

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ECONOMIA E FINANÇAS**

**OS DETERMINANTES DOS FLUXOS MUNDIAIS DE COMÉRCIO DE
CARNE DE FRANGO**

Marcus Flávio Sousa Lima

Florianópolis, novembro de 2003.

MARCUS FLÁVIO SOUSA LIMA

**OS DETERMINANTES DOS FLUXOS MUNDIAIS DE COMÉRCIO DE
CARNE DE FRANGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Economia, Área de concentração: Economia e Finanças.

Orientador: Prof.º Dr. Fernando Seabra

Florianópolis, novembro de 2003.

OS DETERMINANTES DOS FLUXOS MUNDIAIS DE COMÉRCIO DE CARNE DE FRANGO

MARCUS FLÁVIO SOUSA LIMA

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de MESTRE EM ECONOMIA e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC.

Prof.º Dr. Sílvio Antônio Ferraz Cairo
Coordenador do Curso

Apresentada à Comissão Examinadora integrada pelos professores:

Prof.º Dr. Fernando Seabra – PPGE/UFSC
Orientador

Prof.º Dr. Celso Leonardo Weydmann – PPGE/UFSC
Membro da Banca

Prof.º Dr. Luiz Carlos de Carvalho Júnior – PPGE/UFSC
Membro da Banca

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Lima e Margarida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força, paz e sabedoria e, principalmente, pela humildade existente no mundo. Obrigado, senhor!

Aos meus pais, eternos companheiros e amigos. Sem vocês, tudo isso não existiria. Do coração, agradeço!

Ao meu orientador e professor Fernando Seabra, o verdadeiro mestre dessa história. Pela ajuda, paciência e sabedoria dispensadas na confecção desta dissertação, sou eternamente grato a você!

A todos os professores da UFSC e, em especial, ao professor e amigo Celso que contribuíram para o amadurecimento do meu conhecimento e da minha pessoa, agradeço!

Aos meus irmãos, Francisco e Rafael, colaboradores e batalhadores, continuem sempre assim! A toda calangada do cerrado que contribuiu para a elaboração deste trabalho, em especial, aos amigos e irmãos de fé e de guerra João P., Alexandre, Safadi, Fabiano, Serejo, Marião e Jaime.

Aos meus amigos João, Marcelo e Chico da UnB que, inconscientemente ou não, contribuíram para a minha jornada em Florianópolis.

Aos amigos Álvaro, Adriano, Jefferson, Evelize, Shandi, Ana, Aninha, Carlinha e André da UFSC, sofredores iguais e amigos a serem lembrados.

Aos amigos Otávio e Fabiano, companheiros em vários momentos de dúvidas e prontos para ajudar. Valeu pela força!

A todos que de alguma forma ajudaram na realização deste trabalho.

Ao surf, inspirador e alucinante! Muito obrigado!

SUMÁRIO

Lista de Tabelas e Gráficos	vii
Lista de Apêndices	viii
Lista de Siglas	ix
Resumo.....	xi
1. Introdução	01
2. O Mercado Mundial de Carne de Frango: Uma Análise Descritiva	08
2.1 O Desenvolvimento da Avicultura Mundial	08
2.2 A Produção Mundial de Carnes	10
2.3 A Produção Mundial de Carne de Frango	12
2.4 O Comércio Mundial de Carne de Frango	14
2.5 O Consumo Mundial de Carne de Frango	18
2.6 As Políticas Comerciais e o Mercado Mundial de Carne de Frango	20
3. Revisão de Literatura: O Modelo Gravitacional	22
3.1 Abordagens Empíricas das Relações Mundiais de Comércio	22
3.2 O Desenvolvimento Original do MG e seus Princípios Básicos	24
3.3 Os Microfundamentos Teóricos do Modelo Gravitacional	27
3.4 O Modelo Gravitacional e os Efeitos das Políticas Comerciais	33
3.5 O Modelo Gravitacional Teórico e sua Derivação	40
3.5.1 O Modelo de Equilíbrio Geral do Comércio Mundial	41
3.5.2 Resolvendo a Equação Gravitacional: O Modelo de Equilíbrio Parcial	48
4. Estimação do Modelo e Análise dos Resultados	52
4.1 Especificação do Modelo	52
4.1.1 Os Determinantes dos Fluxos Mundiais de Carne de Frango e construção das variáveis	53
4.2 Análise Econométrica	64
4.2.1 Descrição da amostra	64
4.2.2 Resultados da Estimação do Modelo Gravitacional	66
5. Conclusões	73
Referências	78
Apêndices	82

Lista de Tabelas e Gráficos

Tabelas

Tabela 2.1 - Produção Mundial de Carnes - Período, 1995-2003 (em milhões de ton.)	11
Tabela 2.2 - Produção Mundial de Carne de Frango – Principais Países, 1995-2003 (em mil toneladas)	12
Tabela 2.3 - Exportações Mundiais de Carne de Frango – Principais Países, 1995-2003 (em mil toneladas)	14
Tabela 2.4 - Importações Mundiais de Carne de Frango – Principais Países, 1995-2003 (em mil toneladas)	16
Tabela 2.5 – Consumo <i>per capita</i> mundial de Carne de Frango – Principais Países, 1995-2003 (em Kg/pessoa/ano)	18
Tabela 4.1 – Lista dos países incluídos na análise dos fluxos de comércio de carne de frango no mercado mundial	65
Tabela 4.2 - Resultados da Equação Gravitacional Estimada	68

Gráficos

Gráfico 4.1 – Preço Médio da Carne de Frango - Principais Países Importadores, 2001 (em US\$/tonelada)	59
--	----

Lista de Apêndices

Apêndice A – Derivação do Modelo Gravitacional Teórico	82
--	----

Lista de Siglas

AELC: Associação Européia de Livre Comércio

APEC: Asean Pacific Economic Community

BIRD: Banco Interamericano para Reconstrução e Desenvolvimento

BNT: Barreiras Não-Tarifárias

CEE: Comunidade Económica Européia

CES: Constant Elasticity of Substitution

CET: Constant Elasticity of Transformation

CIF: Cost Insurance and Freight

COMTRADE: Commodities Trade

FAO: Food and Agricultural Organization

FOB: Free on Board

GATT: General Agreement on Tariffs and Trade

MDIC: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

MQO: Mínimos Quadrados Ordinários

NAFTA: North American Free Trade Agreement

OECD: Organization for Economic Co-operation and Development

OMC: Organização Mundial do Comércio

ONU: Organização das Nações Unidas

PIB: Produto Interno Bruto

SH: Sistema Harmonizado

SITC: Standart International Trade Classification

TRAINS: Trade Analysis Information System

UE: União Européia

UNCTAD: United Nations Conference on Trade and Development

USDA: United States Department of Agriculture

RESUMO

O objetivo do presente estudo é avaliar os determinantes dos fluxos mundiais de comércio de carne de frango. Baseando-se na utilização de um modelo gravitacional, incorpora-se entre os determinantes das relações comerciais bilaterais, por um lado, fatores econômicos que influenciam o comércio de carne de frango nos países de origem desses fluxos e, por outro lado, fatores econômicos que influenciam os fluxos comerciais nos países de destino desses fluxos, além de fatores naturais ou artificiais que atuam no sentido de estimular ou dificultar a realização das trocas entre os países. A partir da estimação de um modelo gravitacional do tipo *cross-section* para o ano de 2001, os resultados da estimação do modelo mostram que os fluxos mundiais de comércio de carne de frango são determinados pela renda dos países exportadores, pelos preços percebidos pelos países exportadores, pelos preços percebidos pelos países importadores, pelas barreiras tarifárias e pelas barreiras não-tarifárias. Deste modo, os fluxos mundiais de carne de frango são determinados principalmente por condições favoráveis de preços tanto em termos de um preço de exportação mais alto quanto um preço de importação mais baixo e, ainda, pelas barreiras comerciais que restringem e distorcem os fluxos de comércio de carne de frango.

1. Introdução

O comércio internacional tem se desenvolvido rapidamente desde o final da Segunda Guerra Mundial, acumulando um crescimento total de quase 900% no período 1950/1990. Dados da Unctad (1995) revelam que esse ritmo de crescimento foi superior em mais de 100% ao acréscimo do produto mundial no mesmo período. Esse incremento significativo nas trocas comerciais entre nações deve-se, sobretudo, ao processo recente de globalização da economia mundial, resultado de mudanças nos padrões dos fluxos comerciais, produtivos e financeiros internacionais associados principalmente ao desenvolvimento de novas tecnologias.

Não obstante a evolução significativa nos fluxos mundiais de comércio, os diversos países se defrontaram com um processo de regulação do comércio mundial através das rodadas de negociações realizadas a partir do final da Segunda Guerra, período em que a organização internacional da economia capitalista sofreu grandes modificações com a fundação do Banco Mundial (BIRD), Fundo Monetário Internacional e o Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio (GATT). Este último, sendo mais tarde substituído pela Organização Mundial do Comércio (OMC), assume um papel de suma importância ao defender como foro único e supranacional a regulamentação e liberalização multilateral do comércio no âmbito de bens e serviços.

Apesar dos esforços dos países na direção de um comércio mais livre entre as nações defendido amplamente nas rodadas multilaterais de comércio promovidas pela OMC, na prática o que se percebe é a imposição deliberada de instrumentos políticos que restringem e dificultam a realização das trocas comerciais entre os países. O protecionismo comercial implícito e explícito em subsídios internos, barreiras tarifárias e medidas não-tarifárias

adotadas, principalmente, pelos países desenvolvidos provoca prejuízos econômicos causados pelas distorções que isso representa ao comércio e a sociedade.

Sobretudo no que se refere ao comércio de produtos primários que, até a Rodada Uruguai no final dos anos 80, eram praticamente ignorados nas negociações multilaterais. Mesmo com a redução de algumas políticas protecionistas pós-Rodada Uruguai, entretanto, o grande protecionismo praticado nesse setor principalmente pelos países desenvolvidos fica evidenciado quando se observam os picos tarifários praticados nestes países. Nos Estados Unidos, por exemplo, esses valores chegam a 350%, na União Européia a 800% enquanto no Japão chega a alcançar o patamar de 900% (Rodrigues e De Lucena, 2003). Em relação aos subsídios internos fornecidos pelos países da OCDE, por exemplo, à produção local desses países, percebe-se uma significativa intervenção nesse mercado sendo que o montante total de apoio governamental no ano de 2001 foi de aproximadamente US\$ 331 bilhões, depois de US\$ 321 bilhões e US\$ 357 bilhões nos anos anteriores (OCDE, 2002).

Diante da adoção multilateral de políticas comerciais restritivas e distorcivas, um setor que se encontra sujeito aos entraves das políticas protecionistas adotadas pelos países desenvolvidos, em detrimento dos países menos desenvolvidos e emergentes, é o setor de carnes, em especial no que se refere ao segmento da carne de frango. Vale destacar que o comércio desse produto entre os diversos países sofre as mais variadas medidas protecionistas caracterizadas pela adoção de barreiras ao livre comércio. No que se refere às barreiras tarifárias, as estruturas tarifárias dos países caracterizam-se por apresentarem níveis heterogêneos e bastante díspares entre si. Destacam-se, nesse caso, as vantagens alcançadas por alguns países provenientes dos benefícios resultantes das preferências tarifárias estabelecidas em acordos regionais ou bilaterais de comércio. Esse é o caso de países como a Alemanha e Espanha que ao serem membros participantes da União Européia beneficiam-se de tarifa zero nas compras provenientes de seus parceiros comerciais do bloco como, por

exemplo, a França, quinta maior produtora mundial de carne de frango. Caso contrário, as importações oriundas de outros países são taxadas com uma tarifa específica que, nesse caso, pode variar entre € 37,00/tonelada e € 1.024,00/tonelada, dependendo do tipo do produto comercializado (TRAINS, 2001).

Por outro lado, deve-se salientar o peso que as barreiras não-tarifárias (BNT) exercem no comércio internacional de carne de frango. Apesar de não serem definidas *a priori* com a intenção de restringir o comércio, mas simplesmente regulá-lo ou impedir ações desleais, essas medidas têm sido freqüentemente utilizadas com fins protecionistas. Entre as diferentes formas assumidas pelas BNT, o mercado de frango é afetado não somente pela imposição de quotas de importação e controle sobre a existência de hormônios de crescimento ou uso de antibióticos na carne vendida, no caso da União Européia, mas também pela imposição de certificados de inspeção sanitária e exigências de atestado quanto à erradicação da doença de *New Castle*, no caso dos Estados Unidos (Santini, 2003).

Apesar da existência de inúmeras barreiras comerciais incidentes sobre o produto, o comércio mundial de carne de frango cresceu significativamente nos últimos anos. No início da década de 90, as exportações de carne de frango totalizaram 2,3 milhões de toneladas comercializadas entre os países, representando US\$ 3,7 bilhões de dólares. Em 2001, contudo, o volume do produto comercializado internacionalmente já era de 7,5 milhões de toneladas ou US\$ 4,8 bilhões (FAO). Em linhas gerais, as principais mudanças no mercado internacional de carne de frango estão relacionadas com a adoção em grande escala de inovações tecnológicas no setor e novos processos de produção alcançados nas últimas décadas e, mais recentemente, à mudança nos hábitos e preferências dos consumidores na direção do consumo desta proteína animal.

Nesse contexto, existe na literatura uma vasta gama de trabalhos empíricos destinados a estudar os fluxos de comércio entre os diversos países. Uma parte significativa destes

trabalhos concentra suas análises baseada em modelos de equilíbrio parcial, a partir da especificação simultânea de funções de oferta de exportações e demanda por importações (Braga e Markwald (1983), Zini Jr. (1988), Amazonas e Barros (1996)). Outros estudos, entretanto, focalizam as análises das relações bilaterais de comércio na construção de índices que possibilitam determinar a intensidade e orientação dos fluxos de comércio sendo bastante utilizados em inferências a respeito da criação e desvio de comércio resultantes de acordos comerciais regionais (Anderson (1983), Yeats (1998)).

Um enfoque alternativo bastante utilizado nos últimos anos baseia-se na análise dos fluxos bilaterais de comércio por meio da especificação e estimação de uma “equação gravitacional”. Buscando mensurar o comportamento das relações comerciais entre um conjunto de países, o modelo gravitacional é representado por relações expressas em uma equação, que leva em consideração fatores tidos como importantes na determinação dos fluxos bilaterais de comércio. Nesse modelo, o comércio é explicado por forças econômicas localizadas na origem e no destino do fluxo comercial. Assim, o comércio entre dois países, ou regiões, é determinado pelo tamanho econômico dos parceiros comerciais, geralmente definido pela renda ou pelo produto nacional bruto, pela distância entre os países ou regiões e, adicionalmente, por outros fatores igualmente importantes como as barreiras comerciais (Linnemann, (1966), Bergstrand (1985), Haveman, Nair-Reichert e Thursby (1999)).

Nesse sentido, o problema de pesquisa está relacionado ao aumento significativo das trocas bilaterais de comércio entre os diversos países no que tange ao produto carne de frango, assim como ao caráter restritivo das barreiras comerciais adotadas multilateralmente e incidentes nesse mercado. Em termos de avaliação empírica dos determinantes dos fluxos comerciais de carne de frango, busca-se assim a aplicação de um modelo gravitacional utilizado em análises de fluxos comerciais de *commodities*.

Os modelos gravitacionais são tradicionalmente aplicados às análises dos fluxos bilaterais totais de bens (todos os produtos). Nesse trabalho, contudo, a análise consiste na estimação de uma equação gravitacional desagregada aplicada especificamente ao estudo do comportamento dos fluxos de comércio do produto carne de frango. Além das variáveis “tradicionais” do modelo, isto é, a renda de cada um dos países e a distância geográfica entre eles (*proxy* dos custos de transporte e de outros custos de transação associados à distância entre os parceiros comerciais) inclui-se na análise outras variáveis como as barreiras comerciais – tarifárias e não-tarifárias –, o preço do produto em cada mercado e a taxa real de câmbio por serem consideradas variáveis-chaves na determinação dos fluxos de comércio bilaterais em questão.

Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho é avaliar os principais fatores que influenciam os fluxos de comércio de carne de frango no contexto do mercado internacional, durante o ano de 2001.

Em termos mais específicos, os objetivos deste trabalho podem ser descritos como:

(i) proceder a análise descritiva do mercado mundial de carne de frango em termos de produção, comercialização e consumo do produto assim como destacar as barreiras comerciais incidentes nesse mercado;

(ii) Revisar a literatura relacionada à análise empírica das relações de comércio internacional e, em especial, a abordagem do modelo gravitacional de forma a fundamentar teoricamente o presente trabalho;

(iii) Estimar uma equação gravitacional desagregada com o intuito de analisar os principais determinantes dos fluxos comerciais de carne de frango, em especial os impactos que as barreiras comerciais – tarifárias e não-tarifárias – exercem na comercialização internacional deste produto.

Para se concretizar os objetivos propostos, a metodologia utilizada neste trabalho consiste na estimação de um modelo econométrico do tipo gravitacional aplicada a análise dos fluxos de comércio de carne de frango. A análise empírica é fundamentada em uma especificação do tipo *cross-section* com a utilização dos dados referentes ao comércio em sua forma desagregada. A justificativa para o uso desse modelo consiste na sua boa capacidade de análise empírica dos fluxos bilaterais de comércio, constituindo-se em um dos mais populares instrumentos de análise dos fluxos de comércio internacional.

A carência de estudos baseados na estimação de uma equação gravitacional desagregada em termos de produtos, e particularmente aplicada ao estudo do mercado de carne de frango, com o objetivo de investigar os efeitos das barreiras tarifárias e não-tarifárias sobre os fluxos bilaterais de comércio destaca-se como uma lacuna a ser preenchida neste trabalho. Neste caso, uma análise dos fluxos comerciais de forma desagregada por produtos (definidos a 6 dígitos segundo a classificação do Sistema Harmonizado-SH)¹ define o nível de desagregação “adequado” na medida em que reflete de maneira específica a decisão de política comercial de cada país. Existe uma vasta literatura empírica que se destina a estudar os efeitos das barreiras comerciais – tarifárias e não-tarifárias – sobre os fluxos de comércio. Os resultados encontrados na literatura sugerem diferentes interpretações e magnitudes no que se refere aos impactos das tarifas e das barreiras não-tarifárias nas transações comerciais entre os países. Contudo, existe um consenso no sentido de que as barreiras comerciais, impostas principalmente pelos países desenvolvidos, atuam de maneira a restringir ou dificultar as realizações comerciais entre os países, redundando em perdas de eficiência e bem-estar para a sociedade.

Este trabalho está dividido da seguinte maneira: no capítulo 2 é realizada uma análise descritiva do mercado mundial de carne de frango. Trata-se de evidenciar o cenário

¹ O Sistema Harmonizado é uma nomenclatura estabelecida pela Organização Mundial de Comércio - OMC com o intuito de classificar e padronizar o comércio mundial de bens.

internacional desse produto dividido-o nas esferas da produção, comercialização e consumo, destacando-se os principais países em cada esfera. Comenta-se também, em linhas gerais, as barreiras comerciais incidentes nesse mercado. O capítulo 3 apresentará uma revisão teórica de modelos dedicados a analisar empiricamente as relações comerciais entre os países e, em especial, os modelos gravitacionais, discutindo-se não somente as suas diferentes aplicações, mas também, e principalmente, destacando-se os modelos utilizados na literatura com o objetivo de investigar os impactos das barreiras comerciais sobre os fluxos de comércio. Adicionalmente, deriva-se um modelo gravitacional específico para análises de fluxos comerciais de *commodities*. No capítulo 4 será apresentada a equação gravitacional utilizada para analisar os fluxos de comércio de carne de frango, bem como a sua estimação e a interpretação dos resultados obtidos. Finalmente, no capítulo 5 são apresentadas as conclusões finais do trabalho.

2. O Mercado Mundial de Carne de Frango: Uma Análise Descritiva

Esse capítulo tem como objetivo analisar o mercado mundial de carne de frango a partir das esferas da produção, comercialização e consumo, assim como evidenciar as principais políticas comerciais adotadas pelos países e incidentes sobre o produto. Assim, num primeiro momento é analisado o desenvolvimento da avicultura no cenário internacional. Num segundo momento, é enfocada a produção mundial de carnes para posteriormente realizar uma análise da produção, comercialização e consumo de carne de frango a nível mundial. Por fim, a última seção discute as principais barreiras comerciais impostas pelos diversos países sobre a carne de frango e os seus efeitos sobre o comércio internacional do produto.

2.1 O Desenvolvimento da Avicultura Mundial

O Sistema Agroindustrial da carne, constituído pelos complexos agroindustriais da carne bovina, de aves e de suínos vem passando por rápidas e importantes transformações nos últimos anos. Segundo Santini (2003), as mudanças recentes nos ambientes institucional, tecnológico e organizacional deste sistema têm alterado o seu padrão concorrencial na medida em que são incorporadas novas dinâmicas de desenvolvimento em cada um dos seus segmentos. Dessa forma, os agentes constituintes do sistema agroindustrial de carnes têm procurado responder de maneira eficaz e eficiente às mudanças globais nos hábitos de consumo e às inovações tecnológicas de produto, processo e gestão.

Neste contexto, o complexo agroindustrial avícola tem se destacado por apresentar nas últimas décadas um alto grau de dinamismo em termos de produção, consumo e comércio

internacional. A substituição da criação doméstica de aves iniciada na década de 30 pela produção em escala industrial com a adoção de sistemas intensivos de produção (estabulação e rações) se deu praticamente na década de cinquenta após a Segunda Guerra Mundial, quando houve a retomada do crescimento econômico. Grande parte desse dinamismo foi possível somente à adoção em grande escala de várias inovações tecnológicas tanto na área biológica e sanitária como no campo econômico.

Dentre os principais avanços tecnológicos desenvolvidos no setor avícola, Coelho e Borges (1999) destacam os seguintes desenvolvimentos: na área da genética, com os cruzamentos e a obtenção de híbridos; na área sanitária, com a profilaxia (uso de vacinas); na nutrição, com o aperfeiçoamento e redução dos custos das rações e na criação de um meio-ambiente favorável ao crescimento das aves, por meio da instalação de equipamentos desenhados especificamente para atender as novas exigências da produção em larga escala. Dessa forma, o setor destacou-se pela sua elevada capacidade em conseguir absorver com rapidez as novas tecnologias e os novos sistemas integrados de produção e de transferi-los com eficiência na forma de preços baixos e de elevado padrão de qualidade para os seus consumidores finais.

Ao lado do progresso técnico e das melhorias na eficiência da atividade produtiva, a produção avícola foi impulsionada pelo crescimento nos níveis de demanda global associado a mudanças nos padrões de consumo, com o processo de substituição da carne vermelha pela carne branca. A alteração das preferências e dos hábitos dos consumidores na direção da carne de frango pode ser atribuída aos seguintes fatores: (i) ao seu baixo preço relativo frente aos outros tipos de carnes; (ii) a sua imagem de produto saudável junto ao consumidor (carne branca com baixo teor de gordura), e (iii) a sua aceitação pela maioria das culturas e religiões, diferentemente da carne vermelha (IPARDES, IBQP e GEPAI 2002).

Atualmente, o fator diferenciação seguido da qualidade do produto representa o que está se definindo como a nova dinâmica do setor avícola mundial, fazendo com que a variável-preço não denote grande relevância em termos de concorrência, como ocorrido em tempos anteriores. O foco, agora, consiste na aplicação cada vez maior de técnicas de diferenciação de produtos e na colocação de produtos com maior valor agregado, prontos para o consumo, de acordo com as exigências de cada faixa de mercado. Dessa forma, elementos como diferenciação, qualidade e facilidade no preparo do alimento começam a chamar a atenção dos consumidores na hora da compra.

2.2 A Produção Mundial de Carnes

A tabela 2.1 abaixo mostra os dados referentes à produção dos principais tipos de carnes ao longo dos últimos oito anos. De acordo com os dados, nota-se que a produção mundial de carnes passou de 208,5 milhões de toneladas em 1995 para 247,7 milhões de toneladas em 2002, com uma taxa de crescimento média no período de cerca de 2,63%. Apesar da carne suína ser a mais produzida no mundo, a carne de frango vem ganhando cada vez mais espaço entre as demais carnes. Em 1995, os montantes produzidos de carne de frango contabilizavam 54,9 milhões de toneladas, o que garantia a terceira posição entre as carnes mais produzidas. Entretanto, em 2002 a carne de frango já ocupava o segundo lugar em termos de produção, com uma taxa de crescimento média anual de aproximadamente 4,5% no período 1995-2002, resultado bem superior ao alcançada pelas carnes suína e bovina, que apresentaram taxas de crescimento média no período considerado de 2,4% e 1,32%, respectivamente.

Tabela 2.1 - Produção Mundial de Carnes - Período, 1995-2003*(em milhões de ton.)

TIPOS DE CARNES	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003*
Carne Bovina	56,0	56,7	57,4	58,3	59,0	59,6	59,4	61,3	61,2
Carne Suína	83,2	78,5	80,6	88,0	89,8	89,6	91,7	94,3	95,8
Carne de Frango	54,9	56,2	59,7	61,5	64,9	67,7	70,4	72,9	74,5
Outras carnes	14,4	14,4	14,8	15,3	15,2	15,6	16,0	16,2	16,2
Total	208,5	205,8	212,5	223,1	228,9	232,5	237,5	244,7	247,7

Fonte: FAO, vários anos.

* Previsão.

Para o mercado mundial de carnes, o ano de 2001 em especial pode ser considerado como um período de fraco desempenho em relação à produção total de carnes e comercialização do produto. Nesse ano, a produção mundial de carnes registrou um baixo nível de crescimento em comparação aos anos anteriores e um desempenho considerado estagnante no que se refere ao comércio, afetado principalmente por distorções de mercado e desvios de comércio. O baixo crescimento da economia global e, principalmente, a ocorrência de casos de doenças nos animais dos principais mercados justificaram o baixo desempenho da indústria mundial de carnes ao longo de 2001.

De acordo com a tabela 2.1 acima, pode-se verificar que a produção mundial de carnes cresceu 8,67% em 2001 quando comparada à produção média do período 1995-2000, totalizando 237,5 milhões de toneladas produzidas este ano. Destaca-se, nesse caso, o bom desempenho da carne de frango dentre as demais carnes, que obteve um incremento de 15,76% na sua produção total em detrimento da carne suína que cresceu 7,95% e da carne bovina que apresentou um aumento de apenas 2,71% na produção total em relação à média do período considerado.

No que se refere à participação percentual sobre o total das carnes produzidas, o que se percebe é um aumento da participação da carne de frango na produção total de carnes, ao contrário das carnes bovina e suína. A carne de frango, que possuía um *market share* de

26,33% em 1995, passou a representar 29,64% da produção total em 2001. Por sua vez, as carnes bovina e suína apresentaram quedas nas suas participações relativas, passando de 26,86% e 39,90% em 1995 para 25,01% e 38,61% em 2001, respectivamente. Dessa forma, o que se observa é uma parcela cada vez maior da produção total de carnes sendo destinada à produção de carne de frango.

Os casos de doenças nos animais e preocupações com questões sanitárias a respeito da qualidade da carne bovina, particularmente na Ásia e Europa, contribuíram para uma mudança nas preferências dos consumidores e na expansão do *market share* da carne de frango no mercado mundial de carnes. Os problemas enfrentados no mercado de carne bovina estimularam uma forte demanda pela carne de frango e um aumento nos preços relativos deste produto que, combinado com os custos estáveis nos insumos de produção em vários países, possibilitaram um rápido crescimento na produção, consumo e comercialização desse tipo de carne.

2.3 A Produção Mundial de Carne de Frango

A produção mundial de carnes de frango segundo os maiores produtores do mundo é mostrada na Tabela 2.2 abaixo.

Tabela 2.2 - Produção Mundial de Carne de Frango – Principais Países, 1995-2003
(em mil toneladas)

Países	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002*	2003**
EUA	11.261	11.850	12.266	12.525	13.367	13.703	14.033	14.519	14.808
Brasil	4.050	4.052	4.461	4.498	5.526	5.980	6.567	7.040	7.180
China	4.400	5.000	2.650	3.450	4.400	5.050	5.200	5.400	5.450
México	1.435	1.478	1.493	1.587	1.784	1.936	2.067	2.188	2.297
França	1.095	1.178	1.343	1.395	1.359	1.367	1.402	1.387	1.389
Reino Unido	1.022	1.064	1.213	1.260	1.227	1.235	1.266	1.253	1.254
Índia	578	665	596	710	820	1.080	1.250	1.400	1.500
Outros Países	12.488	13.633	14.440	14.809	14.929	15.449	15.833	15.982	15.217
Total	36.329	38.920	38.462	40.234	43.412	45.800	47.618	49.169	49.095

Fonte: USDA extraído de ANUALPEC (2003, p. 270) * Preliminar ** Previsão

De acordo com a tabela acima, os Estados Unidos destacam-se como o maior produtor mundial de carne de frango, sendo responsável por mais de um quinto de toda a produção, bem à frente dos patamares alcançados pelos seus maiores concorrentes. Produzindo mais de 6,5 milhões de toneladas de carne de frango em 2001, o Brasil aparece em segundo lugar, com uma participação de 13,8% na produção global. Com um mercado em expansão impulsionado por uma significativa demanda reprimida e ao adotar na diversificação e na diferenciação a estratégia do seu crescimento, o Brasil vem conseguindo obter um crescimento expressivo na produção de carnes de frango ao longo dos últimos anos. A competitividade brasileira no setor resulta, em grande parte, da sua disponibilidade de grãos, das suas condições climáticas favoráveis e da sua capacidade de gerir adequadamente a cadeia produtiva (Santini, 2003).

A China aparece em terceiro lugar entre os maiores países produtores com 10,92% do total produzido em 2001, sendo beneficiada principalmente pela sua vasta extensão territorial e amplo mercado interno. Em seguida encontram-se México e França com uma participação de 4,34% e 2,94% na produção total realizada em 2001, respectivamente. No caso do México, este país mantém um bom ritmo de crescimento na produção desta proteína desde 1995, ao contrário da França, que registrou uma pequena queda na produção em 2002 e que tende à estabilização nos montantes produzidos ou até uma pequena queda na sua participação relativa devido, principalmente, ao seu limitado espaço físico, demanda interna saciada ou por motivos ecológicos e sanitários.

Neste sentido, o que se observa é uma grande concentração da produção em poucos países produtores. A soma dos montantes produzidos nos cinco maiores mercados corresponde a 61,47% do total produzido em 2001. A partir do momento em que se inclui a produção dos outros 5 países que mais produzem, respectivamente Reino Unido, Índia, Tailândia, Japão e Espanha, esses países produziram 73,73% do total ou 35,1 das 47,6 milhões de toneladas produzidas este ano.

2.4 O Comércio Mundial de Carne de Frango

A mudança das preferências dos consumidores na direção da carne de frango estimulou o comércio mundial deste produto que registrou um crescimento de aproximadamente 15% em 2001, totalizando 5,6 milhões de toneladas. Com uma participação de 43% no comércio mundial de carnes, esta proteína vem adquirindo cada vez mais espaço nos hábitos dos consumidores em todo o mundo. A tabela 2.3 abaixo apresenta as exportações mundiais de carne de frango segundo os principais países exportadores.

Tabela 2.3 - Exportações Mundiais de Carne de Frango – Principais Países, 1995-2003 (em mil toneladas)

Países	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002*	2003**
EUA	1.766	2.005	1.998	1.978	2.080	2.231	2.521	2.208	2.472
Brasil	428	560	628	594	750	893	1.241	1.425	1.325
China	263	318	331	323	375	464	489	400	400
Tailândia	177	171	195	274	288	328	425	415	435
França	547	551	254	280	272	271	255	238	247
Holanda	426	466	214	237	230	229	216	202	209
Canadá	39	41	42	53	47	55	69	75	80
Outros Países	630	675	394	457	420	397	391	371	388
Total	4.276	4.787	4.056	4.196	4.462	4.868	5.607	5.334	5.556

Fonte: USDA extraído de ANUALPEC (2003, p. 271) * Preliminar ** Previsão

De forma semelhante à produção, quando se observam os dados relacionados às exportações mundiais de carne de frango, o que se nota é uma grande concentração das exportações também em torno de poucos países. Somente os dois principais países exportadores (Estados Unidos e Brasil) representaram cerca de 67% de todas as embarcações de carne de frango realizadas em 2001. Por outro lado, a participação das exportações na produção total cresceu um pouco mais de 1 ponto porcentual em relação ao ano anterior, para aproximadamente 11,8% em 2001.

Deve-se notar que entre os maiores exportadores de carne de frango estão aqueles países com a maior capacidade de produção do produto, caracterizando o mercado externo como boa alternativa de venda para esses países. Os Estados Unidos, país que detém a

liderança mundial na produção de carne de frango, destacam-se também como os maiores exportadores do produto, sendo que aproximadamente 45% do total exportado em 2001 foi realizado individualmente por este país. Ou seja, mais que o dobro praticado pelo Brasil, seu maior concorrente nesse mercado.

O papel de destaque dos EUA no mercado mundial de carne de frango encontra-se nas vantagens competitivas adquiridas pelo país neste mercado, associadas principalmente à sua eficiência no abate, apresentação do produto e auto-suficiência na produção de milho, insumo que responde aproximadamente por 50% do custo total de produção. Além disso, o desenvolvimento de tecnologias relacionadas ao processo produtivo, principalmente as biotecnologias ligadas à melhor eficiência na criação do animal, garante aos Estados Unidos uma maior competitividade em áreas onde os demais países são mais vulneráveis (Santini, 2003).

O Brasil, segundo maior país exportador de carne de frango do mundo, foi responsável por 22,13% do total exportado em 2001, com 1,2 milhão de toneladas embarcadas. As exportações brasileiras, nesse caso, foram impulsionadas por um rápido e significativo aumento na demanda em alguns países, principalmente nos mercados russo e europeu. A cada ano, o Brasil vem conseguindo aumentar a sua participação nas exportações totais mundiais, com um alto potencial de expansão nesse setor.

Em seguida está a China que vem aumentando ano a ano as suas exportações de carne de frango para o mundo. Embora seja o terceiro maior país exportador do globo, as exportações chinesas representaram somente 8,72% do total das exportações mundiais, registrando uma pequena queda em termos relativos em comparação ao período anterior. A recente redução do *market share* da China deve-se principalmente a problemas de ordem sanitária que limitaram as exportações do país.

Dentre os outros principais países exportadores, a Tailândia obteve crescimentos nas suas exportações totais ao longo dos últimos anos, com 425 mil toneladas exportadas ou 7,58% do total embarcado em 2001. Assim como a China, a Tailândia beneficia-se da sua proximidade geográfica com os principais mercados importadores do mundo, o que facilita as relações de comércio bilaterais ao minimizar, por exemplo, os custos associados à realização das transações comerciais. Já a França e Holanda, apesar de serem grandes países exportadores de carne de frango, vêm registrando subseqüentes quedas nas quantidades exportadas nos últimos anos, com um *market share* de 4,55% e 3,85% em 2001, respectivamente.

Desde meados dos anos 90, o comércio internacional de carne de frango vem sendo impulsionado por um rápido aumento na demanda por importações em vários países, de forma a compensar principalmente os déficits na produção interna. Embora muitos países tenham uma capacidade de produção limitada e insuficiente para abastecer seus próprios mercados, as importações mundiais estão concentradas em grande parte em poucos mercados. Conforme mostra a tabela 2.4, somente três países, a saber, Rússia, Japão e China, detêm mais da metade das importações mundiais, ou seja, em conjunto eles importaram 56,11% de um total de 4,3 milhões de toneladas importadas em 2001. Mas ainda assim, cabe ressaltar que as importações mundiais são mais distribuídas entre um número maior de países do que as exportações.

Tabela 2.4 - Importações Mundiais de Carne de Frango – Principais Países, 1995-2003
(em mil toneladas)

Países	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002*	2003**
Rússia	855	1.088	1.266	1.020	930	943	1.281	1.220	1.300
Japão	585	613	575	590	667	721	710	750	700
China	547	633	397	427	591	608	473	380	350
Arábia Saudita	285	287	297	287	364	348	399	390	385
México	81	138	160	181	188	219	235	255	290
Hong Kong	176	231	259	269	391	239	234	238	243
Alemanha	326	350	66	65	77	116	162	213	232
Outros Países	1.040	988	668	716	778	835	897	943	986
Total	3.895	4.328	3.688	3.555	3.986	4.029	4.391	4.389	4.486

Fonte: USDA extraído de ANUALPEC (2003, p. 271) * Preliminar ** Previsão

A Rússia destaca-se como o maior importador de carne de frango, sendo responsável por 29,17% das importações totais em 2001. Embora o quadro de instabilidade macroeconômica instalado no país após a desvalorização do Rublo em 1997 tenha resultado em impactos negativos nas importações de carne de frango nos anos subseqüentes, a Rússia logrou uma forte retomada na demanda por importações deste produto em 2001, constituindo-se no principal mercado de destino para as exportações norte-americanas. Ocupando o segundo lugar no ranking dos principais países importadores, o Japão obteve uma participação de 16,17% no total importado em 2001. A elevada demanda doméstica japonesa pode ser explicada pela baixa produção interna de aves e grãos no país devido, principalmente, à sua limitação quanto ao espaço físico e a escassez de recursos hídricos.

Apesar de ser um dos principais produtores mundiais de carne de frango, a China também se destaca como um grande importador desta proteína, dado o seu elevado nível de consumo *per capita*. Devido a problemas essencialmente de ordem sanitária ocorridos no país em 2001, a China viu limitada às suas possibilidades de exportação de carne de frango o que provocou um excesso de oferta no mercado interno que, por sua vez, reduziu os preços domésticos, saciando a alta demanda por importações de carne de frango no país. Apesar disso, as importações chinesas corresponderam a 10,77% do total importado no mundo em 2001 (FAO, 2002).

Em seguida, com uma participação de 9,09% nas importações totais em 2001, a Arábia Saudita aparece como um importante país importador de carne de frango. O crescimento recente da participação da Arábia Saudita no cenário mundial de carnes deve-se, sobretudo, à desvalorização da moeda brasileira que estimulou fortemente o comércio com o Brasil, seu principal mercado fornecedor.

Por sua vez, as importações do México corresponderam a 5,35% de todas as importações realizadas no mundo em 2001. A participação deste país no comércio mundial de

carne de frango vem crescendo significativamente ao longo dos últimos anos devido não somente à sua retomada do crescimento econômico após a crise financeira enfrentada pelo país em 1994 mas também e, principalmente, pela sua proximidade com o maior mercado produtor e exportador do mundo e das preferências tarifárias decorrentes do NAFTA (*North-American Free Trade Agreement*) que beneficia as importações provenientes dos EUA, tornando-o o principal parceiro comercial do país.

Entretanto, com um *market share* bem próximo ao do México, Hong Kong aparece em seguida como um dos maiores mercados importadores de carne de frango. Hong Kong destaca-se como um grande país importador deste produto pelo fato do país representar um importante entreposto comercial da região. Dessa forma, grande parte do produto importado pelo país é re-exportado para os países vizinhos como a China, Vietnam e Filipinas (Coelho e Borges, 1999).

2.5 O Consumo Mundial de Carne de Frango

Em relação ao consumo mundial de carnes, a tabela 2.5 mostra os principais países do mundo em consumo *per capita* de carne de frango no período 1995-2003.

Tabela 2.5 – Consumo *per capita* mundial de Carne de Frango – Principais Países, 1995-2003 (em Kg/pessoa/ano)

Países	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002*	2003**
Hong Kong	39,4	46,7	49,3	47,3	64,9	42,7	40,6	40,7	40,7
EUA	35,4	36,4	37,7	38	40,3	40,6	40,5	42,6	42,6
Arábia Saudita	31,1	30,9	34,9	34	33,7	32,8	35,3	34,7	34,5
Brasil	22,1	21	22,7	22,8	27,6	29	30	31,2	32,2
Canadá	24,8	24,1	25,1	25,9	28	28,5	29,3	29,6	30,2
Austrália	24,5	24,4	25,6	27,4	28,4	29,2	28,4	31	31,2
Espanha	21,7	22,2	25,7	26,4	25,8	26,4	27,8	28,2	28,3

Fonte: USDA extraído de ANUALPEC (2003, p. 273) * Preliminar ** Previsão

Hong Kong destaca-se como o país que mais consumiu carne de frango no mundo em termos *per capita* em 2001. Apesar disso, o país apresenta reduções no seu consumo per capita do produto desde 1999, o que pode resultar na perda da posição de maior consumidor mundial *per capita* de carne de frango para os EUA, que ocupam o segundo lugar com um consumo de cerca de 40Kg/indivíduo no ano de 2001. Em seguida aparecem a Arábia Saudita e o Brasil com um consumo de aproximadamente 35 e 30 Kg/pessoa em 2001, respectivamente. Acompanhados de Canadá e Espanha, estes países constituem-se nos principais consumidores de carne de frango em termos *per capita* do mundo. Um fato interessante, nesse caso, é que entre os países listados acima somente os EUA e o Brasil são auto-suficientes na produção de carne de frango sendo que, para os demais países, torna-se necessário recorrer ao mercado externo como forma de suprir os déficits na produção interna.

Em termos de estrutura de consumo, os países consumidores de carne de frango podem ser divididos em dois grupos: o dos países desenvolvidos e dos países em desenvolvimento. No caso dos países desenvolvidos, o crescimento do consumo *per capita* foi em grande parte devido à queda expressiva nos níveis de preços desse produto (efeito-preço) causado por ganhos de produtividade, redução nos preços dos insumos e pela redução de algumas políticas protecionistas após os acordos multilaterais de comércio da OMC (em especial a Rodada Uruguai). Já no grupo dos países em desenvolvimento, composto por China, Brasil e México dentre outros, o aumento do consumo *per capita* foi consequência principalmente do crescimento da renda *per capita* nesses países (efeito-renda) ou devido a alguma mudança importante no contexto macroeconômico do país, como no caso do Brasil que ao adotar com relativo sucesso políticas de estabilização econômica garantiu benefícios para a população de menor poder aquisitivo (Coelho e Borges, 1999).

2.6 As Políticas Comerciais e o Mercado Mundial de Carne de Frango

Vale ressaltar, entretanto, o papel que as políticas protecionistas adotadas pelos diversos países exercem no comércio internacional de carne de frango na medida em que restringem, parcial ou totalmente, a expansão da atividade já existente nesses mercados ou até mesmo impedem o acesso a novos mercados. Estados Unidos e União Européia, por exemplo, possuem uma produção de aves tradicionalmente subsidiada, com programas de apoio e promoção às exportações e investimentos governamentais diretos no setor produtivo local, com o objetivo de dar maior competitividade aos seus produtos domésticos.

As barreiras comerciais adotadas pelos países referentes ao produto carne de frango são bastante evidentes e discutidas nas negociações comerciais. A maioria dos países impõe diferentes tipos de medidas como estratégias de proteção à indústria local. Em geral, as barreiras tarifárias constituem-se na prática mais utilizada entre os países. Nesse caso, as diferenças nas estruturas tarifárias de cada país permitem que alguns países cobrem tarifas *ad valorem* sobre o produto importado (definidas como uma percentagem do valor das importações) ou então um determinado valor por quantidade importada (tarifas específicas). No primeiro caso, por exemplo, a Romênia impõe uma tarifa média de 60% para a importação de carne de frango de outros países. Ao contrário da União Européia que, por sua vez, cobra uma tarifa específica podendo variar entre €37,00/tonelada e €1.024,00/tonelada, dependendo do tipo do produto importado (TRAINS, 2001).

Além da imposição de barreiras tarifárias é comum que os países adotem também barreiras não-tarifárias caracterizadas, nesse caso, sob as mais variadas formas. Um exemplo recente, neste sentido, é o caso da Rússia que definiu quotas de importação segundo os seus parceiros comerciais restringindo as quantidades importadas de carne de frango de acordo

com o seu país de origem, justificando a medida visto a necessidade do país em fornecer maior segurança à produção nacional.

Outro exemplo são as medidas adotadas pela União Européia uma vez que o bloco econômico também impõe restrições sobre a carne de frango importada seja por controles rigorosos sobre a existência de hormônios de crescimento ou pelo uso de antibióticos proibidos na carne vendida. Da mesma maneira, os Estados Unidos regulam o comércio do produto a partir de inspeções sanitárias sobre a sua qualidade quando produzido em outros mercados ao mesmo tempo em que são cobrados certificados de sanidade animal.

Muitas dessas medidas, contudo, não são definidas a princípio com a intenção de restringir o comércio entre os diversos países, mas simplesmente regulá-lo ou impedir ações desleais. Em muitas ocasiões, entretanto, e em especial no caso das barreiras não-tarifárias, essas medidas são usadas de forma distorcida e com fins puramente protecionistas, redundando em perdas de eficiência e bem-estar para ambos os parceiros comerciais.

3. Revisão de Literatura: O Modelo Gravitacional

O objeto deste capítulo é revisar teoricamente a literatura referente ao modelo gravitacional assim como apresentar outras abordagens empíricas relacionadas à análise das relações de comércio internacional. A primeira seção refere-se à apresentação de algumas abordagens empíricas relacionadas ao estudo das transações comerciais entre países. A segunda seção discute o desenvolvimento original do modelo gravitacional e apresenta os seus princípios elementares. Na terceira seção destaca-se os fundamentos microeconômicos apresentados por diversos autores de forma a embasar teoricamente as aplicações empíricas do modelo gravitacional. A relação entre o modelo gravitacional e os efeitos das políticas comerciais sobre os fluxos de comércio internacional é analisada na quarta seção. Por fim, na última seção deriva-se um modelo gravitacional teórico a partir de um modelo de equilíbrio geral do comércio mundial.

3.1 Abordagens Empíricas das Relações Mundiais de Comércio

As relações comerciais no contexto do mercado internacional têm se intensificado significativamente nos últimos anos. Nesse sentido, diversos autores têm se dedicado a estudar o comportamento dos fluxos de comércio entre os vários países. Em geral, o objetivo inerente às análises de comércio exterior é uma compreensão de maneira mais significativa dos fatores determinantes dos fluxos mundiais de comércio.

Nesse contexto, diversos trabalhos empíricos são dedicados a estudar as relações de comércio internacional. As análises são conduzidas sob as mais diferentes abordagens. Uma parte destes trabalhos concentra suas análises baseada em modelos de equilíbrio parcial, a

partir da especificação de funções de oferta de exportações e demanda por importações. Amazonas e Barros (1995), por exemplo, constroem um modelo de oferta e demanda para os determinantes das exportações de produtos manufaturados pelo Brasil. O período considerado na análise compreende o intervalo entre os anos 1965 e 1988. Os resultados encontrados pelos autores sugerem que os preços efetivos, a demanda internacional e a produção industrial doméstica são importantes determinantes das exportações brasileiras de produtos manufaturados.

Por outro lado, outros estudos focalizam as análises das relações de comércio exterior baseados na utilização de certos índices que possibilitam determinar a intensidade e a orientação dos fluxos de comércio, assim como as vantagens comparativas entre os países. Nesse caso, esse tipo de abordagem permite realizar inferências a respeito da criação e desvio de comércio resultantes de acordos comerciais regionais. Ao analisar as possíveis causas para o crescimento significativo do comércio intra-bloco no caso do Mercosul devido ao estabelecimento do acordo regional de comércio, Yeats (1998) analisa o comércio entre os países constituintes do bloco econômico durante o período 1988-1994. A partir da utilização dos índices de intensidade e orientação regional de comércio e o índice de vantagem comparativa revelada, o autor conclui que as mudanças nos padrões de comércio entre os países do Mercosul resultaram das mudanças na política comercial e nos benefícios decorrentes das preferências tarifárias decorrentes do acordo comercial.

Um enfoque alternativo bastante utilizado nos últimos anos, entretanto, consiste na análise dos fluxos bilaterais de comércio por meio da especificação e estimação de um modelo gravitacional, sendo bastante utilizado em análises empíricas de comércio internacional. O desenvolvimento teórico do modelo gravitacional e as suas diferentes aplicações são apresentados nas próximas seções a seguir.

3.2 O Desenvolvimento Original do Modelo Gravitacional e seus Princípios Básicos

Não obstante as diferentes abordagens empíricas de comércio exterior, o uso do modelo gravitacional como ferramenta de análise justifica-se pela sua boa capacidade de análise empírica constituindo-se, atualmente, em um dos mais populares instrumentos de análise dos fluxos de comércio internacional.

As primeiras aplicações do modelo gravitacional ao comércio internacional surgiram na literatura no início dos anos 60.² Tinbergen (1962), Poyhönen (1963) e Linnemann (1966) realizaram os primeiros estudos econométricos sobre fluxos de comércio baseados na estimação de uma equação gravitacional. A idéia subjacente é explicar o comércio segundo forças econômicas localizadas na origem e no destino do fluxo comercial. Assim, esses autores estabeleceram três variáveis determinantes das relações bilaterais de comércio: a demanda do país importador, a oferta do país exportador e os fatores de “resistência” ao comércio entre ambos.³

Inspirados na teoria gravitacional da Física desenvolvida por Isaac Newton, os modelos gravitacionais são baseados na idéia de elementos de atração e repulsão, sendo a atração entre dois corpos diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional à distância entre eles. Nesse caso, o comércio entre dois países (ou regiões) depende diretamente do tamanho econômico dos parceiros comerciais, geralmente definido pela renda, e inversamente da distância entre eles.

² O modelo gravitacional tem, entretanto, uma longa história nas ciências sociais. Desde a última metade do século XIX, esse modelo tem sido usado para explicar os fluxos sociais, em especial os movimentos migratórios entre regiões.

³ Dentre os obstáculos naturais destacam-se os custos de transporte (sendo o fator mais conhecido), o tempo envolvido no transporte (que gera incertezas) e os custos de informação (desconhecimento do mercado, instituições, leis, hábitos, entre outros). Estes três fatores são representados pela distância geográfica, como se verá mais adiante. Quanto aos obstáculos artificiais podemos citar as tarifas de importação, restrições quantitativas e outras, diferentes em tamanho e natureza para diferentes fluxos de comércio.

Dessa forma, a fórmula funcional original da equação gravitacional pode ser expressa da seguinte maneira:

$$X_{ij} = a \frac{Y_i^b Y_j^c}{D_{ij}^d} \quad (3.1)$$

onde X_{ij} representa o fluxo bilateral de comércio entre o país/região “ i ” e “ j ”; Y_i e Y_j representam a renda do país “ i ” e a renda do país “ j ”, respectivamente; D_{ij} é a distância entre eles e, “ a ”, “ b ”, “ c ” e “ d ” são valores constantes. A variável distância, nesse caso, é definida como uma *proxy* dos custos de transporte e de outros custos de transação associados à distância entre os parceiros comerciais.

Para efeitos de estimação, a equação (3.1) acima é geralmente expressa na forma funcional log-linear conforme mostrado abaixo:

$$\log x_{ij} = A + b \log y_i + c \log y_j + d \log d_{ij} + \log e_{ij} \quad (3.2)$$

onde, além das variáveis descritas acima, e_{ij} representa o termo erro normal.

A partir desse modelo básico, novas variáveis foram introduzidas com o objetivo de captar os efeitos de outros fatores que influenciam os fluxos bilaterais como, por exemplo, idiomas comuns, fronteiras geográficas comuns, investimento direto estrangeiro, barreiras tarifárias, barreiras não-tarifárias, entre outros.⁴ Dessa forma, as equações estimadas incluem outros determinantes que podem representar características importantes no comércio internacional.

⁴ Sobre barreiras comerciais e comércio vide, por exemplo, Castilho (2001) e sobre as aplicações referentes às relações investimento e comércio vide, por exemplo, Brenton, Di Mauro e Lücke (1998).

Nesse sentido, estes modelos têm sido particularmente úteis para medir os efeitos dos acordos preferenciais de comércio.⁵ A idéia geral, nesse caso, é introduzir dentre os demais determinantes dos fluxos bilaterais de comércio uma variável *dummy* que indique a existência ou não de acordos preferenciais. Assim, se a equação é bem especificada e se os determinantes dos fluxos bilaterais estão representados, esta variável captará os efeitos positivos dos acordos comerciais. Do contrário, os efeitos resultantes de variáveis omitidas serão capturados indevidamente pelos que representam as preferências comerciais intra-bloco.

Aitken (1973) realizou o primeiro de uma série de estudos visando comparar o peso da influência de acordos preferenciais com o peso de outros determinantes dos fluxos de comércio. A partir de uma especificação diferente do modelo sugerido por Linnemann (1966), o autor procurou avaliar o impacto da Comunidade Econômica Européia (CEE) e da Associação Européia de Livre Comércio (AELC) sobre o comércio de seus países membros no período 1959/67.⁶ De acordo com os resultados do autor, o comércio de ambos os membros da CEE e AELC cresceu continuamente depois de seus respectivos períodos de integração econômica.

Com a nova onda de regionalismo iniciada nas últimas décadas⁷ surgiram várias aplicações do modelo gravitacional do tipo *cross-section*, mas agora envolvendo um grande número de países.⁸

Dentre os trabalhos que fazem aplicações para vários países o estudo realizado por Frankel, Stein e Wei (1995) merece destaque não somente pelo número de blocos regionais considerados na análise, mas também por levar em consideração as implicações de bem-estar resultantes da criação de áreas de livre-comércio. Entre os blocos regionais estudados

⁵ Inicialmente, as aplicações do modelo gravitacional ao comércio internacional teve sua ênfase em estudos relacionados aos impactos dos acordos regionais de comércio.

⁶ Diversos trabalhos utilizaram o modelo gravitacional para analisar os efeitos específicos da formação da União Européia como, por exemplo, De Grauwe (1988), Frankel, Stein e Wei (1993) e Bayoumi e Eichengreen (1995).

⁷ Para maiores detalhes sobre a nova onda de formação de blocos econômicos regionais ver Ethier (1998 e 2001).

⁸ Dentre outros, Frankel e Wei (1992, 1993), Hamilton e Winters (1992), Frankel (1997) e Piani e Kume (2000).

incluem-se o Mercosul, o *Asean Pacific Economic Community* (APEC), o *East Asean Economic Caucus* (EAEC), a CEE, o EFTA, além do NAFTA e Grupo Andino. Para o período 1965-1990, todas as “variáveis gravitacionais” apresentaram resultados altamente significativos estatisticamente e, para 1990 (último ano da análise) os sinais dos coeficientes das *dummies* regionais foram positivos e significativos, menos da EFTA e do NAFTA.

3.3 Os Microfundamentos Teóricos do Modelo Gravitacional

O crescente uso de modelos gravitacionais para explicar os fluxos de comércio derivava, sem dúvida, dos bons resultados empíricos obtidos. Apesar disso, as primeiras aplicações apareceram na literatura sem muitas preocupações em justificar teoricamente o seu uso. Nesse sentido, diversos autores procuraram fornecer fundamentos microeconômicos robustos de forma a fundamentar teoricamente as aplicações do modelo gravitacional.

Tinbergen (1962) e Poyhönen (1963), pioneiros no uso da equação gravitacional para estudar fluxos de comércio internacional, deram justificativas de forma bastante intuitiva para as suas análises. Inicialmente, a equação gravitacional parecia não ter relação direta com a teoria padrão do comércio internacional, apresentando-se mais como uma aproximação intuitiva (Deardoff, 1995).

A necessidade em avançar no sentido de fornecer fundamentos teóricos robustos para as diferentes aplicações da equação gravitacional constituiu-se, assim, em objeto de investigação para diversos autores. Até o início dos anos 80, a justificativa teórica mais comum e utilizada por vários autores foi a desenvolvida por Linnemann (1966).⁹ O autor mostrou como algo semelhante à equação gravitacional pode ser derivado teoricamente de um modelo

⁹ Essa justificativa sugerida por Linnemann (1966) foi usada também por Aitken (1973), Geraci e Prewo (1977), Abrams (1980) e Sapir (1981).

de equilíbrio geral walrasiano. Para isso, Linnemann argumentava que a equação gravitacional era uma forma reduzida de um sistema de quatro equações do modelo de equilíbrio parcial de demanda por importações e de oferta de exportações. Apesar do esforço inicial do autor faltava, porém, justificar a forma multiplicativa da equação. Além disso, conforme critica Deardoff (1995), o modelo walrasiano tende a incluir muitas variáveis explicativas para cada fluxo de comércio, o que torna fácil reduzi-lo à equação gravitacional.

Pouco tempo depois, Leamer (1974) incorporou à equação gravitacional o modelo Heckscher-Ohlin de comércio internacional de forma a justificar as variáveis explicativas em análises de regressão dos fluxos de comércio. O autor utilizou uma estrutura de um modelo gravitacional como sendo a estrutura na qual seria possível incorporar e testar a importância do papel da proporção de fatores e de outras características inerentes a cada país como, por exemplo, as suas tarifas de importação. Leamer (1974), porém, concluiu seus esforços sem conseguir integrar de forma clara as duas abordagens teoricamente.

Posteriormente, as contribuições iniciais foram acompanhadas por várias tentativas mais formais preocupadas em derivar a equação gravitacional de modelos que assumissem a hipótese de diferenciação de produtos.

A primeira tentativa neste sentido foi realizada por Anderson (1979). Primeiro, o autor assumiu preferências do tipo Cobb-Douglas e, em seguida, no apêndice, o caso dos consumidores se defrontarem com elasticidades-de-substituição constantes (*CES preferences*). Em ambos os casos, os produtos eram diferenciados segundo o país de origem (diferenciação tipo Armington). Utilizando as propriedades do modelo de sistema de despesas e admitindo a hipótese de preferências homotéticas entre os países, Anderson consegue apresentar fundamentos teóricos, ao nível de produto, para a equação gravitacional.

Pouco tempo depois, Jeffrey Bergstrand em uma série de trabalhos tenta explorar e fundamentar teoricamente as evidências empíricas ligadas aos estudos das relações de comércio bilateral baseadas no modelo gravitacional.

Assim como Anderson, Bergstrand (1985) assume que as preferências dos consumidores possuem elasticidades-de-substituição constantes, diferenciando os produtos também pela origem. Nesse caso, a idéia era derivar uma equação na forma reduzida para o comércio bilateral, incluindo em sua análise índices de preços.¹⁰ Usando deflatores do PIB para aproximar esses índices de preços, Bergstrand estimou seu sistema a fim de testar suas hipóteses de que os produtos são realmente diferenciados. Ao especificar uma função de utilidade que permitisse diferenciar a elasticidade-de-substituição entre bens domésticos e importados da elasticidade-de-substituição entre bens importados, os resultados empíricos da análise realizada pelo autor defendem a hipótese de que os bens não são substitutos perfeitos e que a substitutibilidade entre bens está mais próxima de existir entre bens importados do que entre bens domésticos e importados.

Bergstrand (1989) amplia o seu modelo anterior assumindo que a diferenciação de produtos ocorre agora entre firmas ao invés de ser entre países. O autor desenvolve um modelo de equilíbrio geral do comércio mundial com dois fatores e dois produtos diferenciados a fim de mostrar que o modelo gravitacional é consistente tanto com o modelo Heckscher-Ohlin de comércio inter-indústria como com o modelo de Helpman-Krugman de comércio intra-indústria. Considerando uma economia com dois setores, sendo que cada setor monopolisticamente competitivo possui diferentes proporções de fatores, Bergstrand delinea o que seria um híbrido do modelo Heckscher-Ohlin de competição perfeita e o modelo de um setor, monopolisticamente competitivo, desenvolvido por Krugman (1979).

¹⁰ Nas justificativas teóricas desenvolvidas anteriormente, os preços eram sempre excluídos sobre a idéia de que “eles meramente ajustam a igualdade entre oferta e demanda” (Linnemann 1966, p. 41, traduzido pelo autor). Bergstrand (1985), entretanto, critica essa abordagem classificando-a de “solta” (*loose*), faltando explicar a forma funcional multiplicativa da equação.

A estrutura utilizada consiste em derivar mais uma vez uma versão teórica da equação gravitacional. Este estudo constitui-se, entretanto, em uma extensão do trabalho realizado anteriormente pelo próprio autor no sentido de incorporar, além de diferenças relativas nas proporções dos fatores, preferências não-homotéticas. Com o propósito de fornecer uma estrutura analítica para a equação gravitacional consistente com as modernas teorias de comércio inter-indústria e intra-indústria, Bergstrand baseia suas análises empíricas definindo uma amostra de indústrias segundo a *Classificação Padrão de Comércio Internacional* (SITC-0 até SITC-8). Os resultados empíricos desse modelo gravitacional generalizado sugerem inferências plausíveis a respeito das diferenças de intensidade de capital-trabalho consideradas em cada grupo de indústrias.¹¹

Desenvolvimentos recentes na teoria do comércio com vistas a levar em conta as economias de escala e a diferenciação de produtos na explicação dos fluxos comerciais, principalmente de manufaturados, também têm sido utilizados para justificar a equação gravitacional.¹² Desde a atenção inicial dada pela Nova Teoria de Comércio Internacional às recentes aplicações de modelos gravitacionais, reconhecia-se que eles forneciam apenas justificativas simples e imediatas.

Diversos autores, dessa forma, começaram a aprofundar seus estudos em modelos de competição monopolística, concomitantemente a estimações empíricas do modelo. Inicialmente, Helpman (1984) mostra de que forma a diferenciação de produtos pode dar lugar a equação gravitacional como explicação do comércio bilateral.

¹¹ Por exemplo, o coeficiente estimado da variável renda per capita do exportador sugere que matérias-primas, máquinas e equipamentos de transportes e produtos alimentícios tendem a ser intensivos em capital na produção e que bebidas, tabaco e algumas manufaturas tendem a ser intensivas em trabalho. De maneira semelhante, o coeficiente estimado da variável renda per capita do importador sugere que as manufaturas tendem a ser consideradas luxo e que matérias-primas, combustíveis e produtos químicos tendem a ser considerados necessidade de consumo.

¹² Autores como Dixit-Stiglitz (1977), Helpman (1984, 1987) e, principalmente, Krugman (1979, 1980) deram contribuições significativas à teoria de comércio internacional, a partir do momento em que incorporaram em suas análises a existência de rendimentos crescentes de escala e a presença de custos de transporte, sob a idéia geral de que as firmas objetivam realizar economias de escala e minimizar custos de transporte.

Pouco tempo depois, a autora usa a correspondência entre a equação gravitacional e o modelo de competição monopolística como a base de teste empírica do modelo teórico. Em outras palavras, ela buscou interpretar a proximidade da equação gravitacional com os dados de comércio bilateral a fim de fornecer uma evidência empírica robusta do modelo de competição monopolística. O trabalho de Helpman procurou testar dados de comércio de países da OCDE, onde supostamente esperava-se que existisse competição monopolística, dada a estrutura de mercado desses países (Helpman, 1987).

Contudo, Alan Deardoff consegue reunir em um único trabalho argumentos capazes de derivar a equação gravitacional a partir de modelos tradicionais de comércio, como também de modelos de concorrência monopolística ou de produtos diferenciados segundo a origem. A partir de uma especificação apropriada, o autor mostra que tal equação pode ser obtida do modelo Heckscher-Ohlin de comércio internacional.

Para isso, ele recorre a duas situações extremas. Inicialmente, os produtos são considerados homogêneos, não há custos de transporte e nenhuma outra barreira ao comércio de qualquer espécie.¹³ Sob essas hipóteses, o autor afirma que o comércio bilateral torna-se indeterminado, pois consumidores e produtores são indiferentes na escolha dos diversos mercados. O problema é então contornado supondo que as compras são feitas aleatoriamente e em pequenas quantidades entre os diversos países fornecedores, o que permite derivar um “fluxo de comércio esperado”, o qual depende do produto do PIB dos países. Já no segundo caso, considera-se a presença de barreiras ao comércio, incluindo custos de transporte (relacionados à distância geográfica) e produtos diferenciados. O autor deriva expressões para o comércio bilateral ao assumir primeiro preferências do tipo Cobb-Douglas e, posteriormente, preferências *CES*. O fluxo de comércio, assim, depende, além do produto dos PIB, da distância

¹³ O autor sugere que, por utilizar uma argumentação mais geral, a idéia poderia ser aplicada a qualquer modelo de comércio perfeitamente competitivo com produtos homogêneos, inclusive o modelo ricardiano, o modelo de fatores específicos (considerado um caso especial do modelo Heckscher-Ohlin para muitos bens e fatores), modelos com diferenças arbitrárias de tecnologia, e assim por diante.

entre os dois países e da distância relativa, medida pela localização do país em relação aos seus parceiros comerciais.

O fato de a equação gravitacional poder ser derivada a partir do modelo Heckscher-Ohlin tradicional de comércio não implica na possibilidade de que tal equação não possa ser consistente também com modelos de competição monopolística ou diferenciação de produtos.

Para Deardoff (1995, p. 9, traduzido pelo autor), “...qualquer modelo plausível de comércio forneceria alguma coisa muito próxima da equação gravitacional, cujo sucesso empírico não é uma evidência de alguma coisa, mas somente um fato da vida.” Em outras palavras, o que o autor sugere é que mesmo uma simples equação gravitacional pode ser derivada de teorias padrões de comércio internacional e, conseqüentemente, devido ao fato da equação gravitacional parecer caracterizar vários modelos, o seu uso empírico como base de teste para qualquer um deles torna-se suspeito.

Em suma, o modelo gravitacional tem sido utilizado especialmente para analisar os processos de integração econômica sobre o comércio dos países. A partir da necessidade de justificar teoricamente o seu uso como ferramenta de análise das relações de comércio, alguns autores dedicaram-se a apresentar fundamentos microeconômicos robustos capazes de embasar teoricamente as aplicações econométricas. Contudo, visto a estrutura genérica do modelo capaz de incorporar analiticamente diversos fenômenos econômicos, o seu uso tem sido direcionado para o estudo de outros fatores econômicos além das análises dos efeitos dos acordos preferenciais de comércio.

3.4 O Modelo Gravitacional e os Efeitos das Políticas Comerciais

Alguns trabalhos têm buscado mensurar os efeitos das políticas comerciais sobre os fluxos de comércio internacional baseados em aplicações do modelo gravitacional.

Tendo em vista as diferentes aplicações possíveis, Castilho (2001) sugere três alternativas de mensuração dos efeitos da política comercial sobre as relações comerciais entre países. Uma primeira opção é atribuir aos resíduos da equação gravitacional a medida da proteção comercial ou o resultado das preferências comerciais, já que os resíduos seriam a diferença entre o fluxo previsto e o fluxo observado de comércio. O fluxo previsto pelas variáveis gravitacionais seria o “fluxo normal”, sendo os desvios do mesmo correspondentes aos efeitos da política comercial. Contudo, um detalhe importante é que a especificação do modelo tem que representar perfeitamente os determinantes dos fluxos comerciais para que, então, os resíduos assumam unicamente as implicações resultantes da política comercial.

Segundo a autora, uma segunda opção é a utilização de indicadores diretos de política comercial como médias tarifárias, indicadores de incidência de barreiras não-tarifárias, etc. Apesar de caracterizar bem a política comercial de cada país, a escolha do indicador a ser utilizado levanta discussões sobre o assunto. Alguns autores argumentam que o uso de médias tarifárias ponderadas ao invés de médias simples define o indicador mais apropriado quando se discute a questão das tarifas de importação. Nesse caso, as médias tarifárias costumam ser ponderadas pelas importações bilaterais. A idéia consiste em tentar amenizar as diferenças em termos de proteção comercial incidentes sobre produtos sensíveis na estrutura de exportação de cada país. Outro aspecto importante é a discussão dada ao tratamento das barreiras não-tarifárias (BNT), em que se discute qual o melhor indicador a ser utilizado, indicadores de cobertura ou indicadores de frequência. Afora a discussão sobre a escolha do indicador, os

resultados desta opção têm sido considerados menos satisfatórios.¹⁴ Por conseguinte, tem-se buscado uma terceira opção. Ao invés de se utilizar indicadores diretos pode-se optar por usar indicadores indiretos de proteção comercial. Um exemplo de uma medida indireta consiste em utilizar indicadores qualitativos como, por exemplo, o utilizado por Wall (1999). Nesse caso, o autor procura realizar estimativas sobre os efeitos do protecionismo mundial no volume de comércio dos Estados Unidos e, em um segundo momento, analisar os efeitos de bem-estar resultantes. Nesse sentido, Wall utiliza um índice de política comercial – “O Índice de Liberdade Econômica” – fornecido pela *Heritage Foundation* capaz de classificar indiretamente o nível de proteção comercial de cada país.¹⁵

As aplicações do modelo gravitacional são realizadas geralmente sobre os fluxos bilaterais totais de bens, ou seja, para o conjunto agregado de todos os bens produzidos no país. De maneira menos tradicional, alguns trabalhos os utilizam para análises de fluxos bilaterais desagregados, isto é, análises setoriais (ou de um setor específico) ou em termos de produtos. Contudo, as aplicações desagregadas ocorrem normalmente a um nível de desagregação muito baixo devido a problemas de cunho metodológicos ou pela própria dificuldade em obter dados ao nível desagregado.

Alguns trabalhos têm se dedicado a investigar os efeitos da proteção comercial em torno de análises desagregadas dos fluxos de comércio. Haveman, Nair-Reichert e Thursby (1999), por exemplo, estimam uma equação gravitacional desagregada englobando em sua análise 15 países importadores, 65 países exportadores e mais de 5.000 produtos para o ano de 1994.¹⁶ O modelo utilizado permite separar os efeitos das barreiras tarifárias e não-tarifárias sobre os fluxos de comércio em três diferentes componentes: os efeitos redução, desvio e compressão de comércio. O primeiro efeito está associado à aplicação generalizada de uma

¹⁴ Este ponto será discutido melhor mais adiante.

¹⁵ Para mais detalhes sobre esses indicadores indiretos de proteção comercial ver Pritchett (1996) e Pedroso e Cavalcanti (2000).

¹⁶ Apesar dos autores utilizarem dados de comércio bilateral e barreiras comerciais em termos de produtos, as regressões são estimadas ao nível de setores, totalizando 158 indústrias.

medida para todos os parceiros comerciais, sob a idéia de que uma tarifa uniforme leva a uma redução de comércio uniforme em cada país exportador. O segundo constitui nas medidas aplicadas diferentemente segundo os parceiros, beneficiando os exportadores pertencentes à acordos preferenciais de reduções tarifárias. E o terceiro componente está relacionado à presença de custos fixos associados ao comércio com novos países.¹⁷

Os resultados encontrados confirmam a redução esperada nos fluxos de comércio devido à presença das barreiras comerciais, além da evidência significativa de desvios de comércio devido a tratamentos tarifários preferenciais. A incidência de tarifas multilaterais elevadas tende a deslocar o comércio na direção dos países que são grandes exportadores, interpretado como o desejo em minimizar os custos fixos inerentes ao comércio entre diferentes países. Nesse caso, o desejo em minimizar custos fixos prevalece sobre qualquer preferência por variedades.

Analisando os fatores que influenciam a eficácia das barreiras comerciais, os autores afirmam que a eficiência das tarifas e das barreiras não-tarifárias está positivamente correlacionada com as elasticidades de demanda por importações e negativamente correlacionada com a quantidade de variedades de produtos em cada indústria.¹⁸

Em relação aos resultados econométricos, o coeficiente de determinação médio do modelo é 0,23, o que explica em média 23% das variabilidades observadas nos fluxos de comércio. O modelo também é capaz de explicar mais de 90% das variabilidades nas variações inter-setoriais quando analisados os coeficientes estimados dos determinantes dos fluxos bilaterais de comércio tradicionalmente usados na literatura como distância, fronteiras comuns e línguas comuns. Contudo, os resultados referentes às barreiras comerciais são menos satisfatórios. Em geral, as tarifas e BNT têm os efeitos esperados, mas existe uma variabilidade significativa na magnitude dos seus efeitos, visto a heterogeneidade das diversas indústrias

¹⁷ Por exemplo, custos relacionados ao estabelecimento e manutenção de linhas de oferta e meios de transporte.

¹⁸ Em particular, as barreiras tarifárias são menos eficazes quando existe uma demanda por variedades e as preferências bilaterais são menos relevantes para os bens com um alto grau de diferenciação.

analisadas. A percentagem de resultados significativos e com o sinal esperado é maior no que se refere aos coeficientes estimados das tarifas do que nos coeficientes das BNT. Os autores destacam explicitamente os problemas relacionados à qualidade dos dados sobre barreiras comerciais, em especial à possíveis erros de mensuração das BNT, e também as ambigüidades na interpretação dos resultados.

Outra aplicação do modelo gravitacional de forma desagregada é realizada por Castilho (2001). A autora estima versões diferenciadas de uma equação gravitacional tradicional a fim de examinar as condições de acesso das exportações do Mercosul ao mercado europeu.¹⁹ A sua amostra engloba vários grupos de países parceiros da União Europeia (UE) e 96 setores para o ano de 1997. Em um primeiro momento, o objetivo do trabalho é estimar a sensibilidade das importações europeias, provenientes de seus múltiplos parceiros, às barreiras comerciais – tarifárias e não-tarifárias – por ela impostas. Posteriormente, o cruzamento desta informação com o volume do comércio bilateral permite à autora identificar os principais produtos que o Mercosul teria interesse em negociar com a UE, visto a provável formação de uma zona de livre-comércio entre os dois blocos regionais.²⁰

Dentre as diferentes especificações testadas, a autora escolhe aquela que melhor isola os efeitos da proteção comercial ao capturar o efeito dos demais determinantes dos fluxos de comércio através de efeitos fixos referentes aos países e aos produtos.²¹

¹⁹ Castilho (2001) estima 4 equações gravitacionais, dividindo-as no que ela chama de “especificação mínima” e “especificação macroeconômica”. A diferença entre as duas especificações refere-se à incorporação na versão macroeconômica de informações relativas ao tamanho e à riqueza dos países, sob a idéia de que existe alguma relação positiva entre o PIB e o volume dos fluxos comerciais, ainda que esta relação seja mais fraca que no caso dos fluxos agregados. A autora estima cada uma das especificações acima por dois métodos distintos, o método de duas etapas de Heckman e uma solução alternativa (substituição dos fluxos nulos por 0,001), dado o número elevado de fluxos de importação nulos em sua amostra. Segundo a autora, a desconsideração ou tratamento inadequado dos fluxos nulos poderia introduzir um viés importante nos coeficientes estimados.

²⁰ Baseado no Acordo de Estrutura Interregional assinado em Madrid em 1995, os países membros do Mercosul e UE estabeleceram um acordo de cooperação mútuo com o objetivo de se criar uma área de livre-comércio entre os dois blocos regionais a partir de 2005.

²¹ Os efeitos fixos referentes aos países consiste em um conjunto de *dummies* para cada um dos países exportadores e importadores. Já o efeito fixo produto é um conjunto de vetores de *dummies* associados aos produtos. Neste caso, a idéia subjacente é que as estimações são realizadas pela autora a um nível de agregação maior (SH2) do que a das observações (SH4), o que requer a introdução dessas variáveis para captar as especificidades associadas a cada produto definido a quatro dígitos.

Os resultados encontrados sugerem que as “variáveis gravitacionais” do modelo obtiveram resultados satisfatórios e uma certa regularidade no valor dos parâmetros estimados. Os coeficientes estimados do PIB, tanto dos exportadores quanto dos importadores, mostraram-se significativos e com um valor próximo de 1. A variável distância também obteve resultados significativos, porém com valores variando entre -1 e -2 , em todos os casos. Diante desses resultados, a autora destaca a capacidade explicativa dos modelos gravitacionais quando ajustados a fluxos de comércio desagregados.

Contudo, os resultados referentes às barreiras comerciais são menos satisfatórios. No que se refere às tarifas, entre 37% e 54% dos setores apresentam coeficientes significativos e negativos em todas as estimações realizadas. Em relação às BNT, porém, os resultados significativos e com sinal negativo variam entre 33% e 76% dos casos. Vale ressaltar que, nos demais setores, a maioria dos resultados referentes à política comercial apresentam coeficientes significativos, mas com sinais positivos. Segundo a autora, sinais positivos para as barreiras comerciais não são resultados inéditos na literatura, pois outros trabalhos baseados em metodologias diferentes ou não também encontraram resultados semelhantes.²²

Segundo as teorias tradicionais de comércio, as barreiras comerciais devem ser negativamente relacionadas com os fluxos de importação. De acordo com a autora, a presença de sinais positivos para as barreiras comerciais pode estar relacionada a diversos fatores como a qualidade dos dados e a questão da chamada “proteção endógena”. Neste último caso, a existência de uma relação positiva entre volume de importação e nível de proteção deve-se ao *caráter endógeno* da proteção comercial. As barreiras comerciais seriam, então, uma resposta à evolução das importações, e não o contrário. Isto é, quanto maior a taxa de penetração das importações, mais elevada seria a proteção.

²² Trefler (1993), Lee e Swagel (1997), Castilho e Milgram (1999), Haveman, Nair-Reichert e Thursby (1999) apud Castilho (2001).

Por outro lado, Koo, Karemera e Taylor (1994) estimam uma equação gravitacional convencional, porém específica para analisar um único produto que, nesse caso, é aplicada ao mercado mundial de carnes. A idéia subjacente é identificar e avaliar os fatores que influenciam o volume e a direção dos fluxos comerciais de carne, em especial os efeitos das políticas comerciais incidentes sobre a *commodity* como, por exemplo, os programas governamentais de promoção às exportações e as políticas de restrições às importações.

Dessa forma, os autores utilizam uma estrutura de dados em painel ao invés das tradicionais especificações do tipo *cross-section*. Segundo os autores, a combinação de dados em corte transversal e séries de tempo aumentam a eficiência dos resultados, pois os dados observados ao longo de vários anos refletem as informações de modo mais acurado, principalmente quando se trata de *commodities* agrícolas e animais. A amostra selecionada para a análise da política comercial de carnes inclui 8 países exportadores, 6 países importadores e um híbrido de 8 países exportadores e importadores para o período entre 1983 e 1989. O modelo empírico especificado define como variáveis explicativas além das “variáveis gravitacionais” tradicionais do modelo informações específicas sobre o produto como o preço da *commodity* percebido pelos importadores e pelos exportadores, a taxa de câmbio entre os pares de países, uma variável *dummy* representando os fluxos de comércio entre os membros da Comunidade Européia e as variáveis referentes às políticas comerciais. Além disso, são usadas variáveis *dummies* para os países com fronteiras comuns e *dummies* específicas aos países exportadores.

De acordo com os resultados, a maioria dos coeficientes estimados tem o sinal esperado e são estatisticamente significantes. Em geral, as políticas comerciais implementadas pelos países importadores influenciam mais o volume e a direção do comércio de carnes do que as políticas adotadas pelos países exportadores. O coeficiente de determinação do modelo é relativamente alto e igual a 0,59. Assim, o modelo gravitacional modificado e aplicado para

uma única *commodity* fornece resultados satisfatórios e coloca em evidência o poder de ajuste do modelo tradicional a fluxos de comércio desagregados.

De um modo em geral, o que se pode observar é que os modelos dedicados a analisar os fluxos agregados totais costumam apresentar coeficientes de determinação relativamente altos sendo freqüentemente, nesse caso, superiores a 0,8. Ao contrário dos modelos agregados, entretanto, os modelos com um maior nível de desagregação apresentam valores bem inferiores. Segundo Castilho (2001), o baixo poder explicativo associado às análises desagregadas pode ser explicado pela presença de um tipo de “viés de desagregação”. A idéia subjacente é a de que algumas variáveis, como PIB ou população, que explicam em grande medida os fluxos agregados têm sua capacidade explicativa reduzida quando se desce ao nível desagregado.

Uma maneira de contornar esse problema, sugerida pela autora e utilizada por outros autores, é a nem sempre possível utilização de dados desagregados ou a utilização de variáveis *dummies*. Essa segunda opção serviria igualmente para captar os efeitos de possíveis variáveis omitidas. Wall (1999), por exemplo, utiliza este método a fim de controlar certas variáveis que não podem ser observadas ou que são de difícil mensuração como, por exemplo, variáveis que refletem as preferências relativas de cada país, similaridades culturais, etc.

A maioria dos modelos gravitacionais aplicados a análises de fluxos bilaterais desagregados se consagram a análises setoriais (um conjunto de setores e outros, menos numerosos, a um setor específico) ou em termos de produtos, ainda que de forma imperfeita.²³ Apesar dos seus resultados às vezes mitigados, os modelos gravitacionais desagregados colocam em evidência importantes diferenças intra-setoriais além de nos permitir analisar de maneira mais específica um certo setor ou produto justificando, portanto, a pertinência de uma análise desagregada.

²³ Este ponto será discutido melhor mais adiante.

3.5 O Modelo Gravitacional Teórico e sua Derivação

A equação gravitacional teve seu reconhecimento na literatura econômica devido aos resultados empíricos consistentes quando o objetivo é explicar os diferentes tipos de fluxos, em especial os fluxos de comércio internacional.

Nesse sentido, os fluxos de comércio bilateral agregados são comumente explicados de acordo com a seguinte especificação abaixo:

$$PX_{ij} = \beta_0 (Y_i)^{\beta_1} (Y_j)^{\beta_2} (D_{ij})^{\beta_3} (A_{ij})^{\beta_4} u_{ij} \quad (3.3)$$

onde: PX_{ij} é o valor, em US\$, dos fluxos do país exportador i para o país importador j ; Y_i (Y_j) é o valor do PIB nominal em US\$ no país i (j); D_{ij} é a distância entre os parceiros comerciais i e j ; A_{ij} é qualquer outro fator(es) que estimula ou que restringe o comércio entre i e j , e u_{ij} é o termo erro distribuído log-normalmente, com $E(\ln u_{ij}) = 0$.

Tendo em vista o problema de se justificar teoricamente o modelo gravitacional, Bergstrand (1985, p. 474) desenvolve à luz de fundamentos microeconômicos robustos uma justificativa teórica para a equação gravitacional. O autor estabelece sistematicamente algumas hipóteses necessárias para derivar uma equação gravitacional semelhante à equação (3.3) acima a partir de um modelo de equilíbrio geral do comércio mundial. A utilização de funções específicas de utilidade e de produção produz a forma multiplicativa das equações. Bergstrand conclui que a equação gravitacional é uma forma reduzida de um subsistema de equilíbrio parcial derivado de um modelo de equilíbrio geral de comércio com produtos diferenciados nacionalmente.

3.5.1 O Modelo de Equilíbrio Geral do Comércio Mundial

Inicialmente, Bergstrand assume um modelo de equilíbrio geral do comércio mundial derivado a partir do comportamento maximizador de utilidade e lucro dos agentes em N países, assumindo um único fator de produção em cada. Segundo o autor, a forma reduzida deste sistema define o fluxo de comércio de i para j como uma função de todos os recursos disponíveis dos países para um dado ano, bem como de fatores associados às barreiras ao comércio e custos-de-transporte entre todos os pares de países.

O lado da Demanda

A partir do comportamento maximizador de utilidade, os consumidores compartilham, em cada país j e em cada ano, uma função de utilidade com elasticidade-de substituição constante (*CES preferences*) definida da seguinte maneira:

$$U_j = \left\{ \left[\left(\sum_{k=1}^N X_{kj}^{\theta_j} \right)^{\frac{1}{\theta_j}} \right]^{\psi_j} + X_{jj}^{\psi_j} \right\}^{\frac{1}{\psi_j}}, \text{ com } k \neq j \text{ e } j = 1, \dots, N \quad (3.4)$$

onde X_{kj} (X_{jj}) é a quantidade de bens agregados k (bens produzidos domesticamente em j) demandados por consumidores em j ; $\psi_j = (\mu_j - 1)/\mu_j$ sendo que μ_j é a elasticidade-de-substituição constante entre bens domésticos e bens importados por j ($0 \leq \mu_j \leq \infty$), e $\theta_j = (\sigma_j - 1)/\sigma_j$ onde σ_j é a elasticidade-de-substituição constante entre bens importados por j ($0 \leq \sigma_j \leq \infty$). Note que X_{kj} é a quantidade total de bens demandados pelos consumidores do país j sendo nesse caso representada pela soma da quantidade demandada por j de bens produzidos

domesticamente em j e pela quantidade demandada por j de bens produzidos no exterior, ou seja, $X_{kj} = X_{jj} + X_{ij}$.

A função de utilidade definida dessa forma permite que a elasticidade-de-substituição entre bens domésticos e importados e a elasticidade-de-substituição entre bens importados sejam diferentes entre si. A idéia subjacente, nesse caso, é que a escolha dos consumidores é realizada primeira entre os bens domésticos e os bens importados, de acordo com os preços relativos. Depois, em um segundo momento, os consumidores escolhem entre os vários bens importados e os seus fornecedores de acordo com os preços relativos (bilaterais) entre os bens importados.²⁴ A partir do momento em que μ_j e σ_j são restringidos para serem iguais, a equação (3.4) torna-se uma função CES tradicional.

Os gastos no país j são restringidos pela renda conforme a restrição orçamentária abaixo:

$$Y_j = \sum_{k=1}^N \bar{P}_{kj} X_{kj} \quad , j = 1, \dots, N \quad (3.5)$$

sendo que: $\bar{P}_{kj} = P_{kj} T_{kj} C_{kj} / E_{kj}$. Nesse caso, P_{kj} é o preço do produto k , em termos da moeda de k , vendido no j -ésimo mercado; T_{kj} é a soma de um (unidade) mais a tarifa de importação em j incidente no produto k ($T_{jj} = 1$); C_{kj} é o fator custo-de-transporte (c.i.f./f.o.b.) para embarcar o produto k para o país j ($C_{jj} = 1$) e, E_{kj} é o valor da moeda de j em termos da moeda do país produtor de k ($E_{jj} = 1$), ou seja, a taxa de câmbio .

²⁴ Para maiores detalhes sobre a especificação da função de utilidade em “dois níveis” e suas implicações, ver Hickman e Lau (1973) e Geraci e Prewo (1982).

Maximizando (3.4) sujeito a (3.5), construímos o respectivo Lagrangeano:²⁵

$$L_j = \left\{ \left[\left(\sum^* X_{kj}^{\theta_j} \right)^{\frac{1}{\theta_j}} \right]^{\psi_j} + X_{jj}^{\psi_j} \right\}^{\frac{1}{\psi_j}} + \lambda_j \left(Y_j - \sum_{k=1}^N \bar{P}_{kj} X_{kj} \right) \quad (3.6)$$

Resolvendo o Lagrangeano acima em relação a X_{ij} , X_{jj} e λ_j (isto é, o multiplicador do Lagrangeano) obtemos as seguintes $N(N + 1)$ condições de primeira-ordem:

$$\frac{\partial L_j}{\partial X_{ij}} = \psi_j^{-1} \left[\left(\sum^* X_{kj}^{\theta_j} \right)^{\frac{\psi_j}{\theta_j}} + X_{jj}^{\psi_j} \right]^{\frac{1-\psi_j}{\psi_j}} * \frac{\psi_j}{\theta_j} \left(\sum^* X_{kj}^{\theta_j} \right)^{\frac{\psi_j-\theta_j}{\theta_j}} * \theta_j (X_{ij})^{(\theta_j-1)} - \lambda_j \bar{P}_{ij} = 0$$

$$, j = 1, \dots, N \quad (i \neq j) \quad (3.6a)$$

$$\frac{\partial L_j}{\partial X_{jj}} = \psi_j^{-1} \left[\left(\sum^* X_{kj}^{\theta_j} \right)^{\frac{\psi_j}{\theta_j}} + X_{jj}^{\psi_j} \right]^{\frac{1-\psi_j}{\psi_j}} * \psi_j (X_{jj})^{(\psi_j-1)} - \lambda_j P_{jj} = 0 \quad (3.6b)$$

$$\frac{\partial L_j}{\partial \lambda_j} = Y_j - \sum_{k=1}^N \bar{P}_{kj} X_{kj} = 0 \quad , j = 1, \dots, N \quad (3.6c)$$

As condições de primeira-ordem descritas acima são resolvidas para $N(N + 1)$ equações de demanda por importações bilaterais agregadas:

²⁵ Com o intuito de simplificar a apresentação matemática, o símbolo \sum^* denotará o somatório de $k = 1, \dots, N$, com $k \neq j$, conforme sugerido pelo autor.

$$X_{ij}^D = \frac{Y_j \bar{P}_{ij}^{-\sigma_j} \left[\left(\sum * \bar{P}_{kj}^{1-\sigma_j} \right)^{1/\sigma_j} \right]^{\sigma_j - \mu_j}}{\left[\left(\sum * \bar{P}_{kj}^{1-\sigma_j} \right)^{1/\sigma_j} \right]^{1-\mu_j} + P_{jj}^{1-\mu_j}}, \quad i, j = 1, \dots, N \quad (i \neq j) \quad (3.7)$$

e N equações de demanda por bens domésticos:

$$X_{jj}^D = \frac{Y_j \bar{P}_{jj}^{-\mu_j}}{\left[\left(\sum * \bar{P}_{kj}^{1-\sigma_j} \right)^{1/\sigma_j} \right]^{1-\mu_j} + P_{jj}^{1-\mu_j}}, \quad j = 1, \dots, N \quad (3.8)$$

Dessa forma, a quantidade total de bens agregados k demandados pelos consumidores no país j (X_{kj}) pode ser dividida entre a quantidade total de bens demandados por j mas que, no caso, são produzidos em outro país e importados por j (X_{ij}^D), e a quantidade total de bens demandados por j mas que são produzidos domesticamente (X_{jj}^D).

Em ambos os casos, as quantidades de bens demandados pelo país j são funções da renda de j (Y_j), do termo preço \bar{P}_{kj} (que, por sua vez, é função de P_{kj} , T_{kj} , C_{kj} e E_{kj}) e do preço dos bens produzidos e vendidos em j (P_{jj}). Contudo, quando os bens demandados por j são produzidos em outro país, a quantidade total demandada, nesse caso, também depende do preço desses bens, em termos da moeda desse outro mercado, vendidos e consumidos no país j , isto é, P_{ij} .

O Lado da Oferta

Considerando o comportamento maximizador das firmas, em cada país i e em cada ano, as firmas maximizam funções de lucro assim como as descritas abaixo:

$$\prod_i = \sum_{k=1}^N P_{ik} X_{ik} - W_i R_i, \quad i = 1, \dots, N \quad (3.9)$$

onde R_i é a quantidade disponível do único recurso, imóvel internacionalmente, em um dado ano no país i (por exemplo, horas de trabalho) para produzir os vários produtos e W_i é o valor, em termos da moeda de i , de uma unidade do recurso R_i . Nesse caso, R é alocado em cada país de acordo com a elasticidade-de-transformação (*CET*) constante e a função de produção definida abaixo:

$$R_i = \left\{ \left[\left(\sum_{k=1}^N X_{ik}^{\phi_i} \right)^{1/\phi_i} \right]^{\delta_i} + X_{ii}^{\delta_i} \right\}^{1/\delta_i}, \quad i = 1, \dots, N, \text{ com } k \neq i \quad (3.10)$$

onde $\delta_i = (1 + \eta_i)/\eta_i$ sendo η_i a elasticidade-de-transformação constante no país i entre a produção para os mercados doméstico e estrangeiro ($0 \leq \eta_i \leq \infty$) e $\phi_i = (1 + \gamma_i)/\gamma_i$ onde γ_i é a elasticidade-de-transformação constante em i para a produção entre os vários mercados exportadores ($0 \leq \gamma_i \leq \infty$). Esta especificação permite que a elasticidade-de-transformação da oferta entre os mercados doméstico e estrangeiro e a elasticidade-de-transformação entre mercados estrangeiros sejam diferentes.²⁶ A equação (3.10) reduz-se a uma função *CET* padrão quando η_i e γ_i são restringidos para serem iguais.²⁷

Substituindo a equação (3.10) na equação (3.9) e maximizando a equação resultante (3.11) em relação a X_{ij} e X_{ii} obtemos N^2 condições de primeira-ordem conforme descritas abaixo:

²⁶ Alguns autores argumentam que uma especificação com essa forma sugere uma decisão “em dois níveis” para os produtores análoga a apresentada anteriormente para os consumidores.

²⁷ Seguindo a simplificação adotada pelo autor, daqui em diante o símbolo Σ^{**} denotará o somatório de $k = 1, \dots, N$, com $k \neq i$.

$$\prod_i = \sum_{k=1}^N P_{ik} X_{ik} - W_i \left\{ \left[\left(\sum_{k=1}^N X_{ik}^{\phi_i} \right)^{1/\phi_i} \right]^{\delta_i} + X_{ii}^{\delta_i} \right\}^{1/\delta_i} \quad i = 1, \dots, N \quad (3.11)$$

$$\frac{\partial U_i}{\partial X_{ij}} = P_{ij} - W_i (1/\delta_i) \left[\left(\sum_{k=1}^N X_{ik}^{\phi_i} \right)^{\delta_i/\phi_i} + X_{ii}^{\delta_i} \right]^{(1-\delta_i)/\delta_i} (\delta_i/\phi_i) \left(\sum_{k=1}^N X_{ik}^{\phi_i} \right)^{(\delta_i-\phi_i)/\phi_i} \phi_i X_{ij}^{\phi_i-1} = 0$$

, $i, j = 1, \dots, N \quad (i \neq j)$ (3.11a)

$$\frac{\partial U_i}{\partial X_{ii}} = P_{ii} - W_i (1/\delta_i) \left[\left(\sum_{k=1}^N X_{ik}^{\phi_i} \right)^{\delta_i/\phi_i} + X_{ii}^{\delta_i} \right]^{(1-\delta_i)/\delta_i} (\delta_i) X_{ii}^{\delta_i-1} = 0 \quad , \quad i = 1, \dots, N$$

(3.11b)

As condições de primeira-ordem acima podem ser resolvidas para $N(N - 1)$ equações de oferta de exportações bilaterais agregadas:

$$X_{ij}^S = \frac{Y_i P_{ij}^{\gamma_i} \left[\left(\sum_{k=1}^N P_{ik}^{1+\gamma_i} \right)^{1/(1+\gamma_i)} \right]^{-(\gamma_i-\eta_i)}}{\left[\left(\sum_{k=1}^N P_{ik}^{1+\gamma_i} \right)^{1/(1+\gamma_i)} \right]^{1+\eta_j} + P_{ii}^{1+\eta_i}} \quad , \quad i, j = 1, \dots, N, \text{ com } i \neq j$$

(3.12)

e N equações de oferta de bens para o mercado doméstico:

$$X_{ii}^S = \frac{Y_i P_{ii}^{\eta_i}}{\left[\left(\sum_{k=1}^N P_{ik}^{(1+\gamma_i)} \right)^{1/(1+\gamma_i)} \right]^{(1+\eta_j)} + P_{ii}^{(1+\eta_i)}} \quad , \quad i = 1, \dots, N \quad (3.13)$$

onde, com um fator de produção, a renda nacional em i (Y_i) é restringida pela quantidade do recurso disponível no país i (R_i) multiplicada pela sua remuneração (W_i), sendo expressa pela restrição abaixo:

$$Y_i = W_i R_i, \quad i = 1, \dots, N \quad (3.14)$$

O Equilíbrio

A partir do comportamento maximizador de utilidade e lucro dos agentes em N países e assumindo um único fator de produção em cada, o modelo é resolvido de forma a obtermos $N(N + 1)$ equações de demanda por importações bilaterais agregadas (X_{ij}^D) e $N(N - 1)$ equações de oferta de exportações bilaterais agregadas (X_{ij}^S). A partir do momento em que assumimos nesse mercado a existência de equilíbrio entre os sistemas de demanda e oferta, obtemos N^2 condições de equilíbrio conforme apresentadas abaixo:

$$X_{ij} = X_{ij}^D = X_{ij}^S, \quad i, j = 1, \dots, N \quad (3.15)$$

Nesse caso, a variável X_{ij} é definida como sendo o volume real ou o verdadeiro volume dos fluxos de comércio originados no país i com destino para o país j . As equações (3.5) – (3.8) e (3.10) – (3.15) produzem um modelo de equilíbrio geral do comércio mundial com $4N^2 + 3N$ equações e variáveis exógenas.

Conforme observa Bergstrand, a forma reduzida para X_{ij} derivada a partir deste sistema seria uma função de todo o recurso disponível no país i , da tarifa de importação adotada em j e incidente sobre os produtos originados do país i e do fator custo-de-transporte para embarcar o

produto do país i para o país j , ou seja, de R_i ($i = 1, \dots, N$), T_{ij} e C_{ij} ($i, j = 1, \dots, N; i \neq j$). Entretanto, o autor ressalta que mesmo apesar da forma reduzida para X_{ij} ser definida como uma função ela ainda não é uma equação gravitacional, visto que ela exclui as rendas dos países exportador e importador. Por definição, uma equação dos fluxos bilaterais de comércio deve incluir a renda dos países exportador e importador como variáveis exógenas para que, então, ela possa representar um modelo gravitacional. Assumindo certas hipóteses adicionais, o autor deriva a partir deste sistema uma equação gravitacional semelhante à equação (3.3), incluindo as rendas dos países como variáveis exógenas no modelo.

3.5.2 Resolvendo para a Equação Gravitacional: O Modelo de Equilíbrio Parcial

Hipótese 1

A primeira hipótese supõe que o mercado para o fluxo de comércio agregado originado no país i com destino para o país j é pequeno relativo aos outros $N^2 - 1$ mercados. Isto é análogo à hipótese de uma economia pequena freqüentemente usada em estudos de finanças internacionais. A hipótese de mercado pequeno implica que a demanda e a oferta do fluxo de comércio em questão não influenciam significativamente o mercado mundial, isto é, pode-se afirmar que o nível de preços estrangeiro, a taxa de juros estrangeira e a renda estrangeira podem ser tratados como variáveis exógenas nesses casos (Krugman e Obstfeld, 1999).

Dessa forma, as variações nos fluxos de comércio entre os países i e j (X_{ij}) e nos preços desses fluxos (P_{ij}) a fim de equilibrar as quantidades demandadas e ofertadas entre i e j (X_{ij}^D) e (X_{ij}^S) não têm impactos significativos sobre a renda do país exportador i (Y_i), a renda do país importador j (Y_j), o preço do bem produzido e vendido no mercado i e j , ou seja, (P_{ii}) e (P_{jj}), e os termos preço $\sum **P_{ik}^{1+\gamma_i}$ e $\sum * \bar{P}_{kj}^{1-\sigma_j}$. O sistema de equilíbrio geral de $4N^2 + 3N$ equações

pode então ser considerado como N^2 subsistemas de equilíbrio parcial de 4 equações cada com 4 variáveis endógenas (X_{ij} , X_{ij}^D , X_{ij}^S , P_{ij}) e $3N$ restrições. Combinando cada equação (3.7) e (3.12) com uma de (3.15) obtemos as seguintes expressões para os preços bilaterais dos fluxos de comércio entre os países i e j e as respectivas quantidades bilaterais negociadas entre eles:

$$P_{ij} = \left\{ \frac{\left[Y_i^{-1} Y_j C_{ij}^{-\sigma_j} T_{ij}^{-\sigma_j} E_{ij}^{\sigma_j} \left(\sum ** P_{ik}^{1+\gamma_i} \right)^{\gamma_i - \eta_i / (1+\gamma_i)} \left(\sum * \bar{P}_{kj}^{1-\sigma_j} \right)^{(\sigma_j - \mu_j) / (1-\sigma_j)} \left[\left(\sum ** P_{ik}^{1+\gamma_i} \right)^{(1+\eta_i) / (1+\gamma_i)} + P_{ii}^{(1+\eta_i)} \right] \right]^{\frac{1}{\gamma_i + \sigma_j}}}{\left[\left(\sum * \bar{P}_{kj}^{1-\sigma_j} \right)^{(1-\mu_j) / (1-\sigma_j)} + P_{jj}^{1-\mu_j} \right]} \right\} \quad (3.16)$$

$$X_{ij} = \left\{ \frac{\left[Y_i^{\sigma_j} Y_j^{\gamma_i} C_{ij}^{-\gamma_i \sigma_j} T_{ij}^{-\gamma_i \sigma_j} E_{ij}^{\gamma_i \sigma_j} \left(\sum ** P_{ik}^{1+\gamma_i} \right)^{-\sigma_j (\gamma_i - \eta_i) / (1+\gamma_i)} \left(\sum ** \bar{P}_{kj}^{1-\sigma_j} \right)^{\gamma_i (\sigma_j - \mu_j) / (1-\sigma_j)} \right]^{\frac{1}{\gamma_i + \sigma_j}}}{\left[\left(\sum ** P_{ik}^{1+\gamma_i} \right)^{(1+\eta_i) / (1+\gamma_i)} + P_{ii}^{(1+\eta_i)} \right]^{\sigma_j} \left[\left(\sum ** \bar{P}_{kj}^{1-\sigma_j} \right)^{(1-\mu_j) / (1-\sigma_j)} + P_{jj}^{1-\mu_j} \right]^{\gamma_i}} \right\} \quad (3.17)$$

A hipótese de mercado pequeno, portanto, produz uma equação de comércio bilateral de forma reduzida com as variáveis Y_i e Y_j sendo tratadas exogenamente. Uma consequência desta hipótese é que certos termos preço são também tratados exogenamente.

Hipótese 2

Uma segunda hipótese pode ser definida a partir do momento em que se assume que os países compartilham funções de utilidade e funções de produção idênticas entre eles. A idéia subjacente, nesse caso, é que uma restrição desse tipo garante que os parâmetros das equações (3.16) e (3.17) são constantes entre todos os pares de países. Essa hipótese é comum em análises de comércio, incluindo o modelo de comércio inter-indústria de Heckscher-Ohlin-Samuelson e os modelos de comércio intra-indústria, como o modelo de Dixit e Norman

(1980).²⁸ Definida esta hipótese, combinamos as equações (3.16) e (3.17) de modo a obtermos a seguinte expressão abaixo:

$$\begin{aligned}
 PX_{ij} = & Y_i^{(\sigma-1)/(\gamma+\sigma)} Y_j^{(\gamma+1)/(\gamma+\sigma)} C_{ij}^{-\sigma(\gamma+1)/(\gamma+\sigma)} T_{ij}^{-\sigma(\gamma+1)/(\gamma+\sigma)} E_{ij}^{\sigma(\gamma+1)/(\gamma+\sigma)} * \\
 & * \left(\sum ** P_{ik}^{1+\gamma} \right)^{-(\sigma-1)(\gamma-\eta)/(1+\gamma)(\gamma+\sigma)} \left(\sum * \bar{P}_{kj}^{1-\sigma} \right)^{(\gamma+1)(\sigma-\mu)/(1-\sigma)(\gamma+\sigma)} * \\
 & * \left[\left(\sum ** P_{ik}^{1+\gamma} \right)^{(1+\eta)(1+\gamma)} + P_{ii}^{1+\eta} \right]^{-(\sigma-1)/(\gamma+\sigma)} * \\
 & * \left[\left(\sum * \bar{P}_{kj}^{1-\sigma} \right)^{(1-\mu)/(1-\sigma)} + P_{jj}^{1-\mu} \right]^{-(\gamma+1)/(\gamma+\sigma)}
 \end{aligned} \tag{3.18}$$

A variável PX_{ij} representa o valor do fluxo de comércio de i para j , resultado da simples multiplicação do preço bilateral dos fluxos de comércio entre i e j pela respectiva quantidade comercializada entre ambos, ou seja, $PX_{ij} = P_{ij} * X_{ij}$. A equação (3.18) acima define o que seria chamado de uma equação gravitacional “generalizada”. A expressão “generalizada”, nesse caso, é utilizada pelo fato da renda dos países exportador e importador serem tratadas exogenamente no modelo, além de que não são impostas nenhuma outra restrição sobre os valores dos parâmetros a não ser a de que eles sejam idênticos entre todos os pares de países.

A equação (3.18) é semelhante à equação gravitacional (3.3) apresentada anteriormente a partir do momento em que os fatores que estimulam ou restringem as relações bilaterais de comércio representados pela variável A_{ij} são decompostos nas variáveis tarifas de importação, taxa de câmbio bilateral e nos termos preços que, diferentes em natureza e magnitude, influenciam positiva ou negativamente a quantidade total de bens comercializada entre os países.²⁹

Adicionalmente, para efeitos de estimação, cada um dos expoentes das variáveis da equação (3.18) são substituídos respectivamente por um único expoente. No mesmo sentido, conforme observa o autor, os complexos termos preço descritos acima uma vez que

²⁸ De maneira semelhante, Anderson (1979) assume funções de despesas idênticas entre os países em sua fundamentação teórica.

²⁹ Para maiores detalhes sobre a derivação do modelo gravitacional ver Bergstrand (1985, p. 475).

evidenciam as diferenças entre os níveis de preços entre os países podem ser aproximados por medidas que caracterizem os níveis de preços de cada um dos parceiros comerciais como, por exemplo, índices de preços agregados.

A partir do momento em que a equação (3.18) é restringida para o estudo dos fluxos de comércio de um único produto, ela pode ser reescrita da seguinte maneira:

$$PX_{ij} = \beta_0 Y_i^{\beta_1} Y_j^{\beta_2} C_{ij}^{\beta_3} T_{ij}^{\beta_4} P_i^{\beta_5} P_j^{\beta_6} E_{ij}^{\beta_7} e_{ij} \quad (3.19)$$

Em suma, o modelo gravitacional constitui-se em uma estrutura generalizada ou um caso geral passível de incorporar em sua estrutura analítica diversos fenômenos econômicos. À luz dos desenvolvimentos teóricos recentes, o modelo gravitacional apresenta uma boa capacidade de análise empírica dos fluxos mundiais de comércio. A razão para o seu sucesso empírico está relacionada certamente a sua capacidade em incorporar no seu processo de análise a maioria dos fenômenos econômicos envolvidos nas trocas comerciais.

4. Estimação do Modelo e Análise dos Resultados

Este capítulo trata da especificação e estimação do modelo gravitacional dos determinantes dos fluxos mundiais de comércio de carne de frango no ano de 2001. O capítulo é dividido em duas seções. Na primeira, especifica-se o modelo gravitacional e são definidas as variáveis que compõem o modelo. A segunda seção trata, de um lado, da descrição da amostra e, por outro lado, da estimação e interpretação dos resultados.

4.1 Especificação do Modelo

Na literatura de comércio, o modelo gravitacional é definido como uma equação reduzida derivada de um sistema de equilíbrio parcial de demanda por importações e oferta de exportações assumindo as condições de equilíbrio de mercado entre os sistemas de demanda e oferta e adotando algumas hipóteses adicionais. Conforme visto anteriormente, a utilização do modelo gravitacional aplicada ao estudo do comportamento das relações comerciais de um conjunto de *commodities* pode ser reespecificada e restringida para a análise dos fluxos comerciais de uma única *commodity*. Dessa forma, pode-se analisar a influência que certas variáveis tidas como importantes para a sustentação do modelo e ao mesmo tempo relevantes para a compreensão do comportamento das relações bilaterais de comércio exercem na explicação dos fluxos de comércio de um produto entre um conjunto de países.

Nesse sentido, o quadro teórico adotado para analisar e avaliar os fluxos de comércio do produto carne de frango no contexto do mercado internacional é baseado na equação (3.19) derivada no capítulo anterior:

$$M_{ij} = \beta_0 Y_i^{\beta_1} Y_j^{\beta_2} D_{ij}^{\beta_3} T_{ij}^{\beta_4} P_i^{\beta_5} P_j^{\beta_6} E_{ij}^{\beta_7} e_{ij} \quad (3.19)$$

A partir da equação acima e dos princípios elementares definidos pela abordagem sugerida pelo modelo gravitacional, as trocas comerciais realizadas entre os diversos países são influenciadas por determinados fatores que podem ser decompostos em três grupos:

(i) Fatores econômicos que afetam os fluxos de comércio nos países de origem desses fluxos definidos, nesse caso, pela renda desses países e os preços percebidos pelos seus exportadores;

(ii) Fatores econômicos que influenciam os fluxos de comércio nos países de destino, como a renda desses países e os preços percebidos pelos seus importadores, e

(iii) Fatores naturais ou artificiais que estimulam ou dificultam as relações comerciais entre os países como a distância geográfica entre eles, as políticas comerciais adotadas pelos países e a taxa de câmbio bilateral.

4.1.1 Os Determinantes dos Fluxos Mundiais de Carne de Frango e construção das variáveis

De acordo com a metodologia proposta neste trabalho, o modelo gravitacional pode ser especificado através de uma equação onde os fluxos bilaterais de comércio de carne de frango no mercado internacional são influenciados e determinados pelas seguintes variáveis: a renda do país exportador i (Y_i), a renda do país importador j (Y_j), a distância geográfica entre eles (D_{ij}), o preço do produto percebido pelos exportadores do país i (P_i), o preço do produto percebido pelos importadores do país j (P_j), a taxa de câmbio real bilateral (TCR_{ij}), as barreiras tarifárias (BT_{ij}) e as barreiras não-tarifárias (BNT_{ij}) impostas pelos países

importadores sobre o produto carne de frango. Adicionalmente, são incluídas no modelo mais duas variáveis que indicam se os países compartilham fronteira geográfica comum (FC_{ij}) e se possuem os mesmos idiomas como língua oficial (LC_{ij}), sob a hipótese de que a presença de determinadas características geográficas e similaridades culturais ou históricas afetam as transações realizadas entre os países.

Dessa forma, o modelo gravitacional acima pode ser reescrito e especificado da seguinte maneira:

$$M_{ij} = \beta_0 Y_i^{\beta_1} Y_j^{\beta_2} D_{ij}^{\beta_3} P_i^{\beta_4} P_j^{\beta_5} TCR_{ij}^{\beta_6} BT_{ij}^{\beta_7} BNT_{ij}^{\beta_8} FC_{ij} LC_{ij} e_{ij} \quad (4.1)$$

A forma funcional especificada acima se justifica com base nos seguintes argumentos:

A variável dependente (M_{ij}) consiste no valor dos fluxos de importação do país j originados no país i . Mais especificamente, o valor dos fluxos de importação corresponde ao valor das importações do produto carne de frango comercializado entre o país exportador i e o país importador j . Alguns autores utilizam o valor dos fluxos de exportação ou então a soma de ambos os fluxos (exportação mais importação) como sendo a variável a ser explicada em suas análises. Contudo, optou-se por utilizar o valor das importações fornecidas pelo país importador ao invés das alternativas acima por ser o método mais utilizado nas explicações de fluxos de comércio desagregados (Castilho, 2001). Os dados relativos aos fluxos de comércio bilateral são expressos pelo logaritmo do valor das importações e são fornecidos em dólares norte-americanos (US\$) pela base de dados *COMTRADE* e disponibilizados gratuitamente na Internet pela Divisão de Estatística da Organização das Nações Unidas - ONU.

As variáveis independentes são as seguintes:

a) A renda do país exportador i (Y_i) pode ser interpretada como a capacidade de produção total do país. A hipótese parte do pressuposto de que a oferta de bens de um país está diretamente

relacionada com o tamanho da sua economia ou com a sua capacidade total de produção de bens. Portanto, espera-se que o coeficiente estimado dessa variável esteja positivamente relacionado com os fluxos de comércio. A variável renda do país exportador é frequentemente representada pelo PIB total do país. Nesse caso, entretanto, utiliza-se o PIB do setor agrícola ao invés do PIB total do país sob a justificativa de que o PIB do setor agrícola representa a capacidade de produção total das *commodities* agrícolas no país relacionando-se mais estritamente com a natureza do comércio analisado. A idéia implícita é a de que o PIB agrícola de um país está diretamente relacionado à sua capacidade total de produção de animais, principalmente por que a produção de animais requer uma oferta abundante de outras *commodities* agrícolas, tais como grãos e alimentos de soja utilizados como rações. Essa abordagem segue à utilizada por Koo *et. al.* (1994) e reflete de modo mais acurado as informações sobre a renda/oferta do país exportador, ao contrário da utilização do PIB total que perde parte de sua capacidade explicativa quando a análise é baseada em fluxos de comércio desagregados, como é o caso deste trabalho. Do lado do país exportador, conforme observa Castilho (2001), a variável relevante, então, passa a ser a produção setorial ou a parte da produção daquele produto na produção nacional. Assim, as rendas dos países exportadores são representadas pelo logaritmo do PIB do setor agrícola desses países expressos em US\$ e são fornecidos pelo *National Accounts Data* do Banco Mundial.

b) Por outro lado, a renda do país importador j (Y_j) expressa o poder de compra desse país sendo razoável supor que quanto maior a renda do importador, maior será a quantidade demandada de produtos por parte deste país. Conseqüentemente, a expectativa é que o coeficiente estimado dessa variável também esteja positivamente relacionado com os fluxos de comércio entre os países. Nesse caso, a variável renda do país importador é representada pelo PIB total do país. De maneira semelhante à idéia apresentada anteriormente, do lado do

país importador a variável que melhor expressa a demanda do país é dada pelo consumo do produto em questão ou pela parte do consumo do produto no consumo nacional. Contudo, devido à indisponibilidade de dados setoriais de consumo não é factível a substituição do PIB total pelo PIB setorial. Além disso, deve-se salientar que os dados referentes ao consumo de um determinado produto não se restringem ao mesmo setor sendo necessário, nesse caso, para se alcançar uma medida perfeita do consumo setorial, cálculos a partir de matrizes de insumo-produto, não sendo o objetivo deste estudo. A renda dos países importadores é então definida pelo logaritmo do PIB total desses países expressos em US\$ e extraídos do *National Accounts Data* do Banco Mundial.

c) A distância geográfica entre os países i e j (D_{ij}) constitui-se em uma *proxy* dos custos de transporte e de outros custos de transação associados à distância entre os parceiros comerciais. A distância entre os países constitui-se em um obstáculo natural à realização das transações comerciais.³⁰ A hipótese, em linhas gerais, é a de que os países tendem a comercializar mais intensamente com países localizados geograficamente mais próximos ou, de outra maneira, quanto maior o custo de transporte entre eles menor tende a ser o fluxo comercial, mantendo tudo o mais constante. Dessa forma, espera-se que os fluxos de comércio bilateral estejam negativamente relacionados com a distância entre os países.

A utilização da distância geográfica como *proxy* dos custos de transporte deve-se a natureza complexa e a difícil mensuração deste último sendo necessário, nesse caso, recorrer a uma medida alternativa. Por outro lado, os custos de transporte, o tempo de transporte e os custos de informação estão todos claramente relacionados com a distância entre os países. Nesse sentido, em análises empíricas envolvendo aplicações do modelo gravitacional é comum a utilização da distância entre os países como uma aproximação ou medida indireta

³⁰ Esse assunto é bastante discutido na literatura econômica, tanto em questões envolvendo a formação de acordos regionais de comércio (Ethier, 1998) quanto em estudos sobre a geografia econômica (Krugman, 1991).

dos custos de transporte (Linneman, (1966), Bergstrand (1985, 1989) e Wall (1999)). A distância utilizada, portanto, é a distância em quilômetros entre as capitais dos países conforme fornecida pelo economista Jon Haveman e disponibilizadas em sua página na Internet.

d) Os preços de exportação (P_i) de uma *commodity* assumem um papel importante na determinação do volume de comércio entre os países. Na medida em que reflete o custo de produção do produto, o preço do bem vendido nesse caso para o mercado externo representa a competitividade alcançada pelo país nesse mercado. A hipótese por trás da variável preço é a de que uma *commodity* tende a se deslocar de um país no qual os preços dessa *commodity* são considerados baixos para os países nos quais os preços são altos (Koo *et. al.*, 1994). Dessa forma, espera-se que o sinal do coeficiente dessa variável esteja positivamente relacionado com os fluxos de comércio, ao contrário do sinal da variável preço de importação que, nesse caso, assume-se ser negativamente relacionado com a quantidade total comercializada entre os parceiros comerciais (esse último ponto será discutido mais adiante). Os preços de exportação do produto comercializado entre o país exportador i e o país importador j são calculados dividindo o valor total das exportações pela quantidade total exportada entre esses países. A variável, então, é expressa pelo seu logaritmo e os dados referentes aos fluxos de comércio e utilizados nos cálculos dos preços são fornecidos pela base de dados *COMTRADE* da Divisão de Estatística da Organização das Nações Unidas - ONU.

e) Os preços percebidos pelos importadores de um determinado país (P_j) destacam-se como uma das principais variáveis no que tange às decisões de compra de produtos produzidos em outros países. De acordo com a teoria econômica, existe uma relação inversa entre o preço de aquisição de uma mercadoria e a quantidade total adquirida pelos seus consumidores (Varian,

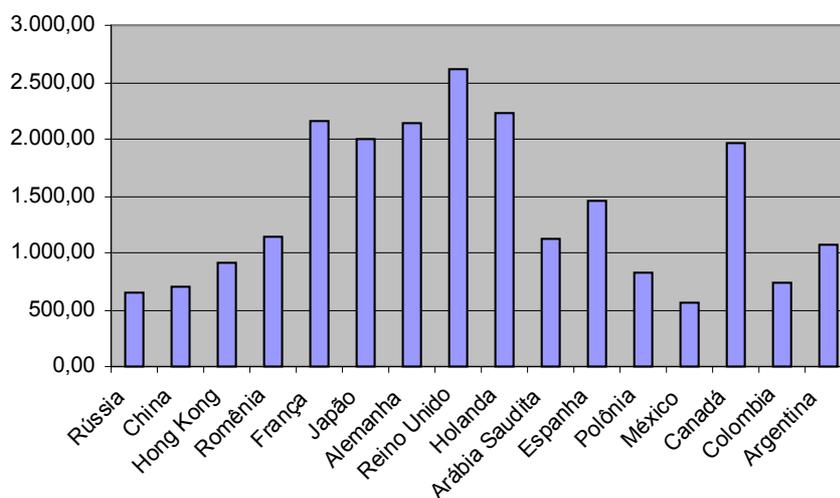
1997). Dessa forma, supõe-se que os preços percebidos pelos importadores de carne de frango estão negativamente relacionados com os fluxos de comércio desse produto.

Deve-se salientar, entretanto, que esses preços são diferentes dos preços praticados pelos vendedores do país exportador do produto. A diferença entre os preços de importação e os preços de exportação reside no fato do primeiro incorporar no seu cálculo, além dos custos de produção, os gastos com transportes e seguros relacionados a aquisição da mercadoria importada (Arbache e De Negri, 2003). Dessa forma, a incidência de elevados níveis tarifários praticados pelos países associados às despesas com transporte e seguros, diferentes em magnitude e natureza, faz com que os consumidores dos países importadores se defrontem com preços mais elevados na hora da aquisição da mercadoria estrangeira.

Pode-se observar no gráfico 4.1 abaixo a diferença de preços da carne de frango em diferentes mercados associados às diferenças que os custos adicionais representados pelos aspectos descritos acima exercem em cada mercado. A partir do gráfico abaixo, percebe-se, por exemplo, que os países onde são praticados os maiores preços médios de importação do produto correspondem a aqueles em que são impostas as maiores restrições de mercado, evidenciados pelas estruturas tarifárias dos países, como no caso dos membros da União Européia. Por outro lado, entretanto, vale ressaltar o papel que uma certa diferenciação do produto pode estar exercendo para a diferença de preços entre os países.

Assim como os preços de exportação, os preços de importação do produto comercializado entre o país exportador i e o país importador j são calculados dividindo o valor total das importações pela quantidade total importada entre esses países. A variável, então, é expressa pelo seu logaritmo e os dados referentes aos fluxos de comércio e utilizados nos cálculos dos preços são fornecidos pela base de dados *COMTRADE/ONU*.

Gráfico 4.1 – Preço Médio da Carne de Frango – Principais Países Importadores, 2001 (em US\$/tonelada)



f) A taxa de câmbio real (TCR_{ij}) expressa o preço relativo dos bens em dois países na medida em que nos fornece a taxa à qual os bens de um país são trocados pelos bens de outro país. A partir do momento em que um país se defronta com um aumento em sua taxa de câmbio real, ou uma depreciação real, significa que os preços dos bens estrangeiros em moeda local têm aumentado em relação aos preços dos bens produzidos domesticamente. Essa situação resulta em um aumento na competitividade dos produtos domésticos, uma vez que os bens domésticos tornaram-se mais baratos em relação aos bens estrangeiros. De modo análogo, uma queda na taxa de câmbio real, ou uma apreciação real, significa que os bens domésticos tornaram-se relativamente mais caros perdendo competitividade no mercado internacional (Dornbusch, 1980).

A taxa de câmbio real é definida como sendo igual à taxa de câmbio nominal média entre um país e seus parceiros comerciais ajustada para a diferença nas taxas de inflação entre dois países (Gordon, 2000). Sendo assim, a taxa de câmbio real pode ser escrita mediante uma fórmula que permite calculá-la a partir da taxa de câmbio nominal e dos níveis de preços vigentes nos dois países, isto é, a taxa de câmbio real (TCR_{ij}) entre o país exportador i e o país

importador j é igual à taxa de câmbio nominal bilateral (e_{ij}), vezes a razão do nível de preços estrangeiro (IPA_t^*) em relação ao nível de preços doméstico (IPA_t), ou seja:

$$TCR_{ij} = e_{ij} \frac{IPA_t^*}{IPA_t} \quad (4.2)$$

onde IPA_t^* e IPA_t são os índices de preço ao atacado do país importador e do país exportador, respectivamente. Uma apreciação (depreciação) da moeda de um país em relação à moeda de outro país tende a reduzir (aumentar) as suas exportações totais ao mesmo tempo em que estimula, por outro lado, a um aumento (reduzir) nas suas importações. Dessa forma, a taxa de câmbio real destaca-se como um importante determinante das trocas comerciais na medida em que se espera que um aumento no seu valor implique em um incremento na quantidade total adquirida pelo país importador. A variável taxa de câmbio real utilizada neste trabalho é a taxa de câmbio real calculada em relação à taxa de câmbio real média do triênio anterior. Construiu-se, posteriormente, um número índice para o seu valor para efeito de comparação entre os países. A taxa de câmbio real, assim, é expressa em logaritmo e os dados relativos à taxa de câmbio nominal e aos índices de preço ao atacado utilizados no seu cálculo são fornecidos pelo *International Financial Statistics Yearbook*, do Fundo Monetário Internacional.

g) As barreiras tarifárias (BT_{ij}) impostas pelos países importadores constituem-se em um dos principais entraves à realização das transações comerciais entre países. A existência de um forte protecionismo caracterizado por elevadas tarifas de importação e praticado principalmente pelos países desenvolvidos, particularmente no que se refere aos produtos agrícolas e agropecuários, representa uma prática contrária às posições de liberalização

multilateral de comércio defendidas pela OMC, resultando em distorções nos padrões de eficiência e competitividade dos países.

Na medida em que a imposição de barreiras tarifárias dificulta ou até mesmo restringe a comercialização de produtos no mercado internacional quanto ao acesso a novos mercados espera-se, conseqüentemente, que o sinal do coeficiente estimado dessa variável seja negativo em relação ao montante de bens transacionados entre os países. Existem, entretanto, argumentos na literatura que colocam em evidência o “caráter endógeno” das barreiras comerciais, isto é, de que existe uma relação positiva entre o volume de importações e o nível de proteção comercial. A idéia subjacente, nesse caso, é que as barreiras comerciais seriam uma resposta à evolução das importações, ao contrário do sugerido pelas teorias tradicionais de comércio internacional, ou seja, na medida em que um país aumenta a sua taxa de importação, mais elevada seria a proteção nesse mercado (Castilho, 2001).

As tarifas de importação utilizadas neste trabalho são as tarifas *ad valorem* praticadas em cada país ou então correspondem ao equivalente tarifário das tarifas específicas (isto é, a relação entre receita tarifária e valor das importações), no caso dos países integrantes da União Européia. Nesse caso, o equivalente tarifário *ad valorem* (ETAV) é calculado da seguinte maneira:

$$ETAV = \frac{(TE * M)}{VM} \quad (4.3)$$

onde

ETAV representa o equivalente tarifário *ad valorem*;

TE é a tarifa específica, ou seja, a quantidade de euros por unidade do produto;

M representa as importações do produto expressas em volume (toneladas), e

VM representa o valor das importações do produto.

As tarifas específicas representadas em euros foram convertidas para dólares norte-americanos devido às estatísticas de comércio utilizadas neste trabalho serem definidas em dólares. Devido ao fato de algumas tarifas serem definidas a oito ou dez dígitos SH e os dados relativos ao comércio bilateral a seis dígitos, a passagem de oito ou dez dígitos para seis dígitos SH foi feita através de médias simples (não-ponderadas).³¹ Dessa forma, os dados relativos às tarifas de importação são expressos em logaritmo e somados à unidade (isto é, $\ln(1 + t)$, sendo t a tarifa de importação expressa em percentagem) e são fornecidos pelas bases de dados TRAINS e AMAD, da Conferência das Nações Unidas para o Comércio e Desenvolvimento – Unctad.

h) As barreiras não-tarifárias (BNT_{ij}) completam o quadro das barreiras comerciais disponíveis e utilizadas pelos diversos países com os mais variados fins e justificativas para a sua adoção. Segundo o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (1999), as barreiras não-tarifárias são consideradas como sendo as leis, regulamentos, políticas ou práticas de um país que visam a restringir o acesso de produtos importados em seu mercado. Assim, as barreiras não-tarifárias podem ser definidas por medidas como restrições quantitativas, licenciamento de importações, procedimentos alfandegários e medidas *antidumping* e compensatórias, dentre outras.

Nesse sentido, o conceito adotado acima não pressupõe, necessariamente, e segundo o MDIC, a existência de disposição ou prática ilegal, entendida como violação às regras estabelecidas em âmbito supranacional pela OMC. Vale ressaltar, entretanto, que esse tipo de barreira comercial às vezes é utilizado de maneira distorcida pelos países com o intuito de se proteger os mercados locais. Assim, as barreiras não são necessariamente explícitas, já que

³¹ De acordo com a nomenclatura estabelecida pelo Sistema Harmonizado (SH), o maior nível de desagregação é de 10 dígitos. Um produto equivaleria ao nível 6 ou 8 dessa classificação e um setor equivaleria ao nível 2 ou 4. Por exemplo, o capítulo SH 02 representa o setor de carnes e miudezas, comestíveis e o código SH 02.07.14 define o produto carne de frango, em cortes e congelados.

para alguns países pode ser apenas uma questão de cautela quanto ao produto que se está pretendendo habilitar e para outros pode significar uma forma de retardar o processo de importação para privilegiar a indústria local.

Devido à dificuldade no tratamento e mensuração das barreiras não-tarifárias, as BNT são representadas por uma variável *dummy* que indica a existência ou não de algum tipo de BNT sobre a carne de frango importada pelo país j . A variável *dummy* assume o valor um, caso exista alguma BNT no país importador incidente sobre o produto e o valor zero, caso contrário. Esse tipo de análise é de certa forma restrita na medida em que a variável *dummy* binária não especifica de forma adequada a qualidade e magnitude da BNT adotada pelo país importador sobre o produto carne de frango. Os dados referentes às BNT são fornecidas pela base de dados TRAINS, da Unctad.

i) São incluídas ainda no modelo variáveis que indicam se a presença de determinadas características geográficas e similaridades culturais ou históricas afetam as transações realizadas entre os países. Nesse sentido, uma variável que indica se os países compartilham fronteiras geográficas comuns (FC_{ij}) é introduzida no modelo sob o argumento de que países que fazem fronteira tendem a comercializar mais entre si que, de alguma forma, está relacionado à distância. Da mesma maneira, países que possuem o mesmo idioma (LC_{ij}) como língua oficial tendem a transacionar um volume maior de produtos, na medida em que reduz, por exemplo, os custos-de-transação entre os países. Essas variáveis são representadas por variáveis *dummies* que indicam se os países compartilham de fronteiras geográficas comuns – *Dummy* fronteira comum – ou se os países possuem o mesmo idioma – *Dummy* língua comum. Ao representarem características importantes no comércio internacional, essas variáveis são freqüentemente utilizadas em estimações envolvendo aplicações do modelo

gravitacional (Piani e Kume (2000), Haveman, Nair-Reichert e Thursby (2000), Hummels (1999)).

4.2 Análise Econométrica

Esta seção compreende a apresentação da amostra selecionada, a estimação do modelo e a interpretação dos resultados.

4.2.1 Descrição da amostra

A estimação das equações gravitacionais é tradicionalmente realizada através do método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), com dados em corte transversal (*cross-section*) ou dados em painel (*panel data*). No primeiro caso, a análise baseia-se em informações de uma ou mais variáveis coletadas no mesmo período do tempo, ao contrário do modelo de painel que permite uma abordagem tanto em termos de corte transversal como em séries de tempo. Devido à indisponibilidade de dados para mais de um ano especialmente no que tange às informações sobre as barreiras comerciais, estima-se uma equação gravitacional desagregada do tipo *cross-section* para o ano 2001.

A análise é baseada numa abordagem desagregada pelo fato das informações no que se referem aos fluxos de comércio utilizadas neste trabalho serem definidas por produto, diferentemente das aplicações dos modelos gravitacionais tradicionais em que se consideram os fluxos bilaterais totais de bens, isto é, todos os produtos do país. No entanto, há uma carência na literatura de estudos baseados na estimação de uma equação gravitacional desagregada em termos de produtos com o objetivo de investigar os efeitos das barreiras

tarifárias e não-tarifárias sobre os fluxos bilaterais de comércio. Nesse sentido, uma análise dos fluxos comerciais de carne de frango de forma desagregada definidos a 6 dígitos segundo a classificação do Sistema Harmonizado-SH define o nível de desagregação “adequado” na medida em que reflete de maneira específica, por exemplo, a decisão de política comercial de cada país.³²

A amostra selecionada para a análise dos fluxos de comércio de carne de frango no contexto do mercado internacional inclui 7 países exportadores, 16 países importadores e um híbrido de 4 países exportadores e importadores. A lista dos países incluídos na análise é apresentada a seguir na tabela 4.1. Em conjunto, a participação das exportações dos sete principais países exportadores representou 93% de todas as embarcações de carne de frango realizadas no mundo em 2001. Por outro lado, as importações dos 16 principais países importadores representaram 88% em relação ao montante total de carne de frango importado no mundo em 2001.

Tabela 4.1 – Lista dos países incluídos na análise dos fluxos de comércio de carne de frango no mercado mundial

Países Exportadores	Países Importadores	Países Exportadores/Importadores
Estados Unidos	Rússia	China
Brasil	Japão	França
China	China	Holanda
Tailândia	Arábia Saudita	Canadá
França	Hong Kong	
Holanda	México	
Canadá	Alemanha	
	Reino Unido	
	Canadá	
	Romênia	
	França	
	Holanda	
	Espanha	
	Argentina	
	Colômbia	
	Polônia	

Nota: Ordem de classificação segundo o valor total exportado (ou importado) pelos países no ano de 2001.

³² O produto carne de frango utilizado como objeto de análise consiste na soma dos produtos carne de frango não cortadas em pedaços, congelada e carne de frango em pedaços e miudezas, congelada, sob os códigos SH 02.07.12 e SH 02.07.14, respectivamente. Os produtos carne de frango sob a forma resfriada foram excluídos da análise devido a sua alta perecibilidade, sendo inviável a sua comercialização envolvendo grandes distâncias.

4.2.2 Resultados da Estimação do Modelo Gravitacional

Com o objetivo de analisar e avaliar os fatores que determinam os fluxos comerciais de carne de frango no cenário internacional no ano de 2001, a equação (4.1) pode ser reescrita na sua forma funcional *log-linear* conforme apresentada abaixo:

$$\ln M_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_i + \beta_2 \ln Y_j + \beta_3 \ln D_{ij} + \beta_4 \ln P_i + \beta_5 \ln P_j + \beta_6 \ln TCR_{ij} + \beta_7 \ln BT_{ij} + \beta_8 DBNT_{ij} + \beta_9 DFC_{ij} + \beta_{10} DLC_{ij} + e_{ij} \quad (4.4)$$

Onde:

β_0 : constante;

$\ln M_{ij}$: logaritmo do valor das importações de carne de frango do país j provenientes do país exportador i ;

$\ln Y_i$: logaritmo da renda do país exportador i ;

$\ln Y_j$: logaritmo da renda do país importador j ;

$\ln D_{ij}$: logaritmo da distância geográfica entre o país exportador i e o país importador j ;

$\ln P_i$: logaritmo do preço da carne de frango percebido pelos exportadores do país i ;

$\ln P_j$: logaritmo do preço da carne de frango percebido pelos importadores do país j ;

$\ln TCR_{ij}$: logaritmo da taxa de câmbio real entre o país exportador i e o país importador j ;

$\ln BT_{ij}$: logaritmo das barreiras tarifárias impostas pelo país importador j sobre o produto carne de frango proveniente do país exportador i ;

$DBNT_{ij}$: *Dummy* representativa das barreiras não-tarifárias impostas pelo país importador j sobre o produto carne de frango proveniente do país exportador i ;

DFC_{ij} : *Dummy* representativa da existência ou não de fronteira geográfica comum entre os países i e j ;

DLC_{ij} : *Dummy* representativa da existência ou não de idioma comum entre os países i e j ;
 e_{ij} : termo erro aleatório.

A equação (4.4) acima é estimada, portanto, adotando-se o método MQO para os fluxos bilaterais de comércio de carne de frango entre os 7 principais países exportadores e os 16 principais países importadores para o ano de 2001.

Tabela 4.2 - Resultados da Equação Gravitacional Estimada
Variável dependente: $\ln M_{ij}$
Período amostral: ano 2001

Variáveis independentes	1ª Tentativa*	2ª Tentativa*
Intercepto	18,756 (0,692)	13,10 (1,704)
$\ln Y_i$	0,460 (1,624)	0,413 (1,304)
$\ln Y_j$	0,117 (0,336)	
$\ln D_{ij}$	-0,297 (-1,047)	
$\ln P_i$	3,389 (1,665)	2,781 (1,653)
$\ln P_j$	-3,881 (-2,108)	-3,161 (-2,131)
$\ln TCR_{ij}$	-1,104 (-0,235)	
$\ln BT_{ij}$	-4,439 (-1,756)	-4,354 (-2,619)
$DBNT_{ij}$	-0,808 (-1,082)	-0,718 (-1,118)
DFC_{ij}	-1,829 (-2,021)	
DLC_{ij}	0,795 (0,652)	
R²	0,28	0,24
Número de observações	63	63
Teste de White	24,76	18,85

Obs.: Os números entre parênteses representam os valores da estatística-t.
 * O Teste de White indica que não se pode rejeitar a hipótese nula da presença de heterocedasticidade nos dois casos, dado que o teste tem distribuição qui-quadrada com 10 graus de liberdade e valor crítico (a 5% de significância) igual a 18,30 no primeiro caso e 5 graus de liberdade e valor crítico (a 5% de significância) igual a 11,07, no segundo caso. Dada a presença de heterocedasticidade no modelo, implementa-se, portanto a correção da matriz de covariância através do método proposto por White (1980), o qual produz estimadores robustos para os desvios-padrão dos coeficientes.

Em termos analíticos, os resultados da estimação dos determinantes dos fluxos de comércio de carne de frango indicam que os coeficientes estimados das variáveis renda do país importador, distância geográfica e a *dummy* representativa de idioma comum apresentam um sinal em sintonia com a formulação das hipóteses porém, estatisticamente não são significativos. Por outro lado, as variáveis taxa de câmbio real e a *dummy* representativa de fronteira geográfica comum demonstram sinais opostos às expectativas formuladas no modelo, sendo a primeira estatisticamente não significativa e a segunda estatisticamente significativa.

Cabe ressaltar que as variáveis referentes à renda do país importador e distância geográfica entre os países não se mostraram condicionantes significativos dos fluxos mundiais de comércio de carne de frango, apesar de apresentarem os sinais dos coeficientes estimados iguais aos formulados nos pressupostos de análise.

Nesse caso, essas duas variáveis tidas como variáveis convencionais e teóricas do modelo gravitacional não se apresentaram como determinantes significativos quando incorporadas sob uma ótica desagregada dos fluxos de comércio internacional, ao contrário de estudos semelhantes elaborados por outros autores.

Em relação à renda do país importador, pode-se argumentar um certo viés de desagregação da análise uma vez que o PIB total perde parte de sua capacidade explicativa quando a análise dos fluxos de comércio é baseada em dados desagregados. No segundo caso, a distância não se mostrou um fator significativo uma vez que outros fatores se mostraram mais relevantes no que concerne ao comércio internacional de carne de frango.

Conseqüentemente, buscou-se a estimação de um modelo mais parcimonioso no sentido de fornecer resultados mais robustos ao estudo. Dessa forma, excluiu-se do modelo as variáveis com o sinal em discordância com a sua base teórica e aquelas estatisticamente não significativas. O critério para a exclusão de variáveis é baseado no procedimento

econométrico que consiste em excluir, em um primeiro momento, as variáveis que apresentam o sinal de seus coeficientes contrário aos formulados nos pressupostos de análise e, posteriormente, excluir aquelas estatisticamente não significativas. O objetivo deste procedimento é alcançar resultados mais satisfatórios em relação à estimação inicial a partir do momento em que ao excluir cada variável não significativa do modelo a equação resultante contenha somente os fatores significativos e relevantes no que tange à explicação dos fluxos de comércio de carne de frango entre os países.

Dessa forma, a equação gravitacional estimada após a exclusão das variáveis não significativas sugere que os fluxos de comércio de carne de frango no mercado internacional são determinados pela renda do país exportador, pelos preços percebidos pelo país exportador, pelos preços percebidos pelo país importador, pelas barreiras tarifárias e pelas barreiras não-tarifárias.

O coeficiente da renda do país exportador apresenta um sinal positivo e um valor menor do que um.³³ Isso significa que quanto maior for a renda do país exportador, maior é o fluxo de comércio de carne de frango entre os diversos países. Ao mesmo tempo em que evidencia a inelasticidade-renda do produto, isto é, comprova a saciabilidade no seu consumo quando a renda do país aumenta. Uma vez que esta variável está expressa em logaritmo, o coeficiente estimado fornece diretamente a elasticidade. Assim, podemos afirmar que um aumento de 1% na renda do país exportador gera um aumento nos fluxos de comércio da ordem de 0,4%. O tamanho da economia do país exportador, portanto, constitui um fator determinante do nível dos fluxos de comércio de carne de frango no cenário internacional.

O preço da carne de frango percebido pelos exportadores representa um aspecto importante no que se refere ao comércio mundial de carne de frango. O coeficiente estimado dessa variável é positivo e estatisticamente significativo ao nível de 10%, o que indica que um

³³ Apesar do coeficiente estimado da variável renda do país exportador não ser estritamente significativo em relação aos tradicionais níveis de significância, o seu valor calculado encontra-se acima do seu desvio-padrão. Nesse caso, a interpretação do seu resultado deve ser conduzida de maneira cautelosa.

aumento de 1% no preço do produto percebido pelos seus exportadores acarreta em um incremento de cerca de 2,7% no valor dos fluxos bilaterais de comércio de carne de frango. Esse resultado ratifica a hipótese de que quanto maior é o preço de venda para o mercado externo maiores são os ganhos dos exportadores com a venda do produto e, por conseguinte, maiores são os fluxos de comércio entre os países.

Por outro lado, os preços percebidos pelos países importadores influenciam os fluxos de comércio de maneira contrária aos efeitos dos preços de exportação. Na medida em que diferem do preço percebido pelos países exportadores pelo fato de incorporarem, por exemplo, os gastos com transporte e seguros, o preço percebido pelos compradores de carne de frango no mercado internacional influencia negativamente no valor dos fluxos de comércio desse produto. Essa relação negativa entre os preços de importação e o valor dos fluxos de comércio de carne de frango é expressa pelo sinal negativo do coeficiente estimado dessa variável, sendo estatisticamente significativa ao nível de 5%. Destaca-se, nesse caso, a alta elasticidade-preço do produto no mercado mundial o que mostra a importância de uma concorrência via preços nesse mercado.

O coeficiente estimado da variável referente às barreiras tarifárias é negativo e significativo estatisticamente ao nível de 1%. Esse resultado é condizente com a hipótese formulada no modelo de análise. Segundo as teorias tradicionais de comércio, quanto maior o nível das barreiras tarifárias praticadas pelos diversos países em diferentes magnitudes e incidentes, nesse caso, sobre o produto carne de frango, menor tende a ser a quantidade comercializada desse produto e, conseqüentemente, menor tende a ser o valor dos seus fluxos de comércio no mercado internacional. Cabe ressaltar que, ao contrário deste trabalho, alguns autores encontraram resultados diferentes no que tange aos efeitos das barreiras tarifárias sobre os fluxos de comércio bilaterais, seja utilizando aplicações do modelo gravitacional ou adotando metodologias diferentes (Trefler, (1993), Haveman, Nair-Reichert e Thursby (1999),

Lee e Swagel (1997)). Os sinais dos coeficientes referentes às barreiras comerciais, nesse caso, são positivos o que implica em uma relação positiva entre os fluxos de comércio e o nível de proteção comercial. Castilho (2001), por exemplo, justifica a possível ambigüidade na interpretação dos resultados referentes à política comercial devido ao caráter endógeno das barreiras comerciais e também a uma má qualidade dos dados referentes a essas barreiras dificultando assim o tratamento do tema e a sua mensuração.

O coeficiente estimado da variável barreiras não-tarifárias é negativo e estatisticamente significativo apenas ao nível de 13% (teste unicaudal). Assim como as tarifas de importação, a imposição de barreiras não-tarifárias sob as mais variadas formas e justificativas para o seu uso assume um caráter restritivo quanto ao acesso de produtos importados em um determinado mercado. As medidas não-tarifárias, dessa forma, estão negativamente relacionadas com o valor dos fluxos de importação de carne de frango.

Por fim, o coeficiente de determinação R^2 do modelo indica que 24% dos fluxos de comércio de carne de frango no mercado internacional são explicados pelas variáveis da equação gravitacional estimada. Deve-se salientar que, nesse caso, o baixo valor do R^2 encontrado não difere significativamente dos resultados encontrados em outros trabalhos que adotam a mesma metodologia de análise dos fluxos bilaterais de comércio (Koo *et. al.* (1994), Haveman, Nair-Reichert e Thursby (1999), Castilho (2001)). Estudos envolvendo aplicações do modelo gravitacional dedicados a analisar os fluxos agregados totais fornecem valores de R^2 freqüentemente superiores a 0,8, ao contrário dos modelos em sua forma desagregada, que apresentam valores de R^2 relativamente baixos.

5. Conclusões

O comércio internacional sofreu profundas transformações a partir da segunda metade do século passado. A criação do GATT (posteriormente substituído pela OMC) e a sua consolidação como instituição supranacional propiciou não somente o estabelecimento de regras com o intuito de regulamentar e intervir nas relações comerciais entre os diversos países, mas também, e principalmente, uma liberalização multilateral do comércio mundial ao defender em negociações multilaterais reduções das barreiras tarifárias e não-tarifárias. Concomitantemente, os diversos países se reuniram em blocos econômicos iniciando um processo de formação de acordos regionais de comércio conhecido como regionalismo, iniciado primeiramente na década de 60 com a formação da Comunidade Européia e retomado mais intensamente na década de 1980 por um conjunto maior de países.

Nesse sentido, diversos autores vêm realizando estudos com o intuito de contribuir para a compreensão dos fatores que determinam as relações comerciais entre os países. Dentre as abordagens relacionadas às análises do comportamento dos fluxos mundiais de comércio, o modelo gravitacional destaca-se na literatura pela sua boa capacidade de análise empírica ao buscar explicar a partir de uma estrutura generalizada os fluxos bilaterais de comércio.

Este trabalho teve como objetivo principal avaliar os fatores que influenciam os fluxos bilaterais de comércio do produto carne de frango no contexto do mercado mundial durante o ano de 2001, incorporando entre os determinantes das relações comerciais bilaterais, por um lado, fatores econômicos que influenciam o comércio nos países de origem desses fluxos e, por outro lado, fatores econômicos que influenciam os fluxos comerciais nos países de destino desses fluxos, além de fatores naturais ou artificiais que atuam no sentido de estimular ou dificultar a realização das trocas entre os países.

A partir de uma análise descritiva do mercado mundial de carne de frango, pode-se caracterizar esse mercado em três esferas distintas: produção, comercialização e consumo. Em relação à produção mundial, o mercado de carne de frango é bastante concentrado em torno de poucos países, com os Estados Unidos destacando-se como o maior produtor mundial, bem à frente do Brasil, seu maior concorrente. Nos últimos cinco anos, a produção anual média de carne de frango no mundo foi de aproximadamente 45,2 milhões de toneladas, impulsionada principalmente por um forte aumento na demanda pelo produto.

A mudança nas preferências dos consumidores na direção da carne de frango estimulou fortemente a comercialização desse produto. De maneira semelhante à produção, o que se nota também é uma grande concentração das exportações mundiais em torno de poucos países sendo que somente os dois maiores países exportadores (Estados Unidos e Brasil) foram responsáveis por mais de 60% das embarcações mundiais nos últimos cinco anos. Cabe ressaltar que, entre os maiores países exportadores de carne de frango, estão aqueles países com a maior capacidade de produção do produto, caracterizando o mercado externo como uma boa alternativa de venda para os seus produtos. As importações de carne de frango, entretanto, estão mais dispersas entre um número maior de países quando analisados os destinos do produto no mercado internacional. A Rússia destaca-se como o principal país importador do produto visando compensar os déficits na sua produção interna, um dos principais motivos da demanda internacional pelo produto.

No que se refere ao consumo de carne de frango, os cinco maiores consumidores mundiais em termos *per capita* são: Estados Unidos, Hong Kong, Arábia Saudita, Brasil e Canadá. Nos últimos cinco anos, o consumo médio anual de carne de frango foi de aproximadamente 27 kg/pessoa, sendo que o aumento recente no consumo do produto ocorreu mais significativamente nos países em desenvolvimento em relação aos países desenvolvidos.

O alto grau de dinamismo do complexo agroindustrial avícola em termos de produção, consumo e comercialização verificado nas últimas décadas deve-se, sobretudo, à adoção em grande escala de inovações tecnológicas desenvolvidas, por exemplo, nas áreas sanitária e genética que estimularam significativamente o setor avícola a nível mundial. Além do progresso técnico e das melhorias na eficiência produtiva, a produção de aves foi impulsionada pelo crescimento recente nos níveis de demanda global associado a mudanças nos padrões de consumo que, por sua vez, está associado ao processo de substituição da carne vermelha pela carne branca.

Deve-se salientar, entretanto, o papel que as políticas comerciais protecionistas adotadas pelos diversos países exercem no mercado internacional da carne de frango na medida em que restringem, parcial ou totalmente, a expansão da atividade já existente nesses mercados ou até mesmo impedem o acesso a novos mercados. As barreiras comerciais incidentes sobre o produto assumem as mais diferentes formas seja pela imposição de elevadas tarifas de importação ou pela adoção de medidas não-tarifárias como a fixação de quotas de importação (restrições quantitativas), necessidade de certificados de sanidade animal e licenças de importações e procedimentos alfandegários discriminatórios.

A análise dos fluxos comerciais de carne de frango no contexto do mercado internacional foi realizada mediante a estimação de um modelo gravitacional desagregado do tipo *cross-section* e aplicado ao comércio de *commodities* sendo, nesse caso, reespecificado para a análise de um único produto.

Os resultados da estimação do modelo gravitacional mostram que os fluxos mundiais de comércio de carne de frango são determinados pela renda dos países exportadores, pelos preços percebidos pelos países exportadores, pelos preços percebidos pelos países importadores, pelas barreiras tarifárias e pelas barreiras não-tarifárias.

Diante dos resultados obtidos pelo modelo cabe destacar o seguinte. O tamanho da economia dos países exportadores, medido pelo PIB agrícola, mostrou-se um condicionante significativo dos fluxos de comércio de carne de frango no mercado internacional. Esse resultado ratifica a hipótese de que a capacidade de produção total do país, em especial de *commodities* agrícolas que, por sua vez, está relacionado a sua capacidade de produção de animais influencia o comércio mundial de carne de frango. O preço da carne de frango percebido pelos exportadores também constitui um fator significativo dos seus fluxos de comércio, o que confirma a hipótese de que quanto maior é o preço de venda para o mercado externo maiores são os ganhos dos exportadores com a venda do produto e, por conseguinte, maiores são os fluxos de comércio entre os países.

Uma vez que o preço da carne de frango percebido pelos importadores reflete de maneira mais específica o preço final realmente pago pelo produto na medida em que são incluídos além dos custos de produção os gastos com transporte e seguro da mercadoria, o resultado da estimação confirma o pressuposto do modelo de análise. Isto é, quanto maior o preço final pago pelo produto importado menor é o seu volume de comércio entre os diversos países.

Com relação as variáveis referentes às barreiras comerciais, os fluxos mundiais de carne de frango mostraram-se significativamente influenciados pela imposição de medidas restritivas ao livre-comércio do produto no mercado internacional. O pressuposto de que as barreiras tarifárias impostas multilateralmente sobre a carne de frango restringem ou até mesmo impedem a comercialização do produto entre os países é confirmada pelos resultados da estimação do modelo. Dessa forma, as barreiras tarifárias mostraram-se um condicionante significativo dos fluxos de comércio de carne de frango no mercado mundial. No mesmo sentido, a adoção de barreiras não-tarifárias em suas mais diferentes formas também constitui um determinante significativo dos fluxos mundiais de carne de frango, na medida em que

assumem um caráter restritivo quanto ao acesso do produto importado em um determinado mercado.

Portanto, em termos gerais, pode-se afirmar que os principais fatores determinantes dos fluxos de comércio da *commodity* carne de frango prevalecem sendo, por um lado, a variável-preço uma vez que qualquer situação favorável de preços tanto em termos de um preço de exportação mais alto quanto um preço de importação mais baixo estimula o comércio mundial do produto. Por outro lado, deve-se salientar o caráter restritivo e distorcivo que as barreiras comerciais exercem sobre os fluxos de comércio de carne de frango no mercado mundial, onde qualquer avanço na direção de um comércio mais livre através de reduções multilaterais das barreiras tarifárias e não-tarifárias garante um comércio mais intenso e mais justo entre os países.

Constituindo-se como um caso geral suficientemente genérico, o modelo gravitacional permite a especificação de um modelo capaz de incorporar em sua estrutura diferenças entre preços de exportação e importação assim como a inclusão de informações referentes às barreiras comerciais, além das “variáveis gravitacionais” teóricas e mais convencionais do modelo, como a distância e a renda dos países.

Nesse caso, a aplicação da equação gravitacional baseada em dados desagregados de comércio internacional forneceu resultados de certa forma limitados quando utilizada para analisar os fatores determinantes dos fluxos mundiais de comércio de carne de frango. Principalmente no que se refere às variáveis tradicionais do modelo que não representaram fatores determinantes dos fluxos de comércio de carne de frango no contexto do mercado internacional, ao contrário de outros trabalhos semelhantes realizados por outros autores. Assim, a utilização do modelo gravitacional em sua forma desagregada e a interpretação dos seus resultados deve ser conduzida de maneira cautelosa apesar de evidenciar características relevantes e específicas ao fluxo de comércio analisado.

Apesar de que, nesse caso, as últimas em sua maioria não representarem fatores determinantes dos fluxos de comércio de carne de frango no contexto do mercado internacional.

Uma limitação deste trabalho refere-se à questão da diferenciação do produto, uma vez que os países se defrontam com diferenças de preços no momento da compra da carne de frango produzida em outros países. Uma alternativa para esse problema poderia ser a realização de uma análise mais específica quanto à qualificação do produto considerado a partir de uma desagregação maior do produto segundo a classificação do Sistema Harmonizado ou incorporar no modelo uma variável que fosse capaz de destacar essa questão como, por exemplo, a inclusão de uma variável *dummy* qualitativa do produto.

REFERÊNCIAS

AITKEN, Norman D.. The effect of EEC and EFTA on european trade: a temporal cross-section analysis. **American Economic Review**, vol. 63, p. 881-892, dec. 1973.

AMAZONAS, A., BARROS, A. Manufactured exports from Brazil: determinants and consequences, **Revista Brasileira de Economia**, São Paulo, nº 50 (1), p. 73-100, 1996.

ANDERSON, James E. A theoretical foundation for the gravity equation. **American Economic Review**, vol. 69, p. 106-116, mar. 1979.

ANDERSON, Kym. Prospects for trade growth among pacific basin countries, **Developing Economies**, vol. 21, p. 376-385, 1983.

ANUALPEC. **Aves e Ovos**. FNP Consultoria & AgroInformativos, p. 257-286, 2003.

BAYOUMI, Tamim, EICHENGREEN, Barry. **Is regionalism simply a diversion? Evidence from the evolution of the EC and EFTA**. Cambridge: NBER, oct. 1995 (NBER Working Paper Series, nº 5283).

BERGSTRAND, Jeffrey H. The gravity equation in international trade: some microeconomic foundations and empirical evidence. **The Review of Economics and Statistics**, vol. LXVII, nº 3, aug. 1985.

_____. The generalized gravity equation, monopolistic competition, and the factor-proportions theory in international trade, **The Review of Economics and Statistics**, vol. LXXI, nº 1, feb. 1989.

BRAGA, H., MARKWALD, R. Funções de oferta e de demanda das exportações de manufaturados no Brasil: estimação de um modelo simultâneo, **Pesquisa e Planejamento Econômico**, nº 13 (3), p. 704-744, 1983.

BRENTON, P., DI MAURO, F., LÜCKE, M. **Economic integration and FDI: an empirical analysis of foreign investment in the EU and in Central and Eastern Europe**, 1998 (Kiel Working Paper, n. 890).

CASTILHO, Marta R. O acesso das exportações do Mercosul ao mercado europeu. Rio de Janeiro: IPEA, dez. 2001 (**Texto para Discussão nº 851**).

COELHO, Carlos N., BORGES, Marisa. O complexo agro-industrial (CAI) da avicultura. **Revista de Política Agrícola**, São Paulo, ano VIII, n. 03, jul/ago. 1999.

DE GRAWE, Paul. Exchange rate variability and the slowdown in growth of international trade. **Staff papers**, vol. 35, p. 63-84, 1988.

DIXIT, Avinash K., NORMAN, Victor. **Theory of international trade**. London: Nisbet and Company, 1980.

ETHIER, Wilfred J. The new regionalism. **The Economic Journal**, vol. 108, p. 1149-1161, jul. 1998.

_____. The new regionalism in the Americas: a theoretical framework. **The North American Journal of Economics and Finance**, vol. 12, n° 2, p. 159-172, jul. 2001.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Food outlook: meat and meat products**, vários anos.

_____. **Statistical database**. 2003.

FRANKEL, Jeffrey A., STEIN, Ernesto, WEI, Shang-jin. **Continental trading blocs: are they natural or supernatural?** Cambridge: NBER, dec. 1993 (NBER Working Paper Series, n° 4588).

_____. Trading blocs and the Americas: the natural, the unnatural, and the supernatural. **Journal of Developments Economics**, vol. 47, p. 61-95, 1995.

GORDON, Robert J. **Macroeconomia**. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2000.

HAVEMAN, Jon D., NAIR-REICHERT, Usha, THURSBY, Jerry. **Trade reduction, diversion and compression: empirical regularities in the effects of protective measures**. Purdue University, 1999, mimeo.

HUMMELS, David. **Toward a geography of trade costs**. University of Chicago, jan. 1999.

IPARDES, IBQP e GEPAI. **Análise da competitividade da cadeia agroindustrial de carne de frango no Estado do Paraná: sumário executivo**. Curitiba, 2002.

KOO, Won W., KAREMERA, David, TAYLOR, Richard. A gravity model analysis of meat trade policies. **Agricultural Economics**, vol. 10, p. 81-88, 1994.

KRUGMAN, Paul. Increasing returns and economic geography. **Journal of Political Economy**, vol. 99, n. 3, p. 483-499, 1991.

KRUGMAN, P., OBSTFELD, M. **Economia Internacional**. São Paulo: Makron Books, 1999.

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

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. **Barreiras externas às exportações brasileiras para Estados Unidos, Japão e União Européia 2001**. Brasília: MDIC, 2001.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Agricultural Policies. In: **OECD Countries: monitoring and evaluation 2002 – Highlights**. Paris, 2002.

PIANI, Guida, KUME, Honório. Fluxos bilaterais de comércio e blocos regionais: uma aplicação do modelo gravitacional. Rio de Janeiro: IPEA, jul. 2000 (**Texto para Discussão nº 749**).

POYHÖNEN, Pentti. A tentative model for the volume of trade between countries. **Weltwirtschaftliches Archiv**, vol. 90, p. 93-100, 1963.

SANTINI, Giuliana. Relatório Setorial: carnes. FINEP. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/portaldpp>. Acesso em: 05 de set. 2003.

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

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. **World investment report 1994 – transnational corporations, employment and the workplace**. ONU: Unctad, 1995.

WALL, Howard J. Using the gravity model to estimate the costs of protection, **Review of the Federal Reserve Bank of St. Louis**, jan./feb. 1999.

WHITE, H. A Heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and direct test for heteroskedasticity. **Econometrica**, 48, 1980.

YEATS, A. Does Mercosur's trade performance raise concerns about the effects of regional trade arrangements? **The World Bank Economic Review**, vol. 12, n° 1, p. 1-28, 1998.

ZINI Jr., A. Funções de exportação e de importação para o Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, vol. 18, n° 3, p. 615-662, 1988.

Apêndices

Apêndice A – Derivação do Modelo Gravitacional Teórico

O Modelo de Equilíbrio Geral do Comércio

O lado da Demanda

Maximizando a função de utilidade com elasticidade-de-substituição constante (*CES preferences*) abaixo, em cada país j e em cada ano:

$$U_j = \left\{ \left[\left(\sum_{k=1}^N X_{kj}^{\theta_j} \right)^{\frac{1}{\theta_j}} \right]^{\psi_j} + X_{jj}^{\psi_j} \right\}^{\frac{1}{\psi_j}}, \text{ com } k \neq j \text{ e } j = 1, \dots, N \quad (3.4)$$

onde: $\psi_j = (\mu_j - 1)/\mu_j$ sendo que μ_j é a elasticidade-de-substituição constante entre bens domésticos e bens importados por j ($0 \leq \mu_j \leq \infty$) e, $\theta_j = (\sigma_j - 1)/\sigma_j$ onde σ_j é a elasticidade-de-substituição constante entre bens importados por j ($0 \leq \sigma_j \leq \infty$).

Sujeita à restrição orçamentária em j definida como se segue:

$$Y_j = \sum_{k=1}^N \bar{P}_{kj} X_{kj}, \quad j = 1, \dots, N \quad (3.5)$$

Construímos o seguinte Lagrangeano:³⁴

$$L_j = \left\{ \left[\left(\sum^* X_{kj}^{\theta_j} \right)^{\frac{1}{\theta_j}} \right]^{\psi_j} + X_{jj}^{\psi_j} \right\}^{\frac{1}{\psi_j}} + \lambda_j \left(Y_j - \sum_{k=1}^N \bar{P}_{kj} X_{kj} \right) \quad (3.6)$$

³⁴ Com o intuito de simplificar a apresentação matemática, o símbolo \sum^* denotará o somatório de $k = 1, \dots, N$, com $k \neq j$.

Resolvendo a função Lagrangeano acima em relação a X_{ij} , X_{jj} e λ_j obtemos as seguintes $N(N + 1)$ condições de primeira-ordem:

$$\frac{\partial L_j}{\partial X_{ij}} = \psi_j^{-1} \left[\left(\sum * X_{kj}^{\theta_j} \right)^{\frac{\psi_j}{\theta_j}} + X_{jj}^{\psi_j} \right]^{\frac{1-\psi_j}{\psi_j}} * \frac{\psi_j}{\theta_j} \left(\sum * X_{kj}^{\theta_j} \right)^{\frac{\psi_j-\theta_j}{\theta_j}} * \theta_j (X_{ij})^{(\theta_j-1)} - \lambda_j \bar{P}_{ij} = 0$$

, $j = 1, \dots, N$ ($i \neq j$) (3.6a)

$$\frac{\partial L_j}{\partial X_{jj}} = \psi_j^{-1} \left[\left(\sum * X_{kj}^{\theta_j} \right)^{\frac{\psi_j}{\theta_j}} + X_{jj}^{\psi_j} \right]^{\frac{1-\psi_j}{\psi_j}} * \psi_j (X_{jj})^{(\psi_j-1)} - \lambda_j P_{jj} = 0$$

(3.6b)

$$\frac{\partial L_j}{\partial \lambda_j} = Y_j - \sum_{k=1}^N \bar{P}_{kj} X_{kj} = 0$$

, $j = 1, \dots, N$ (3.6c)

Reescrevendo as equações (3.6a) e (3.6b), obtemos:

$$\frac{X_{ij}^{\theta_j-1}}{P_{ij}} = -\lambda_j \left[\left(\sum * X_{kj}^{\theta_j} \right)^{\frac{\psi_j}{\theta_j}} + X_{jj}^{\psi_j} \right]^{\frac{\psi_j-1}{\psi_j}} * \left(\sum * X_{kj}^{\theta_j} \right)^{\frac{\theta_j-\psi_j}{\theta_j}}$$

, $i, j = 1, \dots, N$ e $i \neq j$ (3.6d)

$$\frac{X_{jj}^{\psi_j-1}}{P_{jj}} = -\lambda_j \left[\left(\sum * X_{kj}^{\theta_j} \right)^{\frac{\psi_j}{\theta_j}} + X_{jj}^{\psi_j} \right]^{\frac{\psi_j-1}{\psi_j}}$$

, $j = 1, \dots, N$ (3.6e)

As equações (3.6d) e (3.6e) podem ser resumidas como:

$$\frac{X_{1j}^{\theta_j-1}}{\bar{P}_{1j}} = \dots = \frac{X_{j-1,j}^{\theta_j-1}}{\bar{P}_{j-1,j}} = \frac{\left[\left(\sum * X_{kj}^{\theta_j} \right)^{(\theta_j-\psi_j)/\theta_j} X_{jj}^{\psi_j-1} \right]}{P_{jj}} = \frac{X_{j+1,j}^{\theta_j-1}}{\bar{P}_{j+1,j}} = \dots = \frac{X_{Nj}^{\theta_j-1}}{\bar{P}_{Nj}}$$

, $j = 1, \dots, N$ (3.6f)

A equação acima pode ser manipulada para render as seguintes expressões:

$$X_{kj} = X_{ij} \bar{P}_{ij}^{1/(1-\theta_j)} \bar{P}_{kj}^{-1/(1-\theta_j)} \quad , k, j = 1, \dots, N \quad (i \neq j \neq k) \quad (3.6g)$$

$$X_{jj} = \left(\sum X_{kj}^{\theta_j} \right)^{(\psi_j - \theta_j)/[\theta_j(\psi_j - 1)]} X_{ij}^{(\theta_j - 1)/(\psi_j - 1)} \bar{P}_{ij}^{1/(1-\psi_j)} P_{jj}^{-1/(1-\psi_j)} \quad , j = 1, \dots, N \quad (j \neq i) \quad (3.6h)$$

As equações de demanda por importações bilaterais agregadas descritas pela equação (3.7) apresentadas a seguir são derivadas substituindo primeiro a equação (3.6g) na equação (3.6h) e, depois, substituindo o resultado na equação (3.6c). Lembrando-se de que $\sigma_j = 1/(1 - \theta_j)$ e $\mu_j = 1/(1 - \psi_j)$ e resolvendo para X_{ij} obtemos as $N(N - 1)$ equações abaixo:

$$X_{ij}^D = \frac{Y_j \bar{P}_{ij}^{-\sigma_j} \left[\left(\sum * \bar{P}_{kj}^{1-\sigma_j} \right)^{1/1-\sigma_j} \right]^{\sigma_j - \mu_j}}{\left[\left(\sum * \bar{P}_{kj}^{1-\sigma_j} \right)^{1/1-\sigma_j} \right]^{1-\mu_j} + P_{jj}^{1-\mu_j}} \quad , i, j = 1, \dots, N \text{ e } i \neq j \quad (3.7)$$

As N equações de demanda por bens domésticos são obtidas substituindo as equações (3.6g) e (3.7) na equação (3.6h) e resolvendo a expressão resultante para X_{jj} :

$$X_{jj}^D = \frac{Y_j \bar{P}_{jj}^{-\mu_j}}{\left[\left(\sum * \bar{P}_{kj}^{1-\sigma_j} \right)^{1/1-\sigma_j} \right]^{1-\mu_j} + P_{jj}^{1-\mu_j}} \quad , j = 1, \dots, N \quad (3.8)$$

O Lado da Oferta

Em cada país e em cada ano, as firmas maximizam funções de lucro definidas da seguinte maneira:

$$\prod_i = \sum_{k=1}^N P_{ik} X_{ik} - W_i R_i \quad , i = 1, \dots, N \quad (3.9)$$

O recurso disponível R é alocado em cada país de acordo com a elasticidade-de-transformação (CET) constante e a função de produção definida abaixo:

$$R_i = \left\{ \left[\left(\sum_{k=1}^N ** X_{ik}^{\psi_i} \right)^{1/\psi_i} \right]^{\delta_i} + X_{ii}^{\delta_i} \right\}^{1/\delta_i}, \quad i = 1, \dots, N. \quad (3.10)$$

onde: $\delta_i = (1 + \eta_i)/\eta_i$ sendo que η_i é a elasticidade-de-transformação constante em i entre a produção para os mercados doméstico e estrangeiro ($0 \leq \eta_i \leq \infty$) e, $\phi_i = (1 + \gamma_i)/\gamma_i$ onde γ_i é a elasticidade-de-transformação constante em i para a produção entre os mercados exportadores ($0 \leq \gamma_i \leq \infty$).³⁵

Substituindo a equação (3.10) na equação (3.9) e maximizando a equação resultante obtemos N^2 condições de primeira-ordem conforme descritas abaixo:

$$\frac{\partial U_i}{\partial X_{ij}} = P_{ij} - W_i (1/\delta_i) \left[\left(\sum ** X_{ik}^{\phi_i} \right)^{\delta_i/\phi_i} + X_{ii}^{\delta_i} \right]^{(1-\delta_i)/\delta_i} (\delta_i/\phi_i) \left(\sum ** X_{ik}^{\phi_i} \right)^{(\delta_i-\phi_i)/\phi_i} \phi_i X_{ij}^{\phi_i-1} = 0$$

$$, \quad i, j = 1, \dots, N \quad (i \neq j) \quad (3.10a)$$

$$\frac{\partial U_i}{\partial X_{ii}} = P_{ii} - W_i (1/\delta_i) \left[\left(\sum ** X_{ik}^{\phi_i} \right)^{\delta_i/\phi_i} + X_{ii}^{\delta_i} \right]^{(1-\delta_i)/\delta_i} (\delta_i) X_{ii}^{\delta_i-1} = 0 \quad , \quad i = 1, \dots, N \quad (3.10b)$$

As equações (3.10a) e (3.10b) podem ser reescritas como:

$$W_i = P_{ij} \left[\left(\sum ** X_{ij}^{\phi_i} \right)^{\delta_i/\phi_i} + X_{ii}^{\delta_i} \right]^{(\delta_i-1)/\delta_i} \left(\sum ** X_{ik}^{\phi_i} \right)^{(\phi_i-\delta_i)/\phi_i} X_{ij}^{1-\phi_i} \quad , \quad i, j = 1, \dots, N \quad (i \neq j) \quad (3.10c)$$

$$W_i = P_{ii} \left[\left(\sum ** X_{ij}^{\phi_i} \right)^{\delta_i/\phi_i} + X_{ii}^{\delta_i} \right]^{(\delta_i-1)/\delta_i} X_{ii}^{1-\delta_i} \quad , \quad i = 1, \dots, N \quad (3.10d)$$

³⁵ Seguindo a simplificação adotada pelo autor, daqui em diante o símbolo $\sum **$ denotará o somatório de $k = 1, \dots, N$, com $k \neq i$.

As equações acima podem ser igualadas e resumidas a seguinte expressão:

$$\frac{X_{i1}^{\phi_i-1}}{P_{i1}} = \dots = \frac{X_{i,i-1}^{\phi_i-1}}{P_{i,i-1}} = \frac{\left[\left(\sum ** X_{ik}^{\phi_i} \right)^{(\phi_i-\delta_i)/\delta_i} X_{ii}^{\delta_i-1} \right]}{P_{ii}} = \frac{X_{i,i+1}^{\phi_i-1}}{P_{i,i+1}} = \dots = \frac{X_{iN}^{\phi_i-1}}{P_{iN}}, \quad i = 1, \dots, N \quad (3.10e)$$

A equação (3.10e) pode ser resolvida para obtermos as seguintes expressões:

$$X_{ik} = X_{ij} P_{ij}^{1/(1-\phi_i)} P_{ik}^{-1/(1-\phi_i)}, \quad i, k = 1, \dots, N \quad (i \neq j \neq k) \quad (3.10f)$$

$$X_{ii} = \left(\sum ** X_{ik}^{\phi_i} \right)^{(\delta_i-\phi_i)/[\phi_i(\delta_i-1)]} X_{ij}^{(\phi_i-1)/(\delta_i-1)} P_{ij}^{1/(1-\delta_i)} P_{ii}^{-1/(1-\delta_i)}, \quad i = 1, \dots, N \quad (i \neq j) \quad (3.10g)$$

Substituindo as equações (3.10f) e (3.10g) na equação (3.10) apresentada anteriormente (depois de substituirmos (3.10f) em (3.10g) e lembrando-se que $\gamma_i = 1 / (\phi_i - 1)$ e $\eta_i = 1 / (\delta_i - 1)$) e resolvendo a equação resultante para X_{ij} , obtemos:

$$X_{ij} = R_i P_{ij}^{\gamma_i} \left[\left(\sum ** P_{ik}^{1+\gamma_i} \right)^{1/(1+\gamma_i)} \right]^{-(\gamma_i-\eta_i)} \left\{ \left[\left(\sum ** P_{ik}^{1+\gamma_i} \right)^{1/(1+\gamma_i)} \right]^{1+\eta_i} + P_{ii}^{1+\eta_i} \right\}^{-\eta_i/(1+\eta_i)}, \quad i, j = 1, \dots, N \quad (i \neq j) \quad (3.10h)$$

Agora, substituindo (3.10f) e (3.10h) na equação (3.10g) e resolvendo a equação resultante para X_{ii} , obtemos:

$$X_{ii} = R_i P_{ii}^{\eta_i} \left\{ \left[\left(\sum ** P_{ik}^{1+\gamma_i} \right)^{1/(1+\gamma_i)} \right]^{1+\eta_i} + P_{ii}^{1+\eta_i} \right\}^{-\eta_i/(1+\eta_i)}, \quad i = 1, \dots, N \quad (3.10i)$$

Substituindo as equações (3.10f), (3.10h) e (3.10i) na equação (3.10d) e resolvendo a equação resultante para W_i , obtemos:

$$W_i = \left\{ \left[\left(\sum ** P_{ik}^{1+\gamma_i} \right)^{1/(1+\gamma_i)} \right]^{1+\eta_i} + P_{ii}^{1+\eta_i} \right\}^{1/(1+\eta_i)}, \quad i = 1, \dots, N \quad (3.10j)$$

Visto que $Y_i = W_i R_i$, as equações (3.11) e (3.12) podem ser obtidas substituindo Y_i/W_i por R_i em (3.10h) e (3.10i), respectivamente, após primeiro substituirmos (3.10j) por W_i . Logo, as $N(N - 1)$ equações de oferta de exportações bilaterais agregadas são definidas da seguinte maneira:

$$X_{ij}^S = \frac{Y_i P_{ij}^{\gamma_i} \left[\left(\sum_{k \neq i} P_{ik}^{1+\gamma_i} \right)^{1/\gamma_i} \right]^{-(\gamma_i - \eta_i)}}{\left[\left(\sum_{k \neq i} P_{ik}^{1+\gamma_i} \right)^{1/\gamma_i} \right]^{1+\eta_j} + P_{ii}^{1+\eta_i}}, \quad i, j = 1, \dots, N \quad (i \neq j) \quad (3.11)$$

Assim como as N equações de oferta doméstica:

$$X_{ii}^S = \frac{Y_i P_{ii}^{\eta_i}}{\left[\left(\sum_{k \neq i} P_{ik}^{1+\gamma_i} \right)^{1/\gamma_i} \right]^{(1+\eta_j)} + P_{ii}^{(1+\eta_i)}}, \quad i = 1, \dots, N \quad (3.12)$$

Sendo que, com um fator de produção, a renda nacional no país i é restringida pela expressão:

$$Y_i = W_i R_i, \quad i = 1, \dots, N \quad (3.13)$$

O Equilíbrio

A partir do momento em que assumimos nesse mercado a existência de equilíbrio entre os sistemas de demanda e oferta, obtemos N^2 condições de equilíbrio descritas abaixo:

$$X_{ij} = X_{ij}^D = X_{ij}^S, \quad i, j = 1, \dots, N \quad (3.14)$$

onde X_{ij} é o volume de fluxos de comércio real de i para j . As equações (3.5) – (3.8) e (3.10) – (3.15) produzem um modelo de equilíbrio geral do comércio mundial com $4N^2 + 3N$ equações e variáveis exógenas.

Resolvendo para a Equação Gravitacional: O Modelo de Equilíbrio Parcial

Deriva-se o modelo gravitacional assumindo algumas hipóteses adicionais.

Hipótese 1

A primeira hipótese supõe que o mercado para o fluxo de comércio agregado originado no país i com destino para o país j é pequeno relativo aos outros $N^2 - 1$ mercados. Isto é análogo à hipótese de uma economia pequena freqüentemente usada em estudos de finanças internacionais. Dessa forma, as variações nos fluxos de comércio entre os países i e j (X_{ij}) e nos preços desses fluxos (P_{ij}) a fim de equilibrar as quantidades demandadas e ofertadas entre i e j (X_{ij}^D) e (X_{ij}^S) não têm impactos significativos sobre a renda do país exportador i (Y_i), a renda do país importador j (Y_j), o preço do bem produzido e vendido no mercado i e j , ou seja, (P_{ii}) e (P_{jj}), e os termos preço $\sum **P_{ik}^{1+\gamma_i}$ e $\sum * \bar{P}_{kj}^{1-\sigma_j}$. O sistema de equilíbrio geral de $4N^2 + 3N$ equações pode então ser considerado como N^2 subsistemas de equilíbrio parcial de 4 equações cada com 4 variáveis endógenas (X_{ij} , X_{ij}^D , X_{ij}^S , P_{ij}) e $3N$ restrições. Combinando cada equação (3.7) e (3.12) com uma de (3.15) obtemos as seguintes expressões para os preços bilaterais dos fluxos de comércio entre os países i e j e as respectivas quantidades bilaterais negociadas entre eles:

$$P_{ij} = \left\{ \frac{Y_i^{-1} Y_j C_{ij}^{-\sigma_j} T_{ij}^{-\sigma_j} E_{ij}^{\sigma_j} \left(\sum ** P_{ik}^{1+\gamma_i} \right)^{(\gamma_i - \eta_i)/(1+\gamma_i)} \left(\sum * \bar{P}_{kj}^{1-\sigma_j} \right)^{(\sigma_j - \mu_j)/(1-\sigma_j)} \left[\left(\sum ** P_{ik}^{1+\gamma_i} \right)^{(1+\eta_i)/(1+\gamma_i)} + P_{ii}^{(1+\eta_i)} \right]}{\left[\left(\sum * \bar{P}_{kj}^{1-\sigma_j} \right)^{(1-\mu_j)/(1-\sigma_j)} + P_{jj}^{1-\mu_j} \right]} \right\}^{1/(\gamma_i + \sigma_j)} \quad (3.16)$$

$$X_{ij} = \left\{ \frac{Y_i^{\sigma_j} Y_j^{\gamma_i} C_{ij}^{-\gamma_i \sigma_j} T_{ij}^{-\gamma_i \sigma_j} E_{ij}^{\gamma_i \sigma_j} \left(\sum ** P_{ik}^{1+\gamma_i} \right)^{-\sigma_j (\gamma_i - \eta_i)/(1+\gamma_i)} \left(\sum ** \bar{P}_{kj}^{1-\sigma_j} \right)^{\gamma_i (\sigma_j - \mu_j)/(1-\sigma_j)}}{\left[\left(\sum ** P_{ik}^{1+\gamma_i} \right)^{(1+\eta_i)/(1+\gamma_i)} + P_{ii}^{(1+\eta_i)} \right]^{\sigma_j} \left[\left(\sum ** \bar{P}_{kj}^{1-\sigma_j} \right)^{(1-\mu_j)/(1-\sigma_j)} + P_{jj}^{1-\mu_j} \right]^{\gamma_i}} \right\}^{1/(\gamma_i + \sigma_j)} \quad (3.17)$$

A hipótese de mercado pequeno, portanto, produz uma equação de comércio bilateral de forma reduzida com as variáveis Y_i e Y_j sendo tratadas exogenamente. Uma consequência desta hipótese é que certos termos preço são também tratados exogenamente.

Hipótese 2

Uma segunda hipótese pode ser definida a partir do momento em que se assume que os países compartilham funções de utilidade e funções de produção idênticas entre eles. A idéia subjacente, nesse caso, é que uma restrição desse tipo garante que os parâmetros das equações (3.16) e (3.17) são constantes entre todos os pares de países.³⁶ Definida esta hipótese, combinamos as equações (3.16) e (3.17) de modo a obtermos a seguinte expressão abaixo:

$$\begin{aligned}
 PX_{ij} = & Y_i^{(\sigma-1)/(\gamma+\sigma)} Y_j^{(\gamma+1)/(\gamma+\sigma)} C_{ij}^{-\sigma(\gamma+1)/(\gamma+\sigma)} T_{ij}^{-\sigma(\gamma+1)/(\gamma+\sigma)} E_{ij}^{\sigma(\gamma+1)/(\gamma+\sigma)} * \\
 & * \left(\sum ** P_{ik}^{1+\gamma} \right)^{-(\sigma-1)(\gamma-\eta)/(1+\gamma)(\gamma+\sigma)} \left(\sum * \bar{P}_{kj}^{1-\sigma} \right)^{(\gamma+1)(\sigma-\mu)/(1-\sigma)(\gamma+\sigma)} * \\
 & * \left[\left(\sum ** P_{ik}^{1+\gamma} \right)^{(1+\eta)(1+\gamma)} + P_{ii}^{1+\eta} \right]^{-(\sigma-1)/(\gamma+\sigma)} * \\
 & * \left[\left(\sum * \bar{P}_{kj}^{1-\sigma} \right)^{(1-\mu)/(1-\sigma)} + P_{jj}^{1-\mu} \right]^{-(\gamma+1)/(\gamma+\sigma)}
 \end{aligned} \tag{3.18}$$

A variável PX_{ij} representa o valor do fluxo de comércio de i para j , resultado da simples multiplicação do preço bilateral dos fluxos de comércio entre i e j pela respectiva quantidade comercializada entre ambos, ou seja, $PX_{ij} = P_{ij} * X_{ij}$. A equação (3.18) acima define o que seria chamado de uma equação gravitacional “generalizada”. A expressão “generalizada”, nesse caso, é utilizada pelo fato da renda dos países exportador e importador serem tratadas exogenamente no modelo, além de que não são impostas nenhuma outra restrição sobre os valores dos parâmetros a não ser a de que eles sejam idênticos entre todos os pares de países.

³⁶ De maneira semelhante, Anderson (1979) assume funções de despesas idênticas entre os países em sua fundamentação teórica.