

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO SÓCIO-ECONÔMICO  
DEPARTAMENTO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ECONOMIA E FINANÇAS

**THIAGO FLEITH OTUKI**

**FEBRE AFTOSA E SEU IMPACTO SOBRE A VOLATILIDADE DOS PREÇOS  
DA CARNE SUÍNA E BOVINA**

Dissertação de Mestrado

FLORIANÓPOLIS  
2007

**THIAGO FLEITH OTUKI**

**FEBRE AFTOSA E SEU IMPACTO SOBRE A VOLATILIDADE DOS PREÇOS  
DA CARNE SUÍNA E BOVINA**

Dissertação apresentada ao  
Curso de Pós-graduação em  
Economia, da Universidade  
Federal de Santa Catarina,  
como requisito parcial para a  
obtenção do título de Mestre em  
Economia, sob a orientação do  
Professor Celso Leonardo  
Weydmann.

FLORIANÓPOLIS  
2007

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço o apoio de todos os Professores do Curso de Pós-Graduação em Economia, principalmente ao Prof. Newton C. A. da Costa Jr. pelo suporte concedido desde o curso de graduação e ao Prof. Fernando Seabra pelas suas contribuições às pesquisas realizadas durante o curso.

Agradeço especialmente ao meu orientador, Prof. Celso Leonardo Weydmann, pela paciência e atenção concedida, além de suas valiosas contribuições para o desenvolvimento deste trabalho.

A toda minha família e aos amigos do mestrado Carlos Henrique, Dinora, André, Luciana, Túlio e Carla.

Agradeço ao Instituto de Estudos Estratégicos Celso Ramos e ao Paulo César Leite Esteves pela oportunidade profissional que possibilitou a realização deste trabalho.

*“A teoria econômica não oferece um corpo de conclusões estáveis imediatamente aplicável à formulação de políticas públicas. É um método, mais do que uma doutrina, um aparato da mente que ajuda seu possuidor a alcançar conclusões corretas”.*

**John Maynard Keynes**

## RESUMO

Os mercados de carnes, nos últimos anos, vêm enfrentando perdas econômicas relacionadas a doenças como o mal da vaca louca, febre aftosa e a gripe aviária. O Brasil, após dois anos sem registrar focos de febre aftosa, voltou a registrar a doença em 2004, provocando o embargo dos principais importadores da carne brasileira. O presente estudo investiga o comportamento da volatilidade dos preços pagos ao produtor da carne suína e bovina, no período de 1984 a 2006, procurando evidências de que este evento sanitário constitui-se em um fator de instabilidade dos preços. Por meio de um modelo GARCH, adicionando uma variável que indica a presença da aftosa no modelo, confirmou-se a hipótese de que o reaparecimento da doença está vinculado ao aumento da variabilidade dos preços da carne suína.

**Palavras-chave:** febre aftosa, carne bovina, carne suína, volatilidade, GARCH.

## ABSTRACT

The meat market has been facing economic losses in the last years related to diseases as the mad cow, foot and mouth disease (FMD) and avian influenza. Brazil registered the disease in 2004 after two years without registering FMD focus causing impediment from major importers of Brazilian meat. This present study aims to investigate the beef and pork farm prices volatility behaviour in the period of 1984 to 2006, searching for evidences that may show that this event is a factor of prices instability. In order to do this, GARCH model was used, including one *dummy* variable for measuring the FMD presence in the model, confirming the hypothesis that the disease reappearance is linked to the pork meat prices volatility.

**Key Words:** foot and mouth disease, beef, pork, volatility, GARCH.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Maiores Produtores de Carne Bovina (em mil toneladas).....	22
TABELA 2 - Consumo Mundial de Carne Bovina (em mil toneladas) .....	23
TABELA 3 - Participação dos Estados Brasileiros nas Exportações de Carne Bovina – em volume .....	29
TABELA 4 - Maiores Produtores de Carne Suína (em mil toneladas).....	31
TABELA 5 - Consumo Mundial de Carne Suína (em mil toneladas).....	32
TABELA 6 - Participação dos Estados Brasileiros nas Exportações de Carne Suína - em volume .....	37
TABELA 7 - Países Livres da Aftosa sem Vacinação .....	40
TABELA 8 - Recursos financeiros destinados ao sistema de defesa sanitária animal - Brasil 1992 a 2004 (em US\$) .....	45
TABELA 9 - Evolução do Reconhecimento de Áreas Livres da Aftosa no Brasil.....	46
TABELA 10 - Séries de preços pagos aos produtores das carnes bovina e suína.....	67
TABELA 11 - Estimativas do modelo GARCH para os retornos dos preços do Boi Gordo (Brasil) e Boi Gordo (SP).....	82
TABELA 12 - Estimativas do modelo GARCH para os retornos dos preços do Suíno (Brasil) e Suíno (SC) .....	84
TABELA 13 - Estatísticas descritivas das séries de retornos dos preços.....	109
TABELA 14 - Testes de raiz unitária para os retornos dos preços (ADF).....	109
TABELA 15 - Estimativas dos coeficientes de autocorrelação das séries de retornos – Boi Gordo (Brasil) e Boi Gordo (SP) .....	110
TABELA 16 - Estimativas dos coeficientes de autocorrelação das séries de retornos - Suíno (Brasil) e Suíno (SC).....	110
TABELA 17 - Estimativas dos coeficientes de autocorrelação das séries de retornos ao quadrado – Boi Gordo (Brasil) e Boi Gordo (SP) .....	111
TABELA 18 - Estimativas dos coeficientes de autocorrelação das séries de retornos ao quadrado – Suíno (Brasil) e Suíno (SC) .....	111
TABELA 19 - Teste ARCH-LM (Multiplicador de Lagrange) .....	112

TABELA 20 - Estatística Q de Ljung-Box dos quadrados dos resíduos dos modelos GARCH .....	112
TABELA 21 - Teste ARCH-LM para os resíduos dos modelos GARCH .....	113
TABELA 22 - Estimativas do modelo GARCH para os retornos dos preços do Suíno (Brasil) com a inclusão da variância dos retornos de SC .....	114
TABELA 23 - Estimativas do modelo GARCH para os retornos dos preços do Suíno (Santa Catarina) com a inclusão da variância dos retornos de BR.....	115

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Produção Mundial de Carne Bovina e Suína - 2000 a 2006 .....	20
FIGURA 2 - Evolução do Consumo Per Capita de Carnes no Mundo .....	21
FIGURA 3 - Maiores Importadores Mundiais de Carne Bovina - 2005 .....	24
FIGURA 4 - Maiores Exportadores Mundiais de Carne Bovina – 2005.....	24
FIGURA 5 - Exportações de Carne Bovina Brasil (2000-2006).....	25
FIGURA 6 - Média mensal da taxa de crescimento das exportações da carne bovina e suína <i>in natura</i> – 09/2004 a 08/2006 .....	27
FIGURA 7 - Principais Destinos da Carne Bovina Brasileira em 2006.....	28
FIGURA 8 - Produção e Consumo de Carne Bovina Brasil (1000 toneladas equivalente carcaça).....	29
FIGURA 9 - Consumo Per Capita de Carne Bovina Brasil (kg/habitante/ano) .....	30
FIGURA 10 - Maiores Importadores Mundiais de Carne Suína – 2005 .....	33
FIGURA 11 - Maiores Exportadores Mundiais de Carne Suína – 2005 .....	34
FIGURA 12 - Exportações de Carne Suína Brasil (2000-2006) .....	35
FIGURA 13 - Principais Destinos da Carne Suína Brasileira em 2006 .....	36
FIGURA 14 - Produção e Consumo de Carne Suína Brasil (mil toneladas).....	37
FIGURA 15 - Consumo Per Capita de Carne Suína Brasil (kg/habitante/ano).....	38
FIGURA 16 - Número de focos de febre aftosa no Brasil (1970-2005) .....	41
FIGURA 17 - Mapa Geográfico da Febre Aftosa no Brasil.....	47
FIGURA 18 - Distribuição Anual de Focos de Aftosa – Brasil (1993-2005) .....	50
FIGURA 19 - Gráficos dos preços pagos aos produtores – boi gordo e suíno (09/2004 a 09/2006).....	52
FIGURA 20 - Coeficiente de variação dos preços – Boi Gordo Brasil e Boi Gordo SP .....	53
FIGURA 21 - Coeficiente de variação dos preços – Suíno Brasil e Suíno SC .....	54
FIGURA 22 - Gráficos dos preços e retornos do boi gordo (Brasil).....	76

FIGURA 23 - Gráficos dos preços e retornos do boi gordo (São Paulo) .....	77
FIGURA 24 - Gráficos dos preços e retornos do suíno (Brasil) .....	78
FIGURA 25 - Gráficos dos preços e retornos do suíno (São Catarina) .....	79
FIGURA 26 - Volatilidade dos retornos dos preços estimada pelo modelo GARCH – Boi Gordo (Brasil) e Boi Gordo (SP) .....	83
FIGURA 27 - Volatilidade dos retornos dos preços estimada pelo modelo GARCH – Suíno (Brasil) e Suíno (SC) .....	87
FIGURA 28 – Mapa Mundial dos Países Livres de Aftosa sem Vacinação .....	106
FIGURA 29 - Distribuição dos retornos dos preços – Boi Gordo (Brasil) .....	107
FIGURA 30 - Distribuição dos retornos dos preços – Suíno (Brasil) .....	107
FIGURA 31 - Distribuição dos retornos dos preços – Boi Gordo (SP) .....	108
FIGURA 32 - Distribuição dos retornos dos preços – Suíno (SC) .....	108

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIACOES**

**ABIEC** - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes

**ABIPECS** - Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína

**ACCS** - Associação Catarinense de Criadores de Suínos

**BSE** - Bovine Spongiform Encephalopathy

**CGE** - Computable General Equilibrium

**CNPC** - Conselho Nacional da Pecuária de Corte

**FMD** - Foot and Mouth Disease

**FAEP** - Federação de Agricultura do Estado do Paraná

**FAESC** - Federação da Agricultura do Estado de Santa Catarina

**FAO** - Food and Agriculture Organization of the United Nations

**FAS** - Foreign Agricultural Service

**FGV** - Fundação Getúlio Vargas

**ICEPA** - Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina

**IEA** - Instituto de Economia Agrícola

**IPEA** - Instituto de Pesquisa Econmica e Aplicada

**MAPA** - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

**MDIC** - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

**OIE** - Office International Des Epizooties

**PNEFA** - Programa Nacional de Erradicação da Febre Aftosa

**SECEX** - Secretaria de Comércio Exterior

**SINDICARNE** - Sindicato da Indústria de Carnes e Derivados do Paraná

**USDA** - United States Department of Agriculture

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>V</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES.....</b>	<b>XI</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1 O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA .....	14
1.2 HIPÓTESE .....	18
1.3 OBJETIVOS.....	18
1.3.1 GERAL.....	18
1.3.2 ESPECÍFICOS .....	18
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	19
<b>2 OS MERCADOS DE CARNE BOVINA E SUÍNA.....</b>	<b>20</b>
2.1 INTRODUÇÃO.....	20
2.2 O MERCADO DE CARNE BOVINA.....	22
2.2.1 O PANORAMA INTERNACIONAL DA CARNE BOVINA.....	22
2.2.2 O PANORAMA NACIONAL DA CARNE BOVINA.....	25
2.3 O MERCADO DE CARNE SUÍNA .....	30
2.3.1 O PANORAMA INTERNACIONAL DA CARNE SUÍNA .....	30
2.3.2 O PANORAMA NACIONAL DE CARNE SUÍNA .....	34
2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	38
<b>3 A FEBRE AFTOSA NO BRASIL E SEUS IMPACTOS ECONÔMICOS .....</b>	<b>39</b>
3.1 HISTÓRICO.....	39
3.2 OS CUSTOS ECONÔMICOS DA AFTOSA .....	42
3.3 A SITUAÇÃO RECENTE DA AFTOSA NO BRASIL.....	46
3.4 OS FOCOS DE AFTOSA OCORRIDOS EM 2004 E 2005.....	48
3.5 VOLATILIDADE E FEBRE AFTOSA .....	50
3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	54
<b>4 VOLATILIDADE NOS MERCADOS AGRÍCOLAS.....</b>	<b>56</b>
4.1 A IMPORTÂNCIA DA VOLATILIDADE DOS PREÇOS AGRÍCOLAS .....	56
4.2 A VOLATILIDADE DAS COMMODITIES AGRÍCOLAS .....	58
4.3 VOLATILIDADE E AVERSÃO AO RISCO DOS PRODUTORES .....	60
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	65
<b>5 MÉTODOS E DADOS .....</b>	<b>66</b>
5.1 DADOS .....	66
5.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RETORNOS DOS PREÇOS .....	68
5.3 A VOLATILIDADE DOS PREÇOS E O MODELO GARCH .....	69
5.4 ESPECIFICAÇÃO DOS MODELOS .....	71
5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	74
<b>6 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>75</b>
6.1 ANÁLISE DOS PREÇOS E ESTATÍSTICAS DOS RETORNOS.....	75

6.2 RESULTADOS DAS ESTIMATIVAS DOS MODELOS .....	81
6.3 HIPÓTESES SOBRE OS RESULTADOS .....	88
6.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	91
<b>7 CONCLUSÕES.....</b>	<b>93</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>97</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO B.....</b>	<b>109</b>

# **CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO**

## **1.1 O Problema e sua Importância**

Fatores como a ocorrência de fenômenos climáticos e naturais como secas, enchentes e geadas implicam em perdas de produtividade do setor agropecuário. Atualmente, outros fatores como políticas governamentais, pragas e problemas sanitários, prejudicam a produção e a rentabilidade dos produtores e da agroindústria. Tais fatores têm impactos diretos sobre o comportamento dos preços das *commodities* agrícolas.

Desta maneira, a maioria dos estudos sobre a variabilidade dos preços de *commodities* agrícolas explora o lado da oferta. A demanda é supostamente considerada estável porque os hábitos de consumo de alimentos em geral não mudam no curto-prazo. Esta noção, entretanto, tem se alterado na medida em que os consumidores são cada vez mais sensíveis às condições que envolvem a produção agrícola relacionadas, por exemplo, com a saúde, meio ambiente e condições de trabalho.

No mercado de carnes, os consumidores são particularmente sensíveis às condições sanitárias que envolvam a produção de animais. A produção e o consumo de carnes são particularmente afetados pela ocorrência de doenças nos rebanhos. Problemas relacionados com a doença da vaca louca, gripe aviária, febre suína clássica e a febre aftosa têm causado grandes perdas econômicas e sociais. Nos anos 2000 e 2001, a febre aftosa reapareceu em vários países como Japão, Taiwan e outras regiões da Ásia, América do Sul, África e Oriente Médio, resultando no abate de milhões de animais (Lima et. al, 2005). Kassum e Morgam (2002) apud Lima et. al (2005) estimam que os focos de aftosa e a doença da vaca louca, nesses anos, comprometeram quase um quarto do comércio de carne bovina e suína mundial.

Estes eventos sanitários, desta forma, vêm afetando a demanda de carnes. As barreiras comerciais impostas aos países afetados por doenças restringem suas vendas externas, além da própria redução do consumo de carnes devido ao receio dos consumidores em relação à transmissão de doenças. De acordo com Debertin (1986), como os mercados de *commodities* agrícolas funcionam próximos ao modelo de concorrência pura, significa que choques exógenos nos preços destes produtos como eventos sanitários, por exemplo, terão efeitos diretos na rentabilidade dessas atividades, já que os agentes econômicos são tomadores de preços.

Neste caso, o mercado brasileiro de bovinos e suínos é particularmente sensível aos eventos sanitários, pois o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores destas duas categorias de carne (maior exportador de carne bovina e quarto de carne suína). Assim, surtos de febre aftosa e outras doenças que venham a afetar o rebanho brasileiro terão impacto na demanda e, por conseqüência, nos preços, decorrentes de barreiras comerciais impostas pelos importadores.

No Brasil, os casos de febre aftosa foram inúmeros até a década de 80. Mais recentemente, a recorrência da doença tornou-se menor, tendo ocorrido na década de 90. A criação do Programa Nacional de Erradicação da Febre Aftosa (PNEFA), em 1992, auxiliou na queda do número de focos. Nos anos de 2002 e 2003, não foram registrados focos de febre aftosa no Brasil.

O Brasil teve reconhecimento como área livre de febre aftosa com vacinação pela OIE (Organização Mundial de Saúde Animal / Escritório Internacional de Epizootias) em maio de 1998, para os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e em maio de 2000, para os estados do Paraná, Goiás, Mato Grosso, São Paulo, Minas Gerais e o Distrito Federal. Tais estados são os principais exportadores de carne bovina e suína do país. Este fato pode explicar o crescimento expressivo de

vendas externas destas duas categorias de carnes nos últimos anos. As exportações de carne bovina cresceram, no período de 2000 a 2006, cerca de 468%. No mesmo período, as vendas de carne suína para o exterior cresceram 291%.

Após dois anos sem registrar focos de febre aftosa no Brasil, bem como o reconhecimento de área livre da doença em 15 estados, em 2004 e 2005, houve registro de focos da doença nos estados do Pará, Amazonas, Mato Grosso do Sul e Paraná. Em função do foco ocorrido em 2004, a Rússia, que representa 20% das vendas brasileiras de carne bovina e 50% da suína em 2006, impôs restrições às importações de animais vivos, carne suína, carne bovina e seus produtos e subprodutos.

Segundo a ABIEC (2006), o Brasil sofreu restrições comerciais em função da ocorrência de febre aftosa em mais de 50 países no ano de 2005. Países como Argentina, Rússia, Emirados Árabes Unidos, China e 25 países da União Européia restringiram as importações de carne bovina brasileira. Segundo Ângelo e Gonçalves (2006), as restrições comerciais afetaram de maneira decisiva os resultados em 2005, com um crescimento das exportações de carne bovina inferior à média. Para o Oriente Médio, por exemplo, em 2005, a quantidade vendida registrou queda de 44,6% em relação a 2004.

No caso da carne suína, segundo dados da FAESC (Federação da Agricultura do Estado de Santa Catarina) (2007), órgão do principal estado produtor e exportador de suínos, em 2006, o prejuízo decorrente dos embargos foi superior a R\$500 milhões, atingindo duramente todo o ciclo econômico da suinocultura (produtores e agroindústria). Cerca de 30 países restringiram suas compras de carne suína do Brasil em 2005.

Com efeito, o ritmo de crescimento do volume exportações mensais de carne bovina e suína diminuiu drasticamente após o primeiro foco de aftosa em setembro de 2004. Do começo de 2000 até 2004, a média de crescimento foi de em torno de 4,3% para as duas categorias de carne. Após o evento sanitário ocorrido no último quadrimestre de 2004, a taxa média de crescimento das exportações recuou para 0,36% devido às restrições impostas por vários compradores da carne bovina e suína brasileira. O resultado não foi pior, pois a carne estocada antes da detecção do foco foi liberada para exportação. Além disto, o Rio Grande Sul, grande produtor e exportador de carnes, teve o embargo suspenso pela Rússia (principal importador do Brasil) em abril de 2006.

O estudo realizado por Faria e Burnquist (2006) avaliou os impactos dos embargos à importação da carne bovina brasileira ocasionada pelos focos de aftosa em 2004 e 2005. Utilizando um modelo de equilíbrio geral computável, concluem que houve retração na produção e no emprego no setor de abates de animais.

Machado e Amin (2006) avaliaram o impacto da febre aftosa na posição competitiva do Brasil no mercado internacional de carne bovina. Os resultados indicam que falhas de defesa sanitária afetaram a cadeia da pecuária de corte incorrendo em perdas produtivas, sociais e econômicas. As restrições comerciais ameaçam a posição competitiva do Brasil no mercado mundial de carnes.

Este estudo está interessado no impacto da febre aftosa na volatilidade dos preços. Há evidências que mostram esta relação. No período de 2004 a 2006, no qual as exportações de carnes foram afetadas pela presença da doença, a variabilidade do preço da arroba do boi gordo em São Paulo se elevou em torno de 6%, tendo o preço caído cerca de 11%. Já os preços da carne suína em Santa Catarina apontam para uma elevação de 13% na instabilidade dos preços, acompanhados de uma queda de

45%. Estas informações, a princípio, parecem corroborar que a febre aftosa é um fator importante no comportamento do preço no mercado. Entretanto, como a literatura não apresenta uma análise mais formal que comprove estes fatos, a questão é se estas informações estatísticas são corroboradas por uma análise econométrica mais rigorosa em termos metodológicos.

## **1.2 Hipótese**

Postula-se que o comportamento dos preços da carne bovina e suína foi afetado pelos focos de febre aftosa ocorridos em 2004 e 2005, apresentando um maior nível de volatilidade neste período, caracterizando, assim, tal evento sanitário como um choque exógeno.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Geral**

O objetivo geral deste trabalho é analisar empiricamente o comportamento da volatilidade dos preços pagos aos produtores das carnes bovina e suína avaliando os efeitos dos focos de febre aftosa ocorridos em 2004 e 2005 no Brasil.

### **1.3.2 Específicos**

a) Através do modelo GARCH (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*), avaliar se os focos de febre aftosa ocorridos em 2004 e 2005 contribuíram de maneira significativa para o aumento da volatilidade dos preços pagos aos produtores da carne bovina e suína no Brasil;

b) Realizar uma análise da febre aftosa no Brasil abordando os resultados das políticas públicas de combate à doença e a situação recente da aftosa no país, assim como os seus impactos no setor de carnes e na economia dos países produtores;

c) Elaborar um panorama do mercado nacional e internacional das carnes bovina e suína levantando dados de produção, consumo, exportação e importação dos últimos cinco anos;

d) Verificar na literatura a relação entre a volatilidade dos preços e ganhos/perdas dos produtores na rentabilidade do setor agrícola.

#### **1.4 Estrutura do Trabalho**

O presente estudo está dividido em sete seções (capítulos). Após o capítulo de introdução, apresenta-se a seção referente ao panorama dos mercados de carne bovina e suína no Brasil e no mundo. A terceira seção realiza uma análise da febre aftosa no Brasil e a situação recente da doença no país. A quarta trata de estudos empíricos e teóricos sobre o aumento da volatilidade dos preços sobre os produtores de *commodities* agrícolas e na rentabilidade do setor. A quinta seção trata de todo o arcabouço metodológico a ser utilizado nos experimentos empíricos. A sexta parte se refere à análise e discussão dos resultados encontrados. Por fim, constam as conclusões do estudo realizado.

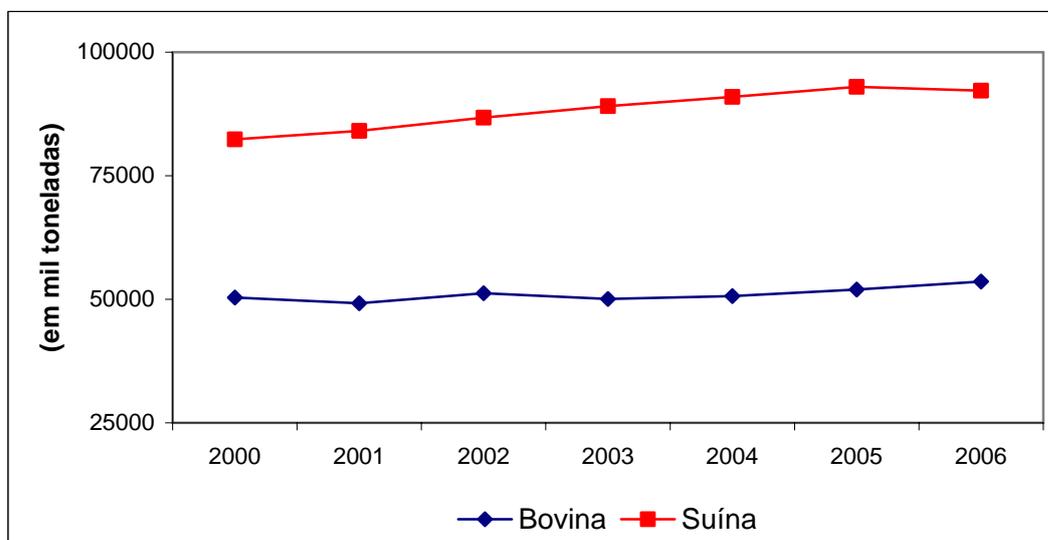
## CAPÍTULO 2 - OS MERCADOS DE CARNE BOVINA E SUÍNA

O presente capítulo tem o objetivo de analisar a evolução recente dos mercados de carne bovina e suína no Brasil e no mundo. A análise foi realizada a partir do levantamento e organização dos dados de produção, consumo, exportação e importação dos últimos cinco anos, coletados, principalmente, das associações de produtores e exportadores brasileiros destas duas *commodities*. Na primeira parte, compara-se a produção e o consumo dos dois tipos de carne no mundo. Posteriormente, analisam-se os mercados internacional e nacional da carne bovina e, posteriormente, apresentam-se as mesmas informações para o mercado de carne suína.

### 2.1 Introdução

O setor de carnes apresenta-se com um crescimento expressivo no que se refere ao consumo e comércio, dado às modificações de hábitos alimentares, segundo dados da FAO (2003). Conforme a figura 1, pode-se perceber que a carne suína, além do maior volume de produção, obteve, nos últimos 6 anos, uma taxa de crescimento superior ao da carne bovina com 11,9% de crescimento entre 2000 e 2006. A produção de carne bovina teve um crescimento de 6,4% no mesmo período.

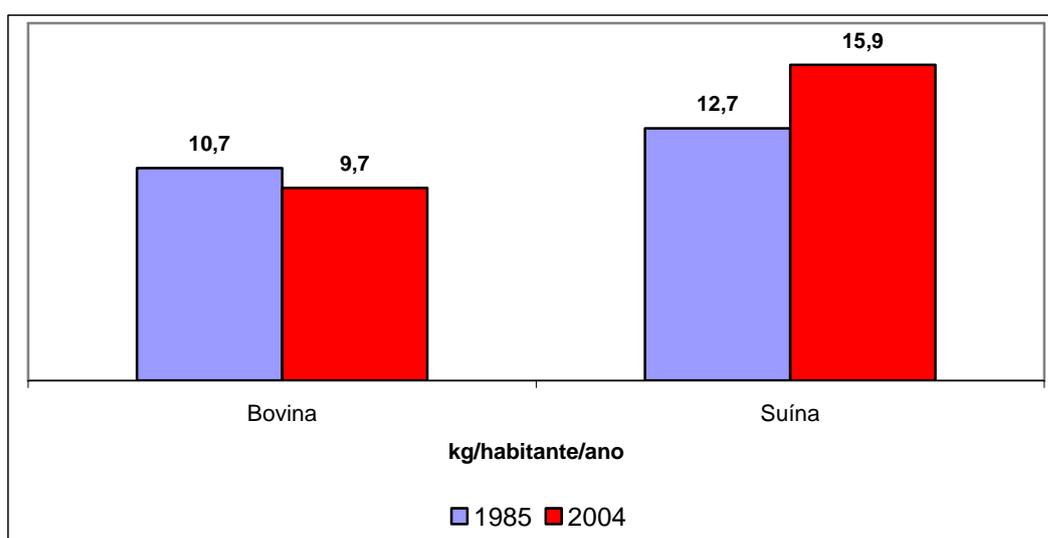
**Figura 1. Produção Mundial de Carne Bovina e Suína - 2000 a 2006**



Fonte: ICEPA (2006)/ABIPECS (2005).

A produção mundial de carne bovina chega a um patamar de 53 milhões contra os 92 milhões de toneladas produzidos de carne suína em 2006. A diferença chega a 38 milhões de toneladas. Tal fato pode ser explicado pela queda do consumo de carne bovina nos últimos vinte anos, conforme ilustra a figura 2. Segundo dados da ABIPECS (2004), a carne suína representou 46% da produção mundial do complexo de carnes (principais carnes) contra 27% da carne de frango, 25% da bovina e 2% de peru.

**Figura 2. Evolução do Consumo Per Capita de Carnes no Mundo**



Fonte: ABIEC (2006).

Enquanto a carne suína teve um acréscimo no consumo de 3,2 kg per capita, a carne bovina apresentou uma queda de 1 kg per capita no mesmo período. A produção e o consumo de carne suína vêm sendo impulsionados pela China e os membros da União Européia, pois só a China consumiu mais de 50 milhões de toneladas em 2006. Países como Dinamarca, Espanha e República Tcheca consomem mais de 60 kg per capita/ano, muito acima de países como o Brasil que, apesar de ser um dos maiores produtores mundiais, consome em torno de 11 kg/ano, muito abaixo dos 36 kg/ano da carne bovina.

## 2.2 O Mercado de Carne Bovina

### 2.2.1 O Panorama Internacional da Carne Bovina

Segundo dados do MAPA (2006), a produção mundial de carne bovina em 2014 será de 60,4 milhões de toneladas com um crescimento anual de 1,4%. A previsão para o consumo per capita mostra-se estável para os próximos sete anos (21 kg/habitante/ano).

Na tabela 1, pode-se observar a produção mundial de carne bovina dos últimos dois anos. Neste período, a liderança do ranking dos maiores produtores permaneceu inalterada tendo os Estados Unidos como país líder, com uma participação em torno de 22% na produção mundial. No ano de 2005, os Estados Unidos obteve 21,78% da produção, seguido do Brasil (16,07%); União Européia (15,05%); China (13,81%); Argentina (5,71%); Índia (4,29%); Austrália (4,20%); México (4,09%); Canadá (2,94%); Rússia (2,93%); Nova Zelândia (1,32%) e os demais países que representam 7,8% da produção mundial de carne bovina.

**Tabela 1. Maiores Produtores de Carne Bovina (em mil toneladas)**

<b>País</b>	<b>2005</b>	<b>%</b>	<b>2006*</b>	<b>%</b>
EUA	11.320	21,78	11.891	22,19
Brasil	8.355	16,07	8.810	16,44
União Européia	7.825	15,05	7.820	14,59
China	7.180	13,81	7.575	14,13
Argentina	2.970	5,71	3.100	5,78
Índia	2.230	4,29	2.300	4,29
Austrália	2.181	4,20	2.150	4,01
México	2.125	4,09	2.175	4,06
Canadá	1.530	2,94	1.450	2,71
Rússia	1.525	2,93	1.470	2,74
Nova Zelândia	685	1,32	735	1,37
Outros	4.052	7,80	4.116	7,68
<b>Total</b>	<b>51.978</b>	<b>100</b>	<b>53.592</b>	<b>100</b>

Fonte: ICEPA (2006).

\*Previsão.

O consumo mundial de carne bovina (tabela 2) aumentou 3,2% entre 2005 e 2006. A tendência de crescimento é menor do que as outras fontes de proteínas, pois entre 1983 e 2002, segundo a FAO (2003) apud Müller (2004), o consumo de carne

bovina obteve um crescimento de 15%. O consumo de carne de frango obteve um crescimento de 172% no mesmo período, enquanto a demanda por carne suína cresceu 63%. Os Estados Unidos são os maiores consumidores de carne bovina do mundo com cerca de 25% do total, seguido da União Européia (16%), China (14%), Brasil (13%) e outros países com menos de 5% do consumo mundial. Em 2006, a previsão é de um aumento no consumo na China, Brasil e Argentina.

**Tabela 2. Consumo Mundial de Carne Bovina (em mil toneladas)**

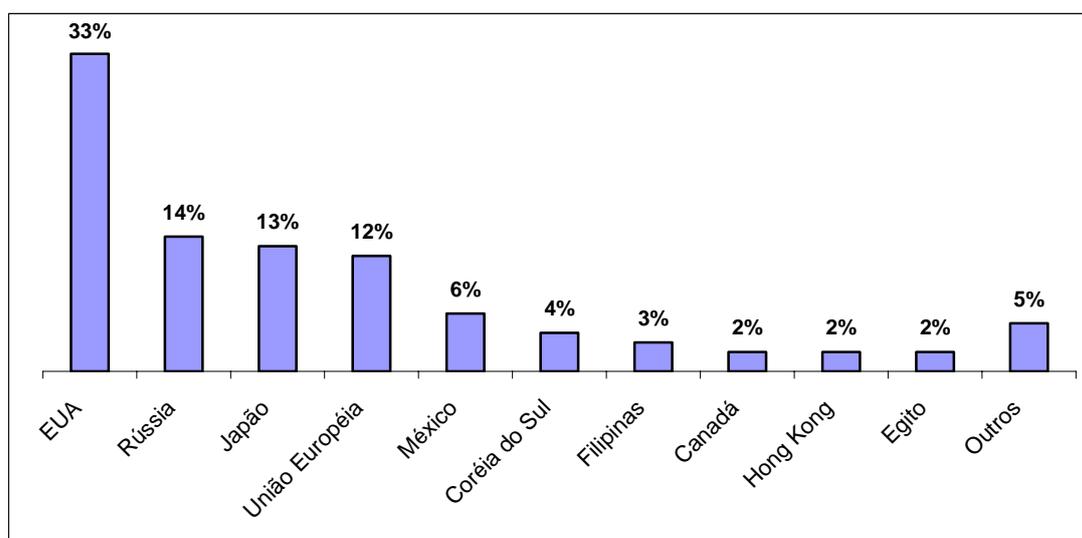
<b>País</b>	<b>2005</b>	<b>%</b>	<b>2006*</b>	<b>%</b>
EUA	12.746	25,42	13.061	25,24
União Européia	8.190	16,34	8.200	15,85
China	7.111	14,18	7.478	14,45
Brasil	6.600	13,16	7.035	13,60
México	2.420	4,83	2.505	4,84
Argentina	2.294	4,58	2.604	5,03
Rússia	2.200	4,39	2.175	4,20
Índia	1.610	3,21	1.625	3,14
Japão	1.221	2,44	1.237	2,39
Canadá	1.047	2,09	1.030	1,99
Austrália	750	1,50	760	1,47
Outros	3.946	7,87	4.033	7,79
<b>Total</b>	<b>50.135</b>	<b>100</b>	<b>51.743</b>	<b>100</b>

Fonte: ICEPA (2006).

\*Previsão.

Na figura 3, são apresentados os principais importadores de carne bovina. Os Estados Unidos são os principais importadores mundiais, visto que em 2005 representaram mais de um terço das importações. Cabe destacar a presença de países como Rússia, Japão e os membros da União Européia. Para Müller (2004), o aumento significativo das importações do México, Coreia do Sul, Filipinas e Taiwan é devido, principalmente, à elevação da renda interna desses países. Conforme dados em Lima et. al (2005), os vinte maiores importadores de carne bovina, em 2004, compraram mais de 3,5 milhões de toneladas.

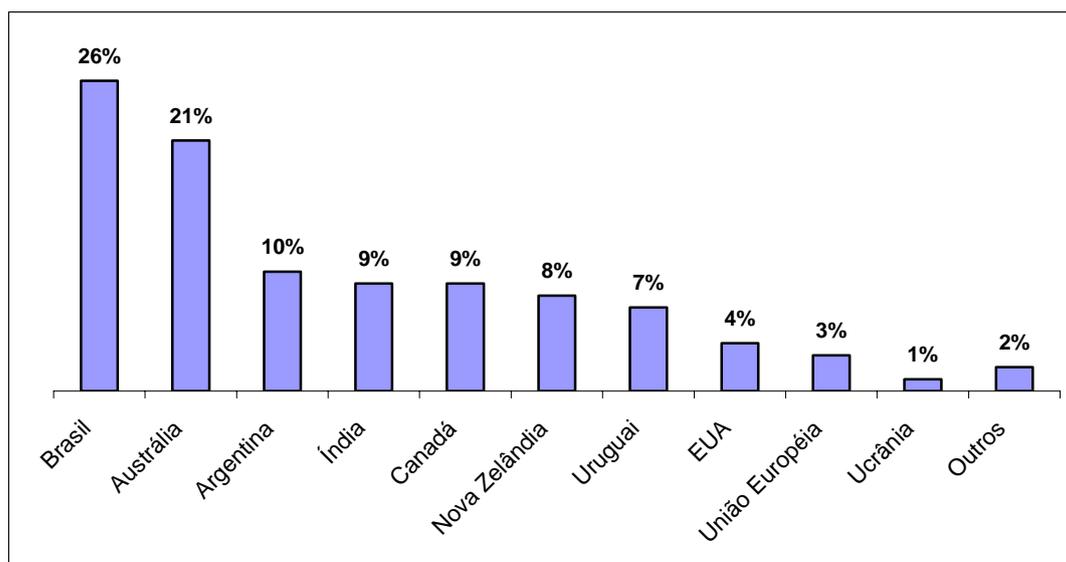
**Figura 3. Maiores Importadores Mundiais de Carne Bovina - 2005**



Fonte: ABIEC (2006).

Em relação às exportações mundiais desde 2004, o Brasil lidera o ranking de exportações de carne bovina (figura 4). Em 2005, o Brasil vendeu 2,3 milhões de toneladas, representando 26% do total das exportações mundiais. Logo depois vem a Austrália com 21%, Argentina (10%), Índia e Canadá (9%), Uruguai (7%), Estados Unidos (4%), União Europeia (3%), Ucrânia (1%) e demais países com 2%.

**Figura 4. Maiores Exportadores Mundiais de Carne Bovina – 2005**

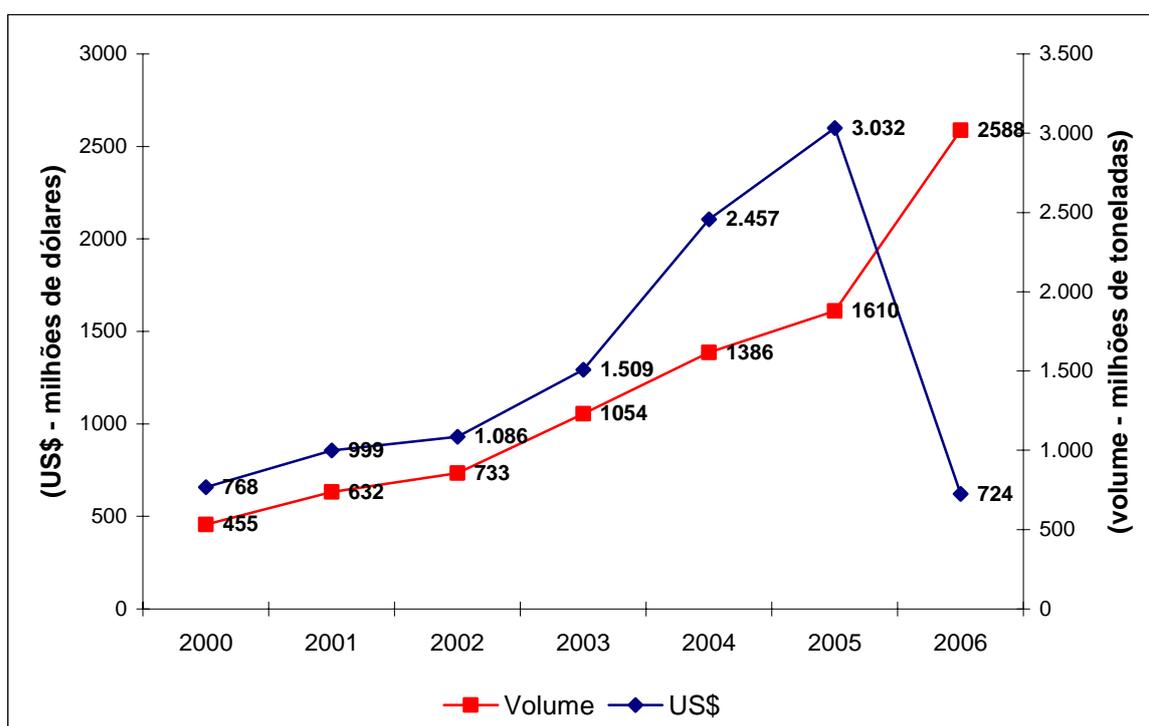


Fonte: ICEPA (2006).

## 2.2.2 O Panorama Nacional da Carne Bovina

A atividade pecuária de corte bovino teve um maior desenvolvimento a partir da década de 70, através da expansão da fronteira agrícola, investimentos em plantas industriais e forte estímulo às exportações. Com esta evolução, atualmente, o Brasil possui um moderno sistema de criação, com um dos parques industriais mais modernos do mundo (Vieira et. al, 2006). O Brasil, segundo os dados da ABIEC (2006), possui o menor custo de produção (cerca de 0,90 US\$/Kg) e 19% do rebanho mundial, com mais de 200 milhões de cabeças. Tal nível de competitividade levou o Brasil à liderança mundial de exportações de carne bovina. Pode-se atestar pela figura 5 a evolução das exportações do país.

**Figura 5. Exportações de Carne Bovina Brasil (2000-2006)**



Fonte: ABIEC (2006).

O Brasil passou de 455 mil toneladas em 2000, para mais 2,5 milhões de toneladas em 2006, um crescimento de 469% no período. Segundo dados da ABIEC (2006), de 1996 a 2005, houve uma taxa de crescimento anual de 32% (em quantidade)

e 24% (em valor). O preço médio no mesmo período teve uma queda média por ano de 5%. Tal queda fica evidente pela brusca variação do valor exportado em 2006. Apesar do crescimento do volume de exportações após o foco de aftosa em 2004, a taxa de crescimento em 2005 foi bem menor do que em 2004. Fatores como a conquista de novos mercados e aumento de exportações de carne bovina industrializada (que não sofre tantas restrições como a *in natura*) explicam o volume exportado em 2006.

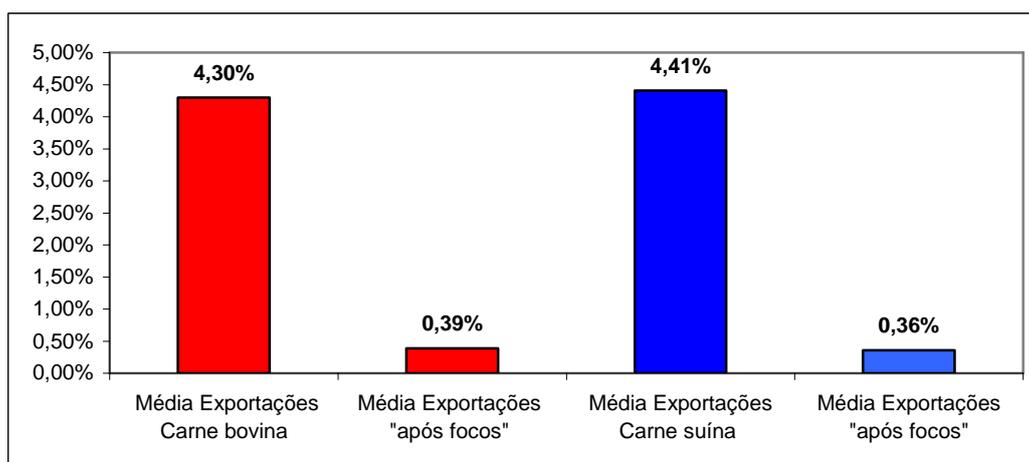
O aumento expressivo das exportações ocorreu na segunda metade da década de 90 com o advento do mal da vaca louca. Para Müller (2004), o Brasil aproveitou um vácuo comercial com a ocorrência da doença na Europa. Além do Brasil, Argentina, Uruguai e Austrália poderiam suprir o mercado, entretanto os dois países vizinhos sofreram com a febre aftosa e a Austrália preferiu direcionar suas exportações para Ásia e Estados Unidos.

Conforme a figura 6, no período de janeiro de 2000 a agosto de 2004, antes do reaparecimento da aftosa, a taxa média de crescimento das exportações de carne bovina *in natura* foi de 4,30%. Entretanto, após os focos em setembro de 2004, a média de crescimento caiu para 0,39%. Resultado semelhante ocorreu com a carne suína<sup>1</sup> *in natura* no mesmo período.

---

<sup>1</sup> Veja maiores informações sobre as exportações de carne suína no item 2.3.2 deste capítulo.

**Figura 6. Média mensal da taxa de crescimento das exportações da carne bovina e suína *in natura* – 09/2004 a 08/2006**



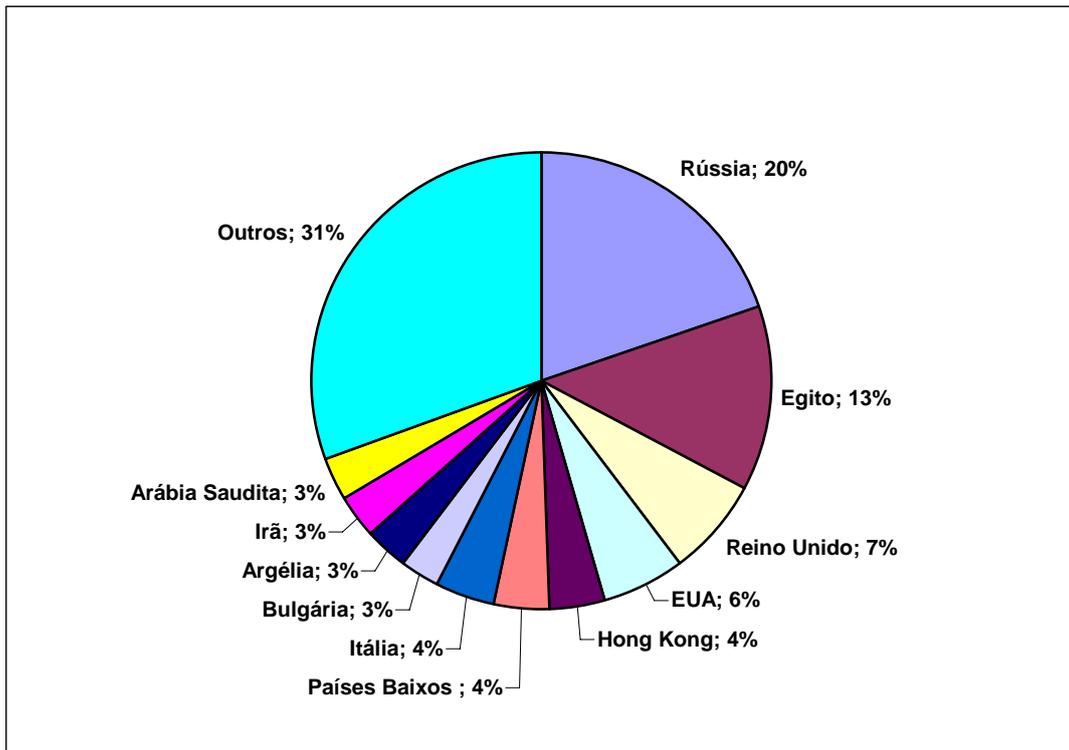
**Fonte:** Sistema Alice, MDIC/SECEX (2006).

\* O período "após focos" compreende os meses de setembro de 2004 a dezembro de 2006.

\*\* O período anterior aos focos compreende os meses de janeiro de 2001 a agosto de 2006.

Os dez principais destinos da carne bovina brasileira (figura 7), em 2006, foram Rússia com 20%, Egito (13%), Reino Unido (7%), Estados Unidos (6%), Hong Kong (4%), Países Baixos (4%), Itália (4%), Bulgária (3%), Argélia (3%), Irã (3%), Arábia Saudita (3%) e outros países com 31%. O Brasil exportou para mais de 120 países em 2006.

**Figura 7. Principais Destinos da Carne Bovina Brasileira em 2006**



Fonte: ABIEC (2006).

Devido ao fato do Brasil não possuir o status de país livre de febre aftosa sem vacinação, segundo estimativas de Lima et. al (2005), em 2002, o país é responsável apenas por 11% das vendas de carne *in natura* (bovina e suína) para os 20 maiores mercados como EUA, Japão, México, Canadá e Coréia. Cabe ressaltar que esses importadores representam em torno de 95% da carne bovina e suína *in natura* comercializada no mundo em 2004.

O estado que lidera o ranking de exportações de carne bovina no Brasil é São Paulo. O estado manteve até 2005 mais de 50% do total exportado pelo país chegando a representar 67% do volume vendido para o exterior no ano de 2003. Destacam-se os estados de Goiás com 12,62% e Mato Grosso (11,36%); Rio Grande do Sul (10,46%); Minas Gerais (6,13%) e Mato Grosso do Sul (1,93%), que perdeu grande parte de sua participação em 2006 devido ao foco de aftosa registrado no estado em 2005, conforme os dados da tabela 3. Os estados de Goiás, Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Minas

Gerais destacam-se em 2006 pelo aumento na participação nas exportações brasileiras de carne bovina.

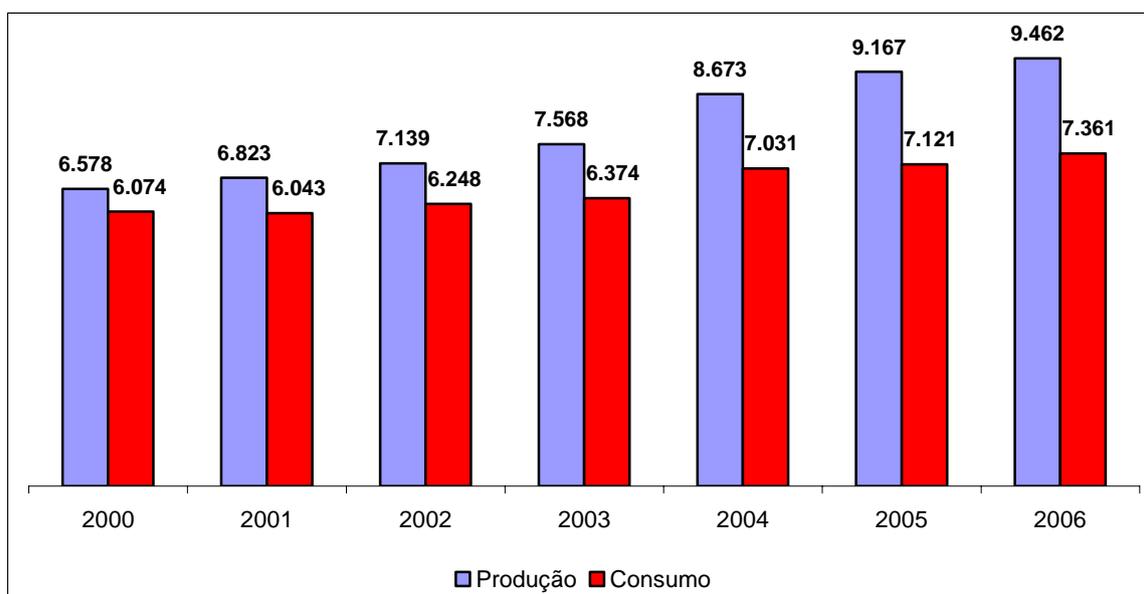
**Tabela 3. Participação dos Estados Brasileiros nas Exportações de Carne Bovina – em volume**

Estados	2001	2002	2003	2004	2005	2006
São Paulo	54,45%	66,13%	67,15%	63,79%	50,48%	41,17%
Mato Grosso do Sul	12,98%	4,71%	3,18%	4,82%	9,30%	1,93%
Goiás	8,06%	6,07%	6,26%	6,79%	7,24%	12,62%
Mato Grosso	5,64%	6,03%	6,26%	4,38%	6,21%	11,36%
Rio Grande do Sul	5,97%	6,67%	6,12%	7,26%	7,97%	10,46%
Minas Gerais	3,12%	1,50%	1,45%	2,14%	4,02%	6,13%
Outros	9,78%	8,88%	9,58%	10,82%	14,77%	16,32%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fonte: Sistema Alice, MDIC/SECEX (2006).

O Brasil é o segundo maior produtor e o quarto no ranking do consumo de carne bovina, o que resulta em um superávit que permite ao país ser um grande exportador. Os dados da figura 8 demonstram as diferenças entre produção e consumo, as quais vêm aumentando a cada ano. Em 2000, a diferença era de 504 mil toneladas, já em 2006, foi de mais de 2 milhões de toneladas.

**Figura 8. Produção e Consumo de Carne Bovina Brasil (1000 toneladas equivalente carcaça)**

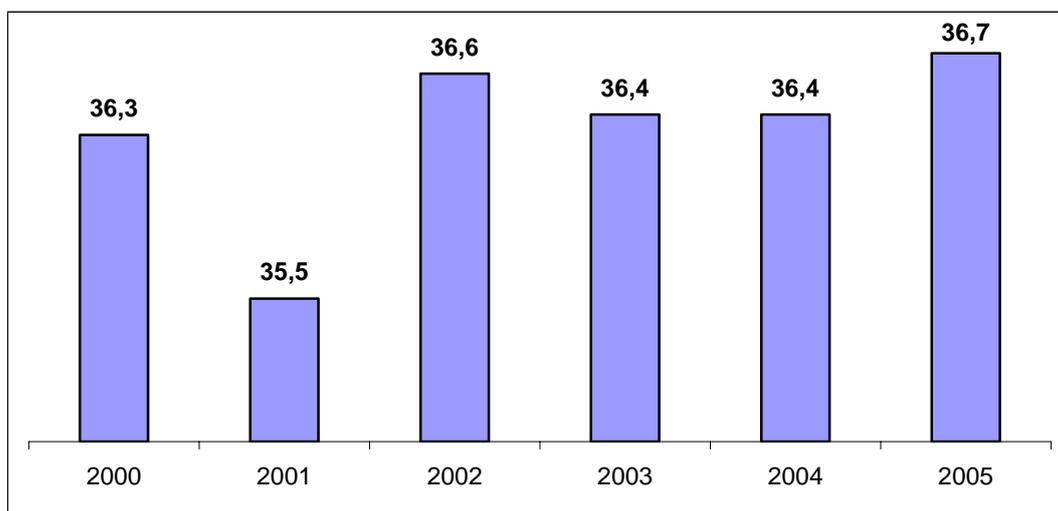


Fonte: MAPA (2006).

O consumo interno per capita, nos últimos 6 anos, ficou estável por volta dos 36 kg/habitante/ano, conforme os dados da figura 9. Fatores como renda e, principalmente,

a competição com outros tipos de carnes, como a de frango (menor gordura, menor preço e mais conveniente no preparo), explicam a redução do consumo de carne bovina em relação à carne de frango (Silva et. al, 2007).

**Figura 9. Consumo Per Capita de Carne Bovina Brasil (kg/habitante/ano)**



Fonte: CNPC (2006).

## 2.3 O Mercado de Carne Suína

### 2.3.1 O Panorama Internacional da Carne Suína

Conforme visto no início deste capítulo, a carne suína representa a maior parcela da produção mundial de carnes com 46% do total produzido. Segundo a FAO apud IPARDES (2002), o processo de concentração e integração na criação, abate e processamento de suínos permite a sustentabilidade dessa tendência de crescimento.

Na tabela 4, pode-se observar a produção mundial de carne suína dos últimos dois anos. Neste período, o ranking dos maiores produtores permaneceu inalterado tendo a China como país líder, mantendo, desde o ano 2005, uma participação de mais de 50% na produção mundial. No ano de 2006, a China obteve 53,49% da produção, seguido da União Européia (22,14%); Estados Unidos (9,91%); Brasil (2,85%); Canadá (1,96%); Rússia (1,84%); Japão (1,3%); México (1,23%); Coreia do Sul (1,09%); Filipinas (1,15%), Taiwan (0,96%) e demais países que representam 2,07% da produção

mundial de carne suína. Segundo a ABIPECS (2005), a produção total em 2005 rompeu a barreira das 90 milhões de toneladas crescendo a uma taxa média de 1,8% nos últimos seis anos. A China destaca-se, segundo a previsão para 2006, pelo aumento na participação da produção mundial de carne suína.

**Tabela 4. Maiores Produtores de Carne Suína (em mil toneladas)**

<b>País</b>	<b>2005</b>	<b>%</b>	<b>2006*</b>	<b>%</b>
China	48.900	52,58	52.000	53,49
União Européia	20.720	22,28	21.520	22,14
EUA	9.402	10,11	9.632	9,91
Brasil	2.730	2,94	2.775	2,85
Canadá	1.960	2,11	1.910	1,96
Rússia	1.785	1,92	1.785	1,84
Japão	1.260	1,35	1.260	1,30
México	1.175	1,26	1.200	1,23
Coréia do Sul	1.050	1,13	1.055	1,09
Filipinas	1.100	1,18	1.122	1,15
Taiwan	910	0,98	935	0,96
Outros	2	0,00	2.013	2,07
<b>Total</b>	<b>92.999</b>	<b>100</b>	<b>97.207</b>	<b>100</b>

Fonte: ICEPA (2006).

\*Previsão.

Para Roppa (2005), existe uma tendência de crescimento maior da suinocultura nos países em desenvolvimento do que nos países desenvolvidos. Com base nos dados dos últimos anos (1995 – 2004), a produção mundial de carne suína cresceu 2,83% ao ano, dos quais 4,56% são creditados aos países em desenvolvimento, enquanto os países desenvolvidos cresceram a uma taxa média de 0,79% no mesmo período.

O consumo mundial de carne suína aumentou 11% nos últimos seis anos (2000-2005) com uma média de crescimento de 1,75% ao ano, segundo os dados da ABIPECS (2005). Em 2006, de acordo com a tabela 5, o consumo mundial de carne suína superou os 95 milhões de toneladas. A China é o maior consumidor do mundo com 53,79% do total, seguido da União Européia (20,88%) e Estados Unidos (9,17%). O consumo do Brasil, de 2,22%, fica com a sexta posição entre os maiores consumidores de carne suína.

**Tabela 5. Consumo Mundial de Carne Suína (em mil toneladas)**

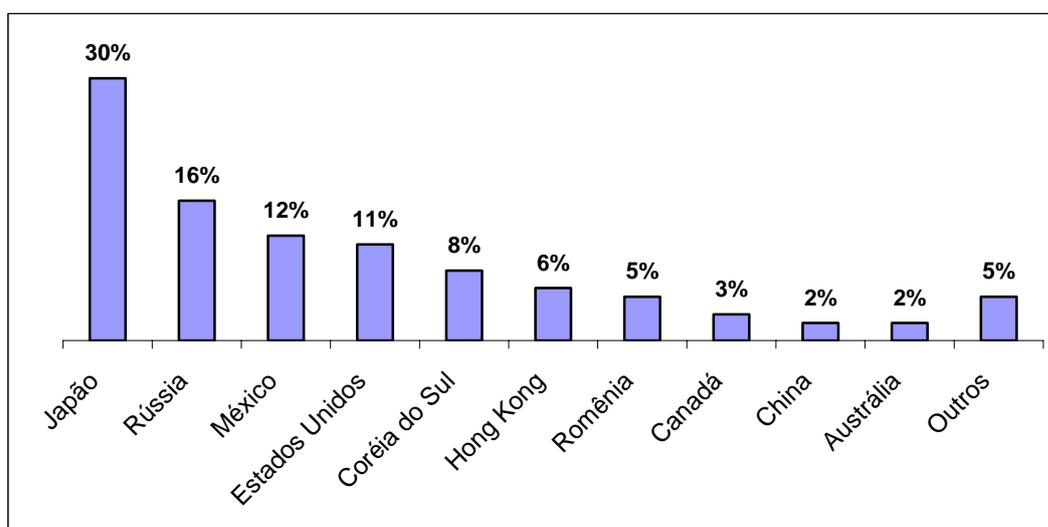
<b>País</b>	<b>2005</b>	<b>%</b>	<b>2006*</b>	<b>%</b>
China	48.570	53,02	51.750	53,79
União Européia	19.310	21,08	20.085	20,88
EUA	8.619	9,41	8.826	9,17
Japão	2.531	2,76	2.500	2,60
Rússia	2.434	2,66	2.484	2,58
Brasil	1.985	2,17	2.140	2,22
México	1.615	1,76	1.585	1,65
Córea do Sul	1.328	1,45	1.297	1,35
Filipinas	1.130	1,23	1.152	1,20
Canadá	1.012	1,10	958	1,00
Taiwan	950	1,04	973	1,01
Outros	2.121	2,32	2.459	2,56
<b>Total</b>	<b>91.605</b>	<b>100</b>	<b>96.209</b>	<b>100</b>

Fonte: ICEPA (2006).

\*Previsão.

Os maiores importadores deste produto são justamente os países com maior déficit entre produção e nível de consumo. Desde o ano 2000, o Japão é o maior comprador de carne suína, seguido pela Rússia. Segundo o Relatório da ABIPECS (2004), o volume de importação mundial de carne suína sofreu, em 2003, uma queda de 4,3% em relação a 2002. Tal fato é devido ao mercado russo, segundo maior importador mundial, que, na adoção de um sistema de cotas, reduziu em 25% suas compras no mercado internacional. Em 2005, o Japão liderou o ranking com 30% do total das importações (figura 10), seguido pela Rússia com 16%; México (12%); Estados Unidos (11%); Coréia do Sul (8%); Hong Kong (6%); Romênia (5%); Canadá (3%); China e Austrália (2%) e demais países com 5%, conforme a figura 10.

**Figura 10. Maiores Importadores Mundiais de Carne Suína – 2005**

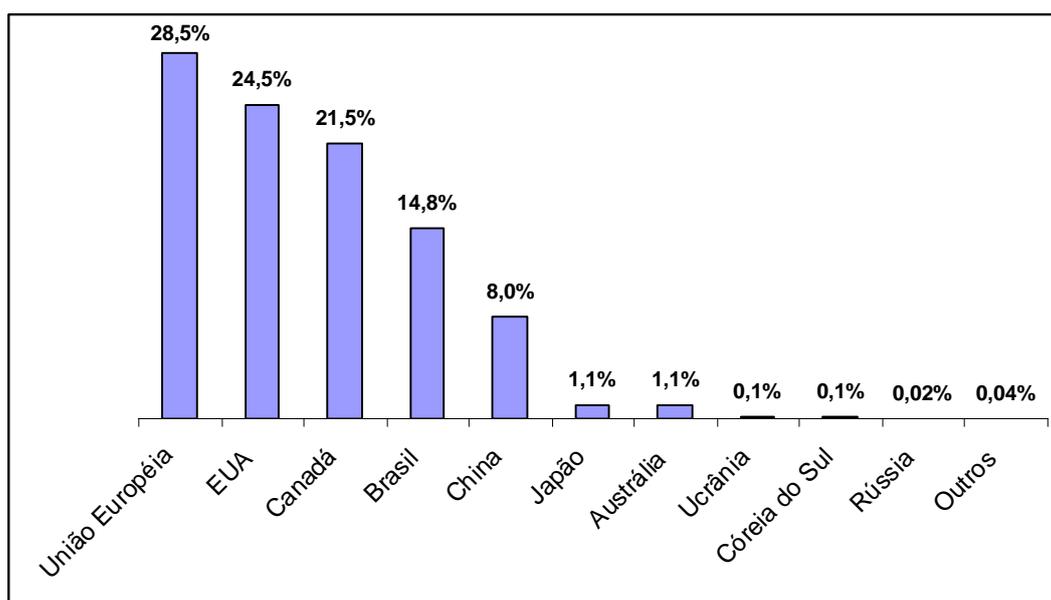


Fonte: ICEPA (2006).

O ranking dos maiores exportadores (figura 11) tem permanecido o mesmo nos últimos anos. Em 2005, a União Européia lidera a lista com 28,5% da exportação mundial de carne suína, seguido pelos Estados Unidos com 24,5%; Canadá (21,5%); Brasil (14,8%); China (8%); Japão e Austrália (1,1%); Ucrânia, Coreia do Sul, Rússia e outros países com menos de 1% das exportações. O Brasil desde 2004, devido ao crescimento expressivo das exportações desde o ano 2000, consolidou-se como o quarto maior exportador de carne suína.

Percebe-se que as exportações de carne suína são mais concentradas do que a carne bovina, pois apenas quatro países, incluindo o Brasil, representam quase 90% do total exportado. No caso da carne bovina, os quatro maiores exportadores detêm cerca de 66% do mercado internacional.

**Figura 11. Maiores Exportadores Mundiais de Carne Suína – 2005**



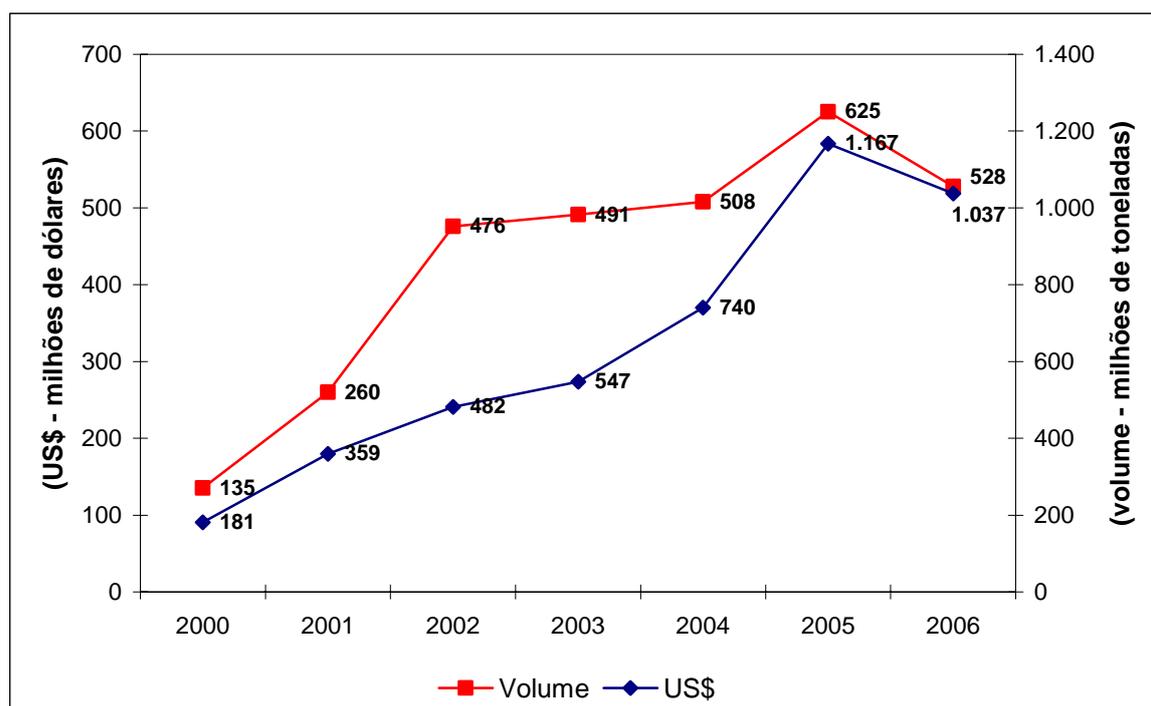
Fonte: ICEPA (2006).

### 2.3.2 O Panorama Nacional da Carne Suína

A suinocultura industrial brasileira é uma das mais competitivas do mundo, pois exibe indicadores de produtividade comparáveis aos dos países desenvolvidos. Segundo Relatório da ABIPECS (2004), esta eficiência pode ser medida pelo número de terminados/porcas/ano, além de outros indicadores como a taxa de conversão (Kg ração/Kg de ganho), que dobrou nos últimos vinte anos chegando a 26 animais. Com apenas 160 dias de idade, chegam a pesar mais de 110 quilos.

Para a ABIPECS (2004, p. 25), "o início do progresso na suinocultura brasileira data de meados dos anos 70. O sistema de produção começou a ser integrado aos frigoríficos, modernizando a atividade do produtor ao industrial e rendendo frutos como altos índices de produtividade". Assim, a melhoria da competitividade do setor é um dos fatores que levou o Brasil ao aumento das exportações nos últimos anos, conforme demonstra a figura 12. Cabe ressaltar que o sistema de produção integrado é típico dos estados da região sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), líderes nas exportações da carne suína brasileira, conforme será visto nas informações da tabela 6.

**Figura 12. Exportações de Carne Suína Brasil (2000-2006)**



Fonte: ABIPECS (2006).

O Brasil, de 2000 a 2005, teve um crescimento expressivo no seu volume de exportação (363%). Em 2000, embora sofrendo com as barreiras sanitárias impostas pelos grandes países consumidores, conseguiu exportar carne suína para a Rússia a partir de julho. Tal fato explica boa parte do desempenho excepcional das exportações brasileiras após este ano.

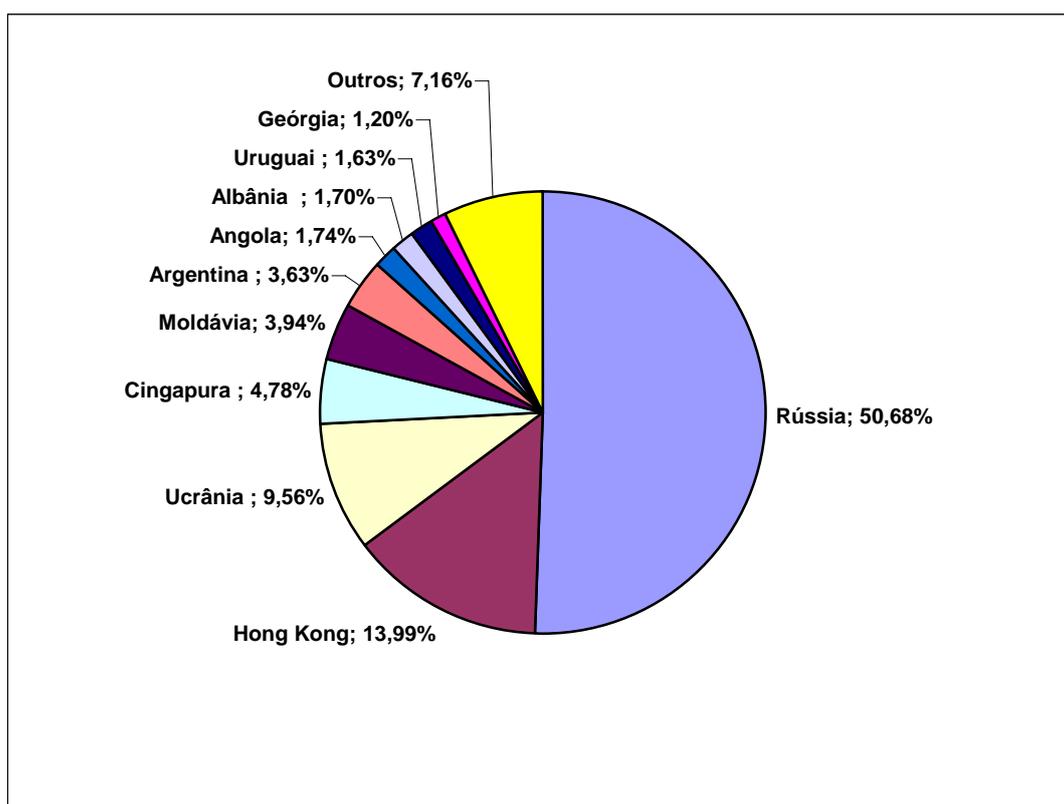
Da mesma maneira, em 2002, as vendas externas tiveram bom resultado devido à desvalorização do real frente ao dólar. Ações mercadológicas da ABIPECS, em conjunto com o governo federal como missões comerciais com o empresariado brasileiro e autoridades governamentais, campanhas publicitárias nos mercados potenciais, feiras e congressos no país e no exterior e a recepção de missões comerciais internacionais também contribuíram de forma positiva para o crescimento das exportações.

No ano de 2003, as exportações de carne suína bateram novo recorde. O desempenho do setor seria ainda melhor não fossem às restrições do sistema de cotas

adotado pela Rússia. Em 2006, o Brasil exportou 528 mil toneladas, volume bem abaixo de 2005. Pode-se observar também a queda das exportações em 2006. A queda no volume de vendas é, em grande parte, reflexo das restrições comerciais impostas ao Brasil, conforme indica o relatório da ABIPECS (2006).

Os dez principais destinos da carne suína brasileira (figura 13), em 2006, foram a Rússia com 50,68%, Hong Kong (13,99%), Ucrânia (9,56%), Cingapura (4,78%), Moldávia (3,94%), Argentina (3,63%), Angola (1,74%), Albânia (1,70%), Uruguai (1,63%), Geórgia (1,20%) e outros países com 7,16%. Podemos perceber que o maior mercado é a Rússia com mais de 50% do total exportado pelo Brasil no ano de 2006.

**Figura 13. Principais Destinos da Carne Suína Brasileira em 2006**



Fonte: ABIPECS (2006).

O estado que liderou nos últimos anos o ranking de exportações de carne suína no Brasil foi Santa Catarina (tabela 6). Com exceção de 2003, o estado manteve, até 2005, mais de 40% do total exportado pelo país chegando a representar 64% do volume

vendido para o exterior no ano de 2001. Em 2006, esta supremacia deixou de existir porque o estado do Rio Grande do Sul exportou 48,82% das vendas externas. O estado do Paraná tem permanecido como o terceiro maior exportador.

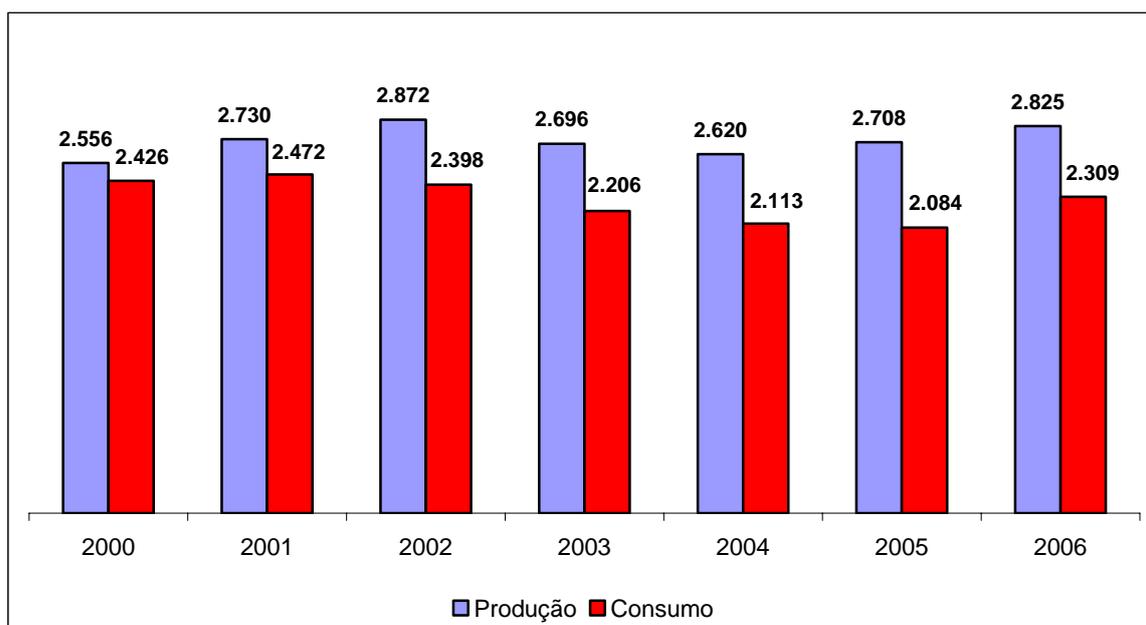
**Tabela 6. Participação dos Estados Brasileiros nas Exportações de Carne Suína - em volume**

Estados	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Santa Catarina	64,35%	53,13%	36,55%	45,49%	44,92%	35,53%
Rio Grande do Sul	18,08%	16,54%	23,56%	24,74%	24,35%	48,82%
Paraná	10,21%	11,89%	16,05%	13,00%	14,95%	5,35%
Minas Gerais	2,20%	5,94%	9,30%	6,69%	5,37%	2,88%
Mato Grosso do Sul	1,94%	6,91%	8,61%	5,47%	4,63%	1,27%
Mato Grosso	0,02%	0,01%	0,01%	0,39%	0,82%	2,28%
Outros	3,21%	5,57%	5,93%	4,22%	4,95%	3,88%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fonte: Sistema Alice, MDIC/SECEX (2006).

Na figura 14, pode-se observar a produção e o consumo de carne suína no Brasil no período de 2000 a 2006. Neste período, a produção cresceu cerca de 11%, e em 2006 a taxa foi 4,3%. Nos anos de 2003 e 2004, houve quedas na produção e somente em 2006 a produção chegou próximo ao patamar alcançado no ano de 2002. O consumo ficou estável no período na faixa de 2,3 milhões de toneladas.

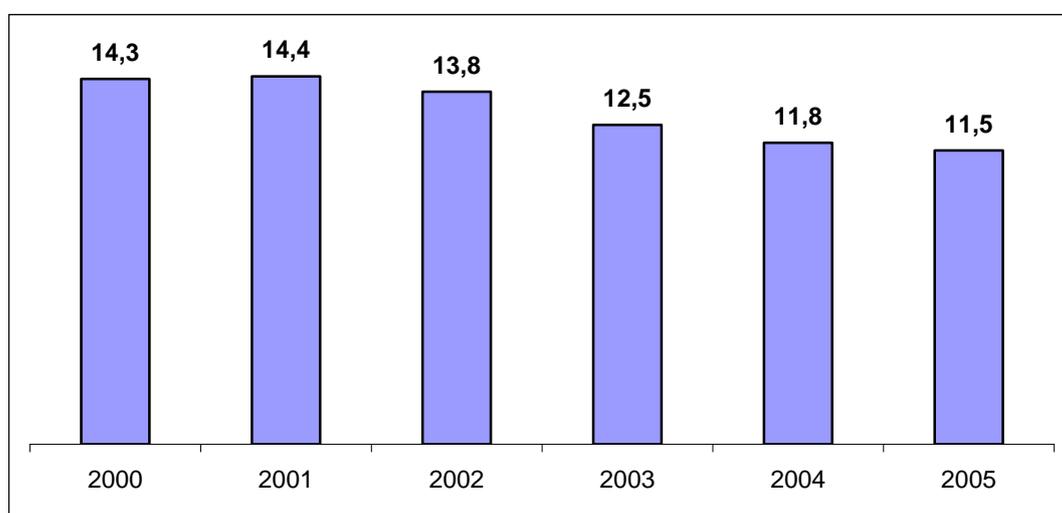
**Figura 14. Produção e Consumo de Carne Suína Brasil (mil toneladas)**



Fonte: ABIPECS (2006) e MAPA (2006).

Em termos per capita, o consumo de carne suína pelos brasileiros (figura 15) é baixo em comparação com países europeus e asiáticos, como a Alemanha e Espanha que consomem mais de 55 kg/habitante/ano. O consumo vem caindo desde 2001 e passou de 14,4 para 11,5 kg/habitante/ano. Para IPARDES (2005), a má imagem da carne suína para a saúde humana e os altos preços praticados pelo varejo, principalmente para os produtos processados de carne suína, contribuem para explicar este comportamento dos consumidores no Brasil.

**Figura 15. Consumo Per Capita de Carne Suína Brasil (kg/habitante/ano)**



Fonte: ABIPECS (2005).

## 2.4 Considerações Finais

Pode-se concluir, neste capítulo, que os países de maior consumo de carne bovina e suína são os Estados Unidos, China e membros da União Européia. Rússia e Japão em conjunto com os norte-americanos são os grandes importadores de carne e representam mais de 40% das compras mundiais. O Brasil é o segundo produtor de carne bovina e o quarto de carne suína. As exportações de carne bovina se destinam a um mercado importador menos concentrado do que as exportações de carne suína, cuja importação é, em sua maioria, feita pela Rússia.

## **CAPÍTULO 3 - A FEBRE AFTOSA NO BRASIL E SEUS IMPACTOS ECONÔMICOS**

No presente capítulo é realizada, inicialmente, uma retrospectiva histórica da febre aftosa no Brasil abordando os resultados das políticas públicas de combate à doença. A segunda seção trata dos custos econômicos que a aftosa traz ao setor de carnes e à economia dos países produtores. Na seção posterior, realiza-se um panorama recente da doença no Brasil. Na quarta seção, discorre-se sobre os focos ocorridos nos anos de 2004 e 2005, e na última seção é abordada a hipótese do impacto destes focos sobre o comportamento dos preços da carne bovina e suína.

### **3.1 Histórico**

Para Pituco (2001), a febre aftosa (*Foot and Mouth Disease – FMD*) é uma enfermidade viral, contagiosa, que afeta naturalmente animais domésticos e selvagens, como bovinos, bubalinos, ovinos, caprinos e suínos. Os prejuízos originam-se da queda na produção (abate dos animais infectados), pelas perdas comerciais através dos embargos dos mercados importadores de carne, custos públicos e privados para prevenção, controle, erradicação, além da indenização quando é necessário o sacrifício de animais (Lima et. al, 2005).

**A febre aftosa representa uma importante ameaça para o bem estar da população, devido ao seu impacto sobre a economia nacional de diversos países, onde o comércio com o exterior e estabilidade, dependem diretamente da confiabilidade dos alimentos de origem animal, que devem ser oriundos de animais isentos desta enfermidade, demonstrando a estreita relação que existe entre saúde pública, o ambiente e o bem estar sócio-econômico (Pituco, 2001, p. 1).**

Para James e Rushton (2002), a febre aftosa é uma das mais importantes doenças animais no mundo em termos de impactos econômicos. Os autores citam alguns efeitos sobre a produção animal como a diminuição da produção de leite, abortos e fecundação tardia na criação do rebanho.

A febre aftosa continua endêmica em várias partes do mundo como Oriente Médio, Ásia, África e América do Sul. Somente as regiões da América do Norte e Central, região do Sul do Pacífico e Caribe são zonas classificadas como livres da doença, conforme indica a tabela 7 (ver mapa na figura 28). Nos últimos anos, ocorreram surtos da doença em países como Grécia, Taiwan, Argentina, Brasil, Uruguai, Japão, Reino Unido, China e Rússia (Northoff, 2004 apud Silva e Miranda, 2006).

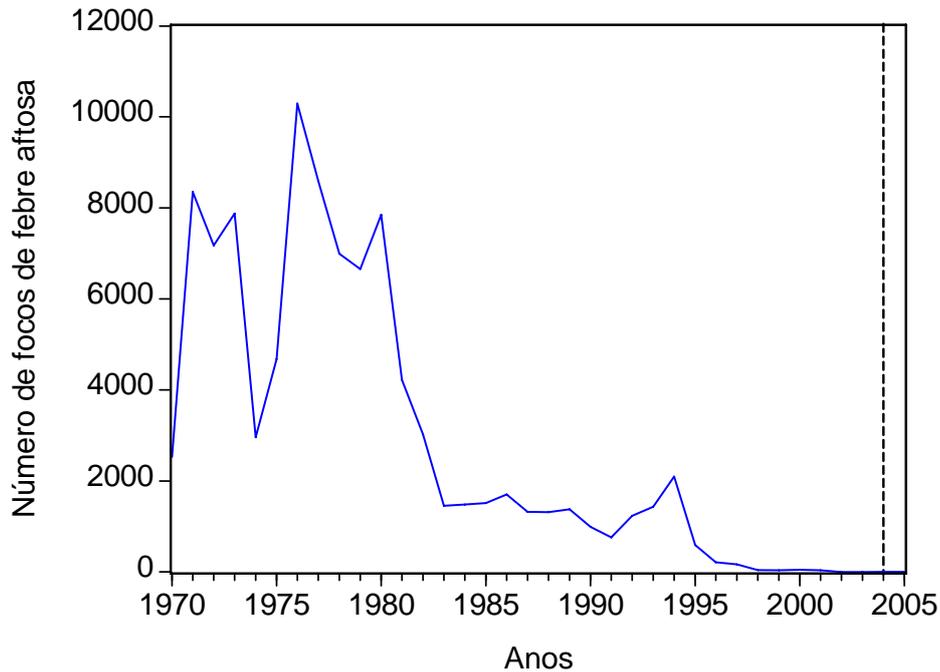
**Tabela 7. Países Livres da Aftosa sem Vacinação**

Albânia	Alemanha	Nova Caledônia
Austrália	Grécia	Nova Zelândia
Austria	Guatemala	Nicaraguá
Belarus	Guyana	Noruega
Bélgica	Honduras	Panamá
Bosnia e Herzegovina	Hungria	Polônia
Bulgária	Iceland	Portugal
Canadá	Indonésia	Romênia
Chile	Irlanda	Sérvia e Montenegro
Costa Rica	Itália	Cigapura
Croácia	Japão	Eslováquia
Cuba	Coréia	Eslovênia
Chipre	Latvia	Espanha
República Checa	Lituania	Suécia
Dinamarca	Luxemburgo	Suíça
El Salvador	Madagascar	Ucrânia
Estonia	Malta	Reino Unido
Finlândia	Mauritânia	Estados Unidos
Rep. da Macedônia	México	
França	Holanda	

Fonte: OIE (2007) - lista retirada da última resolução publicada pela OIE em 2006.

O Brasil tem uma longa história de convivência com a febre aftosa. A doença foi relatada pela primeira vez em 1895 coincidindo com a importação regular de reprodutores bovinos no surgimento da indústria frigorífica. Em anos recentes, o auge do número de focos detectados foi na década de 70, diminuindo sensivelmente após essa data (figura 16). A criação do PNEFA, em 1992, teve impacto na queda do número de focos.

**Figura 16. Número de focos de febre aftosa no Brasil (1970-2005)**



Fonte: Lyra e Silva (2004).

Segundo as estimativas do estudo de Lyra e Silva (2004), na década de 60, ocorreram focos de aftosa em 2.748 municípios. Com a criação do sistema de informação implantado em 1971, foram detectados 66.114 rebanhos afetados. Na década de 80, com maiores investimentos e a melhoria na qualidade da vacina, o número de focos diminuiu para 25.248. A criação do PNEFA<sup>2</sup>, na década de 90, fez com que o número de focos caísse para 37 em 1999. Em 2002, não foi registrado nenhum foco de febre aftosa no território brasileiro.

Para Lima et. al (2005), os resultados positivos do PNEFA são importantes, mas a dificuldade de viabilizar o comércio com os principais importadores mostra que é imprescindível que o país realize mais investimentos em defesa sanitária e

<sup>2</sup> O Programa Nacional de Erradicação da Febre Aftosa é gerenciado pela Coordenação da Febre Aftosa, que está subordinada a Coordenação Geral de Combate a Doenças - CGCD e ao Departamento de Saúde Animal - DSA do Ministério da Agricultura. Compete a CFA controlar, avaliar e conduzir o Programa Nacional de Erradicação da Febre Aftosa; elaborar normas sanitárias relativas ao PNEFA; programar e acompanhar a realização de inquéritos epidemiológicos; levantar e programar a demanda anual de vacina anti-aftosa para as campanhas de vacinação e assessorar a CGCD em todos os processos de tomada de decisão em relação ao PNEFA e dar apoio às discussões com a cadeia produtiva, destacando as reuniões com os Circuitos Pecuários.

incorpore os estados do Norte e do Nordeste brasileiro. Tal fato fica evidente, pois o Brasil já é considerado pela OIE<sup>3</sup> como livre da febre suína africana, da doença vesicular dos suínos e da influenza aviária, todas da Lista A<sup>4</sup> da instituição. Desta maneira, a febre aftosa é o principal fator que restringe a entrada de carne brasileira *in natura* nos maiores mercados do mundo. As estimativas do estudo de Lima et. al (2005) indicam que há anualmente uma perda de US\$ 8 bilhões em exportações de carne bovina *in natura* e de US\$ 7 bilhões no caso das perdas em vendas externas de carne suína.

### **3.2 Os Custos Econômicos da Aftosa**

Os custos econômicos de doenças como a febre aftosa vêm sendo estimados por órgãos governamentais e pesquisadores em várias partes do mundo. As perdas econômicas não são restritas às vendas externas do setor de carnes, afetando também outros setores da economia com impactos diretos em variáveis macroeconômicas como balança comercial, câmbio, PIB, emprego e gastos públicos. Faria e Burnquist (2006), ao aplicarem um modelo de análise de equilíbrio geral, concluem que houve retração da produção e no emprego do setor de abate de animais devido ao reaparecimento da aftosa no Brasil.

Segundo Olascoaga (1999) apud Müller (2004), as perdas produtivas no mercado internacional são tamanhas que fazem com que a febre aftosa seja uma das doenças mais combatidas no mundo, demandando elevados recursos financeiros para sua erradicação. A *Productivity Commission* (2002), avaliando o cenário de contaminação pela aftosa nos rebanhos na Austrália, estima uma queda no PIB real

---

<sup>3</sup> A OIE tem como objetivos garantir a segurança sanitária animal para o comércio internacional e, principalmente, assegurar a transparência do status dos países quanto às doenças animais.

<sup>4</sup> O OIE classifica as doenças animais com base em seu significado sócio-econômico e de saúde pública. A Lista A contém doenças transmissíveis com potencial de difusão muito sério e rápido, sem levar em consideração as fronteiras nacionais.

de 3,5 bilhões de dólares australianos, o nível de emprego em 0,8% e uma depreciação da moeda local em 3%.

O foco de febre aftosa ocorrido em Taiwan, em 1997, causou significativas perdas para os produtores de carne suína, um dos setores econômicos mais importantes do país. Hsu et. al (2005), com a aplicação de um modelo CGE (*Computable General Equilibrium*), estimaram o impacto da aftosa sobre variáveis macroeconômicas e nos principais setores da economia. Os resultados indicam perdas de renda e emprego, assim como uma queda de 0,28% no PIB de Taiwan. Estudos semelhantes foram produzidos por Blake et. al (2002) para o Reino Unido, *Fraser of Allander Institute* (2003) na Escócia e a *Productivity Commission* (2002) para a economia australiana.

Jarvis et. al (2005) estudam o impacto da febre aftosa sobre os preços e o comércio internacional de carnes. Através de um modelo quantitativo de dois estágios, os autores avaliam impacto da aftosa sobre os 7 maiores exportadores e os 22 maiores importadores de carnes. Os resultados sugerem que a aftosa impede o comércio entre muitos países e, conseqüentemente, atua para a redução do preço da carne nos países com a doença.

Estudos econômicos do impacto de outras doenças, como o mal da vaca louca, (*Bovine Spongiform Encephalopathy - BSE*), foram conduzidos por Burton e Young (1996), que estimaram uma perda do *market share* de 4,5% da carne bovina nos anos 1990 na Grã-Bretanha. Livanis e Moss (2005) estimaram um modelo VEC para medir os efeitos de curto e longo prazo das notícias do mal da vaca louca (reação dos consumidores) sobre os preços da carne bovina nos Estados Unidos. Os resultados indicaram que os choques são transitórios nos preços do varejo, mas persistentes ao nível do produtor.

Samarajeewa et. al (2006) avaliaram os impactos da crise da *BSE* sobre a economia canadense. Os resultados indicaram queda nas exportações de carne bovina, bem como no emprego e na renda das províncias produtoras de carne como Alberta, Ontario e Quebec. Estudos semelhantes como o de Lloyd et. al (2001), Hanawa e Chen (2003), Jin et. al (2004) e Mattson et. al (2005) foram realizados em diversos países com metodologias semelhantes às utilizadas no caso da febre aftosa.

Para a ABIEC (2006), a questão sanitária animal, especialmente a aftosa, constitui o tema de maior relevância estratégica para a pecuária bovina de corte no Brasil. Segundo dados da instituição, em 2005, 56 países impuseram barreiras comerciais por causa da febre aftosa causando prejuízos de milhões de dólares. Estimativas da própria ABIEC apontam que os prejuízos podem ter alcançado valores de US\$ 1,7 bilhão.

Müller (2004) enfatiza que a febre aftosa é uma enfermidade de alto potencial de transmissão, capaz de infectar rapidamente um ecossistema e causar grandes prejuízos à produção, interferindo na rentabilidade da pecuária. Para Lima et. al (2005), pode-se considerar os seguintes custos associados ao reaparecimento da febre aftosa em uma zona livre da doença:

- Custos de controle, testes e indenização dos produtores;
- Retomar o status de área ou do país como livre de aftosa;
- Quebra da confiança dos importadores no produto;
- Perdas de mercados já abertos devido a um foco que poderia ter efeitos nos preços internos.

Na Tabela 8, podem-se observar os gastos públicos e privados dos últimos anos destinados ao sistema de defesa sanitária animal no Brasil. Desde o início do PNEFA até 2004, os gastos privados são muito superiores, representando 74% do

total dos gastos realizados. Houve crescimento dos recursos públicos destinados à defesa animal, os quais evoluíram em 252%, enquanto os recursos privados avançaram em torno de 114%. Tal fato demonstra uma maior preocupação por parte do governo nas questões de defesa sanitária animal.

**Tabela 8. Recursos financeiros destinados ao sistema de defesa sanitária animal - Brasil 1992 a 2004 (em US\$)**

<b>Ano</b>	<b>Setor Público</b>	<b>Setor Privado</b>	<b>Total</b>
1992	10.330.936,67	74.651.307,43	84.982.244,10
1993	8.305.285,30	75.882.789,36	84.188.074,66
1994	26.077.148,06	94.089.919,00	120.167.067,06
1995	49.014.591,09	143.033.825,60	192.048.416,69
1996	41.881.342,91	90.130.432,38	132.011.775,29
1997	46.855.466,49	120.517.941,10	167.373.407,59
1998	40.045.872,23	98.940.011,14	138.985.883,37
1999	54.309.174,00	96.250.297,00	150.559.471,00
2000	72.320.033,92	124.268.244,00	196.588.277,92
2001	72.363.435,32	113.291.894,07	185.655.329,39
2002	34.596.983,19	113.370.998,50	147.967.981,69
2003	26.606.235,78	143.597.701,68	170.203.937,46
2004	36.397.455,55	160.054.968,98	196.452.424,53
<b>Total</b>	<b>519.103.960,51</b>	<b>1.448.080.330,24</b>	<b>1.967.184.290,75</b>

Fonte: Relatório Anual PNEFA (2005).

Obs: Os Recursos não incluem salários.

Em janeiro de 2007, o governo federal brasileiro anunciou um plano cujo objetivo é erradicar o vírus da doença em todo o continente. Para isso, serão investidos cerca de R\$ 260 milhões em sanidade, sendo que 52% deste total serão destinados à saúde animal. O secretário de Defesa Sanitária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) afirmou que, se necessário, serão realizadas aplicações de recursos financeiros na Bolívia e no Paraguai para que, dessa forma, a erradicação se consolide em todo o continente. O plano contará com a participação do setor privado, responsável pela aquisição de vacinas, sendo que a fiscalização ficará a cargo das autoridades governamentais.

Cabe ressaltar, conforme Lima et. al (2005), que os recursos aplicados em defesa sanitária animal no Brasil são modestos perante o potencial exportador do

país, além dos possíveis impactos do reaparecimento da aftosa no desempenho no setor de carnes.

### 3.3 A Situação Recente da Aftosa no Brasil

O Brasil teve reconhecimento como área livre da febre aftosa com vacinação pela OIE em maio de 1998, para os estados de SC e RS, em maio de 2000, para os estados de DF, PR, GO, MT, SP e MG, em maio de 2001, para SE, ES, RJ, BA, MS, TO, MG, MT, SP, GO, em maio de 2003, para RO e em maio de 2005, para o AC, conforme a tabela 9.

**Tabela 9. Evolução do Reconhecimento de Áreas Livres da Aftosa no Brasil**

Data do reconhecimento	Estado	Data do último caso
Maio 1998	SC	Dezembro/2003
	RS	2000 e 2001
Maio 2000	DF	Maio/1993
	PR	Maio/1995
	GO	Agosto/1995
	MT	Janeiro/1996
	SP	Março/1996
	MG	Maio/1996
Maio 2001	SE	Setembro/1995
	ES	Abril/1996
	RJ	Março/1997
	BA	Maio/1997
	MS	Janeiro/1999
	TO	Maio/1997
	MG	Maio/1996
	MT	Janeiro/1996
	SP	Março/1996
GO	Agosto/1995	
Maio 2003	RO	Fevereiro/1999
Maio 2005	AC	Junho/1999

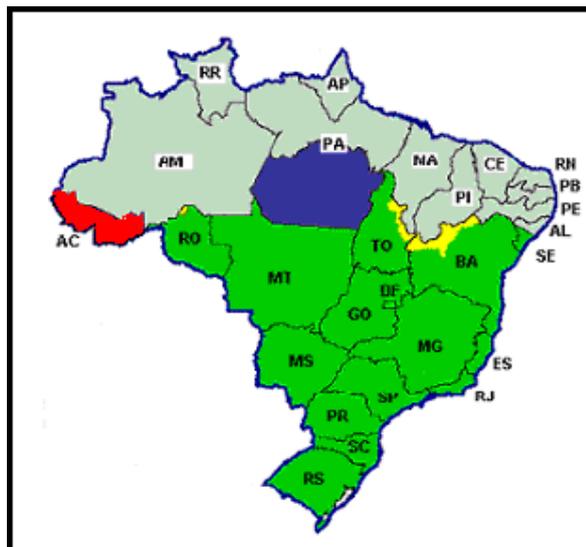
Fonte: MAPA. Elaboração: Lima et. al (2005).

O PNEFA chegou ao final de 2004 com uma área de 50% do território nacional com reconhecimento internacional de área livre da febre aftosa com vacinação, envolvendo 76% do total de criadores de bovinos no país, 84% da população bovina nacional e praticamente 100% do rebanho comercial de suínos.

A Figura 17 permite avaliar o cenário geográfico relacionado com a febre aftosa no Brasil publicado no último Relatório do PNEFA em 2005. Segundo o

relatório, a região representada pela cor verde no mapa (15 unidades da federação) é considerada zona livre de febre aftosa com vacinação<sup>5</sup>. A informação é referente à última reunião do Comitê Internacional da OIE em maio de 2004. A cor vermelha, azul e cinza claro identificam a área do país ainda sem reconhecimento de livre da doença.

**Figura 17. Mapa Geográfico da Febre Aftosa no Brasil**



Fonte: Relatório Anual PNEFA (2004).

A parte em vermelho (área 1) representa o projeto brasileiro de ampliação da zona livre do estado do Acre e parte do estado do Amazonas, que já foi aprovado pela OIE em janeiro de 2005. A parte em azul (área 2), região centro-sul do estado do Pará, representa o próximo pleito brasileiro a ser apresentado a OIE (Relatório Anual PNEFA, 2005).

<sup>5</sup> Santa Catarina é zona livre sem vacinação reconhecida somente pelo MAPA.

### **3.4 Os Focos de Aftosa Ocorridos em 2004 e 2005**

Após dois anos sem registrar focos de febre aftosa no Brasil, bem como o reconhecimento de área livre da doença em 15 estados, em 2004 e 2005, houve registro de focos da doença nos estados do Pará, Amazonas, Mato Grosso do Sul e Paraná. Conforme informações do Relatório Anual do PNEFA (2005), em junho de 2004, foi confirmado o foco de aftosa no município de Monte Alegre no Pará. Como medidas de contenção, foram implementadas ações emergenciais visando à implantação de uma zona de segurança. Em setembro de 2004, o Laboratório do Ministério da Agricultura confirmou o diagnóstico positivo para febre aftosa em bovinos localizados no município de Careiro da Várzea no estado do Amazonas.

Conforme registrado no Relatório da ABIEC (2006), foi registrado um foco de aftosa em outubro de 2005 no Mato Grosso do Sul que, ao contrário do Pará e Amazonas, é uma área livre de aftosa. Após suspeitas de focos da doença e inúmeros testes em dezembro, o Ministério da Agricultura confirmou a presença da doença também no estado do Paraná. O caso resumiu-se a 9 propriedades localizadas em 4 municípios do estado.

Dados os focos de febre aftosa que ocorreram em 2004, a Rússia fechou seu mercado para as carnes brasileiras impondo restrições às importações de animais vivos, carne suína, carne bovina e produtos e sub-produtos de carne crua de suínos e bovinos procedentes de oito estados brasileiros (MT, MS, GO, SP, MG, PR, SC e RS)<sup>6</sup>. Neste sentido, é importante esclarecer que o aparecimento de um foco de febre aftosa bovina, por exemplo, afeta todos os mercados cujas carnes sejam provenientes de animais suscetíveis à doença, como suíno e ovelha.

---

<sup>6</sup> De acordo com a Secretaria de Comércio Exterior (2005), a média diária de embarques de carne caiu de US\$46,2 milhões na primeira semana de outubro, para 35,4 milhões na semana seguinte.

Segundo a ABIEC (2006), o Brasil sofreu restrições comerciais em função da ocorrência de febre aftosa em mais de 50 países no ano de 2005. Países como Argentina, Rússia, Emirados Árabes Unidos, China e 25 países da União Européia restringiram as importações de carne bovina brasileira. Os grandes compradores da carne brasileira como China e Rússia bloquearam, inclusive, produtos provenientes de estados como Santa Catarina, que não registrou focos da doença.

A Federação de Agricultura do Estado do Paraná (2006) estima que pecuaristas e suinocultores paranaenses tenham tido uma redução da receita de aproximadamente R\$ 180 milhões, já que o anúncio dos focos da doença no estado resultou no embargo das exportações de carne suína e bovina. Estas poderiam ter alcançado R\$ 650 milhões, segundos dados calculados pelo Sindicato da Indústria de Carnes e Derivados do Paraná (2006).

Embora parte da carne produzida tenha sido destinada ao consumo interno durante o período do embargo, as perdas e danos morais foram relevantes para a bovinocultura do país. Devido a suspeita de febre aftosa, foram registradas quedas no valor da arroba do boi – de R\$ 60 para R\$ 47 – além dos prejuízos causados pela subutilização das áreas de pastagens e dos confinamentos para a produção.

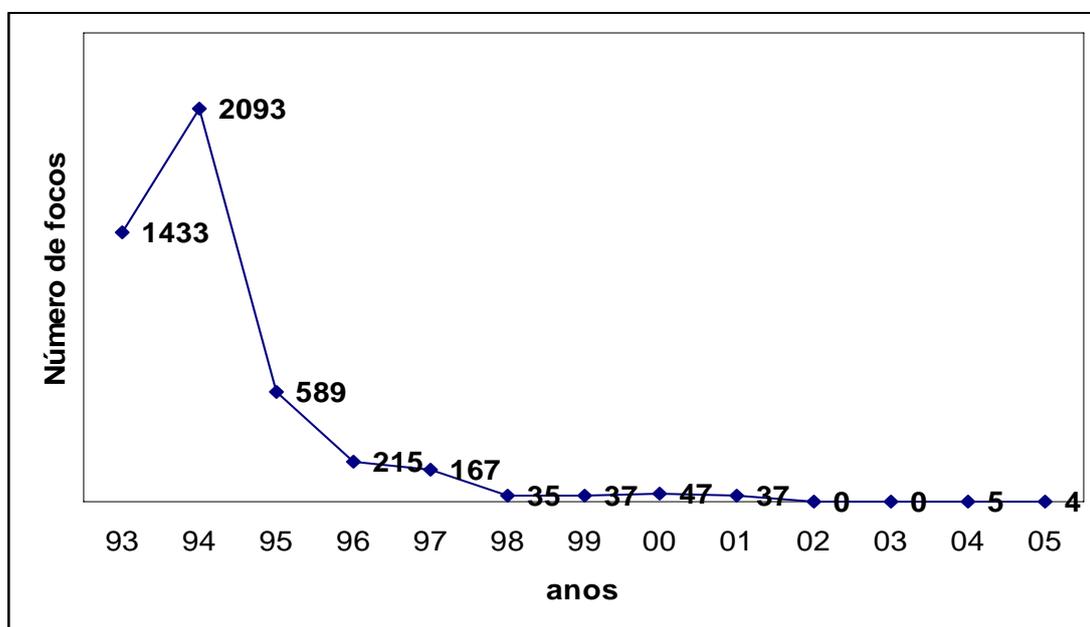
Em relação à carne suína, conforme informações da Associação Catarinense de Criadores de Suínos (ACCS) (2005), logo após a confirmação dos focos no Mato Grosso do Sul em 2005, 33 países cortaram importações do Brasil. Tal fato resultou em queda no valor pago ao produtor gerando enorme desconforto entre toda a cadeia produtiva. Missões à Rússia, principal comprador da carne suína brasileira, foram feitas para retomar as negociações.

### 3.5 Volatilidade e Febre Aftosa

Como se pode observar na figura 18, depois de seguidos anos com a presença da aftosa no Brasil, nos anos de 2002 e 2003, não foram registrados focos da doença no país. Em 2004, conforme ilustra a figura 17, 15 estados eram classificados como livre da aftosa. Este status ajudou o Brasil a ampliar o mercado externo confirmado pelo crescimento expressivo das exportações de carne bovina e suína<sup>7</sup>.

Desta maneira, o reaparecimento da febre aftosa em 2004 e 2005 afetou de maneira significativa o mercado de carne bovina e suína brasileiro tendo em vista as crescentes exportações do setor. A hipótese deste trabalho é que tais eventos sanitários são vistos como choques que podem ter influenciado o comportamento dos preços desses dois tipos de carne e, portanto, estarem associados ao aumento da sua volatilidade.

**Figura 18. Distribuição Anual de Focos de Aftosa – Brasil (1993-2005)**



Fonte: Relatório Anual PNEFA (2004) e ABIEC (2006).

<sup>7</sup> Ver estatísticas sobre exportações no Capítulo 2.

Alguns indícios já podem ser detectados considerando os preços na figura 19. As quatro séries de preços<sup>8</sup> analisadas neste trabalho, duas da carne bovina e duas da suína, apresentam uma clara tendência (ver linha tracejada nos gráficos) de queda no período que vai de setembro de 2004 (data que ocorreu o foco) até setembro de 2006. A redução fica evidente no gráfico A, para o preço médio do boi gordo no Brasil (coeficiente angular da reta<sup>9</sup> igual a -0,26) e no gráfico B, para São Paulo (coeficiente angular da reta igual a -0,39). O preço do boi gordo (Brasil) passou de R\$54,65 em setembro de 2004 (data do foco da aftosa) para o patamar de R\$49,89 em setembro de 2005. Continuou caindo até março de 2006 quando o preço do boi gordo pago ao produtor foi cotado a R\$48,53.

Os outros gráficos, C e D, também apresentam uma tendência de queda. No gráfico C, percebe-se a redução dos preços médios do suinocultor (Brasil) (coeficiente angular da reta igual a -0,49), e o gráfico D demonstra a diminuição dos preços recebidos pelos produtores catarinenses (coeficiente angular da reta igual a -0,04). A queda mais expressiva ficou com o preço do suíno pago ao produtor de Santa Catarina. No mês da ocorrência do evento sanitário, o suíno era cotado a R\$2,32 o kg. Já em julho de 2006, o preço acumulou uma queda expressiva de 48,27% no período, cotado a R\$1,20 o kg.

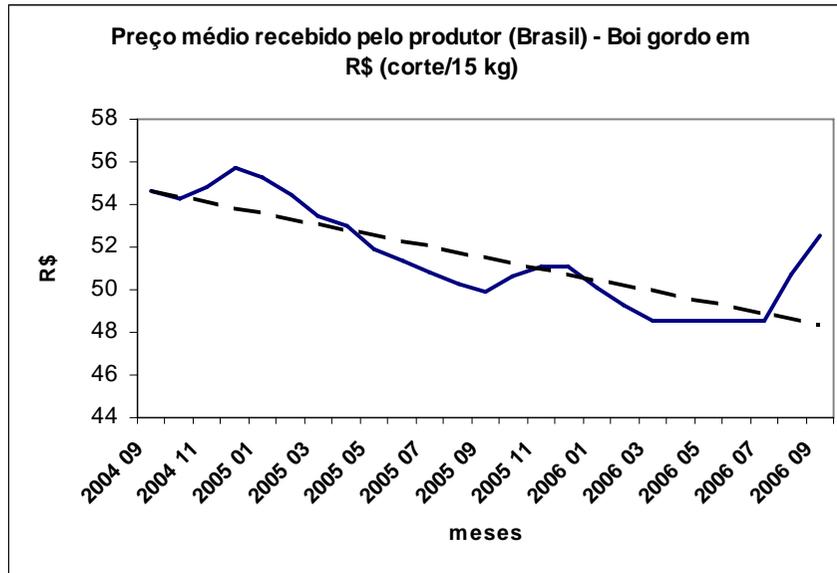
---

<sup>8</sup> Fonte: IPEA (2006), FGV/Agroanalysis (2006), IEA/SP (2006) e ICEPA/SC (2006).

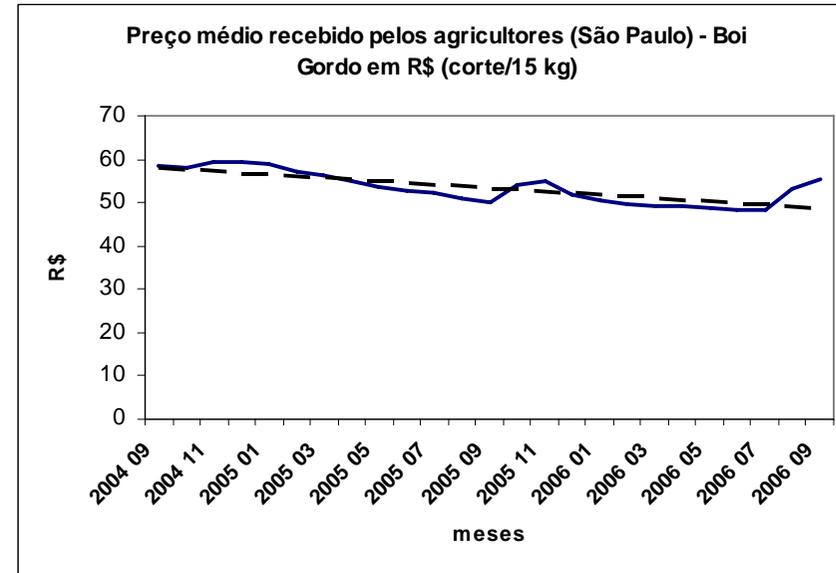
<sup>9</sup> O coeficiente angular indica o nível de inclinação da reta. Neste caso, como o coeficiente é negativo (reta negativamente inclinada), demonstra uma tendência de queda nos preços.

**Figura 19. Gráficos dos preços pagos aos produtores – boi gordo e suíno (09/2004 a 09/2006)**

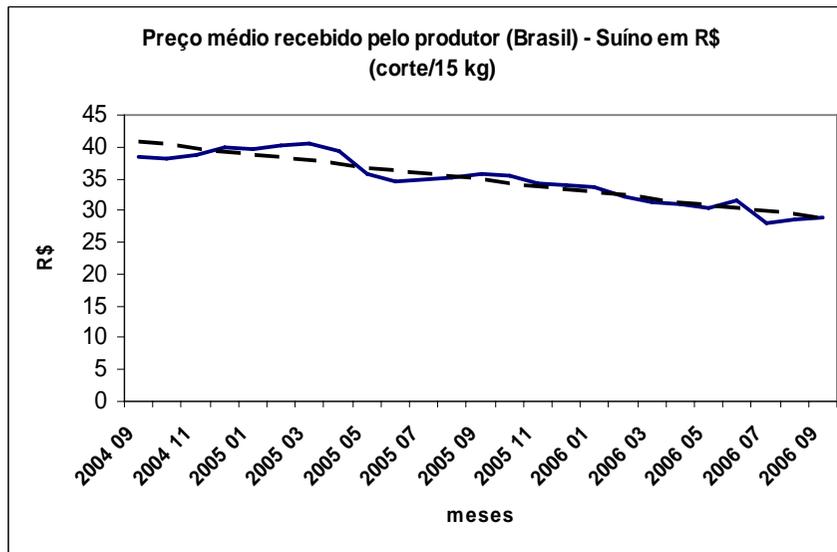
(A)



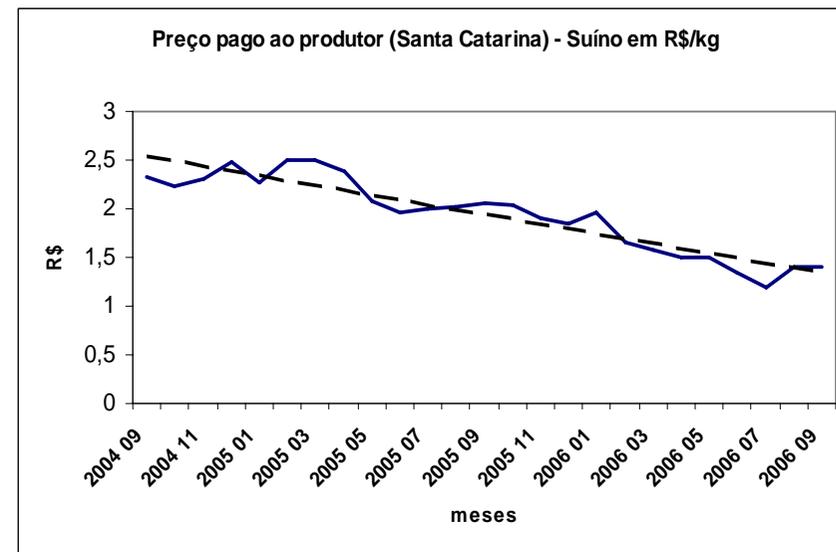
(B)



(C)

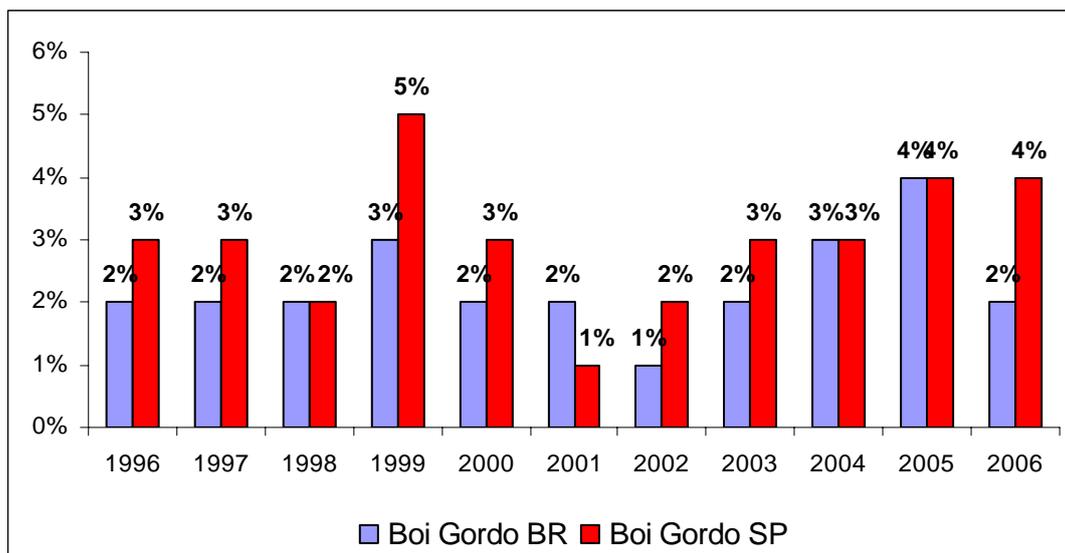


(D)



Podem-se observar evidências do aumento da variabilidade dos preços a partir de 2004, através do cálculo do coeficiente de variação. Percebe-se que, na figura 20, com exceção de 1999, o coeficiente de variação dos preços do boi gordo (São Paulo), o estado líder em exportações de carne bovina, atingiu um patamar mais elevado a partir de 2003 (3%), elevando-se um ponto percentual em 2005 e 2006. O aumento na variabilidade dos preços na série boi gordo para o Brasil não é verificada após o advento da aftosa em 2004, pois apesar de chegar a 4% em 2005, recua para 2% em 2006.

**Figura 20. Coeficiente de variação dos preços – Boi Gordo Brasil e Boi Gordo SP**



**Notas:**

Os preços de 2006 da série Boi Gordo BR abrangem o período de janeiro a setembro.

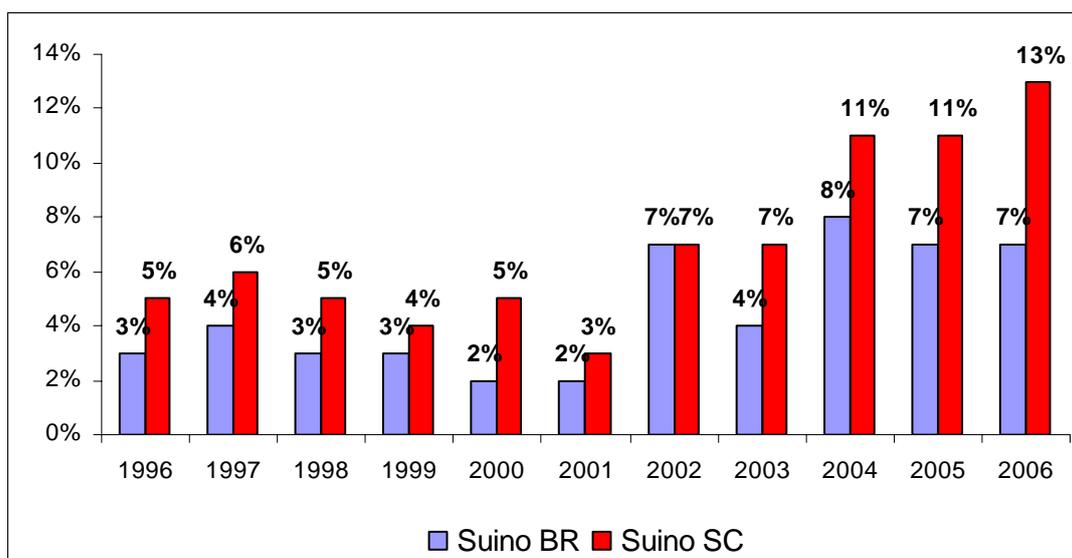
Os preços de 2006 da série Boi Gordo SP abrangem o período de janeiro a setembro.

Coeficiente de variação = desvio-padrão/média.

**Fonte:** Dados da pesquisa.

De maneira contrária, os preços do suíno, tanto para os preços do Brasil como para Santa Catarina, apresentam um patamar muito elevado do coeficiente de variação dos preços após 2004, conforme demonstram os dados da figura 21.

**Figura 21. Coeficiente de variação dos preços – Suíno Brasil e Suíno SC**



**Notas:**

Os preços de 2006 da série Suíno BR abrangem o período de janeiro a setembro.

Os preços de 2006 da série Suíno SC abrangem o período de janeiro a novembro.

Coeficiente de variação = desvio-padrão/média.

**Fonte:** Dados da pesquisa.

Com exceção do ano de 2002, a variação dos preços de Santa Catarina é bem maior do que no Brasil, chegando a um patamar de 13% em 2006. O comportamento da variabilidade dos preços, a partir de 2004, possivelmente reflete a dificuldade de exportação da carne suína catarinense devido à restrição comercial imposta ao estado pela Rússia, que representava mais de 50% das exportações de carne suína do estado.

A incerteza originada pelos eventos sanitários afetou produtores e a agroindústria. Conforme o Relatório da ACCS (2004), os focos de aftosa fizeram com que as agroindústrias recuassem nas compras de animais, causando preocupação aos produtores que, por sua vez, com a incerteza em relação ao preço, ofertaram seus animais fazendo com que houvesse um desequilíbrio no mercado.

Portanto, supõe-se que os preços da carne bovina e suína são afetados após o evento sanitário de 2004. De maneira preliminar, a evidência empírica parece apoiar a hipótese de que o reaparecimento da febre aftosa esteja associado com a elevação da volatilidade dos preços recebidos pelos produtores de bovinos e suínos. Esta

hipótese será submetida, nos próximos capítulos, a uma análise estatística, bem como ao crivo da análise econométrica das séries de preços.

Após dois anos sem a presença da aftosa no Brasil, em setembro de 2004, ocorreu um foco na região norte do país. A ocorrência teve impactos diretos para os produtores brasileiros, principalmente na credibilidade perante os principais compradores de carne do país. Evidências empíricas preliminares indicam uma relação entre o reaparecimento da aftosa com a tendência de queda nos preços pagos aos produtores e o aumento de sua variabilidade.

Assim, de maneira preliminar, a evidência empírica parece apoiar a hipótese de que o reaparecimento da febre aftosa esteja associado com a elevação da volatilidade dos preços recebidos pelos produtores de bovinos e suínos, caracterizando tal evento como um choque sobre os preços.

### **3.6 Considerações Finais**

Constatou-se neste capítulo que a febre aftosa continua presente em vários países, ocasionando impactos econômicos negativos e restringindo o comércio internacional de carnes. O Brasil após décadas com a presença da doença, diminuiu o número de focos a partir da segunda metade da década de 1990. Os principais estados produtores conseguiram o status de área livre de aftosa com vacinação levando à ampliação das vendas externas de carne bovina e suína.

Após dois anos sem a presença da aftosa no Brasil, em setembro de 2004, ocorreu um foco na região norte do país. A ocorrência teve impactos diretos para os produtores brasileiros, principalmente na credibilidade perante os principais compradores de carne do país. Evidências empíricas preliminares indicam uma relação entre o reaparecimento da aftosa com a tendência de queda nos preços pagos aos produtores e o aumento de sua variabilidade.

Assim, de maneira preliminar, a evidência empírica parece apoiar a hipótese de que o reaparecimento da febre aftosa esteja associado com a elevação da volatilidade dos preços recebidos pelos produtores de bovinos e suínos, caracterizando tal evento como um choque sobre os preços.

## **CAPÍTULO 4 -VOLATILIDADE NOS MERCADOS AGRÍCOLAS**

O objetivo deste capítulo é realizar uma revisão na literatura buscando compreender a importância da instabilidade dos preços nos mercados agrícolas, assim como seu impacto sobre os produtores. Na primeira seção, ressalta-se a importância da volatilidade sobre a produção agrícola. Posteriormente, discorre-se sobre o processo de volatilidade das *commodities* agrícolas. Na terceira seção, é discutida a aversão ao risco dos produtores (teoria e evidências empíricas) e seu impacto sobre a produção. Por fim, realizam-se as considerações finais do capítulo.

### **4.1 A Importância da Volatilidade dos Preços Agrícolas**

A volatilidade e a incerteza são focos principais de pesquisa em economia, exercendo um papel central com diversas aplicações em finanças, microeconomia e na análise de tomada de decisões dos agentes econômicos. Modelar e compreender a volatilidade tem sido um importante objeto de investigação empírica e teórica por parte dos pesquisadores, pois analisar os fatores que influenciam a volatilidade e antecipar o seu comportamento futuro é importante na formulação de estratégias de investimentos, alocação de recursos e na formulação de políticas públicas.

A incerteza nos mercados agrícolas pode se manifestar de várias formas, conforme descreve Lamounier:

**Na produção de *commodities* agrícolas a incerteza pode se manifestar sob várias formas, como, por exemplo, na possibilidade da ocorrência de fenômenos naturais, como geadas e secas, que serão prejudiciais à produtividade da atividade; na ocorrência de supersafras; nas intervenções e regulamentações governamentais não antecipadas pelos agentes econômicos; na possibilidade da criação de barreiras à entrada dos produtos nacionais nos mercados importadores; etc. Esses fenômenos, além de outros não mencionados, possivelmente implicarão impactos diretos sobre o nível dos preços das *commodities* (Lamounier, 2001, p. 1).**

Santos e Aguiar (2003) classificam o risco nos mercados agrícolas em três categorias: os riscos de produção, os climáticos e os de preço. Os autores afirmam que os dois primeiros podem ser minimizados pela utilização de seguros agrícolas. Entretanto, o risco de preços é reconhecido como um dos principais problemas enfrentados pelos produtores, pois instrumentos de proteção dos preços não são facilmente acessíveis.

A influência negativa da volatilidade dos preços no bem-estar social de produtores e consumidores, além dos impactos na renda dos países em desenvolvimento e exportadores de *commodities*, há muitos anos tem sido uma preocupação dos órgãos internacionais como o Banco Mundial, FAO e FMI. Conforme afirma Swaray (2002), este tópico é particularmente importante para a economia mundial porque as *commodities* primárias representam em torno de 40% do comércio mundial. Assim, o comportamento das flutuações, tanto no curto como no longo prazo, dos preços destas *commodities* tem importantes implicações para a economia mundial e da performance de países com forte dependência sobre receitas de exportações.

Assim, o Banco Mundial durante muito tempo tem reconhecido a volatilidade dos preços como um importante problema para produtores e famílias rurais. Na década de 80, a Divisão de *Commodities* do Departamento de Economia Internacional iniciou uma séria investigação sobre o uso de instrumentos de gerenciamento do risco de preço das *commodities*, como o mercado futuro, opções e *swaps*, em países em desenvolvimento (Varangis et. al, 2002). Políticas de estabilização vêm sendo estudadas e implementadas por órgãos como o Banco Mundial e por governos de vários países como o do Brasil. Para Pereira et. al (2005),

a instabilidade de preços leva os governos a interferirem nos mercados agrícolas por meio de políticas de garantia de preços e renda.

Helfand (2001), da mesma maneira, enfatiza que a variabilidade dos preços agrícolas é um importante tema na medida em que produtores e consumidores são avessos ao risco, e a variabilidade dos preços é traduzida em variabilidade do bem-estar de produtores e consumidores. Compreender o comportamento, ao longo do tempo, das características inerentes da volatilidade dos preços das *commodities* fornece informações úteis para propostas de políticas (Swaray, 2002).

Portanto, a importância da volatilidade dos preços agrícolas evidencia-se tanto pelas pesquisas realizadas por acadêmicos como pelos órgãos de financiamento internacionais preocupados com os impactos das flutuações dos preços sobre produtores e consumidores.

#### **4.2 A Volatilidade das *Commodities* Agrícolas**

A volatilidade nada mais é do que a oscilação (flutuação) dos preços num determinado período de tempo (diário mensal ou anual). Quanto maior a variação de preços no período considerado, maior a volatilidade. Conforme Lamouier (2001, p. 104), “expressivas oscilações de mês a mês, semanais e, ou, mesmo em intervalos menores de tempo, provocadas por outros fatores determinantes, é geralmente, chamado de volatilidade, ou de variações irregulares nos preços”. As principais medidas de volatilidade são o desvio-padrão, a variância e o coeficiente de variação da série de preços.

Alguns fatos estilizados, normalmente encontrados em séries financeiras como os *clusters* de volatilidade, também são identificados nas séries de preços agrícolas. Características naturais dos mercados agrícolas como estrutura de mercado, elasticidade-preço da oferta, elasticidade-preço da demanda, informações

incertas a respeito do nível de produção e a grande disponibilidade de produtos substitutos resultam em grandes flutuações dos preços e no aumento repentino dessas oscilações ao longo do tempo que pode ser identificado na forma de *clusters* na série de preços.

Para Swaray (2002), a origem da volatilidade difere para diferentes grupos de *commodities*. Em *commodities* agrícolas, a volatilidade é originada principalmente de distúrbios da oferta; já para matérias-primas industriais (tanto agrícolas como metálicas), são originadas por distúrbios de demanda. Para o autor, estes distúrbios em conjunto com a demanda de curto prazo e a elasticidade da oferta ocasionam a aguda flutuação dos preços.

Além das características inerentes dos mercados agrícolas, outro ponto abordado na literatura é a ocorrência de fatores exógenos que determinariam a amplitude da volatilidade em determinados períodos. Simões e Moura (2006), ao estudarem o mercado bovino, citam os efeitos das variáveis exógenas, como taxa de câmbio, cotações internacionais da carne bovina, mudanças no ambiente macroeconômico e político e exigências dos consumidores. Brandt (1979) enfatiza a presença de fatores exógenos, tais como guerras, depressões e secas, os quais para o autor tendem a levar a indústria agrícola a uma tendência cíclica ou a mantê-la em grande oscilação.

Os estudiosos buscam compreender as características do comportamento dos preços e os fatores que ocasionam a volatilidade nas *commodities* agrícolas, assim como os efeitos desta variabilidade sobre vários aspectos como produção, comercialização, rentabilidade e o comportamento de produtores e consumidores frente ao risco de preços.

Assim, quais são as implicações da volatilidade dos preços sobre produtores, consumidores e outros agentes desses mercados? Quais são as implicações do aumento da volatilidade na atividade agrícola? Na próxima sessão serão apresentadas algumas evidências de que a variabilidade dos preços é prejudicial à atividade agrícola, além de buscar possíveis fatores que amplificam o debate acerca da volatilidade.

### **4.3 Volatilidade e Aversão ao Risco dos Produtores**

Modelos teóricos e estudos empíricos têm sido desenvolvidos para se compreender como o risco dos preços afeta produtores e consumidores. Utilizando como base a Teoria da Utilidade Esperada de Von Neumann e Morgenstern (1944), modelos descrevem o comportamento dos agentes perante o risco, ou seja, dentro da idéia que os agentes expostos ao risco maximizam a utilidade esperada. Pode-se citar o modelo de Newbery e Stiglitz (1979), que utilizou este alicerce teórico para compreender os efeitos das políticas de estabilização de preços das *commodities* agrícolas considerando a aversão ao risco dos produtores e consumidores. Modelos desenvolvidos por Brink e McCarl (1978), Coyle (1999), e Pope e Just (1991) também incluem a aversão ao risco na análise do comportamento dos produtores agrícolas.

O trabalho seminal de Pratt (1976) e Arrow (1965) chama a atenção para um elemento chave da teoria da decisão, isto é, mensurar a aversão ao risco dos agentes econômicos. Os autores propõem dois indicadores que superam as limitações do uso da função utilidade cardinal para comparar diferentes atitudes sob risco. O coeficiente de aversão ao risco pode ser interpretado como a mudança percentual na utilidade marginal causada por cada unidade monetária ganha ou perdida. Dessa

forma, o coeficiente pode ter valores positivos ou negativos para agentes econômicos amantes ou avessos ao risco respectivamente<sup>10</sup>.

Holt (1994), ao pesquisar os programas de estabilização dos preços no mercado norte americano de milho, conclui que os produtores são avessos ao risco. Portanto, dada a característica dos produtores perante o risco, a volatilidade dos preços agrícolas torna-se uma variável importante na análise do setor.

Estudos econométricos sobre as decisões de oferta agrícola têm, por muito tempo, examinado a questão do risco de preços sobre a produção. Para Moschini e Hennessy (2000), essencialmente existem duas razões fazer isto. Primeiro, encontrar evidências de que a teoria que trata da aversão ao risco é relevante, ou seja, testar se existe uma resposta ao risco nas decisões agrícolas. Segundo, supor que a teoria é correta e a aversão ao risco é importante. Estimando a resposta ao risco, portanto, melhorará o desempenho dos modelos econométricos para previsão e/ou avaliação de políticas.

Um importante estudo publicado por Aradhyula e Holt (1990) examina a magnitude do comportamento de aversão ao risco dos produtores de frango nos Estados Unidos. O modelo sustenta que as expectativas racionais supostamente prevalecem dentro do setor agrícola. Os autores propõem o seguinte modelo para a função oferta dos produtores de frango:

$$q_t = a_0 + a_1 p_t^e - a_2 h_t - a_3 pfeed_{t-1} + a_4 hatch_{t-1} + a_5 q_{t-4} + \varepsilon_{1t} \quad (1)$$

---

<sup>10</sup> Dado que o produtor está sujeito a uma função de utilidade de Von Neumann-Morgenstern  $U(X)$ , onde  $X$  é sua renda, o coeficiente de aversão absoluto ao risco  $r_a$  é dado por:

$$r_a(X) = -\frac{U''(X)}{U'(X)}.$$

Onde:  $q_t$ ,  $p_t^e$ ,  $h_t$ ,  $pfeed_{t-1}$ ,  $hatch_{t-1}$  e  $\varepsilon_{1t}$  são, respectivamente, a quantidade de frango produzido (em milhões de libras) em t; preço real esperado do frango em t condicionada às informações em t-1 (tal que  $p_t^e = E_{t-1}p_t$ ); variância esperada dos preços do frango em t condicionada às informações em t-1; preço real da ração para o frango (em cents por libra) em t-1; tipo de frango comercializado na chocadeira (recém nascido) – em mil unidades no período t-1 e choque na oferta em t.

A função oferta é baseada sobre o ciclo de produção biológico dos frangos que é de dois meses. Como dados quinzenais não são disponíveis, o modelo assume que a decisão de ofertar é positivamente relacionada com a expectativa do preço formada pelos produtores no trimestre anterior. A quarta defasagem da quantidade produzida é incluída para contabilizar a possibilidade da produção em algum período, possivelmente, não se ajustar completamente ao nível desejado.

A parte mais interessante do estudo é o efeito negativo da variância condicional dos preços sobre a oferta de frangos. No estágio de planejamento, produtores precisam prever o preço que irá prevalecer nos dois meses adiante. O  $p_t^e$  ótimo indicará o número ótimo de frangos que irá criar e ofertar no mercado. Se a variabilidade dos preços é muito pequena, estas previsões podem ser realizadas com segurança. Entretanto, o aumento da variabilidade dos preços diminui a precisão das previsões e a oferta de frango, ou seja, a aversão ao risco dos produtores irá aumentar e o mercado terá menos frangos quando a volatilidade dos preços é alta.

Empiricamente, os autores estimam o modelo em dois estágios. Primeiro, através de um modelo GARCH, estimam a variância condicional dos preços do frango. Posteriormente, estimam a equação (1). Todos os coeficientes foram estatisticamente significativos e com os sinais esperados. Assim, um aumento na

expectativa do preço eleva a produção. Um aumento no risco, mensurado pela variância condicional dos preços, diminuiu a oferta de frangos.

Holt (1993), ao estudar o mercado de carnes, utiliza um modelo estrutural de três equações com inclusão do risco dos preços estimados por um modelo GARCH-M. Os resultados indicam que o risco dos preços tem substancial impacto sobre a produção e os preços do varejo e do produtor. Estudos semelhantes foram produzidos por Aradhyula e Holt (1989) e Holt e Moschini (1992), indicando uma relação inversa entre volatilidade dos preços e produção.

Chavas e Holt (1990) desenvolvem um modelo de reação da oferta sobre a maximização da utilidade esperada. O resultado do modelo é usado para especificar e estimar um sistema de equações de reação ao risco para o mercado de milho e soja nos EUA. Os resultados empíricos indicam que o risco tem um importante papel nas decisões dos produtores sobre o plantio de milho e soja. A análise também mostra que a redução do risco é importante nas decisões de alocação do plantio, pois um aumento na volatilidade dos preços leva a uma redução da área plantada de milho.

Coelho e Teixeira (2005), ao estudarem os efeitos das políticas de transferência de renda aos produtores nos EUA e seu impacto no comércio internacional, atentam para o fato que as transferências podem causar uma diminuição da aversão ao risco nos produtores, pois os produtores estarão dispostos a assumir riscos maiores, aumentando a área plantada ou transferindo a produção para culturas mais arriscadas e com maior retorno.

Estudos semelhantes como o de Lee e Helmberger (1985) e Pope e Just (1991) também encontram evidências de que o aumento do risco é importante nas decisões da produção agrícola, indicando que o aumento do risco de preços, dada a aversão ao risco dos produtores, leva a uma diminuição da produção.

Haigh e Bryant (2001) investigam como a volatilidade de variáveis exógenas pode afetar os preços e a rentabilidade de uma *commoditie*. Os autores procuram o potencial papel da volatilidade dos preços dos transportes (frete) sobre os preços de *commodities* no estado de Illinois nos EUA, Golfo dos EUA e em Rotterdam usando um modelo VEC-GARCH-M (Vector Error Correction GARCH-in-Mean). O modelo é usado para inferir a extensão na qual o risco dos preços dos transportes afeta a dinâmica dos preços no mercado internacional de grãos. Os resultados demonstram que a volatilidade dos preços dos transportes afeta os preços dos grãos e diminui as margens de comercialização dos produtores de soja.

Percebe-se, então, que as evidências empíricas (aversão ao risco dos produtores) dão suporte aos modelos teóricos que indicam a importância da volatilidade na tomada de decisões dos agentes do setor agrícola. Assim, a compreensão do comportamento dos preços e os fatores que o influenciam (choques exógenos), principalmente no que diz respeito à volatilidade dos preços, tornam-se importantes no gerenciamento deste tipo de atividade econômica e na formulação de políticas públicas de apoio ao setor. Lamounier (2001) destaca esta questão:

**Os agentes deverão buscar a máxima compreensão dos riscos (no presente caso, os riscos de preços) a que estão sujeitos, a fim de tomar as decisões mais corretas possíveis. Nesse sentido, o controle do risco, via conhecimento das especificidades dos mercados em que atuam, tem se configurado, cada vez mais, como um dos principais aspectos na elevação da eficiência das diversas atividades econômicas [...] Todavia, o que se pode observar é que essas possibilidades de ganho, advindas de uma gestão mais eficiente dos riscos, ainda não são plenamente aproveitadas por grande parte dos agentes envolvidos nesses mercados, em razão da imperfeita compreensão acerca da natureza das flutuações dos preços, que, se não podem ser evitadas, ao menos deveriam ser mais bem compreendidas pelos agentes econômicos ligados a esses mercados, a fim de otimizar suas decisões de hedge e de especulação (Lamounier, 2001, p. 4).**

#### **4.4 Considerações Finais**

Após a exposição deste capítulo, percebe-se a importância das pesquisas envolvendo o risco dos preços para o setor agrícola. Há décadas, estudos apresentam modelos teóricos e evidências empíricas que enfatizam a volatilidade dos preços como variável determinante na tomada de decisão dos produtores, afetando negativamente o nível de produção e a rentabilidade do setor. As evidências empíricas apontam para uma relação inversa entre volatilidade dos preços e produção agrícola, resultado do comportamento de aversão ao risco dos produtores.

Neste sentido, o presente trabalho tem o objetivo de contribuir para a compreensão do processo gerador de volatilidade dos preços da carne bovina e suína pagos aos produtores, além de investigar o possível impacto da febre aftosa sobre a volatilidade, identificando assim um choque exógeno como fator amplificador do risco de um dos setores mais importantes da produção agropecuária brasileira. A partir dos resultados, espera-se propiciar aos agentes do setor informações relevantes para o processo de tomada de decisões frente ao risco, bem como incentivar novas pesquisas aplicadas nesta área.

## **CAPÍTULO 5 - MÉTODOS E DADOS**

No presente capítulo são apresentados os dados utilizados e os métodos estatísticos e econométricos empregados para testar as hipóteses e os objetivos deste trabalho. A primeira parte refere-se aos dados. Em seguida, os procedimentos estatísticos aplicados às séries de preços. Por fim, descrevem-se os modelos da classe ARCH/GARCH e as especificações dos modelos estimados.

### **5.1 Dados**

O impacto da febre aftosa nas exportações e vendas internas direciona inicialmente a questão da transmissão dos preços no mercado interno. Segundo o modelo de liderança-preço de Barros (1990), as variações de preços tendem a iniciar no segmento atacadista-processador porque este é mais sensível às variações da oferta e demanda, às alterações de custos, ao risco de prejuízo e porque é especializado em relativamente poucos produtos.

Produtores e varejistas ajustariam seus preços por meio de defasagem distribuída no tempo (Aguiar, 1993). O setor de varejo, entretanto, apenas remarcaria preços sob pressão significativa dos custos (Becker, 1999). A fragmentação do segmento produtor (Barros, 1990) explicaria a razão pela qual a variabilidade do preço recebido pelo produtor depende diretamente dos preços ditados pelo setor atacadista-processador. Estas evidências justificam o enfoque do trabalho nos preços pagos aos produtores.

Serão utilizadas neste trabalho quatro séries de preços para testar a hipótese de que os focos de aftosa têm impacto sobre a volatilidade dos preços pagos aos produtores de carne bovina e suína, conforme visualizado na tabela 10.

**Tabela 10. Séries de preços pagos aos produtores das carnes bovina e suína**

<b>Preço médio recebido pelo produtor (Brasil) - boi gordo (em corte/15kg)</b> Período: 06/1984 a 09/2006 Número de observações: 266 Fonte: FGV/Agroanalysis (encontrada em <a href="http://www.ipeadata.gov.br">www.ipeadata.gov.br</a> )
<b>Preço médio recebido pelos agricultores (São Paulo) - boi gordo (em corte/15kg)</b> Período: 06/1984 a 11/2006 Número de observações: 268 Fonte: IEA/SP (encontrada em <a href="http://www.iea.sp.gov.br">www.iea.sp.gov.br</a> )
<b>Preços - Carne Suína</b>
<b>Preço médio recebido pelo produtor (Brasil) - suínos (em corte/15Kg)</b> Período: 06/1984 a 09/2006 Número de observações: 266 Fonte: FGV/Agroanalysis (encontrada em <a href="http://www.ipeadata.gov.br">www.ipeadata.gov.br</a> )
<b>Preços pagos aos produtores (Chapecó/SC) - suíno não tipificado (kg)</b> Período: 06/1984 a 11/2006 Número de observações: 268 Fonte: ICEPA/SC (encontrada em <a href="http://www.icepa.sc.gov.br">www.icepa.sc.gov.br</a> )

Fonte: IPEA (2006), FGV/Agroanalysis (2006), IEA/SP (2006) e ICEPA/SC (2006).

As séries preço médio recebido pelos agricultores de São Paulo (boi gordo) e preços pagos aos produtores de Chapecó/SC (suíno não tipificado) foram, primeiramente, transformadas para o atual padrão monetário para as observações anteriores a junho de 1994. As demais séries, disponibilizadas pelo sistema IPEADATA, já estão disponíveis em Reais. Posteriormente, as quatro séries de preços foram deflacionadas pelo IPA-OG – carnes e pescados – índice (junho. 2006 = 100) – FGV/Conjuntura Econômica, obtido na base de dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

Posteriormente, para serem submetidas à análise, as séries de preços foram transformadas em taxas de retorno calculadas pela expressão  $r_{i,t} = \ln P_{i,t} - \ln P_{i,t-1}$ , onde  $r_{i,t}$  é o retorno do preço da carne (bovina/suína) no mês t;  $P_{i,t}$  é o preço da carne (bovina/suína) em t; e  $P_{i,t-1}$  é o preço da carne (bovina/suína) em t-1.

Conforme Tsay (2002) apud Silva et. al (2005), existem duas razões principais para trabalhar-se com retornos em vez de preços. A primeira é que para investidores (produtores) médios, o retorno de um ativo é um sumário completo e independente da

escala da oportunidade de investimento. A segunda é que séries de retornos são mais fáceis de manipular que séries de preços, dado que as primeiras têm propriedades estatísticas mais tratáveis.

## 5.2 Análise Estatística dos Retornos dos Preços

A análise contempla, inicialmente, as estatísticas descritivas das séries como o cálculo da média, mediana, o desvio-padrão, a variância, o coeficiente de curtose (grau de achatamento de uma distribuição), assimetria (medida de forma que indica o quanto uma distribuição normal é assimétrica – por exemplo, se a distribuição normal é simétrica em torno de sua média, o coeficiente de assimetria, neste caso, é “aproximadamente” zero) e os testes de normalidade e estacionariedade das séries. Além disto, realiza-se uma verificação das especificidades das séries de preços como dos retornos para identificar possíveis quebras e *outliers*, assim como a obtenção do histograma com a distribuição de frequência.

Para testar a hipótese de normalidade será aplicado o teste de Jarque e Bera. O teste se baseia na hipótese nula de normalidade (a estatística segue a distribuição qui-quadrado com 2 graus de liberdade). Ele indica se a assimetria e a curtose da série diferem significativamente das mesmas medidas no caso de distribuição normal (Soares e Castelar, 2003).

Para testar a hipótese de estacionariedade, as séries de retornos dos preços serão submetidas ao teste ADF (Dickey-Fuller Aumentado) para detectar a presença de raízes unitárias. O teste de raiz unitária ADF utiliza a auto-regressão

$$\Delta r_t = \alpha + \beta t + (\rho_1 - 1)r_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \rho_{j+1} \Delta r_{t-1} + e_t, \text{ onde } \alpha \text{ é o intercepto; } t \text{ é a tendência;}$$

$\Delta$  é o operador diferença, tal que  $\Delta r_t = r_t - r_{t-1}$ ;  $\Delta r_{t-1}$  é a variável retorno defasada; e  $e_t$  representa a estrutura do erro. O teste ADF testa a hipótese nula de presença de raiz

unitária ( $\rho = 1$ ) contra a hipótese alternativa de que a série é estacionária ( $\rho > 1$ ), considerando a presença ou não da constante e/ou da tendência (Enders, 2004).

Foram estimados também os coeficientes de autocorrelação e autocorrelação parcial dos retornos e retornos ao quadrado para encontrar evidências de efeitos ARCH. A autocorrelação de uma série de preços  $p$  na defasagem  $k$  é estimada por:

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^T (p_t - \bar{p})(p_{t-k} - \bar{p})}{\sum_{t=1}^T (p_t - \bar{p})^2}, \text{ onde } \bar{p} \text{ é a média amostral de } p. \text{ O coeficiente de}$$

autocorrelação parcial na defasagem  $k$  mede a correlação entre  $p_t$  e  $p_{t-k}$ , excluindo os efeitos dos termos intermediários  $p_{t-1}, p_{t-2}, \dots, p_{t-k+1}$  (Enders, 2004).

Da mesma forma, para constatar que a série de retornos apresenta um padrão ARCH, realizou-se o teste ARCH-LM (ARCH – Multiplicador de Lagrange) nos resíduos dos modelos auto-regressivos ajustados para a média condicional dos retornos. Para testar a presença do processo ARCH, Engle (1982) mostra que a estatística LM pode ser calculada a partir de  $TR^2$ , em que T representa o número de observações e  $R^2$  é o coeficiente de correlação múltipla da regressão  $\hat{\varepsilon}_t = \alpha_0 + \alpha_1 \hat{\varepsilon}_{t-1} + \alpha_2 \hat{\varepsilon}_{t-2} + \dots + \alpha_q \hat{\varepsilon}_{t-q}$ . Sob a hipótese nula de que não há processo ARCH, a estatística converge para uma distribuição  $\chi^2$  com q graus de liberdade.

### 5.3 A Volatilidade dos Preços e o Modelo GARCH

Nas duas últimas décadas, o desenvolvimento e a evolução dos modelos de séries temporais permitiram aos pesquisadores compreenderem melhor como choques e determinados fatores impactam a trajetória dos preços agrícolas. Dada a importância das *commodities* primárias na economia mundial e por seus preços estarem sujeitos a grandes variações, afetando assim as decisões de consumidores e produtores, modelos de séries temporais da classe ARCH (*Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*)

desenvolvidos na década de 80 por Engle (1982) e a sua forma generalizada (GARCH) proposta por Bollerslev (1986) têm sido aplicados a séries de preços agrícolas, como Aradhyula e Holt (1988), Kesavan et al. (1992), Rezitis (2003), Bacchi (1995) e Carvalho et. al (2006).

Os modelos da classe ARCH servem como uma ferramenta para captar as oscilações da volatilidade em uma série de preços. As séries de retornos gerados podem ser descritos pelo seguinte processo auto-regressivo de ordem k:

$$r_{i,t} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \alpha_i r_{i,t-i} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim iid(0, \sigma^2) \quad (2)$$

O modelo ARCH (p) explicita a variância condicional (volatilidade) como uma função das inovações quadráticas passadas.

$$\varepsilon_t | \Omega_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2) \quad (3)$$

$$\sigma_t^2 = E(\varepsilon_t^2 | \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (4)$$

Em que  $\sigma_t^2$  denota a variância condicional, disponíveis as informações no tempo  $t - 1$ . As restrições dos parâmetros são:  $\alpha_0 > 0$ ,  $\alpha_i > 0$ , para  $i = 1, \dots, p$  e  $\sum \alpha_i < 1$ , condições necessárias para garantir que a variância condicional seja positiva fracamente estacionária. Tem-se que  $\{\varepsilon_t\}$  não são correlacionados serialmente, mas não são estocasticamente independentes.

Bollerslev (1986) desenvolveu uma generalização do modelo ARCH denominado de GARCH onde a variância condicional não é função apenas das inovações quadráticas passadas, mas também dos seus próprios valores passados. O modelo completo GARCH (p, q) adiciona, assim, termos auto-regressivos à

especificação ARCH (p), de modo que a equação da variância condicional toma a seguinte forma:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (5)$$

Onde,  $\sigma_t^2$  é a variância condicional em t,  $\alpha_0$  é a constante;  $\varepsilon_{t-i}^2$  é o erro observado ao quadrado em t – i,  $\sigma_{t-j}^2$  é a variância condicional em t – j,  $\alpha_i$  é o parâmetro associado ao termo  $\varepsilon_{t-i}^2$  e  $\beta_j$  é o parâmetro associado ao termo  $\sigma_{t-j}^2$ .

São dadas as seguintes condições para que a variância do processo seja positiva e estacionária:  $\alpha_0 > 0$ ,  $\alpha_i \geq 0$ ,  $\beta_j \geq 0$  para  $i = 1, \dots, q$  e  $j = 1, \dots, p$ . Para que exista um processo estacionário a soma dos parâmetros deve ser:

$$\sum_{i=1}^p \alpha_i + \sum_{j=1}^q \beta_j < 1$$

A soma dos coeficientes de um modelo GARCH é chamada de coeficiente de persistência da volatilidade. A persistência será dada pela soma de  $(\alpha + \beta)$ . Valores baixos para o coeficiente de persistência indicam que um choque inicial sobre a volatilidade irá provocar efeitos rápidos sobre o comportamento das séries. De maneira contrária, quanto mais próximo de 1 for o valor do coeficiente de persistência, o choque sobre a volatilidade irá se enfraquecer de maneira mais lenta e, portanto, maior será a demora do processo de reversão à média para a variância.

#### 5.4 Especificação dos Modelos

O primeiro passo consiste no ajuste de um modelo auto-regressivo do tipo:

$$r_{i,t} = c + \sum_{i=1}^k \phi_i r_{t-i} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Onde,  $r_{i,t}$  é o retorno dos preços das carnes bovina e suína,  $r_{t-i}$  é o retorno dos preços na defasagem  $i$  e  $\varepsilon_t$  é o erro da equação. Os erros gerados pela equação da média condicional servem de variável exógena para a estimativa do modelo GARCH. O número de defasagens de cada equação é definido pelo critério de Akaike.

O segundo passo, após a especificação para as equações da média condicional, é a modelagem da volatilidade dos retornos condicionais ajustando-se os modelos GARCH. O critério de Akaike indicará o número de defasagens. Cabe ressaltar que, conforme afirmam Greene (1997) e Hall et. al (1995) apud Lamounier (2001), na prática, a maioria dos processos de volatilidade condicional tem sido modelada como processos GARCH (1,1), sendo poucos os casos em que modelos de ordem superior apresentam resultados significativamente melhores. Apesar disso, neste trabalho testaram-se números adicionais de defasagens para verificar a melhor representação da volatilidade dos retornos dos preços das carnes bovina e suína. Os resultados obtidos não foram significantes, confirmando a modelagem GARCH (1,1) como a mais adequada.

Desta forma, será estimado para as quatro séries em análise um modelo GARCH para descrever o comportamento da volatilidade dos retornos dos preços, ignorando os possíveis efeitos do foco de febre aftosa (setembro de 2004) sobre a variância condicional no período. Assim, foram estimados os coeficientes dos seguintes modelos:

$$\sigma_{BGBRt}^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (7)$$

$$\sigma_{BGSpt}^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (8)$$

$$\sigma_{SBRt}^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (9)$$

$$\sigma_{SSCt}^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (10)$$

Onde,  $\sigma_{BGBRt}^2$ ,  $\sigma_{BGSPt}^2$ ,  $\sigma_{SBRt}^2$  e  $\sigma_{SSCt}^2$  são a variância condicional em t dos retornos do Boi Gordo (Brasil); Boi Gordo (SP); Suíno (Brasil) e Suíno (SC), respectivamente.

Destacadas estas especificações, mas com o intuito de captar o possível impacto da febre aftosa na volatilidade, como terceiro passo, uma variável *dummy*, AFTOSA, é incluída à especificação GARCH da seguinte forma:

$$\sigma_{BGBRt}^2 = \alpha_0 + \delta_1 Aftosa + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (11)$$

$$\sigma_{BGSPt}^2 = \alpha_0 + \delta_2 Aftosa + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (12)$$

$$\sigma_{SBRt}^2 = \alpha_0 + \delta_3 Aftosa + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (13)$$

$$\sigma_{SSCt}^2 = \alpha_0 + \delta_4 Aftosa + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (14)$$

A variável *dummy* AFTOSA é igual a 1 (um) para observações na amostra iniciadas em setembro de 2004 e igual a 0 (zero) nas demais observações.

Os parâmetros dos modelos serão estimados pelo método de máxima verossimilhança empregando uma distribuição normal, pois a maioria das modelagens de variância condicional utiliza tal método, dado que os parâmetros estimados são não-tendenciosos e consistentes. O algoritmo de otimização<sup>11</sup> utilizado foi o Berndt-Hall-Hall-Hausmann (BHHH), conforme recomendado por Bollerslev (1986). Todos os

---

<sup>11</sup> Existem outros algoritmos de otimização numérica como o de Newton-Raphson, Gauss-Newton e Marquardt que podem ser utilizados na estimativa dos parâmetros.

cálculos e estimativas dos parâmetros foram realizados com o auxílio do software Eviews, versão 5.0.

### **5.5 Considerações Finais**

Neste capítulo foram descritos os métodos e dados utilizados para testar a hipótese deste trabalho. Serão utilizadas quatro séries de preços pagos aos produtores da carne bovina e suína transformadas em retorno. Após uma análise estatística preliminar dos retornos dos preços, estima-se a variância condicional (volatilidade) através do modelo GARCH para cada uma das séries. Com esta especificação, com o objetivo de captar o impacto da febre aftosa sobre a volatilidade dos retornos, uma variável *dummy* é incluída ao modelo GARCH.

## **CAPÍTULO 6 - ANÁLISE DOS RESULTADOS**

O presente capítulo apresenta os resultados das estatísticas e estimativas dos modelos propostos neste trabalho. Na primeira parte, além da análise dos gráficos dos preços e retornos, discutem-se os resultados das estatísticas dos testes aplicados nas séries dos retornos dos preços. Na segunda parte, são apresentados os resultados das estimativas dos coeficientes dos modelos.

### **6.1 Análise dos Preços e Estatísticas dos Retornos**

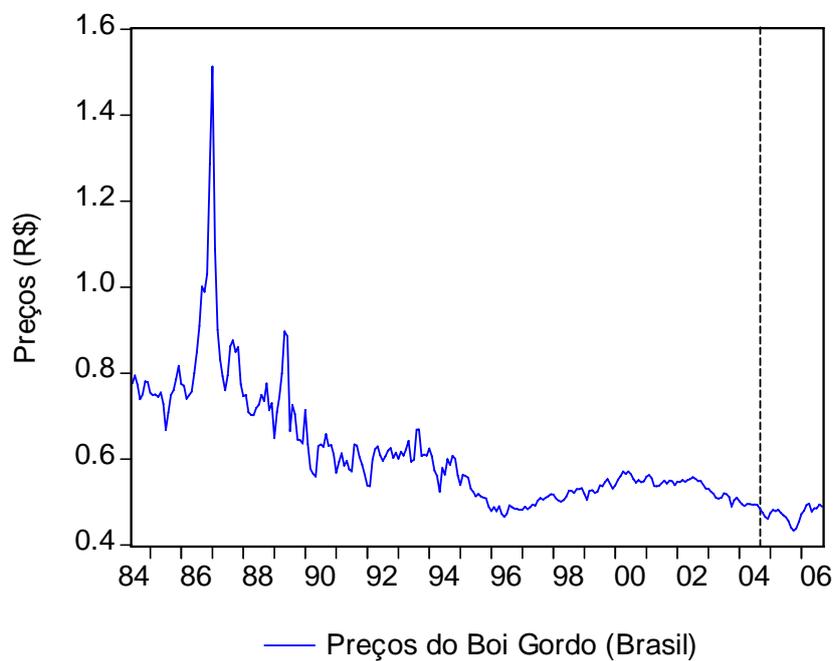
Analisando os gráficos das figuras 22, 23, 24 e 25, pode-se perceber o comportamento dos preços e dos retornos das quatro séries: do boi gordo (Brasil e São Paulo) e do suíno (Brasil e Santa Catarina). No período de análise, a economia brasileira passou por regimes monetários diferentes, resultado da implementação dos Planos Econômicos das décadas de 80 e 90.

As quatro séries apresentam algumas semelhanças em seu comportamento. Os preços no longo prazo apresentam uma tendência de queda, fruto dos ganhos de produtividade e redução de custos das cadeias produtivas tanto da carne bovina como da carne suína, conforme indicam os estudos de Macedo (2007) e Carvalho et. al (2007). O período pré Plano Real apresenta uma variabilidade dos preços maior, seguido de um período de maior estabilidade da segunda metade da década de 90 até 2004. Tal fato é evidenciado pelos gráficos dos retornos das séries de preços das duas categorias de carnes.

A linha tracejada presente em todos os gráficos indica a data (setembro de 2004) do início dos focos de febre aftosa. Percebe-se, principalmente, para as duas séries da carne suína o aumento da volatilidade dos retornos.

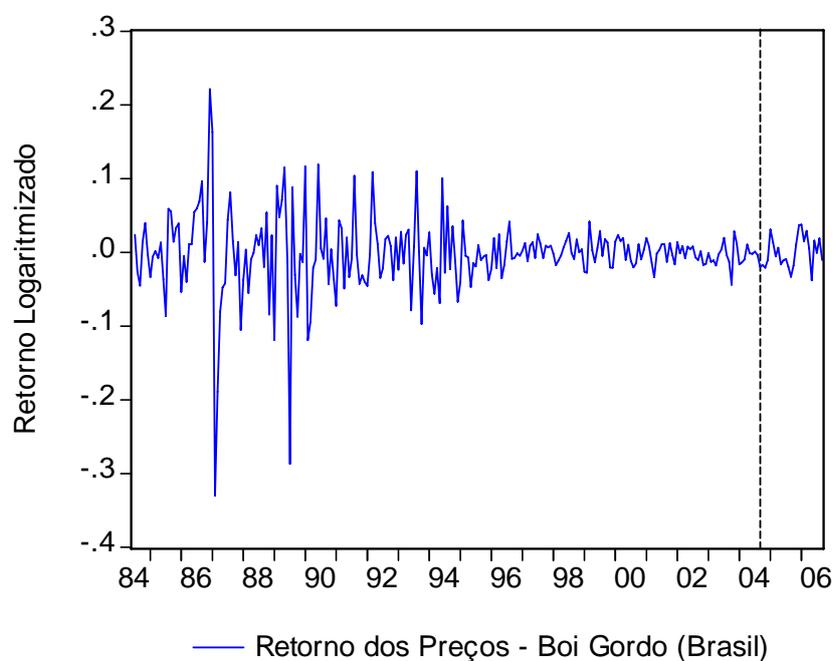
**Figura 22. Gráficos dos preços e retornos do boi gordo (Brasil)**

**Preço médio recebido pelo produtor (Brasil) – boi gordo (06/1984 a 09/2006)**



Fonte: IPEA (2006).

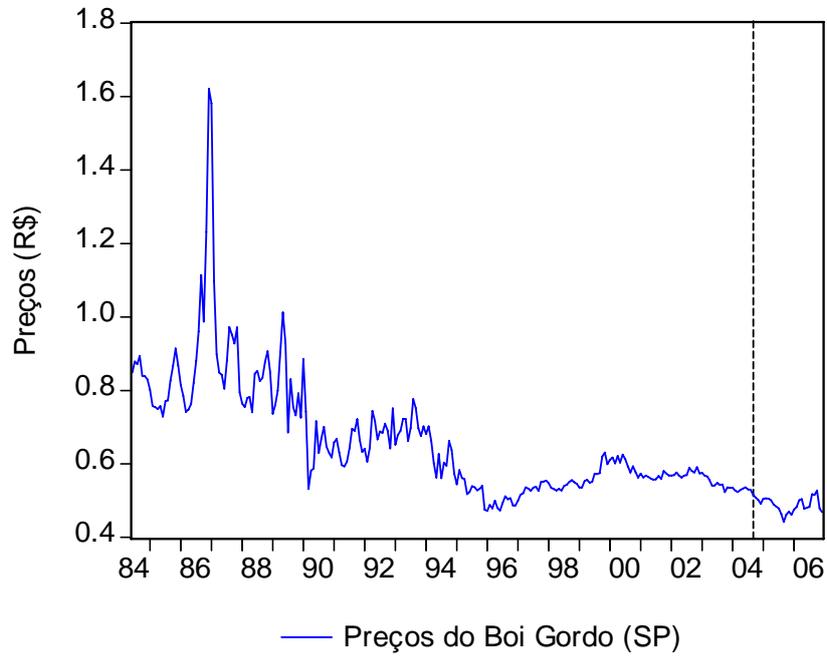
**Retorno dos preços (Brasil) – boi gordo (06/1984 a 09/2006)**



Fonte: Dados da pesquisa.

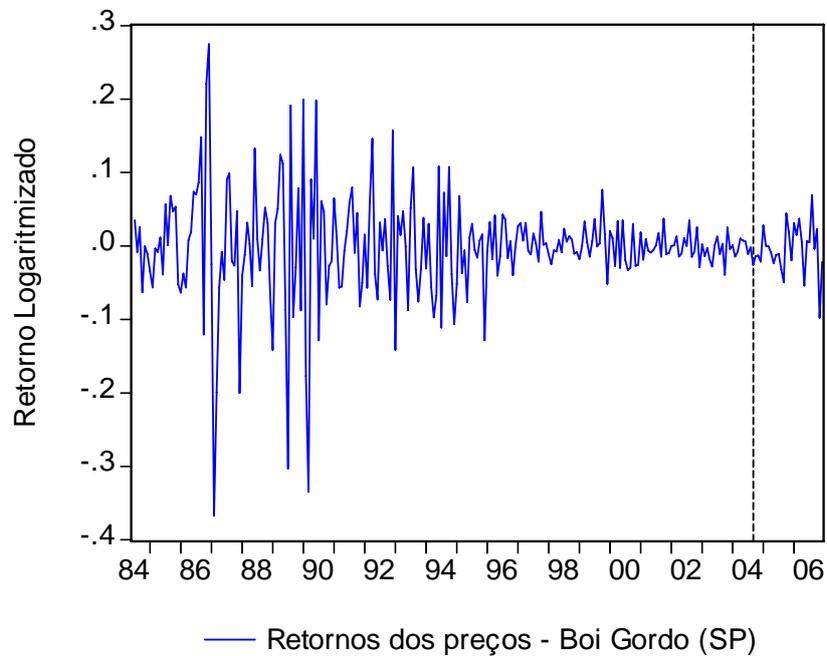
**Figura 23. Gráficos dos preços e retornos do boi gordo (São Paulo)**

**Preço médio recebido pelo produtor (São Paulo) – boi gordo (06/1984 a 11/2006)**



Fonte: IEA/SP (2006).

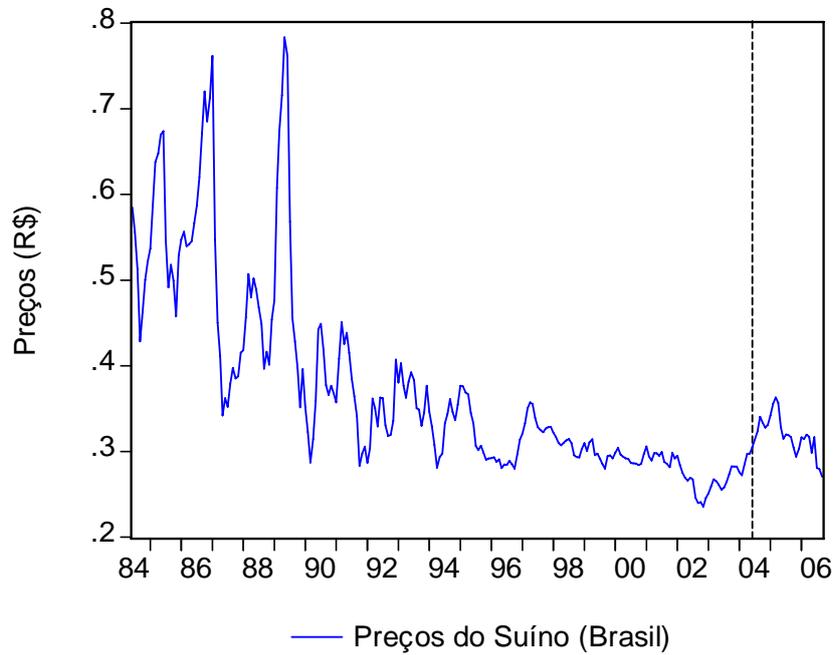
**Retorno dos preços (São Paulo) – boi gordo (06/1984 a 11/2006)**



Fonte: Dados da pesquisa.

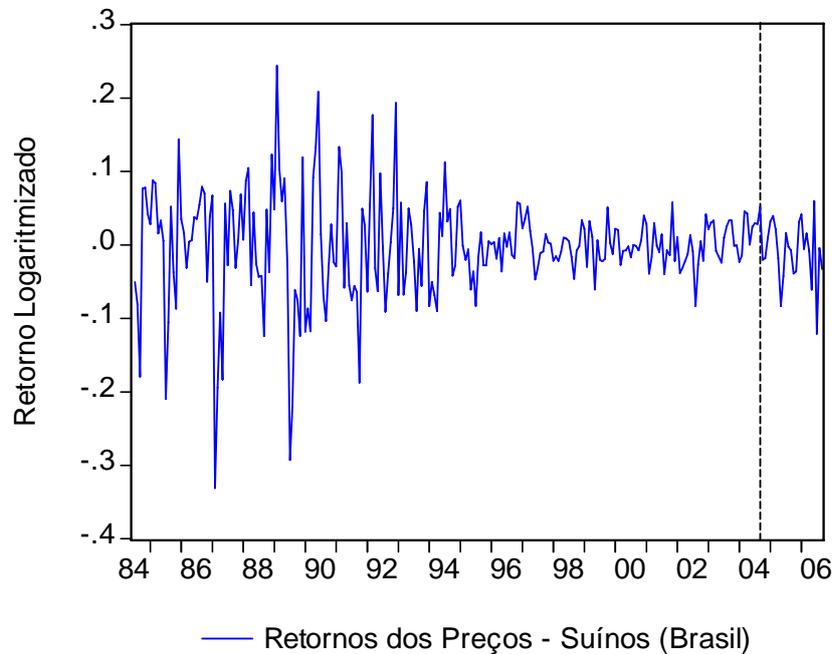
**Figura 24. Gráficos dos preços e retornos do suíno (Brasil)**

**Preço médio recebido pelo produtor (Brasil) – suíno (06/1984 a 09/2006)**



Fonte: IPEA (2006).

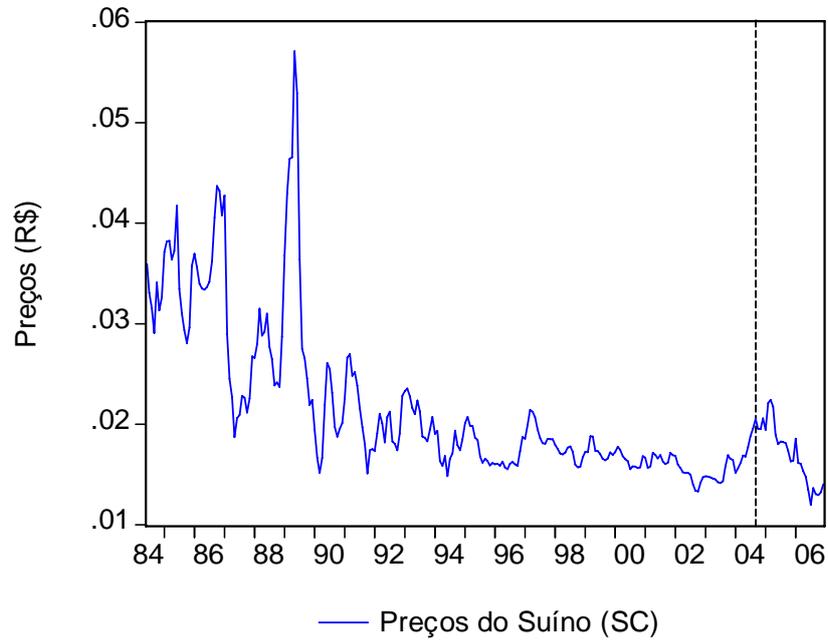
**Retorno dos preços (Brasil) – suíno (06/1984 a 09/2006)**



Fonte: Dados da pesquisa.

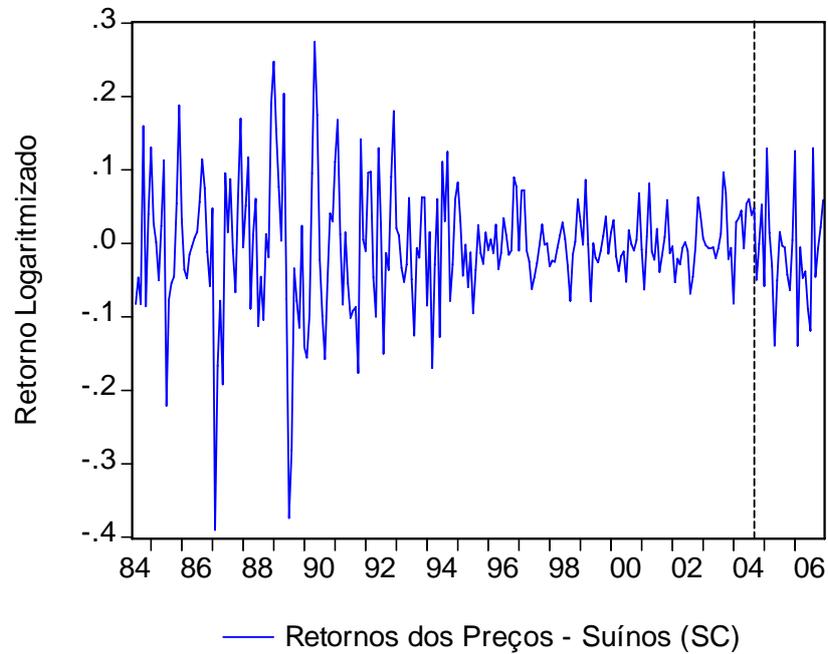
**Figura 25. Gráficos dos preços e retornos do suíno (Santa Catarina)**

**Preço médio recebido pelo produtor (Santa Catarina) – suíno (06/1984 a 11/2006)**



Fonte: ICEPA/SC (2006).

**Retorno dos preços (Brasil) – suíno (06/1984 a 11/2006)**



Fonte: Dados da pesquisa.

A presença de agrupamentos de volatilidade nas séries de retornos, característica típica de séries financeiras, indica, de maneira preliminar, a presença de heteroscedasticidade condicional auto-regressiva. Na tabela 13, no anexo, apresentam-se as estatísticas descritivas das quatro séries. Como se pode observar nessa tabela, todas as séries apresentam uma rentabilidade média negativa, evidenciando a tendência de queda dos preços no período.

A volatilidade medida pelo desvio-padrão mostra-se alta. A série de retornos dos preços do suíno (SC) apresenta o maior nível de variabilidade com cerca de 8,3% ao mês. O excesso de curtose evidencia que as séries são leptocúrticas em relação à distribuição normal (quando ocorre um alongamento vertical no centro da curva normal e, ao mesmo tempo, o seu estreitamento no sentido horizontal), confirmado pelos elevados valores da estatística de Jarque Bera.

Nas figuras 29 a 32 no anexo, têm-se os histogramas das séries mostrando as densidades empíricas ajustadas. Vê-se que, embora aproximadamente simétrica, a curva apresenta valores afastados da parte central da distribuição (caudas longas). Como pode ser visto na tabela 14, no anexo, os testes ADF mostram que as quatro séries são estacionárias (em nível) a 1%.

Conforme a tabelas 15, 16, 17 e 18, do anexo, todas as séries apresentam alguma estrutura de autocorrelação significativa dos retornos mensais. As estimativas dos coeficientes de autocorrelação e autocorrelação parcial para as séries de retornos e retornos ao quadrado indicam a existência de efeitos ARCH nas séries. Os coeficientes estimados (5 defasagens), dado os resultados da estatística de Ljung-Box, demonstram um bom padrão de previsibilidade para a média condicional dos retornos dos preços.

Com a definição das equações da média condicional (ver método no capítulo 5), efetuou-se o teste ARCH-LM nos resíduos destes modelos. Os resultados são reportados na tabela 19 do anexo. Conforme demonstram os p-valores, pode-se afirmar que as séries de retornos em análise apresentam um padrão ARCH sugerindo a adequação de alguma modelagem da variância condicional dos dados.

## **6.2 Resultados das Estimativas dos Modelos**

Na tabela 11, pode-se observar que os modelos GARCH (1,1) (modelos 2 e 4) aplicados às séries de retornos dos preços do boi gordo (Brasil) e boi gordo (SP), apesar da significância estatística dos coeficientes da equação da variância, os coeficientes  $\delta_1$  e  $\delta_2$ , que captam o impacto da febre aftosa sobre a volatilidade, apresentam sinais positivos, porém não são estatisticamente significativos.

Outro aspecto é que a soma  $\alpha_1 + \beta_1$  é pouco maior do que 1, possivelmente indicando que as estruturas a termo da volatilidade do modelo GARCH não convergem para o nível médio de longo prazo da volatilidade. Conforme Lamounier (2001), neste caso, diz-se que a variância condicional de  $\mathcal{E}_t$  possui raiz unitária e a variância permanecerá elevada, não apresentando reversão à sua média histórica. De acordo com Nelson (1990), isto não implica que a série de resíduos não seja estacionária, mas que a variância incondicional de  $\mathcal{E}_t$  não será.

**Tabela 11. Estimativas do modelo GARCH para os retornos dos preços do Boi Gordo (Brasil) e Boi Gordo (SP)**

Parâmetros	Estimativas			
	GARCH (1)	GARCH (2)	GARCH (3)	GARCH (4)
<b>Equação da média</b>				
C	-0.000948 (-0.783)	-0.000980 (-0.804)	-0.001402 (-0.796)	-0.001292 (-0.732)
$\phi_1$	0.113942 (1.607)	0.113949 (1.614)	-0.098580 (-1.401)	-0.102278 (-1.463)
$\phi_2$	-0.236021* (-3.497)	-0.234655* (-3.468)	-0.087274 (-1.125)	-0.088243 (-1.142)
<b>Equação da variância</b>				
$\alpha_0$	2.41E-05 (1.689)	2.22E-05 (1.602)	2.96E-05** (2.075)	2.14E-05 (1.822)
$\alpha_1$	0.339030* (4.242)	0.336144* (4.249)	0.219920* (5.002)	0.202421* (4.932)
$\beta_1$	0.692427* (12.857)	0.694495* (12.998)	0.796851* (28.759)	0.808843* (30.068)
$\delta_1$	-	1.66E-05 (0.237)	-	-
$\delta_2$	-	-	-	6.07E-05 (0.886)
R <sup>2</sup> ajustado	0.012	0.008	-0.004	-0.009
Akaike	-4.0144	-4.0075	-3.2769	-3.2751
Schwarz	-3.9333	-3.9129	-3.1963	-3.1810

**Notas:**

\*significante a 1%

Valor da estatística Z entre parênteses.

$$\text{Equação da média: } r_{BGBR_t} = c + \phi_1 r_{BGBR_{t-1}} + \phi_2 r_{BGBR_{t-2}} + \varepsilon_t$$

$$\text{GARCH (1): } \sigma_{BGBR_t}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

$$\text{GARCH (2): } \sigma_{BGBR_t}^2 = \alpha_0 + \delta_1 Aftosa + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

$$\text{Equação da média: } r_{BGSP_t} = c + \phi_1 r_{BGSP_{t-1}} + \phi_2 r_{BGSP_{t-2}} + \varepsilon_t$$

$$\text{GARCH (3): } \sigma_{BGSP_t}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

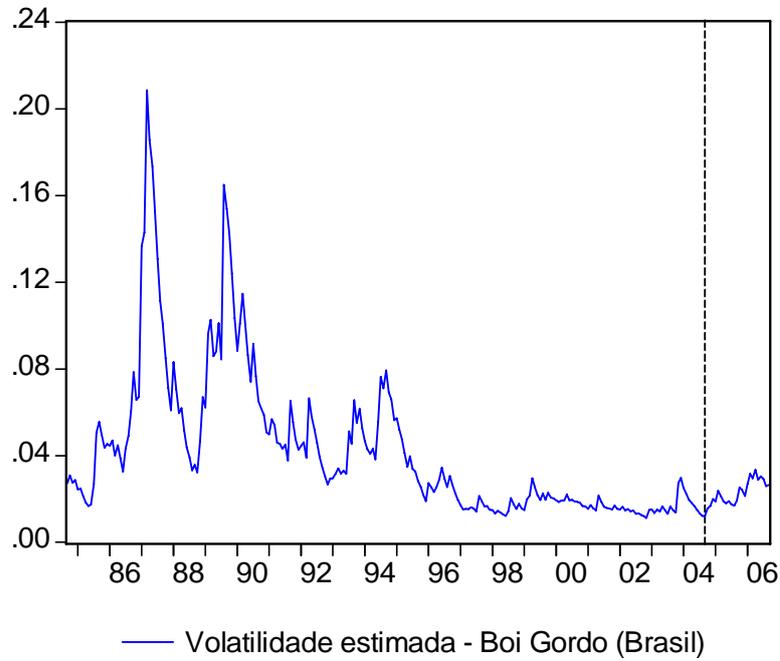
$$\text{GARCH (4): } \sigma_{BGSP_t}^2 = \alpha_0 + \delta_2 Aftosa + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

**Fonte:** Dados da pesquisa.

Os resultados indicam que a hipótese do aumento da volatilidade, ocasionados pelos focos de febre aftosa a partir de setembro de 2004, não pode ser confirmada para o caso dos retornos dos preços do boi gordo tanto para a série de preços Brasil como os preços de São Paulo. Tal fato é evidenciado também pela figura 26, que não demonstra um aumento expressivo da volatilidade após o evento de 2004.

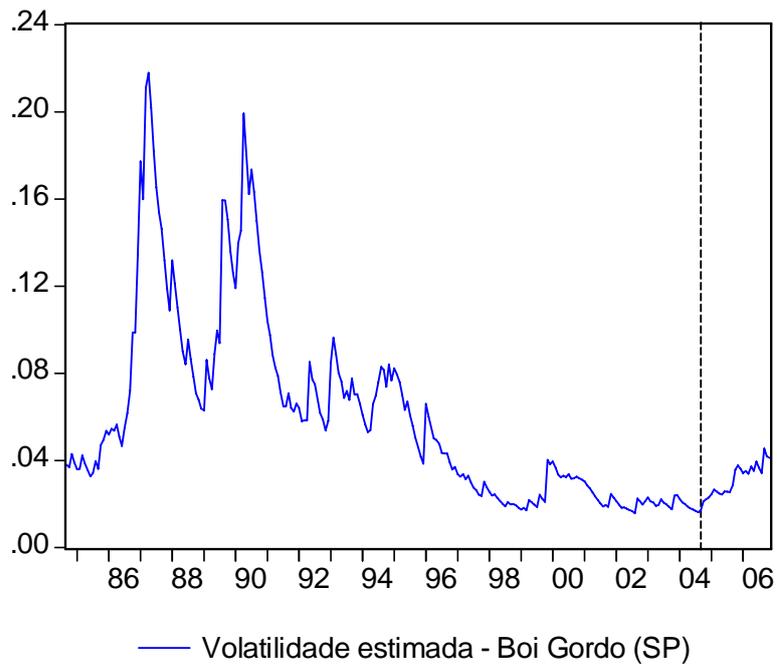
**Figura 26. Volatilidade dos retornos dos preços estimada pelo modelo GARCH – Boi Gordo (Brasil) e Boi Gordo (SP)**

**Volatilidade estimada pelo modelo GARCH – boi gordo (Brasil)**



Fonte: Dados da pesquisa.

**Volatilidade estimada pelo modelo GARCH – boi gordo (São Paulo)**



Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme os resultados reportados na tabela 12, os parâmetros dos modelos GARCH (1,1) (modelos 6 e 8) aplicados às séries de retornos dos preços do suíno (Brasil) e suíno (SC), exceto as constantes das equações da média e variância, são estatisticamente significativos e dentro das restrições do modelo, indicando um bom ajuste da série ao modelo GARCH (1,1).

**Tabela 12. Estimativas do modelo GARCH para os retornos dos preços do Suíno (Brasil) e Suíno (SC)**

Parâmetros	Estimativas			
	GARCH (5)	GARCH (6)	GARCH (7)	GARCH (8)
<b>Equação da média</b>				
C	-0.002206 (-0.741)	-0.000910 (-0.291)	-0.002231 (-0.543)	-0.000754 (-0.184)
$\phi_1$	0.201131* (2.963)	0.216614* (3.129)	0.208744* (3.136)	0.255193* (3.891)
$\phi_2$	-	-	-0.085391 (-1.244)	-0.099045 (-1.515)
<b>Equação da variância</b>				
$\alpha_0$	1.85E-05 (1.773)	9.33E-06 (1.272)	3.51E-05 (1.728)	1.68E-05 (1.368)
$\alpha_1$	0.071835* (3.379)	0.050256* (2.937)	0.061822* (3.693)	0.034982* (3.105)
$\beta_1$	0.919027* (58.233)	0.936258* (65.487)	0.929535* (77.542)	0.951149* (100.689)
$\delta_3$	-	0.000115** (1.973)	-	-
$\delta_4$	-	-	-	0.000411** (2.088)
R <sup>2</sup> ajustado	0.053	0.050	0.047	0.047
Akaike	-3.0232	-3.0393	-2.4698	-2.4966
Schwarz	-2.9559	-2.9584	-2.3892	-2.4025

**Notas:**

\*significante a 1%

\*\*significante a 5%

Valor da estatística Z entre parênteses.

Equação da média:  $r_{SBRt} = c + \phi_1 r_{SBR,t-1} + \varepsilon_t$

GARCH (5):  $\sigma_{SBRt}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$

GARCH (6):  $\sigma_{SBRt}^2 = \alpha_0 + \delta_3 Aftosa + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$

Equação da média:  $r_{SSCt} = c + \phi_1 r_{SSC,t-1} + \phi_2 r_{SSC,t-2} + \varepsilon_t$

GARCH (7):  $\sigma_{SSCt}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$

GARCH (8):  $\sigma_{SSCt}^2 = \alpha_0 + \delta_4 Aftosa + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$

**Fonte:** Dados da pesquisa.

Percebe-se, também, que a persistência de choques na volatilidade dos retornos é elevada, pois a soma  $\alpha_1 + \beta_1$  aproxima-se de 0,99. Quanto mais próximo de 1 for o valor do coeficiente de persistência, o choque sobre a volatilidade irá se enfraquecer de maneira mais lenta e, portanto, maior será a demora do processo de reversão à média para a variância (o choque demora a dissipar).

Os resultados para os retornos da carne suína, ao contrário da carne bovina, confirmam a hipótese de que os focos de febre aftosa iniciados em 2004 estão vinculados ao aumento da volatilidade no período, pois os coeficientes  $\delta_3$  e  $\delta_4$  são positivos e estatisticamente significativos. Tal fato é evidenciado pela figura 27 que demonstra graficamente que, após o choque ocasionado pela aftosa, a partir de segundo semestre de 2004, indicado pela linha tracejada, houve aumento expressivo da volatilidade. O fenômeno fica mais evidente, já que foi detectado tanto na série de retornos dos preços do suíno no Brasil quanto em Santa Catarina.

Examinando-se os coeficientes  $\delta_3$  e  $\delta_4$ , verifica-se que o impacto da febre aftosa na volatilidade dos preços em Santa Catarina é três vezes maior do que no Brasil. O coeficiente  $\beta$  da equação da variância dos retornos dos preços em Santa Catarina é maior que na série de retornos Brasil, indicando que choques como o foco de aftosa levarão um tempo maior para desaparecer, ou seja, são mais persistentes.

Ademais, dados os critérios de Akaike e Schwarz, os modelos GARCH [GARCH (6) e GARCH (8)], com a inclusão da variável *dummy* AFTOSA, ajustam-se melhor às séries dos retornos do que os modelos GARCH tradicionais [GARCH (5) e GARCH (7)].

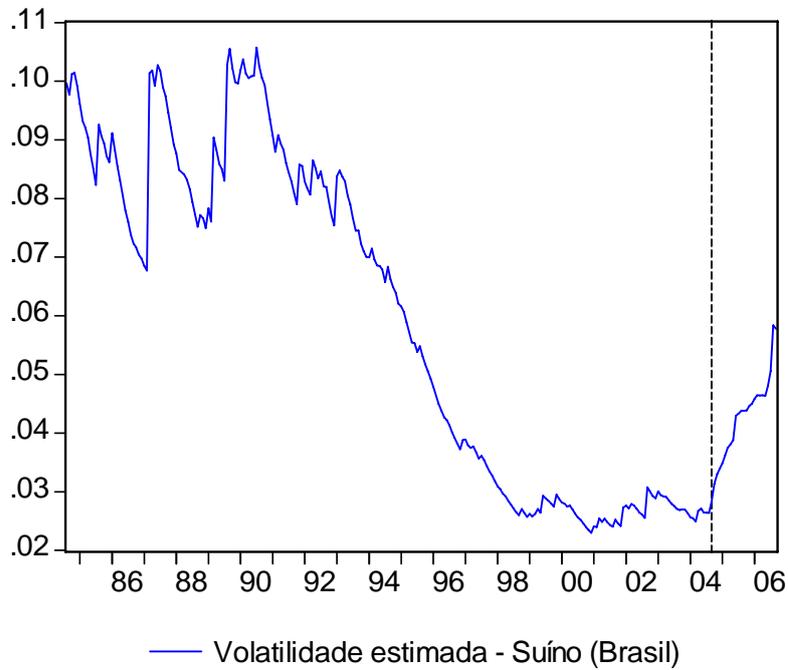
Para confirmar que os modelos estão corretamente especificados e adequados para modelar os retornos dos preços foram aplicados dois testes: a estatística Q de

Ljung-Box nos quadrados dos resíduos gerados a partir do cálculo de autocorrelação dos modelos GARCH estimados, bem como a aplicação do teste ARCH-LM nos resíduos dos mesmos modelos.

As estatísticas Q de Ljung-Box, conforme a tabela 20, no anexo, não apontam autocorrelação residual, mostrando que os modelos estimados são uma boa representação para o processo gerador da volatilidade dos retornos dos preços.

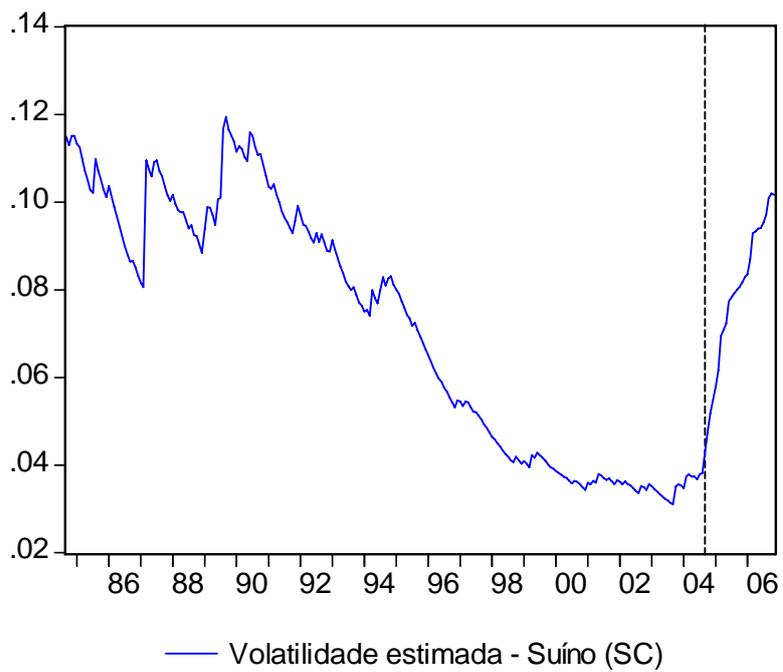
**Figura 27. Volatilidade dos retornos dos preços estimada pelo modelo GARCH – Suíno (Brasil) e Suíno (SC)**

**Volatilidade estimada pelo modelo GARCH – suíno (Brasil)**



Fonte: Dados da pesquisa.

**Volatilidade estimada pelo modelo GARCH – suíno (Santa Catarina)**



Fonte: Dados da pesquisa.

Da mesma forma, conforme a tabela 21, no anexo, dados os p-valores fornecidos pelo teste ARCH-LM (Multiplicador de Lagrange), verifica-se que os ajustamentos para a variância condicional foram satisfatórios para todos os modelos estimados, pois os resultados do teste rejeitaram a hipótese de presença ou permanência de heterocedasticidade nos resíduos dos modelos GARCH.

### **6.3 Hipóteses Sobre os Resultados**

Algumas hipóteses podem ser formuladas para explicar os resultados encontrados. A cadeia produtiva da carne bovina foi provavelmente menos afetada pelos focos de aftosa por ter na sua pauta de exportações um número maior de países do que a cadeia da carne suína. O Brasil exporta carne bovina para cerca de 172 países contra 55 países no caso da carne suína. Ao contrário da carne suína que concentra metade de suas exportações para um único país (Rússia), a carne bovina não concentra suas vendas em um único país importador. Assim, um único comprador ao decidir pelo embargo não provocaria tanta instabilidade no mercado.

Para Rodigheri (2006), no caso do mercado de carne bovina, a maior resistência aos impactos da aftosa decorre do próprio ciclo biológico do animal que, por ser mais longo, permite ao produtor reter por mais tempo o bovino no campo do que o suíno ou o frango na granja. Assim, houve um descompasso muito maior entre a oferta e a demanda no caso da carne suína frente ao embargo às exportações. A indústria viu-se forçada a estocar por períodos bem maiores que o normal, e também teve que colocar o produto no mercado a preços compatíveis quando se esgotou a possibilidade de estocagem adicional.

Os produtores, por sua vez, tiveram que manter os animais nas propriedades além do tempo ideal de abate, dificultando o ajuste da produção às alterações do mercado. Esta perspectiva de exame da oferta de carne suína em relação à demanda

certamente teve impacto no mercado colaborando para a maior variabilidade dos preços e da tendência dos mesmos para baixo.

Portanto, torna-se muito difícil para o produtor ajustar rapidamente sua produção às alterações de mercado de forma a adequar a sua oferta nas situações adversas (eventos sanitários) no curto e médio prazo (baixa elasticidade-preço da oferta). Tal fato pode explicar também o desequilíbrio nos preços e o aumento da volatilidade no caso da carne suína.

Outra questão a ser abordada no mercado é que as produções de carne bovina e suína possuem estruturas competitivas (grande número de produtores), ao passo que na comercialização os produtores defrontam-se com um oligopsônio, ou seja, um mercado com poucos compradores (agroindústria). Segundo dados do último relatório da ABIPECS, as três maiores empresas representam mais de 30% do mercado de suínos. Dada à interdependência das empresas processadoras, a maior volatilidade dos preços possivelmente resultou de um comportamento cooperativo entre as mesmas para manter um nível adequado de ganho.

A detecção do aumento da volatilidade na série de retornos dos preços suíno (Brasil), composto por todos os estados produtores de suíno, pode estar associada à transmissão da volatilidade dos retornos dos preços pagos aos produtores de Santa Catarina para a série de preços nacional, supondo que este estado tenha liderança na formação do preço no mercado nacional. Isto poderia indicar que a instabilidade ocorrida em SC, maior produtor e exportador de carne suína, foi transmitida para os outros estados.

Com o objetivo de investigar tal aspecto, foi estimado um modelo GARCH para a série de retornos dos preços suíno (Brasil) com a inclusão da variância condicional dos retornos dos preços suíno (SC), já estimada anteriormente pelo

modelo GARCH (conforme os resultados da tabela 12) na equação da média. Assim, foi testada se a volatilidade dos retornos em SC é transmitida para os retornos dos preços (Brasil). O modelo pode ser representado da seguinte forma:

$$r_{SBRt} = c + \phi_1 r_{SBRt-1} + \sigma_{SSC}^2 + \varepsilon_t \quad (15)$$

$$\sigma_{SBRt}^2 = \alpha_0 + \delta_5 Aftosa + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (16)$$

Onde,  $r_{SBRt}$  é o retorno dos preços do suíno (Brasil);  $\sigma_{SSC}^2$  é a variância condicional (volatilidade) do retorno dos preços do suíno (SC) e  $\sigma_{SBRt}^2$  é a variância condicional do retorno dos preços do suíno (Brasil). O parâmetro  $\delta_5$  representa a influência dos focos de aftosa na variância neste modelo.

O resultado é reportado na tabela 22 do anexo. Exceto as constantes das equações da média e da variância, todos os parâmetros são estatisticamente significativos. A significância estatística do parâmetro  $\sigma_{SSC}^2$  e o seu sinal negativo indicam que a volatilidade dos retornos do suíno em SC impacta de maneira negativa o retorno dos produtores de suíno dos outros estados. Portanto, um aumento na volatilidade no estado líder na produção e na exportação pode levar a uma redução na rentabilidade dos produtores de suínos.

Com o objetivo de avaliar se o processo de transmissão entre Santa Catarina e Brasil é bilateral, também foi testado se a volatilidade da série de retornos dos preços (Brasil) é transmitida para os retornos dos preços pagos aos produtores catarinenses. O modelo é representado da seguinte forma:

$$r_{SSCt} = c + \phi_1 r_{SSCt-1} + \phi_2 r_{SSCt-2} + \varepsilon_t \quad (17)$$

$$\sigma_{SSCt}^2 = \alpha_0 + \delta_6 Aftosa + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (18)$$

Onde,  $r_{SSCr}$  é o retorno dos preços do suíno (Santa Catarina);  $\sigma_{SBR}^2$  é a variância condicional (volatilidade) do retorno dos preços do suíno (Brasil) e  $\sigma_{SSCr}^2$  é a variância condicional do retorno dos preços do suíno (Santa Catarina). O parâmetro  $\delta_6$  representa a influência dos focos de aftosa na variância neste modelo.

O resultado é reportado na tabela 23 do anexo. Como o  $\sigma_{SBR}^2$  estimado não é estatisticamente significativo, a relação de transmissão de volatilidade para os retornos dos preços entre Santa Catarina e Brasil não é bilateral. O resultado indica que o estado catarinense é importante no comportamento dos preços no mercado nacional de carne suína.

#### **6.4 Considerações Finais**

Neste capítulo foram estimados os modelos GARCH propostos na metodologia. Os resultados confirmaram a hipótese do trabalho para o caso dos preços da carne suína, ou seja, o reaparecimento da aftosa no Brasil ocasionou o aumento da volatilidade dos retornos dos preços da carne suína, resultado não verificado nos preços da carne bovina. Assim, para um mesmo nível de retorno, o suinocultor é sujeito ao um nível de risco maior. Fatores como o maior número de países importadores da carne bovina, a diferença do ciclo biológico dos bovinos em relação aos suínos, bem como a estrutura de mercado do setor de suínos (oligopsônio), podem explicar as razões pela qual os preços da carne bovina não foram afetados de maneira significativa como os dos suínos.

Foi verificado também que a volatilidade dos retornos dos preços pagos aos produtores catarinenses sofreu um impacto três vezes maior do que os outros estados produtores de carne suína. O resultado pode ser explicado já que Santa Catarina é o

maior produtor e exportador do país e não obteve, como Rio Grande do Sul, a liberação de exportações para a Rússia, o maior importador de carnes do Brasil.

Em uma análise complementar, foi constatado que a volatilidade dos retornos dos preços dos suínos em Santa Catarina provoca elevação na volatilidade dos preços agregados para o Brasil, indicando assim que o estado influencia os preços no mercado nacional de suínos.

## **CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES**

Neste estudo, buscou-se analisar empiricamente o comportamento da volatilidade dos preços pagos aos produtores das carnes bovina e suína avaliando se os focos de febre aftosa ocorridos em 2004 e 2005, no Brasil, contribuíram de maneira significativa para o aumento da variabilidade dos preços. A hipótese formulada é de que o comportamento dos preços da carne bovina e suína foi afetado após este período, apresentando um maior nível de volatilidade, caracterizando, assim, tal evento sanitário como um choque.

Foram utilizadas quatro séries de preços para testar a hipótese de que os focos de aftosa têm impacto estatisticamente significativo sobre a volatilidade dos preços. Duas séries de preços para a carne bovina e duas para a carne suína (pagos aos produtores de periodicidade mensal). Assim, após a realização de testes estatísticos preliminares, foram estimadas oito especificações (duas para cada série) do modelo GARCH. Quatro delas incorporaram a variável que capta o efeito dos focos de febre aftosa sobre a volatilidade dos retornos dos preços nas quatro séries analisadas.

Os resultados indicam que a hipótese do aumento da volatilidade, ocasionados pelos focos de febre aftosa, a partir de setembro de 2004, não pode ser confirmada para o caso dos retornos dos preços do boi gordo tanto para a série de preços do Brasil como os preços de São Paulo. De maneira contrária, os resultados indicam que os focos de aftosa ocorridos no Brasil estão vinculados ao aumento da volatilidade dos preços recebidos pelos produtores da carne suína, confirmando a hipótese do trabalho. O efeito de amplificação da volatilidade foi detectado tanto na série de preços nacional (Brasil) como nos retornos dos preços dos produtores de Santa Catarina, sendo maior para este último.

Fatores como o menor nível de concentração das vendas externas da carne bovina em relação à carne suína, que concentra metade de suas exportações para um único mercado, o ciclo biológico de criação dos rebanhos, que no caso dos bovinos é mais longo, permitiram ao produtor reter por mais tempo o bovino no campo do que o suíno, evitando um descompasso maior entre oferta e demanda como no caso da carne suína. Estes fatores possivelmente podem explicar o fato de a volatilidade dos preços da carne bovina não ter sido afetado de maneira significativa pelo advento da aftosa como no caso dos suínos.

Para o produtor de suíno, dado o ciclo biológico do animal, torna-se muito difícil ajustar rapidamente sua produção às alterações de mercado de forma a adequar a sua oferta nas situações adversas (eventos sanitários) no curto prazo (baixa elasticidade-preço da oferta). Além disto, a estrutura da cadeia produtiva dos suínos caracterizada como um oligopsônio, ou seja, um grande número de produtores com poucos compradores (agroindústrias), pode possivelmente explicar também o desequilíbrio nos preços e o aumento da volatilidade no caso da carne suína.

Ademais, a detecção do aumento da volatilidade na série de retornos dos preços suíno (Brasil), composto por todos os estados produtores de suínos, está associada à transmissão da volatilidade dos retornos dos preços pagos aos produtores de Santa Catarina para a série de preços nacional. Isto indica que a instabilidade ocorrida em Santa Catarina, maior produtor e exportador de carne suína, foi transmitida para os outros estados. O modelo estimado indica que a volatilidade dos retornos do suíno em Santa Catarina impacta de maneira negativa o retorno dos produtores de suíno dos outros estados. Portanto, um aumento na volatilidade no estado líder na produção e na exportação pode levar a uma redução na rentabilidade dos produtores de suínos dos outros estados.

O aumento da volatilidade implica maior dificuldade para os produtores perceberem a real tendência dos preços futuros. Há também a constatação de que a volatilidade foi acompanhada pela queda dos preços. Portanto, preços instáveis ou em tendência de queda é um quadro difícil para os suinocultores, o que é agravado pelo fato do setor não contar com nenhum mecanismo protetor (*hedging*) contra o risco de mercado, dificultando o planejamento da produção. Para a agroindústria processadora, a volatilidade pode comprometer a oferta de matéria-prima no médio e longo-prazos. Este segmento tem a alternativa de maior produção de produtos processados, cujos preços não acompanham os preços da carne *in natura* e estão mais atrelados ao comportamento da demanda. Portanto, a volatilidade tende ser mais prejudicial ao segmento produtor na cadeia de carne suína e estimula a produção de processados pela agroindústria, em detrimento da oferta de carne *in natura*.

Desta forma, sendo a sanidade animal um bem público, os investimentos governamentais são essenciais para erradicar a febre aftosa e outras doenças animais. Gastos são necessários com pessoal e equipamentos para maior fiscalização das fronteiras secas com países limítrofes (Paraguai, Argentina e Bolívia), para maior agilização das equipes de controle da doença, para indenização adequada dos produtores afetados e também para dispor de mais laboratórios com capacidade e agilidade de realizar exames químicos para detectar a presença da doença.

Do ponto de vista empresarial, torna-se estratégica a busca de novos mercados, reduzindo o quase monopólio russo da compra da carne suína brasileira (sua parcela é de 50,68%). Porém, grande parte deste esforço depende de o Brasil ser considerado pela OIE como livre de febre aftosa sem vacinação, o que daria acesso aos mercados representados por países ricos, como Estados Unidos e Japão.

Uma recomendação para trabalhos futuros é testar se um evento positivo para o mercado de carnes brasileiro teria o mesmo impacto sobre a volatilidade como no caso da febre aftosa. A utilização de um modelo EGARCH (*Exponential Generalized Autoregressive Conditionally Heterocedasticity*) poderá verificar se choques positivos e negativos têm impactos diferenciados sobre a volatilidade dos preços pagos aos produtores de carne suína.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, D.R.D. A Questão da transmissão de preços agrícolas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.31, no.4, p.291-308, out/dez.1993.
- ALEXANDER, C. **Modelos de mercados: um guia para a análise de informações financeiras**. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 2005.
- ANDERSON, J. R., DILLON, J. L., HARDAKER, J. B., Agricultural Decision Analysis. **The Iowa State University Press**, Ames, 1977.
- ÂNGELO, A. J., GONÇALVES, J. S. Impactos da aftosa nas vendas externas de carne bovina não-processada. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, vol. 1, n. 2, 2006.
- ARADHYULA, S. V., HOLT, M. GARCH Time-Series Models: An Application to Retail Livestock Prices. **Western Journal of Agricultural Economics**. v.13(2), p. 365-374, 1988.
- ARADHYULA, S.V., HOLT, M. T. Risk behavior and rational expectations in the U.S. broiler market. **American Journal of Agricultural Economics**, vol. 71, p. 892-902, 1989.
- ARADHYULA, S.V., HOLT, M. T. Price risk in supply equations: An application of GARCH time series models to the U.S. broiler market. **Southern Economic Journal**, vol. 57, p. 230-242, 1990.
- ARROW, K. J. Aspects of the Theory of Risk-Bearing. **Academic Bookstore**, Helsinki, 1965.
- Associação Brasileira das Indústrias Produtoras e Exportadoras de Carne Suína, ABIPECS. **Relatório Anual**, 2006.
- Associação Brasileira das Indústrias Produtoras e Exportadoras de Carne Suína, ABIPECS. **Relatório Anual**, 2005.
- Associação Brasileira das Indústrias Produtoras e Exportadoras de Carne Suína, ABIPECS. **Relatório Anual**, 2004.
- Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes, ABIEC. **Estatísticas on-line**, 2006. Disponível em [www.abiec.org.br](http://www.abiec.org.br).
- Associação Catarinense de Criadores de Suínos, A.C.C.S. **Relatório Anual**, 2004.
- Associação Catarinense de Criadores de Suínos, A.C.C.S. **Relatório Anual**, 2005.
- BACCHI, M.R.P., HOFFMAN, R. Previsão de Preços de Bovino e Frango com Modelos de Séries Temporais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, vol.33, n.4, p.9-28, 1995.

BARROS, G. S. A. C. Transmissão de preços pela central de abastecimento de São Paulo. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, FGV, v. 44, n. 1, p 5-20, 1990.

BARRY, P. J. Risk Management in Agriculture. **The Iowa State University Press**, Ames, 1984.

BECKER, G.S. Hog prices: questions and answers. **The National Council for Science and the Environment**. Washington, D.C. 1999. Disponível em: [http://www.agriculturelaw.com/aglibrary/articles/hogprices\\_dec15\\_1999](http://www.agriculturelaw.com/aglibrary/articles/hogprices_dec15_1999). Acesso em 23/04/2002.

BLAKE, A., SINCLAIR, M. T., SUGIYARTO, G. The Economy-Wide Effects of Foot and Mouth Disease in the UK Economy. **Working Paper** – Nottingham University Business School. 17p., 2002.

BOLLERSLEV, T. Generalized Autorregressive Conditional Heteroskedasticity. **Journal of Econometrics**, v.31, p.307-327, 1986.

BRANDT, S. A. **O Mercado Agrícola Brasileiro**. São Paulo: Nobel, 1979.

BRINK, L., MCCARL, B. The Tradeoff between Expected Return and Risk among Cornbelt Farmers. **American Journal of Agricultural Economics**, vol. 60, p. 259-263, 1978.

BURTON, M., YOUNG, T. The impact of *BSE* on the demand for beef and other meats in Great Britain. **Applied Economics**, 28, 687-693, 1996.

CAPACLE, V. H., VIEIRA, A. C. P., BELIK, W. **VII Congresso Latino Americano de Sociologia Rural**, Quito, 20-24 de novembro, 2006.

CARVALHO, T.H., MELO, G. B., ZEN, S. Análise da Transmissão entre os Preços dos Cortes de Suínos no Varejo e os Preços Recebidos pelos Produtores no Estado de São Paulo. **XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural**, Fortaleza, 23-27 de Julho, 2006.

CHAVAS, J. P., HOLT, M. T. Acreage decisions under risk: The case of corn and soybeans. **American Journal of Agricultural Economics**, vol. 72, p. 529-38, 1990.

CNPC - Conselho Nacional da Pecuária de Corte. **Base de dados estatísticos**. Disponível em: < <http://www.cnpc.org.br/site/> > Acesso em: 08/2006.

COELHO, A. B., TEIXEIRA, E. C. Impactos na produção de políticas "desacopladas" na agricultura norte-americana: o papel do risco. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, vol.43, n.2, p.209-223, 2005.

COYLE, B. T. Risk Aversion and Yield Uncertainty in Duality Models of Production: a mean-variance approach. **American Journal of Agricultural Economics**, vol. 81, p. 553-567, 1999.

DEBERTIN, D. L. **Agricultural production economics**. New York: Macmillan, 1986.

DILLON, J. L. An Expository Review of Bernoullian Decision Theory in Agriculture: is utility function? **Review of Marketing and Agricultural Economics**, vol. 39, n.1, 1971.

ENGLE, R. F. Autorregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. **Econometrica**, v.50, n.4, p.987-1007, 1982.

ENDERS, W. **Applied Econometric Time Series**. New York: J. WILEY, 2004.

ICEPA. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina: 2005-2006**, 2006.

FARIA, R. N., BURNQUIST, H. L. Impactos da Febre Aftosa no Setor de Abates de Animais: uma análise de equilíbrio geral. **XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural**, Fortaleza, 23-27 de Julho, 2006.

FAO. **Medium-term prospects for agricultural commodities – projections to the year 2010**. Roma, 2003. Disponível em: <<http://www.fao.org>>.

Federação da Agricultura do Estado de Santa Catarina, FAESC. **Notícias on-line**, 2007. Disponível em <http://www.faesc.com.br/v2/faesc.htm>.

Federação de Agricultura do Estado do Paraná, FAEP. **Boletim Informativo**, 2006. Disponível em <http://www.faep.com.br/boletim/bi953/bi953pag14.htm>.

FGV AGROANALYSIS – Fundação Getúlio Vargas. **Base de dados estatísticos**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/index.php>> Acesso em: 11/2006.

Fraser of Allander Institute, Economic Impact of the 2001 Foot and Mouth Disease Outbreak in Scotland. **Final Report** - University of Strathclyde. 103 p, 2003.

GREENE, W. H. **Econometric analysis**. 3. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1997.

HANAWA, H.P., CHEN, Y.K. The Impact of *BSE* on Japanese Retail Beef Market. Selected Paper - Prepared for presentation **at the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting**, Mobile, Alabama, February 1-5, 2003.

HAIGH, M. S., BRYANT, H. L. The Effect of Barge and Ocean Freight Price Volatility in International Grain Markets. **Agricultural Economics**, vol. 25, p. 41-58, 2001.

HALL, R.E. et al. **QMS: evIEWS 2.0 – user's guide**. Irvine, California, 1995.

HARDAKER, J. B. HUIRNE, R. B. M., ANDERSON, J. R., Coping with Risk in Agriculture. **CAB International**, Wallingford, 1997.

- HELFAND, S. M. The Variability of Agricultural Prices in Brazil: the impact of policies in the 1980s and of policy reform in the 1990s. Paper presented at the **Conference of the Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBER)**, Recife, August 2001.
- HOLT, M. T. Risk response in the beef marketing channel: A multivariate generalized ARCH-M approach, **American Journal of Agricultural Economics**, vol. 75, p. 559-71, 1993.
- HOLT, M. T. Price-Band Stabilization Programs and Risk: an application to the U.S. Corn Market. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, vol. 19, n.2. p.239-254, 1994.
- HOLT, M. T., MOSCHINI, G. Alternative measures of risk in *commodity* supply models: An analysis of sow farrowing decisions in the United States, **Journal of Agricultural and Resource Economics**, vol. 17, p. 1-12, 1992.
- HSU, S. H., LEE, D. H., LIN, C. C. C. H. C., YANG, T.C. Foot-and-Mouth Disease on Taiwan Using a Dynamic Computable General Equilibrium Model. **American Agricultural Economics Association Annual Meeting**, Providence, Rhode Island, July 24-27, 25p., 2005.
- IEA - Instituto de Economia Agrícola. **Base de dados estatísticos. Disponível em:** < <http://www.iea.sp.gov.br/out/index.php>> Acesso em: 11/2006.
- IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada. **Base de dados estatísticos. Disponível em:** < <http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?477509078>> Acesso em: 10/2006.
- IPARDES. **Análise da competitividade da cadeia agroindustrial de carne suína no Estado do Paraná**, Curitiba, 2002.
- JAMES, A. D., RUSHTON, J. The economics of foot and mouth disease. **Rev. Sci. Off. int. Epiz.**, v. 21, n. 3, p. 637-644, 2002.
- JARVIS, L. S., CANCINO, J. P., BERVEJILLO, J. E. The Effect of Foot and Mouth Disease on Trade and Prices in International Beef Markets. **American Agricultural Economics Association Annual Meeting**, Providence, Rhode Island, July 24-27, 37p., 2005.
- JIN, H.J., SKRIPNITCHENKO, A., KOO, W.W. The Effects of the *BSE* Outbreak in the United States on the Beef and Cattle Industry. **Special Report 03-4** - Center for Agricultural Policy and Trade Studies, North Dakota State University, 2004.
- KASSUM, J., MORGAN, N. The SPS Agreement: Livestock and Meat Trade, 16p., 2002. (Draft: not for dissemination).
- KESAVAN, T., ARADHYULA, S. V., JOHNSON, S. R. Dynamics and Price Volatility in Farm-Retail Livestock Price Relationships. **Journal of Agricultural and Resource Economics**. v. 17(2), p. 348-361, 1992.

LAMOUNIER, W. M. **Comportamento dos Preços no Mercado Spot de Café do Brasil: Análise nos Domínios do Tempo e da Frequência**. 2001, 207f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, MG, 2001.

LEE, D. R., HELMBERGER, P. G. Estimating Supply Response in the Presence of Farm Programs. **American Journal of Agricultural Economics**, vol. 67, p. 191-203, 1985.

LIMA, R. C. A., MIRANDA, S. H. G., GALLI, F. Febre Aftosa: impacto sobre as exportações brasileiras de carnes e o contexto mundial das barreiras sanitárias. **Instituto de Estudos do Comércio e Negociações Internacionais**, 31p., 2005.

LIVANIS, G., MOSS, C. B. Price Transmission and Food Scares in the U.S. Beef Sector. International Agricultural Trade and Policy Center. **Working Paper Series** - University of Florida (Institute of Food and Agricultural Sciences), 18p., 2005.

LLOYD, T., MCCORRISTON, S., MORGAN, C.W., RAYNER, A.J. The Impact of Food Scares on Beef and Inter-Related Meat Markets. Selected Paper - **American Agricultural Economics Association Annual Meeting** Chicago, IL, August 8, 2001.

LYRA, T. M. P., SILVA, J. A. A Febre Aftosa no Brasil: 1960-2002. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.56 (5) , p. 565-576, 2004.

MACEDO, L. O. B. Investigação dos Determinantes da Rentabilidade das Exportações de Carne Bovina Brasileira no período de 1995 a 2006. **Informações Econômicas**, SP, vol. 37, n. 5, 2007.

MACHADO, L. V. N., AMIN, M. M. Impacto da Febre Aftosa na Posição Competitiva do Brasil no Mercado Internacional de Carne Bovina. **XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural**, Fortaleza, 23-27 de Julho, 2006.

MAPA. **Projeções do Agronegócio: Mundial e Brasil**. Assessoria de Gestão Estratégica, 2006.

MATTSON, J.W., JIN, H.J., KOO, W.W. The Effect of Lost Exports on U.S. Beef Prices. **Agribusiness & Applied Economics Report** No. 558 - Center for Agricultural Policy and Trade Studies, North Dakota State University, 2005.

MDIC/SECEX - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (Secretaria de Comércio Exterior). **Base de dados estatísticos**. Disponível em: <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/default.asp>> Acesso em: 12/2006.

MOSCHINI, G., HENNESSY, D. A. Uncertainty, Risk Aversion and Risk Management for Agricultural Producers. **Handbook of Agricultural Economics**, Amsterdam, Elsevier Science Publishers, 2000.

MÜLLER, C. A. S., **Avaliação Econômica do Programa de Erradicação da Febre Aftosa no Brasil**. 2004. 113f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 2004.

NELSON, D. B. Stationarity and persistence in the GARCH (1,1) model. **Econometric Theory**, v. 6, p. 318-334, 1990.

NEWBERY, D. M. G., STIGLITZ, J. E.. The Theory of *Commodity Price Stabilisation Rules: Welfare Impacts and Supply Responses*. **The Economic Journal**, Vol. 89, n. 356, p. 799-817, 1979.

NORTHOFF, E. **FAO**, 2004. Disponível em <http://www.fao.org>.

OIE - Office International Des Epizooties. **Disponível em:** < <http://www.oie.org/>> Acesso em: 01/2007.

OLASCOAGA, R. C. **Fiebre aftosa**. São Paulo: Ed. Atheneu, 1999.

PEREIRA, A. C., CARVALHO, F. M. A., CONCEIÇÃO, J. C. P. R., Evolução e Desempenho da Política de Contratos de Opção de Venda para Mercados Agrícolas. **Revista de Economia e Agronegócio**, vol.3, n.4, 2005.

PITUCO, E. M., A importância da Febre Aftosa em Saúde Pública. SIC - Serviço de Informação da Carne. **Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Animal** (Instituto Biológico), 7p., 2001.

PRATT, J. W. Risk Aversion in the Small and in the Large. **Econometrica**, Vol. 44, n. 2, p. 420, 1976.

POPE, R. D., JUST, R. E. On Testing the Structure of Risk Preferences in Agricultural Supply Analysis, **American Journal of Agricultural Economics**, vol. 73, p. 741-748, 1991.

Productivity Commission, Impact of a Foot and Mouth Disease Outbreak. **Australia. Research Report** - AusInfo, Canberra. 207 p, 2002.

PROGRAMA NACIONAL DE ERRADICAÇÃO DA FEBRE AFTOSA. **Relatório Anual**, MAPA, Brasília, 2005.

REZITIS, A. Volatility Spillover Effects in Greek Consumer Meat Prices. **Agricultural Economics Review**, v. 4(1), p. 29-36, 2003.

RICH, K.M., MILLER, G.Y, WINTER-NELSON, A. A review of economic tools for the assessment of animal disease outbreaks. **Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.**, 24(3), 833-845, 2005.

ROBISON, L. J., BARRY, P. J. The Competitive Firm's Response to Risk. **MacMillan Publishing Company**, New York, 1987.

RODIGHERI, A. J. Carnes – Desempenho da produção e das exportações em 2006. **Informe Conjuntural - ICEPA**, 2006.

ROH, J. S., LIM, S.S., ADAM, B. D., The Impact of Foot-and-Mouth Disease (FMD) on Hog, Pork, and Beef Prices: the Experience in Korea. **Conference on Applied Commodity Price Analysis, Forecasting, and Market Risk Management**. St. Louis, Missouri, April 17-18, 17p., 2006.

ROPPA, L. Suinocultura cresce mais nos países "Em Desenvolvimento". **Revista Porkwordl**, ed. 25, 2005.

SAMARAJEEWA, S., WEERAHEWA, J., BREDAHL, M. Impacts of *BSE* crisis on the canadian economy: an Input-Output analysis. Prepared for the **Annual Meeting of the Canadian Agricultural Economics Society** in Montreal, Quebec, May 25th-28th, 2006.

SANTANA, C. A. Mudanças Recentes nas Relações de Demanda de Carne no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, vol.37, n.2, p.51-76, 1999.

SANTOS, A. H. G. AGUIAR, D. R. D. Análise dos Fatores Determinantes da Viabilidade de Implantação do Contrato Futuro de Suínos Vivos no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, vol.1, n.2, 2003.

SECEX - Secretaria de Comércio Exterior. **Disponível em:** <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/secex/secex/competencia.php>> Acesso em: 12/2005.

SILVA, T. G. R. D., MIRANDA, S. H. G. D. A febre aftosa e os impactos no setor de carnes. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA)**, 15p., 2006.

SIMÕES, A. R. P., MOURA, A. D., Análise de Risco do Desempenho Econômico de um Sistema de Recria de Gado de Corte em Regime de Pastejo Rotacionado. **Revista de Economia e Agronegócio**, vol.4, n.1, 2006.

SILVA, L. M., LIMA FILHO, D. O., SPROESSER, R. L., Perfil dos Consumidores de Carne de Frango: um estudo de caso na cidade de Campo Grande, Estado do Mato Grosso do Sul. **Informações Econômicas**, SP, vol. 37, n. 1, 2007.

SILVA, W. S. D., SÁFADI, T., CASTRO JR., L. G. D. Uma análise empírica da volatilidade do retorno de *commodities* agrícolas utilizando modelos ARCH: os casos do café e da soja. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 43, n. 01, 2005.

SOARES, I. G., CASTELAR, I. **Econometria Aplicada com o Uso do Eviews**. Fortaleza: UFC/CAEN, 2003.

SWARAY, R. B. Volatility of Primary *Commodity* Prices: Some Evidence from Agricultural Exports in Sub-Saharan Africa, **Discussion Papers in Economics**, n.2002/06, University of York, 2002.

TSAY, R. S. **The analysis of financial time series**. New York: J. WILEY, 2002.

VARANGIS, P., LARSON, D., ANDERSON, J. R. Agricultural Markets and Risks: Management of the Latter, not the Former. **World Bank**, Washington DC, 2002.

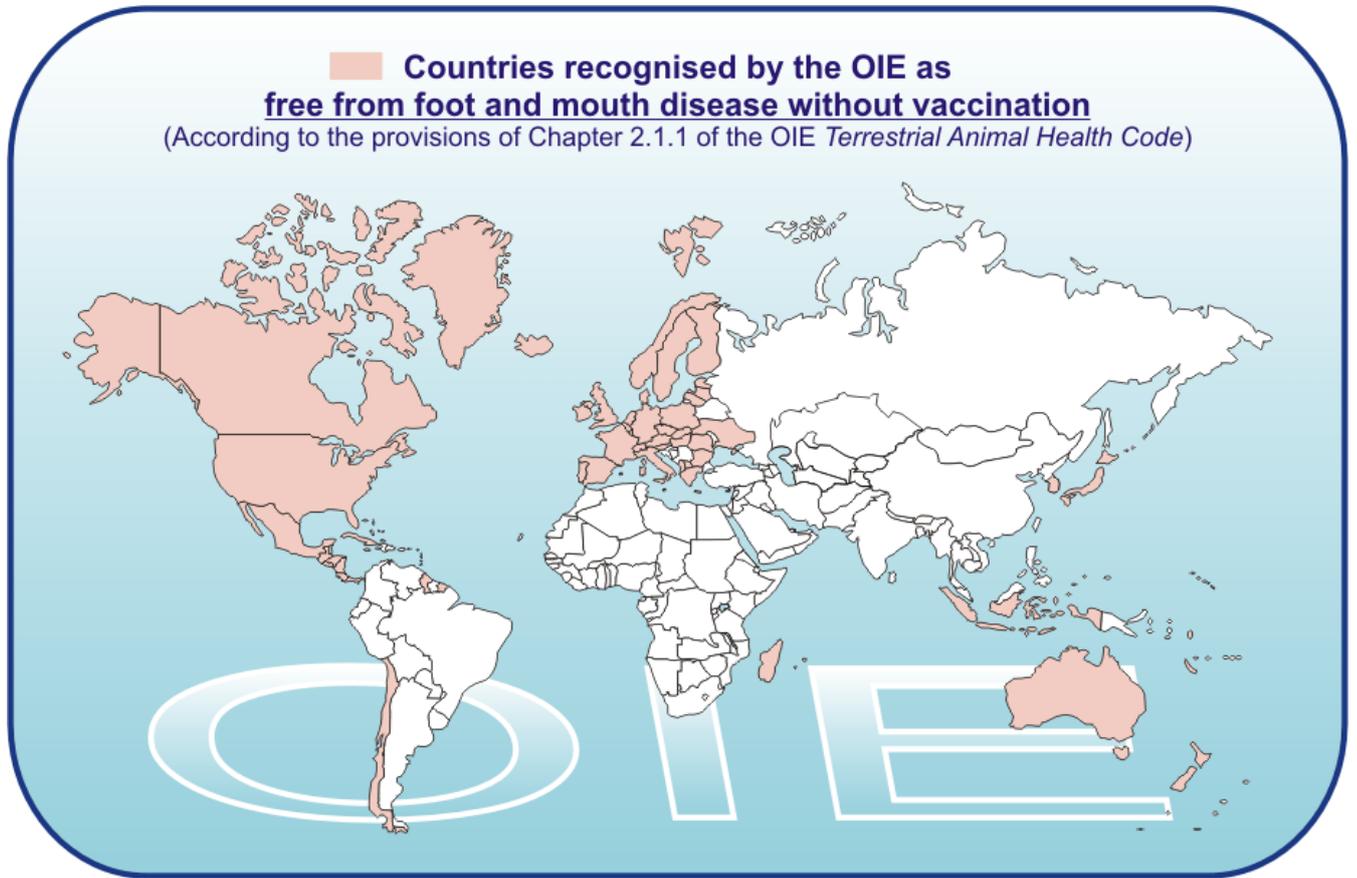
VIEIRA, A. C. P., CAPACLE, V. H., BELIK, W. Estrutura e Organização das Cadeias Produtivas das Carnes de Frango e Bovina no Brasil: Reflexões sob a Ótica das instituições. **VII Congresso Latino Americano de Sociologia Rural**, 20-24 de novembro de 2006, Quito, Equador.

VON NEUMANN, J., MORGENSTERN, O. **Theory of Games and Economic Behavior** (Princeton University Press, Princeton), 1944.

## **ANEXOS**

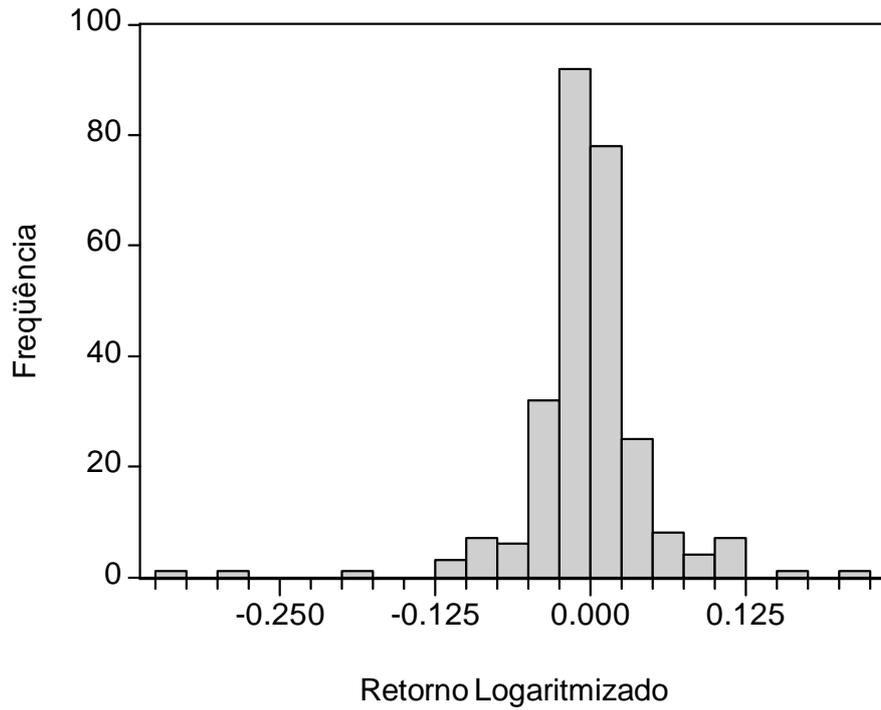
## ANEXO A

**Figura 28. Mapa Mundial dos Países Livre da Aftosa sem Vacinação**



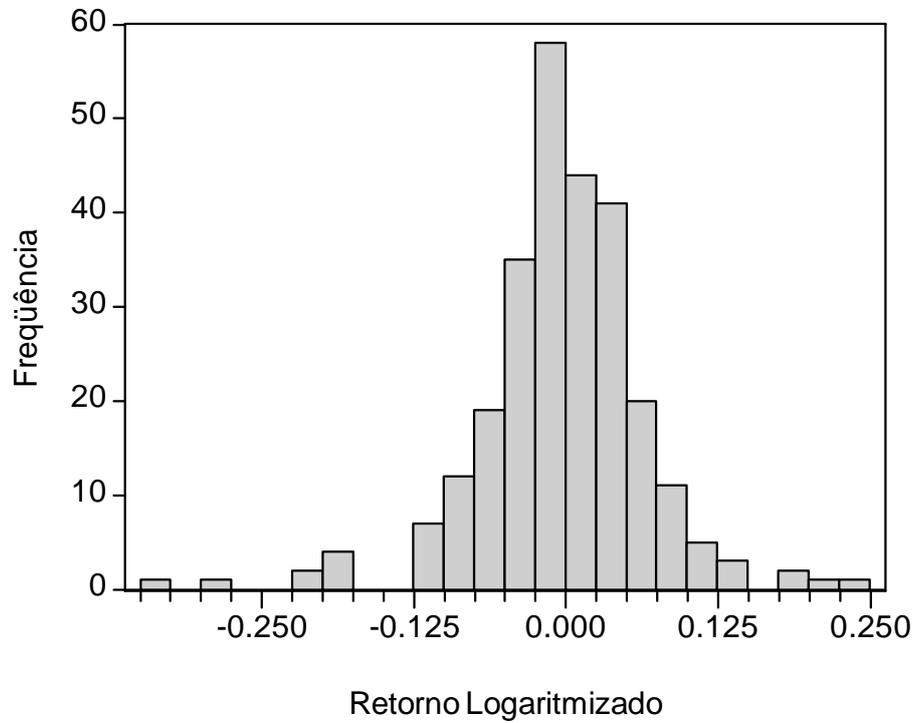
Fonte: OIE (2007).

**Figura 29. Distribuição dos retornos dos preços – Boi Gordo (Brasil)**



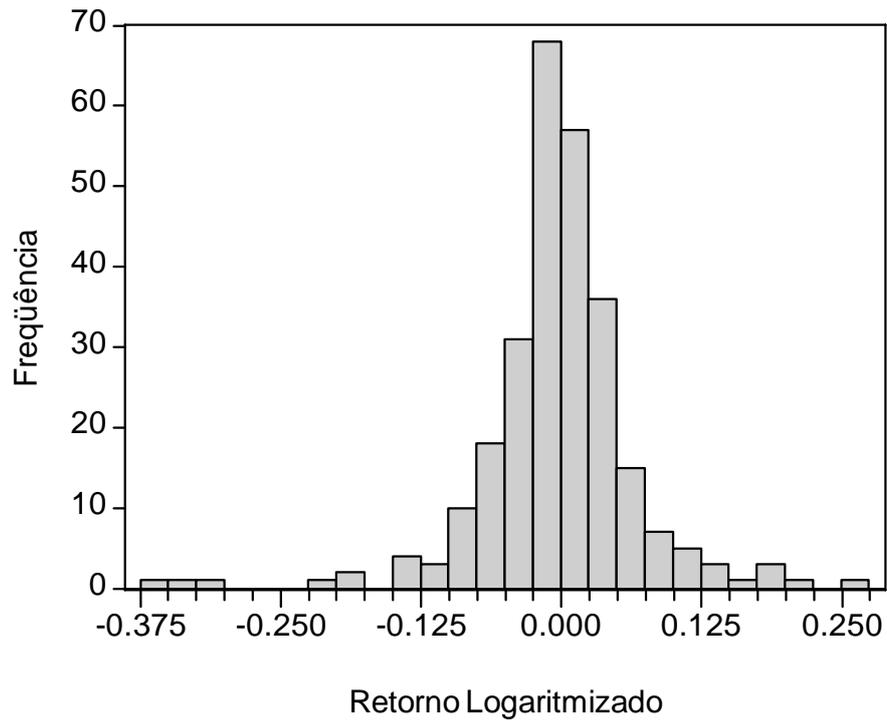
Fonte: Dados da Pesquisa.

**Figura 30. Distribuição dos retornos dos preços – Suíno (Brasil)**



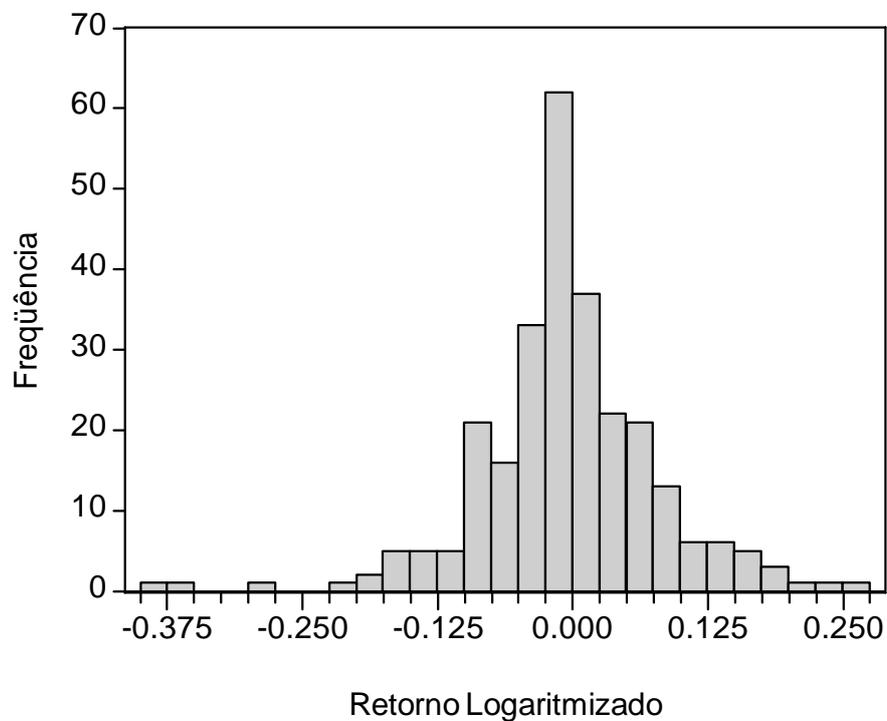
Fonte: Dados da Pesquisa.

**Figura 31. Distribuição dos retornos dos preços – Boi Gordo (SP)**



Fonte: Dados da Pesquisa.

**Figura 32. Distribuição dos retornos dos preços – Suíno (SC)**



Fonte: Dados da Pesquisa.

## ANEXO B

**Tabela 13. Estatísticas descritivas das séries de retornos dos preços**

<b>Estatísticas</b>	<b>Boi Gordo - Brasil</b>	<b>Boi Gordo - SP</b>	<b>Suíno - Brasil</b>	<b>Suíno - SC</b>
Média	-0.001724	-0.002128	-0.002887	-0.003711
Mediana	-0.001854	-0.001292	-0.001205	-0.005948
Máximo	0.221313	0.274899	0.243701	0.274486
Mínimo	-0.329806	-0.366737	-0.330893	-0.390016
Desvio-Padrão	0.050275	0.069674	0.068392	0.083050
Assimetria	-1.315.994	-0.771807	-0.660407	-0.453366
Curtose	1.491.856	9.727.641	7.025.512	6.471.577
Jarque-Bera (JB)	1.657.396	5.340.087	1.996.859	1.442.962
Valor P (JB)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Fonte: dados da pesquisa.

**Tabela 14. Testes de raiz unitária para os retornos dos preços (ADF)**

<b>Série</b>	<b>Defasagens</b>	<b>Modelo</b>	<b>Resultado do teste ADF</b>
Retornos dos preços - Boi Gordo (Brasil)	1	c/ constante	-12.95726*
	5	c/ constante	-12.95726*
	1	c/ constante e tendência	-12.93442*
	5	c/ constante e tendência	-12.93442*
Retornos dos preços - Boi Gordo (SP)	1	c/ constante	-13.56538*
	5	c/ constante	-9.919526*
	1	c/ constante e tendência	-13.53986*
	5	c/ constante e tendência	-9.900317*
Retornos dos preços - Suíno (Brasil)	1	c/ constante	-12.35156*
	5	c/ constante	-12.35156*
	1	c/ constante e tendência	-12.32958*
	5	c/ constante e tendência	-12.32958*
Retornos dos preços - Suíno (SC)	1	c/ constante	-12.49322*
	5	c/ constante	-12.49322*
	1	c/ constante e tendência	-12.46964*
	5	c/ constante e tendência	-12.46964*

\*significante a 1%

Fonte: dados da pesquisa.

**Tabela 15. Estimativas dos coeficientes de autocorrelação das séries de retornos – Boi Gordo (Brasil) e Boi Gordo (SP)**

Retornos	Boi Gordo - Brasil	Estatística Q	Boi Gordo - SP	Estatística Q
CA (1)*	0.087	20.455 (0.153)	-0.018	0.0932 (0.760)
CA (2)	-0.159	89.099 (0.012)	-0.157	68.055 (0.033)
CA (3)	-0.094	11.308 (0.010)	-0.110	10.114 (0.018)
CA (4)	-0.082	13.139 (0.011)	-0.087	12.203 (0.016)
CA (5)	-0.106	16.195 (0.006)	0.037	12.582 (0.028)
CAP (1)**	0.087	20.455 (0.153)	-0.018	0.0932 (0.760)
CAP (2)	-0.168	89.099 (0.012)	-0.157	68.055 (0.033)
CAP (3)	-0.065	11.308 (0.010)	-0.119	10.114 (0.018)
CAP (4)	-0.097	13.139 (0.011)	-0.123	12.203 (0.016)
CAP (5)	-0.122	16.195 (0.006)	-0.010	12.582 (0.028)

**Notas:**

\*CA = Coeficiente de autocorrelação / \*\*CAP = Coeficiente de autocorrelação parcial.

() Os números entre parênteses na primeira coluna indicam a defasagem.

O valor p da estatística Q de Ljung-Box está entre parênteses.

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 16. Estimativas dos coeficientes de autocorrelação das séries de retornos - Suíno (Brasil) e Suíno (SC)**

Retornos	Suíno - Brasil	Estatística Q	Suíno - SC	Estatística Q
CA (1)*	0.268	19.377 (0.000)	0.262	18.762 (0.000)
CA (2)	0.067	20.581 (0.000)	0.012	18.800 (0.000)
CA (3)	0.032	20857 (0.000)	-0.013	18.846 (0.000)
CA (4)	-0.143	26.448 (0.000)	-0.151	25.152 (0.000)
CA (5)	-0.263	45.377 (0.000)	-0.153	31.616 (0.000)
CAP (1)**	0.268	19.377 (0.000)	0.262	18.762 (0.000)
CAP (2)	-0.006	20.581 (0.000)	-0.061	18.800 (0.000)
CAP (3)	0.017	20857 (0.000)	0.000	18.846 (0.000)
CAP (4)	-0.168	26.448 (0.000)	-0.158	25.152 (0.000)
CAP (5)	-0.203	45.377 (0.000)	-0.078	31.616 (0.000)

**Notas:**

\*CA = Coeficiente de autocorrelação / \*\*CAP = Coeficiente de autocorrelação parcial.

() Os números entre parênteses na primeira coluna indicam a defasagem.

O valor p da estatística Q de Ljung-Box está entre parênteses.

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 17. Estimativas dos coeficientes de autocorrelação das séries de retornos ao quadrado – Boi Gordo (Brasil) e Boi Gordo (SP)**

Retornos <sup>2</sup>	Boi Gordo - Brasil	Estatística Q	Boi Gordo - SP	Estatística Q
CA (1)*	0.347	32.431 (0.000)	0.317	27.459 (0.000)
CA (2)	0.315	59.381 (0.000)	0.298	51.720 (0.000)
CA (3)	0.134	64.258 (0.000)	0.280	73.284 (0.000)
CA (4)	0.030	64.507 (0.000)	0.134	78.214 (0.000)
CA (5)	0.075	66.031 (0.000)	0.125	82.524 (0.000)
CAP (1)**	0.347	32.431 (0.000)	0.317	27.459 (0.000)
CAP (2)	0.222	59.381 (0.000)	0.219	51.720 (0.000)
CAP (3)	-0.034	64.258 (0.000)	0.160	73.284 (0.000)
CAP (4)	-0.082	64.507 (0.000)	-0.036	78.214 (0.000)
CAP (5)	0.078	66.031 (0.000)	0.006	82.524 (0.000)

**Notas:**

\*CA = Coeficiente de autocorrelação / \*\*CAP = Coeficiente de autocorrelação parcial.

() Os números entre parênteses na primeira coluna indicam a defasagem.

O valor p da estatística Q de Ljung-Box está entre parênteses.

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 18. Estimativas dos coeficientes de autocorrelação das séries de retornos ao quadrado – Suíno (Brasil) e Suíno (SC)**

Retornos <sup>2</sup>	Suíno - Brasil	Estatística Q	Suíno - SC	Estatística Q
CA (1)*	0.269	19.545 (0.000)	0.262	18.812 (0.000)
CA (2)	0.083	21.398 (0.000)	0.063	19.905 (0.000)
CA (3)	0.158	28.196 (0.000)	0.144	25.583 (0.000)
CA (4)	0.083	30.066 (0.000)	0.087	27.660 (0.000)
CA (5)	0.277	51.085 (0.000)	0.085	29.657 (0.000)
CAP (1)**	0.269	19.545 (0.000)	0.262	18.812 (0.000)
CAP (2)	0.011	21.398 (0.000)	-0.006	19.905 (0.000)
CAP (3)	0.143	28.196 (0.000)	0.138	25.583 (0.000)
CAP (4)	0.005	30.066 (0.000)	0.017	27.660 (0.000)
CAP (5)	0.271	51.085 (0.000)	0.061	29.657 (0.000)

**Notas:**

\*CA = Coeficiente de autocorrelação / \*\*CAP = Coeficiente de autocorrelação parcial.

() Os números entre parênteses na primeira coluna indicam a defasagem.

O valor p da estatística Q de Ljung-Box está entre parênteses.

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 19. Teste ARCH-LM (Multiplicador de Lagrange)**

Série de retornos	Defasagem	
	1	10
<b>Boi Gordo - Brasil</b>		
TR <sup>2</sup>	2.575814 (0.00)	6.243252 (0.00)
Estatística F	2.832682 (0.00)	7.910751 (0.00)
<b>Boi Gordo - SP</b>		
TR <sup>2</sup>	3.581037 (0.00)	6.275933 (0.00)
Estatística F	4.107022 (0.00)	7.948281 (0.00)
<b>Suíno - Brasil</b>		
TR <sup>2</sup>	3.819372 (0.05)	28.15238 (0.00)
Estatística F	3.845978 (0.05)	3.027170 (0.00)
<b>Suíno - SC</b>		
TR <sup>2</sup>	4.883795 (0.02)	1.784266 (0.05)
Estatística F	4.937732 (0.02)	1.835316 (0.05)

**Notas:**

T é o número de observações.

R<sup>2</sup> é o coeficiente de ajustamento da equação da média no modelo.

Valor P entre parênteses.

**Fonte:** dados da pesquisa.

**Tabela 20. Estatística Q de Ljung-Box dos quadrados dos resíduos dos modelos GARCH**

Resíduos <sup>2</sup>	GARCH (1)	GARCH (2)	GARCH (3)	GARCH (4)
Q(3)	0.4308 (0.512)	0.4336 (0.510)	15.746 (0.210)	27.350 (0.255)
Q(6)	29.646 (0.564)	30.451 (0.550)	34.497 (0.486)	38.608 (0.425)
Q(12)	93.296 (0.501)	93.868 (0.496)	65.173 (0.770)	68.264 (0.742)
Q(24)	17.687 (0.724)	17.777 (0.719)	14.722 (0.874)	16.956 (0.766)
Q(36)	32.140 (0.559)	32.014 (0.565)	19.910 (0.974)	22.853 (0.927)
Resíduos <sup>2</sup>	GARCH (5)	GARCH (6)	GARCH (7)	GARCH (8)
Q(3)	0.1908 (0.909)	0.5689 (0.752)	0.9933 (0.319)	0.8095 (0.368)
Q(6)	25.537 (0.768)	37.800 (0.582)	11.811 (0.881)	13.727 (0.849)
Q(12)	42.181 (0.963)	57.038 (0.892)	33.988 (0.970)	45.105 (0.921)
Q(24)	21.314 (0.562)	24.219 (0.392)	14.035 (0.900)	18.026 (0.704)
Q(36)	37.069 (0.374)	44.830 (0.123)	28.198 (0.747)	41.302 (0.182)

( ) Os números entre parênteses na primeira coluna indicam a defasagem.

O valor p da estatística Q de Ljung-Box está entre parênteses.

**Fonte:** Dados da pesquisa.

$$\text{GARCH (1): } \sigma_{BGBRt}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

$$\text{GARCH (2): } \sigma_{BGBRt}^2 = \alpha_0 + \delta_1 Aftosa + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

$$\text{GARCH (3): } \sigma_{BGSPt}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

$$\text{GARCH (4): } \sigma_{BGSPt}^2 = \alpha_0 + \delta_2 Aftosa + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

$$\text{GARCH (5): } \sigma_{SBRt}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

$$\text{GARCH (6): } \sigma_{SBRt}^2 = \alpha_0 + \delta_3 Aftosa + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

$$\text{GARCH (7): } \sigma_{SSCt}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

$$\text{GARCH (8): } \sigma_{SSCt}^2 = \alpha_0 + \delta_4 Aftosa + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

**Tabela 21. Teste ARCH-LM para os resíduos dos modelos GARCH**

Série de resíduos	Defasagem	
	1	10
<b>GARCH (1)</b>		
TR <sup>2</sup>	0.000246 (0.987)	6.900534 (0.734)
Estatística F	0.000244 (0.987)	0.678651 (0.743)
<b>GARCH (2)</b>		
TR <sup>2</sup>	1.32E-05 (0.997)	6.985746 (0.726)
Estatística F	1.31E-05 (0.997)	0.687268 (0.735)
<b>GARCH (3)</b>		
TR <sup>2</sup>	0.202681 (0.652)	10.06968 (0.434)
Estatística F	0.201311 (0.654)	1.003175 (0.441)
<b>GARCH (4)</b>		
TR <sup>2</sup>	0.171926 (0.678)	9.302989 (0.503)
Estatística F	0.170743 (0.679)	0.923925 (0.511)
<b>GARCH (5)</b>		
TR <sup>2</sup>	0.033923 (0.853)	3.545246 (0.965)
Estatística F	0.033671 (0.854)	0.344056 (0.968)
<b>GARCH (6)</b>		
TR <sup>2</sup>	0.043652 (0.834)	4.608570 (0.915)
Estatística F	0.043329 (0.835)	0.449140 (0.920)
<b>GARCH (7)</b>		
TR <sup>2</sup>	0.034135 (0.853)	1.593113 (0.998)
Estatística F	0.033883 (0.854)	0.153444 (0.998)
<b>GARCH (8)</b>		
TR <sup>2</sup>	0.043652 (0.834)	4.608570 (0.915)
Estatística F	0.043329 (0.835)	0.449140 (0.920)

$$\text{GARCH (1): } \sigma_{BGBRt}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

$$\text{GARCH (2): } \sigma_{BGBRt}^2 = \alpha_0 + \delta_1 \text{Aftosa} + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

$$\text{GARCH (3): } \sigma_{BGSPt}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

$$\text{GARCH (4): } \sigma_{BGSPt}^2 = \alpha_0 + \delta_2 \text{Aftosa} + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

$$\text{GARCH (5): } \sigma_{SBRt}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

$$\text{GARCH (6): } \sigma_{SBRt}^2 = \alpha_0 + \delta_3 \text{Aftosa} + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

$$\text{GARCH (7): } \sigma_{SSCt}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

$$\text{GARCH (8): } \sigma_{SSCt}^2 = \alpha_0 + \delta_4 \text{Aftosa} + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 22. Estimativas do modelo GARCH para os retornos dos preços do Suíno (Brasil) com a inclusão da variância dos retornos de SC**

Estimativas	
Parâmetros	GARCH (9)
<b>Equação da média</b>	
C	0.004079 (0.970)
$\phi_1$	0.215337* (-3.044)
$\sigma_{SSC}^2$	-1.864565** (-2.206)
<b>Equação da variância</b>	
$\alpha_0$	9.64E-06 (1.087)
$\alpha_1$	0.058602* (2.658)
$\beta_1$	0.929351* (46.855)
$\delta_5$	0.000107*** (1.689)
R <sup>2</sup> ajustado	0.034
Akaike	-3.0455
Schwarz	-2.9507

**Notas:**

\*significante a 1%.

\*\*significante a 5%.

\*\*\*significante a 10%.

Valor da estatística Z entre parênteses.

$$\text{GARCH (9)} \sigma_{SBRt}^2 = \alpha_0 + \delta_5 Aftosa + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

$$\text{Equação da média: } r_{SBRt} = c + \phi_1 r_{t-1} + \sigma_{SSC}^2 + \varepsilon_t$$

**Fonte:** Dados da pesquisa.

**Tabela 23. Estimativas do modelo GARCH para os retornos dos preços do Suíno (Santa Catarina) com a inclusão da variância dos retornos do BR**

Estimativas	
Parâmetros	GARCH (10)
<b>Equação da média</b>	
C	0.002625 (0.506)
$\phi_1$	0.257077* (4.015)
$\phi_2$	-0.102405 (-1.579)
$\sigma_{SBR}^2$	-1.708305 (-1.089)
<b>Equação da variância</b>	
$\alpha_0$	1.63E-05 (1.394)
$\alpha_1$	0.030238* (2.915)
$\beta_1$	0.954210* (97.376)
$\delta_6$	0.000479** (2.099)
R <sup>2</sup> ajustado	0.042
Akaike	-2.5004
Schwarz	-2.3921

**Notas:**

\*significante a 1%.

\*\*significante a 5%.

Valor da estatística Z entre parênteses.

$$\text{GARCH (10)} \sigma_{SSCt}^2 = \alpha_0 + \delta_6 Aftosa + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

$$\text{Equação da média: } r_{SSCt} = c + \phi_1 r_{SSCt-1} + \phi_2 r_{SSCt-2} + \varepsilon_t$$

**Fonte:** Dados da pesquisa.