Reliance: Existence and Sources.* Journal of Marketing Research, v. 10, p. 286 – 94, 1973.

TINBERGEN, Jan. *Shaping the world economy: suggestions for an international economy policy.* New York: Twentieth Century Fund, 1962.