

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**

**André Luiz Medeiros**

**REGRESSÃO MÚLTIPLA E O MODELO ARIMA  
NA PREVISÃO DO PREÇO DA ARROBA DO BOI  
GORDO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção como requisito parcial à obtenção do título de *Mestre em Engenharia de Produção*

**Orientador:** Prof. José Arnaldo Barra Montevechi, Dr.

**Itajubá – MG**

**2006**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Mauá –  
Bibliotecária Margareth Ribeiro- CRB\_6/1700

M488r

Medeiros, André Luiz

Regressão múltipla e o modelo ARIMA na previsão do  
preço da arroba do boi gordo / por André Luiz Medeiros. --  
Itajubá,(MG) : UNIFEI, 2006.

110 p. : il.

Orientador : Prof. Dr. José Arnaldo Barra Montevechi.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá.

1. Previsão - preço. 2. Regressão múltipla. 3. ARIMA. 4.  
Boi Gordo. 5. Metodologia. I. Montevechi, José Arnaldo,  
orient. II. Universidade Federal de Itajubá. III. Título.

CDU 657.4(043)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ**

**André Luiz Medeiros**

**REGRESSÃO MÚLTIPLA E O MODELO ARIMA  
NA PREVISÃO DO PREÇO DA ARROBA DO BOI  
GORDO**

Dissertação aprovada por banca examinadora em 23 de Fevereiro de 2006, conferindo  
ao autor o título de *Mestre em Engenharia de Produção*

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. José Arnaldo Barra Montevechi (Orientador)

Prof. Dr. Edson de Oliveira Pamplona (UNIFEI)

Prof. Dr. Ricardo Pereira Reis (UFLA)

**Itajubá – MG**

**2006**

## DEDICATÓRIA

*À minha mãe, Arlete e ao meu pai, Luiz, por me ensinarem que o conhecimento é o único “bem intangível” que o tempo não consome. Pelo incentivo e apoio nos momentos mais difíceis.*

*À minha futura esposa, Glenia, pelo amor e inspiração que se iniciou praticamente junto com o curso de mestrado.*

*Teorize distante, analise próximo.  
Não seja precipitado para rodar o programa.  
Pense no modelo sob todos os ângulos,  
analise como diferentes variáveis afetam umas as outras.  
Se você tiver uma teoria, então a teste.  
A impaciência é inimiga dos modelos válidos.  
A contemplação é um trabalho fértil.*

Stephen A. DeLurgio

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a meu amigo e orientador, professor José Arnaldo Barra Montevechi, pelo incentivo, confiança, paciência, compreensão, dedicação e, sobretudo, pela amizade, itens que foram fundamentais no desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Carlos Eduardo Sanches da Silva, em nome do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UNIFEI, agradeço de coração pela ajuda e incentivo, principalmente quando o assunto estava ligado às diárias para congressos e eventos.

Aos professores Edson de Oliveira Pamplona e Marcelo Lacerda Rezende que, além de me avaliarem durante os seminários de dissertação, contribuíram e, muito, para a consolidação deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas do grupo NEAAD, pelo incentivo e sugestões que foram valiosos no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço em especial à CAPES, por manter o programa de bolsas, as quais, apesar de estarem com valores defasados, são de fundamental importância para financiar os estudos dos alunos de pós-graduação no Brasil.

Agradeço também aos meus amigos, colegas e familiares que, mesmo distantes, torceram por mim, me incentivaram e contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

Não poderia deixar de agradecer também ao meu amigo Luciano Mendes (vulgo Barretinho), por ter sido o responsável por eu ter feito o mestrado na UNIFEI.

Por fim, agradeço a Deus, por ter colocado todas essas pessoas maravilhosas em meu caminho e por ter tornado mais esse sonho realidade.

A todos, muito obrigado!

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 Caracterização dos subsistemas de produção tradicional e melhorado .....	28
Quadro 2.2 Fases de produção da pecuária de corte no Brasil e suas principais características .....	29
Quadro 3.1 Características generalizadas dos métodos de previsão .....	45
Quadro 3.2 Principais modelos de previsão para os métodos qualitativos.....	47
Quadro 3.3. Principais modelos de previsão para o método univariável ou séries temporais..	49
Quadro 3.4 Principais modelos de previsão para os métodos multivariáveis ou causais.....	50
Quadro 3.5 Outros métodos quantitativos de previsão.....	51
Quadro 4.1 Principais vantagens e desvantagens da análise de regressão como método de previsão.....	57

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Formas de classificação das pesquisas científicas .....	6
Figura 1.2 Modelo de pesquisa qualitativa.....	8
Figura 1.3 Método científico de previsão .....	9
Figura 2.1 Abate mundial de gado bovino em 2002, valores percentuais.....	12
Figura 2.2 Produção mundial de carne bovina em 2002, valores percentuais.....	12
Figura 2.3 Principais países consumidores de carnes em 2002, consumo <i>per capita</i> , em kg/pessoa/ano* .....	13
Figura 2.4 Evolução do rebanho bovino brasileiro de 1995 a 2004, em milhões de cabeças ..	16
Figura 2.5 Evolução do número de animais abatidos no Brasil de 1995 a 2004, em milhões de cabeças.....	18
Figura 2.6 Evolução da produção de carne bovina no Brasil de 1995 a 2004, em mil toneladas de equivalente-carcaça.....	19
Figura 2.7 Evolução do consumo interno de carne bovina no Brasil de 1995 a 2004, em mil toneladas de equivalente-carcaça.....	19
Figura 2.8 Evolução das exportações de carne bovina no Brasil de 1995 a 2004, em mil toneladas de equivalente-carcaça.....	20
Figura 2.9 Segmentação do PIB brasileiro de 2004, com destaque ao agronegócio, em bilhões de reais.....	21
Figura 2.10 Evolução do preço médio ao produtor da arroba de boi gordo no Brasil, de 1995 a 2004, em US\$/arroba em São Paulo.....	22
Figura 2.11 Cadeia produtiva da carne bovina no Brasil .....	23
Figura 2.12 Representação esquemática da estrutura de mercado em que o setor produtivo está inserido .....	36
Figura 2.13 Ciclo anual da pecuária de corte da região Centro-Sul do Brasil .....	37
Figura 2.14 Fases do Ciclo plurianual da pecuária de corte no Brasil .....	38
Figura 3.1 Principal diferenciação dos métodos de previsão .....	44
Figura 4.1 Representação esquemática do processo de modelagem de regressão de séries temporais .....	57
Figura 4.2 Representação esquemática da metodologia ARIMA para modelagem de séries temporais .....	58



Figura 5.1 Gráficos da evolução das variáveis consideradas no modelo de regressão, de novembro de 1998 a junho de 2005 .....	62
Figura 5.2 Gráficos da evolução das variáveis deflacionadas e logaritmizadas, consideradas no modelo de regressão, de novembro de 1998 a junho de 2005 .....	64
Figura 5.3 Gráficos da matriz de correlação entre as variáveis (dependente e independentes)	65
Figura 5.4 Gráficos com as análises dos resíduos da regressão do preço da arroba de boi gordo .....	67
Figura 5.5 AFC dos resíduos da regressão do preço da arroba de boi gordo .....	68
Figura 5.6 PAFC dos resíduos da regressão do preço da arroba de boi gordo .....	68
Figura 5.7 AFC dos resíduos do modelo de regressão final para a previsão do preço da arroba de boi gordo .....	73
Figura 5.8 PAFC dos resíduos do modelo de regressão final para a previsão do preço da arroba de boi gordo .....	73
Figura 5.9 Evolução do preço recebido pelos produtores pela arroba de boi gordo, de janeiro de 1995 a junho de 2005 .....	76
Figura 5.10 Evolução do preço recebido pelos produtores pela arroba de boi gordo, de janeiro de 1995 a maio de 2005, após a série ser deflacionada e logaritmizada .....	77
Figura 5.11 Gráficos dos resíduos do preço recebido pela arroba de boi gordo, de janeiro de 1995 a maio de 2005, após a série ser deflacionada e logaritmizada .....	77
Figura 5.12 ACF do preço recebido pelos produtores pela arroba de boi gordo, de janeiro de 1995 a maio de 2005 .....	78
Figura 5.13 PACF do preço recebido pelos produtores pela arroba de boi gordo, de janeiro de 1995 a maio de 2005 .....	79
Figura 5.14 ACF dos resíduos do modelo ARIMA estimado para o preço recebido pela arroba de boi gordo .....	85
Figura 5.15 PACF dos resíduos do modelo ARIMA estimado para o preço recebido pela arroba de boi gordo .....	85
Figura 5.16 Gráficos dos resíduos do modelo ARIMA estimado para o preço recebido pela arroba de boi gordo .....	86

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 Rebanho bovino por região e principais Estados produtores no ano de 2003, em 1.000 cabeças.....	17
Tabela 5.1 Matriz de correlação de entre as variáveis (dependente e independentes) .....	64
Tabela 5.2 Estatísticas da regressão linear múltipla para previsão do preço do da arroba de boi gordo, conforme proposto na Equação (5.1) .....	66
Tabela 5.3 Estatísticas da regressão múltipla auto-regressiva de primeira ordem para previsão do preço do da arroba de boi gordo .....	70
Tabela 5.4 Estatísticas da regressão múltipla auto-regressiva de primeira e segunda ordem para previsão do preço do da arroba de boi gordo.....	71
Tabela 5.5 Resultado das estatísticas do modelo de regressão final para previsão do preço da arroba de boi gordo.....	72
Tabela 5.6 Estatísticas do ajuste do modelo ARIMA (1,1,0)*(2,0,1), referentes ao preço recebido pela arroba de boi gordo, de janeiro de 1995 a maio de 2005 .....	81
Tabela 5.7 Estimativas de cada interação gerada pelo MINITAB para encontrar valores ótimos dos coeficientes, que minimizam os erros quadrados.....	82
Tabela 5.8 Estatísticas de erro para os valores originais .....	83
Tabela 5.9 Matriz de correlação dos coeficientes dos parâmetros usados no modelo ARIMA84	
Tabela 5.10 Valores previstos e intervalo de confiança apresentado pelo <i>software</i> MINITAB, de julho de 2005 a junho de 2006.....	87
Tabela 5.11 Valores deslogaritmizados e inflacionados, referentes à Tabela 5.10, de julho de 2005 a junho de 2006 .....	88
Tabela 5.12 Datas e indicadores de preço disponível do boi gordo ESALQ/BMF para o Estado de São Paulo, disponível em <a href="http://www.bmf.com.br">www.bmf.com.br</a> .....	89
Tabela 5.13 Valores previstos a partir da substituição dos dados originais apresentados na Figura 5.9 direto na Equação (5.7) .....	90

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1	Objetivos.....	2
1.2	Justificativa.....	2
1.3	Limitações e contribuições .....	4
1.4	Método de pesquisa .....	5
1.5	Estrutura do trabalho .....	10
<b>2</b>	<b>O AGRONEGÓCIO DA CARNE BOVINA.....</b>	<b>11</b>
2.1	Características do setor no mundo.....	11
2.2	Características do setor no Brasil .....	14
2.2.1	Evolução e importância histórica da pecuária .....	14
2.2.2	Principais estatísticas.....	16
2.3	Cadeia produtiva da carne no Brasil.....	22
2.3.1	Atividades de apoio .....	24
2.3.2	Indústria de insumos.....	26
2.3.3	Produção animal .....	27
2.3.4	Indústria frigorífica.....	31
2.3.5	Setor de distribuição .....	32
2.3.6	Consumidor .....	34
2.3.7	Análise geral da cadeia da carne bovina.....	34
2.4	Estrutura de mercado e comercialização do boi gordo.....	35
2.4.1	Estrutura de mercado em que o produtor está inserido .....	35
2.4.2	Riscos do processo produtivo .....	37
2.4.3	Fatores que influenciam a venda do boi gordo.....	39
<b>3</b>	<b>PREVISÃO .....</b>	<b>41</b>
3.1	O que é previsão? .....	41
3.2	A importância da previsão.....	42
3.3	Os métodos de previsão.....	43
3.3.1	Métodos qualitativos de previsão .....	46
3.3.2	Métodos quantitativos: univariável ou séries temporais .....	47
3.3.3	Métodos quantitativos: multivariáveis ou causais.....	48
3.3.4	Outros métodos quantitativos .....	51
3.4	Seleção dos métodos de previsão .....	51

<b>4</b>	<b>MODELOS DE PREVISÃO .....</b>	<b>53</b>
4.1	Análise de regressão múltipla.....	53
4.2	Modelo auto-regressivo integrado de média móvel: ARIMA.....	57
<b>5</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>61</b>
5.1	Análise de regressão múltipla.....	61
5.1.1	Planejamento .....	61
5.1.2	Coleta e ajuste dos dados.....	61
5.1.3	Estimação .....	63
5.1.4	Diagnóstico .....	66
5.1.5	Evolução e melhoria do modelo de regressão .....	69
5.1.6	Previsão .....	74
5.1.7	Considerações finais.....	74
5.2	ARIMA.....	75
5.2.1	Identificação .....	75
5.2.2	Estimação .....	79
5.2.3	Diagnóstico .....	83
5.2.4	Previsão .....	86
5.2.5	Considerações finais.....	90
5.3	Comparação entre a regressão múltipla e o modelo ARIMA.....	91
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>93</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>95</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>100</b>

## RESUMO

A pecuária assume papel de destaque na economia mundial, pois, além de ser considerada uma das principais atividades responsáveis pela produção de proteína animal (consumida principalmente por meio da carne e do leite), fornece também matéria-prima para diversos setores da economia. Como exemplos, citam-se os de adubos orgânicos, produtos destinados à alimentação animal, subprodutos para indústria de calçados, vestuário, farmacêutica e outras. Além disso, em muitos casos, os bovinos são utilizados como animais de trabalho na exploração agrícola familiar. Mas, especificamente para o Brasil, essa atividade sempre foi muito importante, pois, a história da pecuária brasileira se mistura, e muito, com a própria história do país. Além disso, hoje ela se firma como uma das mais importantes do agronegócio nacional. Com o maior rebanho comercial do mundo, a atividade vem colocando o país, nos últimos anos, entre os maiores produtores e exportadores de carne bovina. Porém, apesar do destaque e da importância econômico-social do setor, os pecuaristas, em sua grande maioria, não possuem uma gestão profissional do negócio, o que resulta na falta de informações gerenciais. Isso os tem levado ao uso de regras de decisão que, muitas vezes, são inadequadas para a maximização dos seus lucros, pois, a atividade está atrelada a vários tipos de risco, que vão desde os produtivos até os comerciais. Uma forma de minimizar o risco na comercialização do boi gordo seria por meio da previsão efetiva dos preços a serem recebidos. Assim, o objetivo principal deste trabalho foi, por meio de uma abordagem metodológica, comparar a análise de regressão múltipla e a modelagem ARIMA na previsão do preço a ser recebido pela arroba de boi gordo. O trabalho leva a concluir que a falta de informações gerenciais da maioria dos produtores realmente compromete a rentabilidade do negócio. Pois, das variáveis utilizadas para a previsão do preço da arroba de boi gordo, a única que apresentou indícios de influenciar o preço foi a quantidade de carne ofertada. Além disso, o preço da arroba de boi gordo está muito mais relacionado com o seu próprio preço no passado do que com outras variáveis do mercado. Por fim, comparando-se os dois modelos de previsão utilizados, não se pode afirmar que um seja superior ou inferior ao outro, nem na estrutura e nem nos resultados alcançados, pois cada um deles apresenta características distintas e ambos foram fundamentais na execução do trabalho. Para trabalhos futuros, sugere-se que a modelagem da previsão do preço da arroba de boi gordo utilize métodos de previsão qualitativos, combinados com os métodos quantitativos, dentro de um ambiente de inteligência artificial.

Palavras chave: Previsão-preço, Regressão múltipla, ARIMA, Boi gordo, Metodologia.

## ABSTRACT

The livestock has an important function in the worldwide economy. It is ranked as one of the main activities responsible for the animal protein production, which is consumed especially through beef and milk. This provides substance to various sections of the economy, for instance: organic manure, animal food products, products for the footwear industry as well as for the clothing industry, pharmaceutical products and many others. Further on, in many cases the livestock is animal's work used to agricultural exploitation. This activity is very important to Brazil because the history of Brazilian livestock has a lot to do with the country's own history. Furthermore, it is some of the most important national agribusiness activity. Owning the world's biggest commercial herd, the activity has placed Brazil among the top beef producers and exporters in the last years. However, the cattle breeders don't have any professional business management which results in lack of management information. And also, this does not ensure the maximum possible income because the activity has a lot of productive and commercial risk. Forecasting beef prices is a way to minimize their commercialization risk. Therefore, the main objective of this essay is to compare multiple regression analysis and the ARIMA model of beef price forecasting by the methodological approach. This article suggests that the lack of management information of the cattle breeders really affect the business income. The only variable that could have an effect on beef price is the length of beef bided. Furthermore, the beef price is much more related to the price itself than to other variables of the market. Lastly, comparing the two forecasting models used it can not be said that one is higher or lower either in structure or in results. Since each model presents different attributes both of them were essential to the article. To future works, it is suggested that the beef price forecasting model use qualitative forecasting methods combined with quantitative within an artificial intelligence environment.

Key Words: Price forecasting, Multiple regression, ARIMA, Cattle, Methodology.

# 1 INTRODUÇÃO

Desde a década de 1990, a economia brasileira vem passando por uma série de transformações. Abertura econômica, troca de moeda, valorizações e desvalorizações cambiais, elevadas taxas de juros, estabilidade de preços, competitividade das empresas e globalização de mercado, são alguns dos vários exemplos dessas mudanças que podem ser citados. Essas mudanças influenciaram, direta e ou indiretamente, a economia nacional.

Como não poderia ser diferente, o agronegócio brasileiro também é influenciado, e muito, por todas essas mudanças. Só que, apesar das mudanças, o setor vem se consolidando no mercado nacional e, em muitos casos, até mesmo internacionalmente. Além disso, muitos políticos e, até mesmo, pesquisadores do mundo todo afirmam que o Brasil pode ser considerado o “celeiro” do mundo. E, analisando estrategicamente as características do país, de fato se pode chegar a essa conclusão. Pois, comparado a outros países, algumas vantagens comparativas brasileiras, como terra em abundância, mão-de-obra barata, clima favorável e disponibilidade de água, realmente levam-nos a acreditar nisso.

*Commodities* como o café, o açúcar, a soja, o álcool, o suco de laranja e a carne bovina estão entre os principais destaques da pauta de exportação, servindo, inclusive, como âncoras do saldo positivo da balança comercial.

De todas as atividades do agronegócio, uma, em específico, assume papel de destaque na economia mundial, a pecuária. Além de ser considerada uma das principais atividades responsáveis pela produção de proteína animal (consumida principalmente através da carne e do leite), esta fornece também matéria-prima para diversos setores da economia, como, por exemplo: para adubos orgânicos, para produtos destinados à alimentação animal, subprodutos para indústria de calçados, vestuário, farmacêutica e outras, além de, em muitos casos, os bovinos serem utilizados como animais de trabalho na exploração agrícola familiar.

Especificamente para o Brasil, essa atividade sempre foi muito importante, pois a história da pecuária brasileira se mistura, e muito, com a própria história do país. Além disso, hoje ela se firma como uma das mais importantes do agronegócio nacional. Além de ser detentora do maior rebanho comercial do mundo, a atividade vem colocando o país, nos últimos anos, entre os maiores produtores e exportadores de carne bovina.

Por outro lado, apesar do destaque e da importância econômico-social da atividade, percebe-se uma defasagem entre o desenvolvimento de tecnologias gerenciais e sua efetiva aplicação nas empresas rurais produtoras de carne. Pois, os pecuaristas brasileiros, em sua grande

maioria, não possuem uma gestão profissional do negócio, resultando na falta de informações gerenciais.

Somados a isso, outros fatores podem agravar ainda mais a situação destes empresários, como o fato da atividade estar atrelada a vários tipos de risco que vão desde os produtivos até os comerciais. A combinação destas duas características pode levar os pecuaristas usarem regras para a tomada de decisões que, muitas vezes, são inadequadas para a maximização de seus lucros.

## 1.1 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é, por meio de uma abordagem metodológica, usar modelos econométricos na previsão do preço a ser recebido pela arroba de boi gordo.

Especificamente, pretende-se:

- discriminar as variáveis que os produtores e outros agentes do mercado consideram mais importantes no momento da venda dos animais (aquelas que influenciam o preço da arroba de boi gordo);
- comparar a análise de regressão múltipla e a modelagem ARIMA.

## 1.2 Justificativa

Para o Brasil, a bovinocultura de corte sempre foi uma atividade muito importante, pois a história da pecuária brasileira se mistura, e muito, com a própria história do Brasil. Hoje, a atividade se firma como uma das mais importantes do agronegócio brasileiro, que possui o maior rebanho comercial do mundo e se destaca como um dos maiores produtores e exportadores de carne bovina. De acordo Agroanalysis (2006), dentre os produtos que mais contribuíram para o crescimento das exportações, as carnes ficaram em terceiro lugar (31%), atrás apenas do açúcar e o álcool (49%) e do café (42%). E, dentre os produtos cárneos de maior participação, é importante destacar que as exportações de carne bovina *in natura* cresceram 23,20% de 2004 para 2005 (saltando de US\$ 1,9 bilhão para US\$ 2,4 bilhões).

Entretanto, apesar do destaque e da grande importância econômico-social do setor, os pecuaristas, em sua grande maioria, não possuem uma gestão profissional do seu negócio, o que resulta na falta de informações gerenciais. Isso, muitas vezes, os levam ao uso de regras de decisão que são inadequadas, no que se refere à maximização dos lucros, pois, a atividade



está atrelada a vários tipos de risco, que vão desde os produtivos até os comerciais, o que faz com que o preço da arroba de boi gordo tenha alta variabilidade.

Por essas características, o preço do boi gordo tem sido foco de vários estudos em várias partes do país. Dentre eles, destaca-se o trabalho de Garcia (1982), que fez um estudo sobre análise harmônica aplicada às variações de preço do boi no pantanal mato-grossense. Sobre o preço real do boi magro, durante o período de 1950 a 1981, o autor concluiu que: a) a trajetória de tendência permite identificar ciclos pecuários em torno de oito anos; b) os preços reais do boi magro seguem "*pari passu*" as mudanças dos preços reais do boi gordo que, segundo as estimativas dos coeficientes de elasticidade-preço, são de iguais em intensidade e sentido; c) os ciclos sazonais do preço do boi magro (Campo Grande, MS) e do boi gordo (Araçatuba, SP) foram identificados, tendo-se verificado que a frequência de maior intensidade (doze meses) era significativamente reduzida na sua amplitude, no caso do boi magro, pela sobreposição de outros fatores harmônicos.

Outro trabalho que merece destaque é o de Silva e Lemos (1986) que fizeram uma análise comparativa entre os preços recebidos pelos produtores de bovinos de corte nos estados do Maranhão, Piauí e Ceará, identificando o padrão sazonal das flutuações dos preços do boi gordo transacionado naqueles mercados. Os resultados obtidos indicaram a existência de um padrão estacional definido dos preços de boi gordo naqueles estados, além de diferenças significativas entre os preços, por estado, nos meses e nos anos. Caracterizaram, ainda, os meses de safra e entressafra nos três estados, no período considerado. Os níveis de preços mais baixos ocorrem em torno do mês de julho e os mais altos nos meses de janeiro, fevereiro e março. Os autores sugeriram políticas de formação e distribuição de estoques reguladores, com vistas a beneficiar tanto a produtores, com estabilização de suas rendas, quanto a consumidores, com a estabilização de seus orçamentos familiares.

Já no trabalho de Kassouf e Hoffmann (1988), eles estudaram a previsão de preços do boi gordo no estado de São Paulo. Os autores, assim como nos trabalhos anteriores, identificaram tanto as variações cíclicas quanto as estacionais dos preços no estado. Em relação ao ciclo estacional, a expectativa era de que a adoção de novas técnicas, como a complementação alimentar no inverno e a engorda em confinamento, além da formação de estoques reguladores, contribuiriam para a minimização das oscilações observadas. Analisando as previsões realizadas, os autores destacaram que nem sempre as técnicas estatísticas e computacionais complexas e trabalhosas conseguem superar as previsões obtidas no mercado futuro.

Bacchi e Hoffmann (1995) fizeram um estudo sobre previsão de preços de bovino e frango com modelos de séries temporais. De modo geral, os modelos propostos para a série de preços de bovino obtiveram boas previsões e, ao introduzir a variável explicativa "preço de frango" em modelos estabelecidos, as previsões melhoraram significativamente.

Por fim, Couto (1997), em estudos sobre previsão de preços para a pecuária de corte, determinou os componentes estacional, cíclico e de tendência nas flutuações de preços de boi gordo no estado de São Paulo. Segundo este autor, os preços de boi gordo apresentam, nitidamente, um período de preços baixos que corresponde à safra do boi ou à maior oferta de animais gordos para abate. Esse período descendente de preços vai de novembro a maio. O período de preços altos, que corresponde à entressafra, ou à menor oferta de bois para abate, compreende os meses de maio a novembro. O pico de preço alto ocorre no mês de outubro, e o pico de preço baixo no mês de maio.

Contudo, analisando-se a evolução dos trabalhos realizados, percebe-se que a previsão destaca-se como uma das formas de minimizar o risco, detectando-se o comportamento dos preços da arroba de boi gordo no momento da comercialização do produto. Por isso, a proposta deste trabalho é comparar, por meio de uma abordagem metodológica, a análise de regressão múltipla e a modelagem ARIMA na previsão do preço a ser recebido pela arroba de boi gordo, identificando qual dos dois modelos é o mais efetivo na predição do preço a ser recebido.

### **1.3 Limitações e contribuições**

As previsões baseadas em análises de séries temporais usam os padrões internos dos dados passados para prever o futuro. Ou seja, o propósito desses métodos é modelar o padrão dos valores passados para projetá-los no futuro. Assim, pode-se afirmar que os valores futuros das séries em análise são funções matemáticas dos valores passados.

Apesar de essa ser a principal vantagem em se utilizar a análise de séries temporais para fazer previsões, ela também pode ser considerada como a principal limitação das previsões baseadas nessas séries. A justificativa para essa afirmação é que, em previsões baseadas nesse tipo de análise, parte-se do princípio de que os mesmos padrões dos dados analisados irão ocorrer no futuro. Assim, mesmo que os valores previstos se ajustem muito bem, estatisticamente, aos padrões passados, não há garantia nenhuma de que esses padrões irão se repetir no futuro. Um exemplo dessa situação é o que aconteceu após o surto de febre aftosa

ocorrido no Brasil no segundo semestre de 2005. Por melhor que a previsão se ajustasse aos dados passados, nenhum modelo baseado em séries temporais seria capaz de prever o preço a ser recebido pela arroba de boi gordo no mês de outubro e até mesmo nos meses seguintes, pois, a partir daquele fato, um novo padrão de comportamento do preço foi estabelecido.

Apesar dessa limitação, este trabalho traz uma contribuição importante, pois o estudo, além de complementar trabalhos desenvolvidos anteriormente (como por exemplo: GARCIA, 1982; SILVA e LEMOS, 1986; KASSOUF e HOFFMAN, 1995; e COUTO, 1997), produz uma nova solução para a previsão do preço da arroba de boi gordo, alcançando resultados melhores por meio do uso técnicas e soluções conhecidas. Propõe, ainda, um novo modelo para previsão do preço a ser recebido pela arroba de boi gordo que, além de ser simples, possui praticamente a mesma precisão de modelos baseados em características que os produtores e o mercado consideram no momento da venda do boi gordo.

Por fim, além dessas contribuições, o trabalho apresenta também um método de pesquisa que se mostra bem adequado ao processo de modelagem de equações de previsão, haja vista que nem sempre esse método é descrito nos principais trabalhos nacionais sobre o assunto.

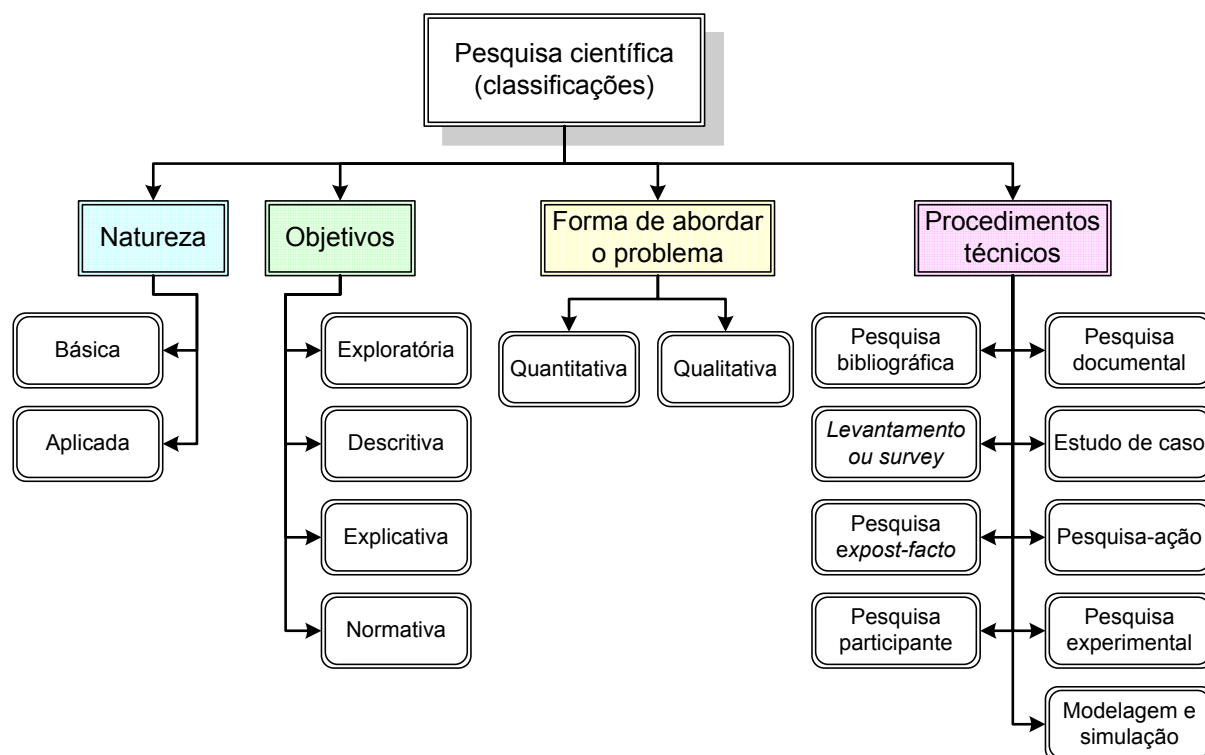
## **1.4 Método de pesquisa**

O método científico é a base indispensável para se realizar pesquisas científicas. Ou seja, a pesquisa científica usa o processo formal, pragmático e sistemático do método científico para investigar e descobrir respostas para os problemas da vida real (GIL, 1999; SILVA e MENEZES, 2005).

Nas organizações, a maioria desses problemas é representada por processos operacionais que podem ser complexos e de difícil representação científica, pois, muitas vezes, o desempenho de um processo operacional (medido geralmente pela qualidade, eficiência, custo, flexibilidade e outros) pode ser afetado por muitos elementos diferentes (BERTRAND e FRANSOO, 2002).

O presente trabalho pode ser classificado como uma pesquisa científica que investiga e pretende descobrir respostas para problemas que estão ligados, principalmente, a processos organizacionais. Assim, a metodologia que será apresentada na seqüência tem como base os trabalhos de Gil (1999), Bertrand e Fransoo (2002) e Silva e Menezes (2005).

As pesquisas científicas podem ser classificadas de várias formas, conforme apresentado na Figura 1.1.



**Fonte:** Baseado em Bertrand e Fransoo (2002) e Silva e Menezes (2005).

**Figura 1.1** Formas de classificação das pesquisas científicas

Com base nas formas de classificação propostas na Figura 1.1, este estudo pode ser classificado como:

- pesquisa aplicada quanto à natureza – gera conhecimentos para aplicação prática, direcionados à solução de problemas específicos;
- pesquisa normativa e descritiva quanto aos objetivos – pois visa desenvolver políticas, estratégias e ações para melhorar os resultados disponíveis em uma literatura existente, encontrar uma solução ótima para um problema definido novamente ou comparar várias estratégias direcionadas a um problema específico. Além disso, o trabalho se propõe a analisar um modelo que leva à compreensão e explicação de suas características;
- pesquisa quantitativa quanto à forma de abordar o problema – porque considera que tudo pode ser quantificável e requer o uso de recursos e técnicas estatísticas; e
- modelagem e simulação quanto aos procedimentos técnicos – por se tratar de modelos baseados em um conjunto de variáveis que variam ao longo de um domínio (setor) específico, tendo as relações quantitativas e causais entre as variáveis sido previamente definidas.

Além disso, este trabalho foi dividido em duas partes. Na primeira, fizeram-se a modelagem e a análise quantitativa causal de um modelo proposto teoricamente, em que foram consideradas sete variáveis, sendo elas:

- preço recebido pela arroba de boi gordo (variável dependente);
- preço recebido pelo bezerro (variável independente);
- preço recebido pelo boi magro (variável independente);
- preço recebido pelo frango (variável independente);
- preço de venda do dólar (variável independente);
- índice de preço pago pelo produtor (IPP) (variável independente);
- oferta de carne bovina em 1.000 t/equivalente carcaça.

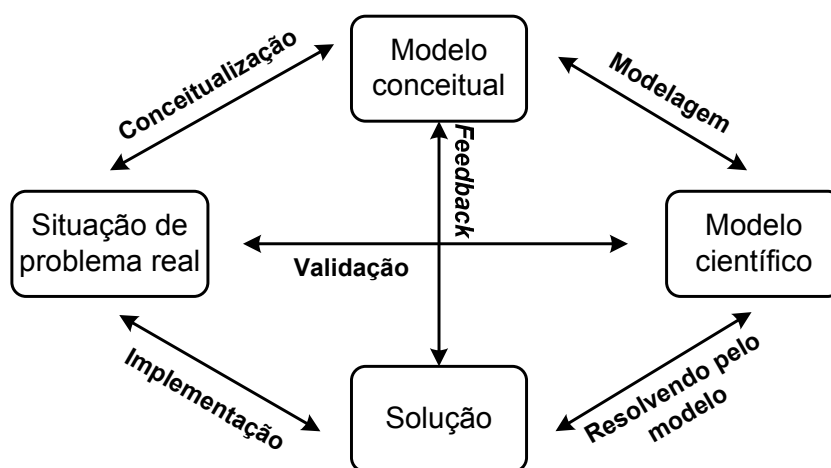
Para a coleta de dados, não foi necessário utilizar nenhum instrumento específico, pois os dados relativos às variáveis foram coletados a partir de fontes secundárias, como o Instituto Brasileiro de Economia (IBRE/FGV, disponível em [www.fgvdados.com.br](http://www.fgvdados.com.br)), o ANUALPEC 2005 (FNP Consultoria e Agroinformativos) e o Banco Central do Brasil (disponível em [www.bcb.gov.br](http://www.bcb.gov.br)).

Como as variáveis caracterizam-se por serem séries temporais mensais, escolheu-se, por meio de amostragem não probabilística e intencional, o período de novembro de 1998 a junho de 2005 para essa primeira fase. Os dados coletados em sua forma original são apresentados no ANEXO A e nos ANEXOS de C a H.

Já na segunda parte, também se fez um processo de modelagem, entretanto, analisando-se uma série temporal univariável. Ou seja, nesse modelo considerou-se somente o preço recebido pela arroba de boi gordo como variável. E, assim como na primeira fase, os dados foram coletados a partir de fontes secundárias, por meio de uma amostra não probabilística e intencional, que se inicia em janeiro de 1995 e termina em junho de 2005 e também são apresentados no ANEXO A e B.

A diferença entre de período entre os dados da primeira e da segunda fase pode ser justificado pelo fato de que, na segunda fase, o modelo exige uma amostra com uma quantidade de dados maiores. Além disso, algumas variáveis usadas na primeira fase apresentam restrições de observações em períodos anteriores.

O trabalho de Mitroff *et al.* (1974), sugere que, para se realizar pesquisas quantitativas, deve-se seguir o modelo que é apresentado na Figura 1.2.



Fonte: Mitroff et al. (1974)

**Figura 1.2** Modelo de pesquisa qualitativa

Segundo esse autor, a pesquisa quantitativa deve passar por cinco fases diferentes:

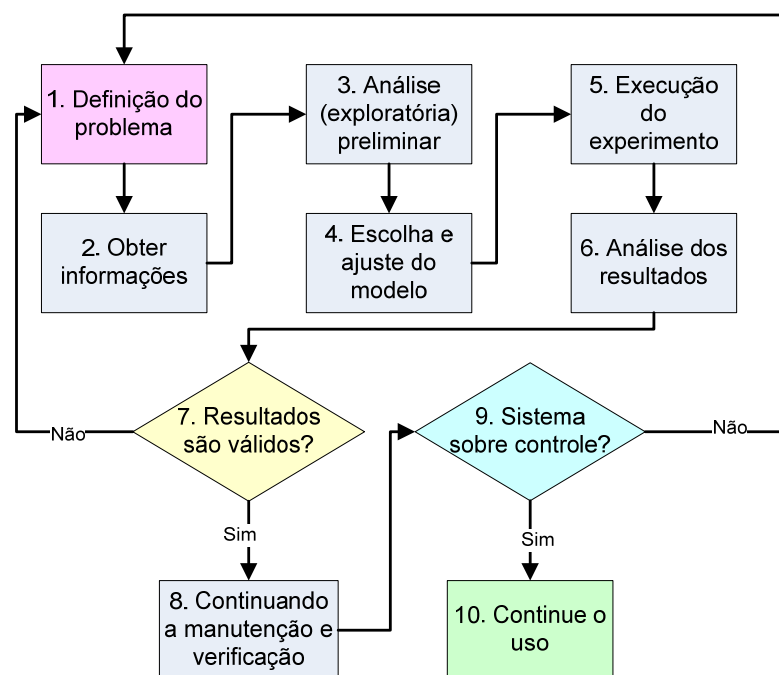
- conceitualização: em que se faz uma descrição das características do processo operacional ou do problema que se está estudando, criando, portanto, um modelo conceitual;
- modelagem: nessa fase, transforma-se o modelo conceitual em modelo científico, que pode ser apresentado de forma matemática ou formal;
- solução: a partir do modelo científico, procura-se resolver o problema;
- validação: checa-se se a solução obtida é efetiva, comparando-se o modelo científico com a situação de problema real;
- implementação: se o modelo científico for validado, ele é implementado para solucionar os problemas da vida real.

Para realizar este trabalho, seguiu-se também o método científico de previsão apresentado por DeLurgio (1998), que é ilustrado no esquema da Figura 1.3.

De acordo com o mesmo autor, o processo de previsão pode ser simples ou complexo. Por isso, o método de previsão é formado por dez passos que são detalhados abaixo.

- Passo 1: Definição do problema – necessidade de resolver um problema, explicar algum fenômeno, ou planejar e ou prever um evento futuro.
- Passo 2: Coletar informações – processo de obter informações sobre o comportamento de um sistema em que o problema ou o fenômeno se encontra.
- Passo 3: Hipótese/teoria/formulação do modelo – com base nas informações e observações coletadas no passo 2, formulam-se as hipóteses ou um modelo teórico para descrever os fatos importantes que influenciam o problema ou o fenômeno.

- Passo 4: Escolha e ajuste do modelo – com o auxílio de ferramentas estatísticas/matemáticas, desenvolvem-se experimentos para testar as hipóteses e as teorias. Ou seja, deve-se analisar dois grupos de dados: a amostra de entrada no modelo (usado para validar o modelo em uma previsão simulada no ambiente); e a amostra de saída (para julgar a eficiência do modelo ou teoria, verificando se os dados existentes são suficientes). Esse passo é fundamental para o processo de previsão.
- Passo 5: Execução do experimento – após os ajustes dos dados, o experimento deve ser desenvolvido e executado.
- Passo 6: Análise dos resultados – os resultados do experimento devem ser analisados de forma a aceitar ou rejeitar as hipóteses ou o modelo.
- Passo 7: Validação – se os resultados apresentados no passo anterior forem válidos, deve-se manter o modelo. Caso contrário, volta-se ao Passo 1.
- Passo 8: Continuando a manutenção e verificação – consiste em garantir que o modelo ou a teoria sejam válidos e efetivos. Mesmo após o modelo ter sido validado, algumas interações podem ser convergidas para obter um modelo melhor.
- Passo 9: Sistema sobre controle – se, mesmo após a manutenção e a verificação do modelo, ele tiver problema, deve-se voltar ao Passo 1 para checar sua consistência.
- Passo 10: Continue o uso – caso o modelo não apresente problemas, o seu uso deve ser continuado.



Fonte: DeLurgio (1998)

**Figura 1.3** Método científico de previsão

Por fim, comparando o método sugerido por Mitroff *et al.* (1974) e o proposto por DeLurgio (1998), pode-se afirmar que os dois possuem os mesmos princípios básicos, sendo que o segundo considera alguns passos a mais. Assim, pode-se afirmar que os dois métodos se completam e o uso de um dos métodos em específico não implica na exclusão do outro no desenvolvimento do trabalho.

## **1.5 Estrutura do trabalho**

Este trabalho de dissertação está estruturado em seis capítulos. O Capítulo 1 refere-se à Introdução, na qual são apresentados: algumas considerações iniciais, os objetivos do trabalho, as limitações e contribuições, o método de pesquisa e a forma como a dissertação está estruturada.

O Capítulo 2 refere-se ao agronegócio da carne bovina, no qual apresentam-se: as características do setor no mundo e no Brasil, a cadeia produtiva da carne e a estrutura de mercado e comercialização do boi gordo.

No Capítulo 3 faz-se uma rápida revisão sobre previsão, no qual são apresentados: o que é previsão, a sua importância, os métodos de previsão e a sua seleção.

Uma discussão um pouco mais aprofundada sobre os métodos utilizados neste trabalho é apresentada no Capítulo 4 (Modelos de previsão). No penúltimo capítulo é feita a análise dos resultados, considerando os dois modelos utilizados (análise de regressão múltipla e modelo ARIMA). Por fim, no Capítulo 6, faz-se a conclusão do trabalho, em que o objetivo proposto e os resultados alcançados são comparados.

Na seqüência, apresentam-se as referências bibliográficas e os anexos deste trabalho.



## **2 O AGRONEGÓCIO DA CARNE BOVINA**

A carne bovina é uma das principais fontes de proteínas consumidas pela população mundial, razão pela qual, o boi gordo é um dos principais ativos agropecuários comercializados no Brasil e no mundo. Por isso, neste capítulo, é apresentado o panorama geral da bovinocultura nacional e internacional.

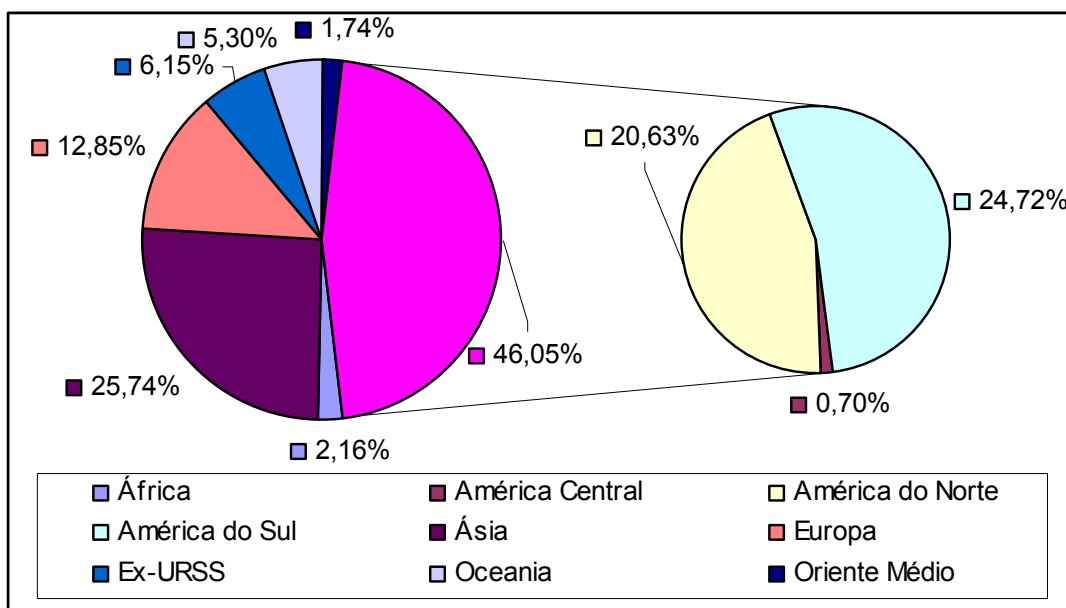
### **2.1 Características do setor no mundo**

A pecuária assume papel de destaque na economia mundial. Isso porque, de acordo com Carvalho *et al.* (2003), além de ser uma das principais fontes de proteína animal, oferecida por meio da carne e do leite, fornece ainda matéria-prima para diversos setores da economia, como, por exemplo: adubos orgânicos, produtos destinados à alimentação animal, subprodutos para indústria de calçados, vestuário, farmacêutica e outras. Além disso, os bovinos, em muitos casos, são utilizados como animais de trabalho na exploração agrícola familiar.

As estatísticas produtivas mundiais confirmam a importância do setor. Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), no ano de 2002, em todo o mundo foram abatidos cerca de 238 milhões de animais. Desse total, como pode ser observado no gráfico da Figura 2.1, aproximadamente 46% foram abatidos no continente americano e quase 26% no continente asiático. A América do Sul contribuiu com quase 25% do total de abates mundiais, seguida pela América do Norte, com aproximadamente 21%.

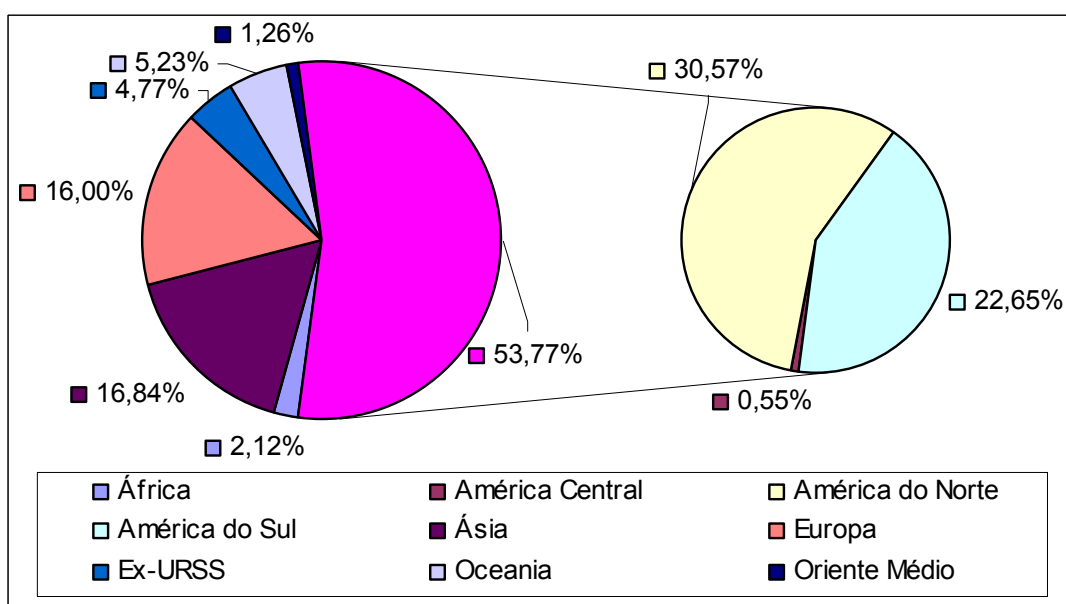
Ainda segundo a mesma fonte, dentre os países que mais abateram animais em 2002, a China se destacou, abatendo de mais de 44 milhões de bovinos. O segundo lugar ficou com o Brasil, com quase 38 milhões de animais e, em seguida, os Estados Unidos da América, com quase 37 milhões de animais.

O continente americano também se firma como um dos principais produtores mundiais de carne bovina, como pode ser visualizado na Figura 2.2. Cerca de 54% carne mundialmente produzida originam-se na América, 16,84% na Ásia e 16,00% na Europa.



Fonte: Baseado nos dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA – disponível em [http://www.fas.usda.gov/psd/complete\\_files/default.asp](http://www.fas.usda.gov/psd/complete_files/default.asp)).

Figura 2.1 Abate mundial de gado bovino em 2002, valores percentuais

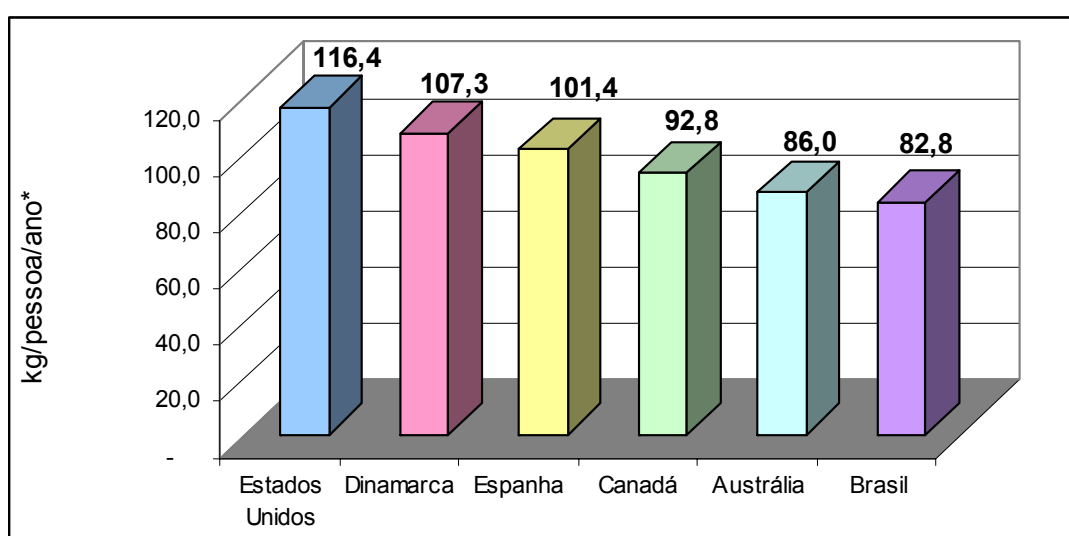


Fonte: Baseado nos dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA – disponível em [http://www.fas.usda.gov/psd/complete\\_files/default.asp](http://www.fas.usda.gov/psd/complete_files/default.asp)).

Figura 2.2 Produção mundial de carne bovina em 2002, valores percentuais

Segundo dados do USDA, a produção mundial de carne bovina, resultante do total de animais abatidos em 2002, ultrapassou os 51 milhões de toneladas de equivalente-carcaça<sup>1</sup>. Desse total, os países que mais se destacaram foram os Estados Unidos da América (com mais de 12 milhões de toneladas de equivalente-carcaça), o Brasil (7,15 milhões de toneladas de equivalente-carcaça), a China (5,84 milhões de toneladas de equivalente-carcaça) e a Argentina (2,7 milhões de toneladas de equivalente-carcaça).

Apesar de ser uma das principais fontes de proteína animal, o consumo da carne bovina varia de acordo com cada país. O gráfico da Figura 2.3 apresenta os seis principais países consumidores de carne do mundo, considerando as carnes bovina, suína e de aves.



\* Quilos de equivalente-carcaça com osso.

**Fonte:** Baseado nos dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA – disponível em [http://www.fas.usda.gov/psd/complete\\_files/default.asp](http://www.fas.usda.gov/psd/complete_files/default.asp)).

**Figura 2.3** Principais países consumidores de carnes em 2002, consumo *per capita*, em kg/pessoa/ano\*

Para se ter uma idéia da dimensão do consumo *per capita* de carne sem osso (incluindo carnes vermelhas, carne de aves e peixe), nos Estados Unidos, a quantidade consumida em 2002 foi de aproximadamente 91 kg/pessoa/ano. Desse total, a carne do tipo vermelha mais consumida foi a bovina, com 29 kg/pessoa/ano (31,80%), ficando pouco atrás apenas das carnes de aves, com 32,5 kg/pessoa/ano (35,64% – representados, principalmente, por frango e peru).

<sup>1</sup> É a porcentagem de carne obtida em relação ao peso total do vivo. Animais bem terminados, em condições de peso ideal, podem oferecer rendimento de 54% a 56%. A porcentagem, todavia, varia muito em função das características do animal: raça, regime de produção, idade, etc.

Além disso, de acordo com o USDA (2005), as importações e o consumo de carne bovina nos principais países importadores irão aumentar, o que poderá resultar em aumentos no preço do alimento.

Os Estados Unidos, a Rússia, a União Européia, o Japão, o México e a Coreia do Sul figuram na lista dos principais importadores de carne do mundo. Além de ser considerado o maior importador, os Estados Unidos também figuram na lista dos principais exportadores, juntamente com o Brasil, a Austrália, a Nova Zelândia, a Argentina e o Canadá (USDA, 2005).

Contudo, o destaque das exportações fica por conta do Brasil. O país foi o principal exportador de carne no ano de 2005. Em relação a 2004, houve um aumento de 23,20% nas exportações. De acordo com Agroanalysis (2006), as exportações de carne brasileira em 2005 chegaram a 2,4 bilhões de dólares.

Como pôde ser notado, quer seja na produção, no consumo ou no mercado internacional, o Brasil se destaca no cenário mundial do agronegócio da carne bovina. Esse fato mostra e justifica a importância do setor para economia nacional.

Assim, no tópico seguinte, faz-se uma referência às principais características do agronegócio da carne bovina no Brasil, no qual se destacam a evolução e a importância histórica da pecuária brasileira, as principais estatísticas do setor e as características dos agentes que compõem a cadeia produtiva do agronegócio da carne no Brasil.

## **2.2 Características do setor no Brasil**

### **2.2.1 Evolução e importância histórica da pecuária**

A história da pecuária brasileira se mistura, e muito, com a própria história do Brasil. A colonização do país iniciou-se por volta do ano de 1.530, com a instalação da agromanufatura do açúcar. No entanto, o desenvolvimento do engenho exigiu atividades complementares que, apesar de secundárias, eram fundamentais. A pecuária e a agricultura de subsistência foram as atividades que se destacaram, porque sem elas a produção açucareira seria impossível.

Assim, a bovinocultura brasileira iniciou-se no período colonial e no interior da região nordeste do Brasil, pois, a zona litorânea era destinada ao cultivo da cana-de-açúcar. Com isso, a pecuária cumpriu um papel duplamente importante no período colonial: complementou a economia do açúcar e iniciou a penetração, a conquista e o povoamento do interior do Brasil.

A partir dos séculos XVII e XVIII, iniciou-se outra etapa da pecuária brasileira. Apesar da existência de uma nítida separação entre a atividade agrícola e a pecuária, elas seguiam em paralelo. E, com o incremento da agricultura canavieira na faixa litorânea e o desenvolvimento da mineração na região de Minas Gerais, a atividade pecuária deslocou-se ainda mais para o interior. Os rebanhos avançaram em direção aos sertões nordestino e mineiro, dispersando-se ao longo da bacia do rio São Francisco, indo do estado de Minas Gerais até o do Piauí e o do Maranhão.

Com a aceleração da colonização do Sul do país, na primeira metade do século XVIII, a pecuária bovina também se estendeu pela campanha gaúcha. Então, a atividade passou a fornecer carnes salgadas e couros para diversas regiões da até então colônia. Além disso, a atividade manteve-se como uma criação extensiva estável e de baixo custo, que nas épocas de crise incorporava a mão-de-obra excedente das áreas exportadoras, contribuindo para aliviar problemas sociais. No Nordeste, em particular, essa função adicional da pecuária contribuiu para o crescimento populacional, pois, apesar do declínio econômico do litoral em certos períodos, os habitantes encontravam meios de subsistência no interior.

Assim, de acordo com IEL, CNA e SEBRAE (2000), a pecuária de corte brasileira desenvolveu-se por expansão da fronteira agrícola e extrativista de modo geral, incorporando ao sistema extensivo de produção novas áreas de terras, até então consideradas improdutivas, em regiões desprovidas de infra-estrutura e pela utilização de terras esgotadas pela produção de grãos. Além disso, contribuiu também para a ocupação do território brasileiro, função que é ainda relevante em algumas áreas de novas fronteiras agrícolas.

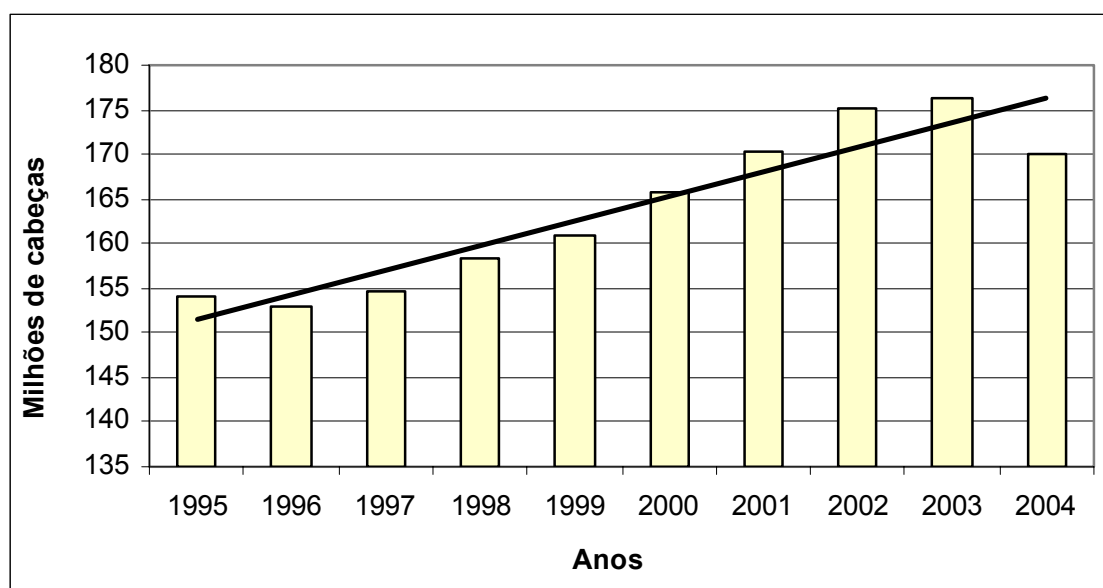
Esse crescimento horizontal manteve-se até a década 1.960, quando o ganho de produtividade era pequeno, pois utilizavam-se, predominantemente, pastagens naturais. As mudanças tecnológicas na pecuária só vieram a ocorrer a partir da década 1.970, estimuladas por programas de crédito orientado, que possibilitaram investimentos em pastagens e na infra-estrutura das fazendas da região Centro-Sul (IEL, CNA, SEBRAE, 2000).

Atualmente, a bovinocultura de corte está incorporando novas tecnologias, em áreas produtoras de maior importância, com reflexo positivo sobre a produtividade e qualidade do rebanho. Nessas áreas, há uma mudança de atitude de uma parcela significativa dos pecuaristas, movida pela necessidade de se obter maior eficiência e eficácia produtiva.

Contudo, além da importância histórica que a atividade desempenhou, hoje ela possui importante participação na economia nacional. E essas características são reveladas por meio de dados estatísticos e produtivos que são apresentados no próximo item.

### 2.2.2 Principais estatísticas

Infelizmente, conforme comentado no trabalho de IEL, CNA e SEBRAE (2000), o Brasil não possui um banco de dados atualizado que permita extrair e analisar informações diversas do setor. Além disso, as informações estatísticas disponíveis sobre os produtos, insumos e subprodutos da cadeia da carne bovina, quando existem, são extremamente díspares e apresentam confiabilidade discutível. Contudo, a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e empresas de consultoria, destacando-se a Lazzarini & Associados e a FNP Consultoria e Comércio, estão entre as principais fontes de dados para pesquisa do setor. Portanto, as análises estatísticas que seguem baseiam-se em dados dessas organizações. Analisando o rebanho bovino brasileiro, no período de 1995 a 2004 pode-se afirmar que houve um aumento significativo na quantidade de animais, como pode ser visualizado no gráfico da Figura 2.4.



**Fonte:** Baseado nos dados da FNP Consultoria e Comércio (2004) e nos dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA – disponível em [http://www.fas.usda.gov/psd/complete\\_files/default.asp](http://www.fas.usda.gov/psd/complete_files/default.asp)).

**Figura 2.4** Evolução do rebanho bovino brasileiro de 1995 a 2004, em milhões de cabeças

Nos últimos 10 anos, a quantidade de animais do rebanho bovino brasileiro saltou da casa dos 154 milhões de animais, em 1995 para mais de 169 milhões, em 2004. Ou seja, um crescimento de mais de 10% no período.

Um fato que pode ter contribuído para o crescimento do rebanho é que a pecuária no Brasil é uma atividade que está presente em quase todo o território brasileiro, como poder ser observado na Tabela 2.1. Um fato que pode ser verificado pela mesma Tabela é que a

atividade não sofre restrições climáticas significativas em nenhuma região do país. Outro fato que contribui para essa dispersão territorial da atividade é que as raças zebuínas são predominantes no rebanho, garantindo, portanto, rusticidade e fácil adaptação a diferentes condições de relevo e de clima.

<b>Região/estado</b>	<b>Rebanho (em 1.000 cabeças)</b>	<b>%</b>
<b>CENTRO-OESTE</b>	<b>57.448,80</b>	<b>34,40%</b>
Mato Grosso do Sul	20.450,48	12,24%
Mato Grosso	20.337,17	12,18%
Goiás	16.569,77	9,92%
Distrito Federal	91,37	0,05%
<b>SUDESTE</b>	<b>35.535,75</b>	<b>21,28%</b>
Minas Gerais	20.307,12	12,16%
São Paulo	11.721,22	7,02%
Outros	3.507,41	2,10%
<b>SUL</b>	<b>25.496,09</b>	<b>15,27%</b>
Rio Grande do Sul	12.997,50	7,78%
Outros	12.498,59	7,48%
<b>NORDESTE</b>	<b>25.025,66</b>	<b>14,98%</b>
Bahia	10.027,07	6,00%
Outros	14.998,59	8,98%
<b>NORTE</b>	<b>23.516,20</b>	<b>14,08%</b>
Pará	8.916,45	5,34%
Outros	14.599,75	8,74%
<b>TOTAL</b>	<b>167.022,50</b>	<b>100,00%</b>

*Fonte:* Baseado nos dados da FNP Consultoria e Comercio (2004)

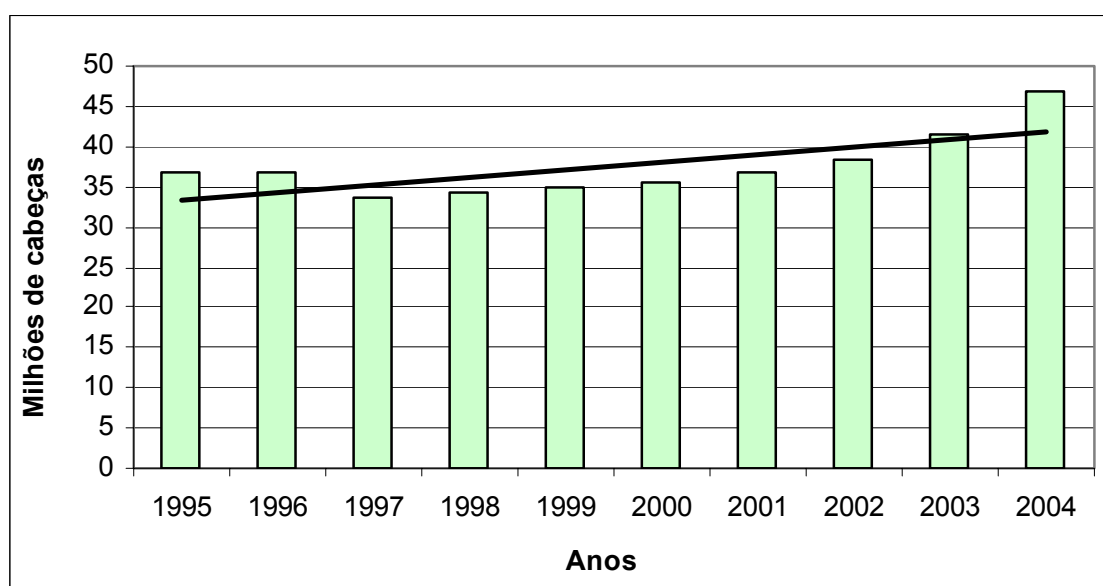
**Tabela 2.1** Rebanho bovino por região e principais Estados produtores no ano de 2003, em 1.000 cabeças

A maior concentração produtiva está na região Centro-Sul do país, como também pode ser visto na Tabela 2.1. Assim, alguns estados merecem destaque, como é o caso do Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Goiás e Rio Grande do Sul. Entretanto, é na região Centro-Oeste que a pecuária mostra sua força, com 34,40% do rebanho do país.

O total de mais de 167 milhões de animais faz com que o Brasil se destaque, no mercado internacional, como o país que possui um dos maiores rebanhos comerciais de bovinos do mundo.

Embora o rebanho bovino brasileiro seja constituído, em sua maioria, por animais de corte, parte é formada por bovinos de leite e de trabalho, além de ser composto por machos e fêmeas. De acordo com o IBGE (1996), mais de 74% do rebanho brasileiro é formado por bovinos de corte, enquanto que quase 22% por bovinos de leite. O restante divide-se entre pecuaristas que criam gado de corte e leite simultaneamente (3,86%) e pecuaristas que utilizam os animais para trabalho (1,7%). Com relação à participação relativa do rebanho de corte nas diversas regiões do país, é interessante verificar a relevante participação do Centro-Oeste, principalmente os estados do Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, que apresentam 96,34% e 93,99% de bovinos de corte em seu rebanho total, respectivamente (IBGE, 1996). Em relação à intensidade de produção do gado de leite, nota-se a marcante presença do Ceará, que apresenta 52,19% de seu rebanho direcionado à criação de gado leiteiro, seguido pelo estado do Rio de Janeiro (48,89%) e Minas Gerais (47,32%).

Como já comentado, em 2002, o Brasil ocupou o segundo lugar no *ranking* dos países que mais abateram animais no mundo e a tendência, conforme apresentado no gráfico da Figura 2.5, é de que a quantidade de animais abatidos continue aumentando, o que mantém o país entre os que mais abatem animais no mundo.



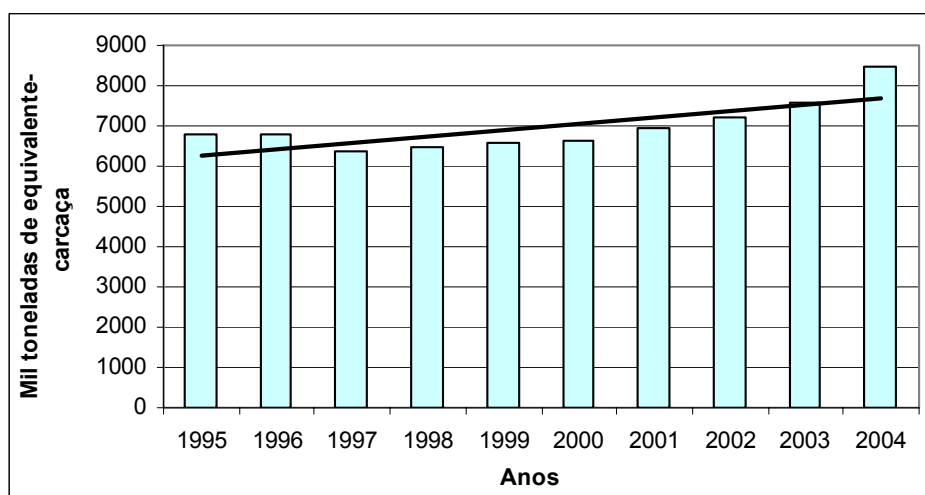
*Fonte:* Baseado nos dados da FNP Consultoria e Comércio (2004).

**Figura 2.5** Evolução do número de animais abatidos no Brasil de 1995 a 2004, em milhões de cabeças



Além disso, o Brasil também é considerado um dos maiores produtores de carne bovina do globo, e a evolução da produção de carne no país pode ser visualizada por meio do gráfico da Figura 2.6.

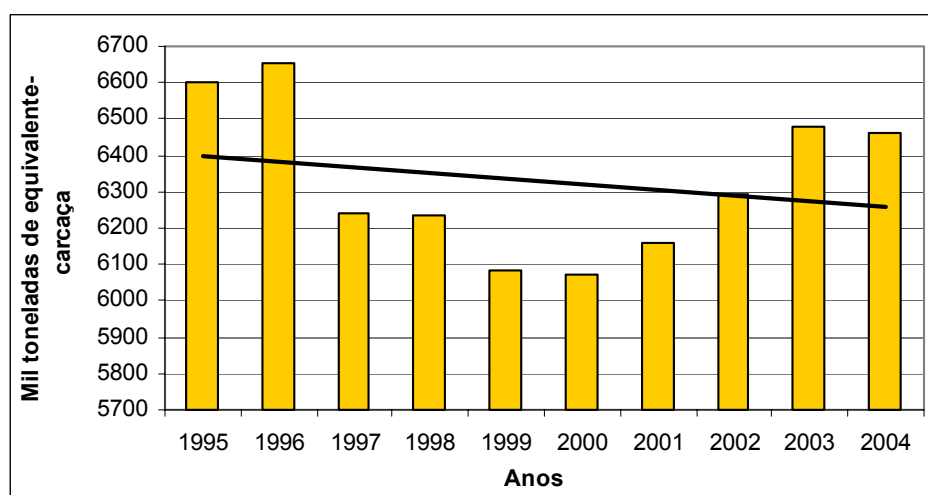
De 1995 a 2004, o país apresentou um aumento de mais de 25% na produção de carne bovina. Com essa evolução, o Brasil foi considerado, em 2004, o maior produtor de carne do mundo, fato que se repetiu no ano de 2005.



*Fonte:* Baseado nos dados da FNP Consultoria e Comércio (2004).

**Figura 2.6** Evolução da produção de carne bovina no Brasil de 1995 a 2004, em mil toneladas de equivalente-carcaça

Apesar do crescimento na produção de carne bovina, o consumo interno do produto apresenta uma tendência de queda, como pode ser visualizado no gráfico da Figura 2.7.



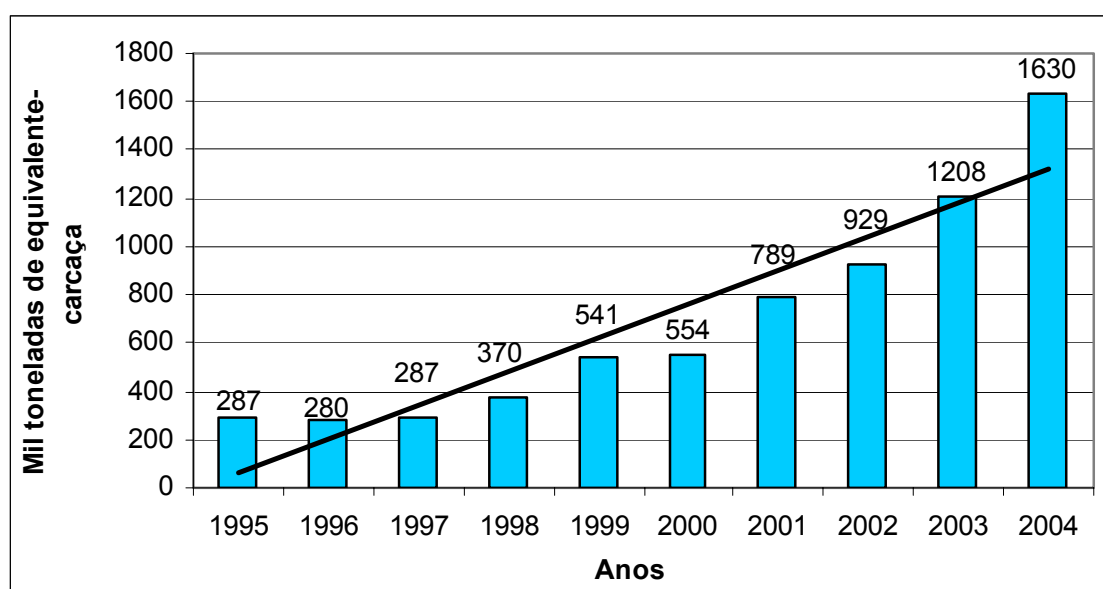
*Fonte:* Baseado nos dados da FNP Consultoria e Comércio (2004).

**Figura 2.7** Evolução do consumo interno de carne bovina no Brasil de 1995 a 2004, em mil toneladas de equivalente-carcaça

Em 2004, a projeção para o consumo interno de carne bovina era 2,17% menor do que o consumo de 1995. Além disso, em 1995, mais de 97% da produção eram destinados ao mercado interno, enquanto que, para 2004, a projeção da produção destinada ao mercado interno era cerca de 82,70%.

Esse comportamento do consumo, de acordo McCarthy e Perreault (1997), pode ser influenciado por variáveis sócio-demográfico-culturais, variáveis psicológicas (estilos de vida, motivação) e por situações de compra. Assim, a perda do poder aquisitivo da população, a substituição da carne bovina por outras carnes (suína, aves e peixes), o preço ao consumidor final, o fato da carne vermelha estar associada a possíveis problemas de saúde e outras variáveis mais podem ter afetado o consumo no período.

Entretanto, apesar do consumo interno ter diminuído, as exportações, no mesmo período, bateram recordes, como pode ser visualizado no gráfico da Figura 2.8.



*Fonte:* Baseado nos dados da FNP Consultoria e Comércio (2004)

**Figura 2.8** Evolução das exportações de carne bovina no Brasil de 1995 a 2004, em mil toneladas de equivalente-carcaça

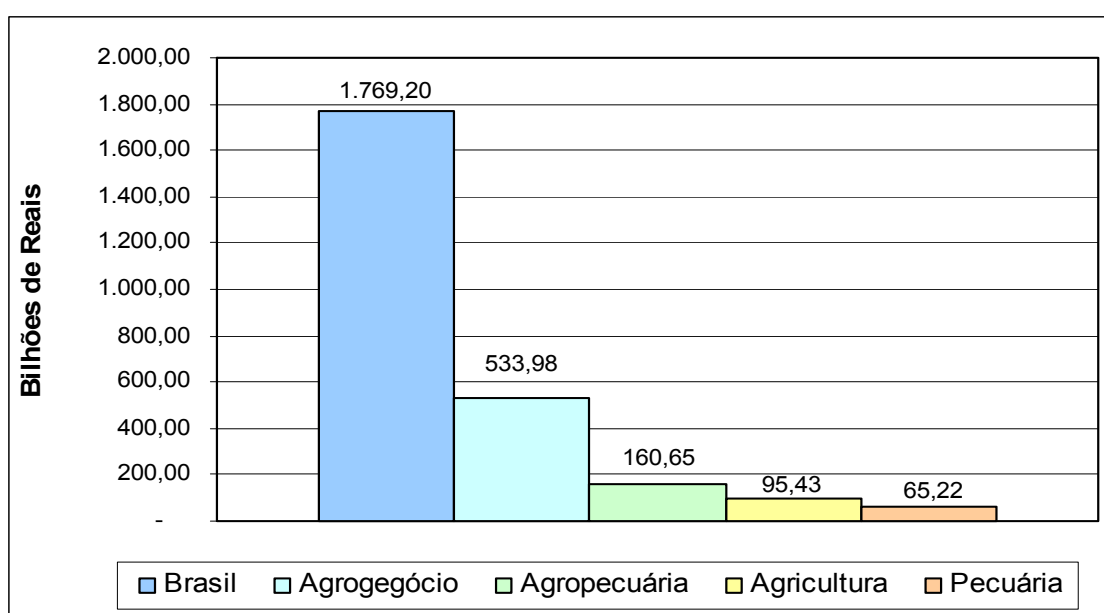
As exportações brasileiras pularam de 287 mil toneladas de equivalente-carcaça, em 1995 para mais de 1,6 milhão de toneladas em 2004, ou seja, um aumento de mais de 460%. Com isso, o percentual da produção de carne destinada ao mercado externo também aumentou muito. Em 1995, o percentual era de apenas de 4,2%, enquanto que, para 2005, a projeção da produção para este mercado deve pular para mais de 20%.

Com isso, o país será responsável por quase 30% do mercado internacional de carnes. Ainda segundo a mesma fonte, esse aumento se deve, principalmente, ao acesso a mercados como

Egito, União Européia, Rússia e Estados Unidos, além de acordos comerciais com mercados secundários, como Argélia, Bulgária, Iran e Filipinas.

Mas, apesar de ser o maior exportador de carnes do mundo, o Brasil, mesmo que de maneira tímida, também importa o produto. Em 1995, o país importava quase 2% da produção de carnes, número que mudou muito, pois, para 2005, a projeção era de importar menos de 0,8% da produção.

A importância produtiva e comercial do setor faz com que a atividade mereça destaque na economia nacional. O gráfico da Figura 2.9 apresenta o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro no qual se segmenta o agronegócio.

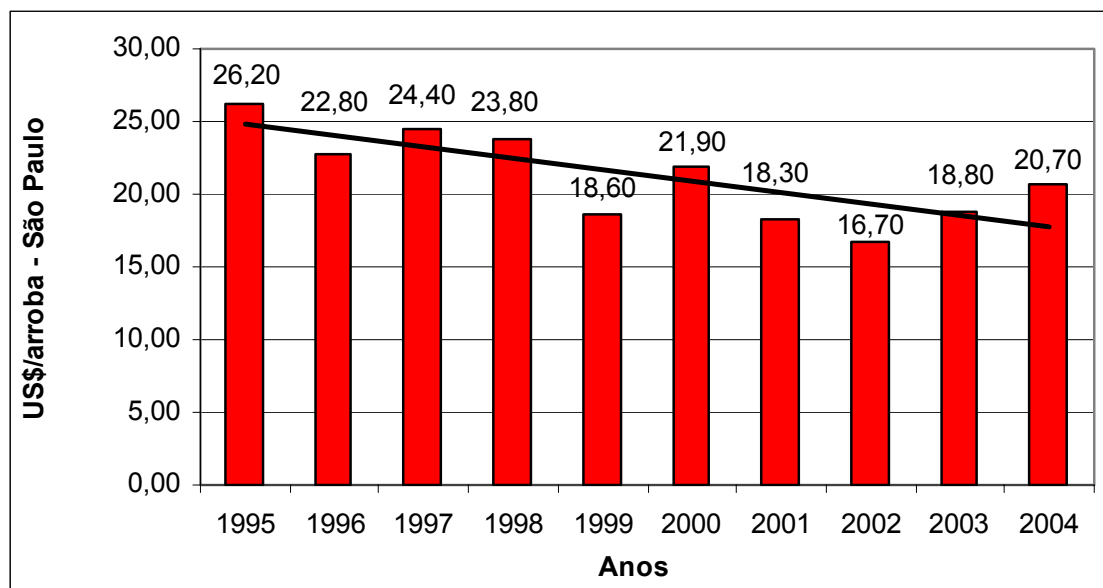


*Fonte:* Adaptado de CNA/CEPEA-USP (2005).

**Figura 2.9** Segmentação do PIB brasileiro de 2004, com destaque ao agronegócio, em bilhões de reais

De acordo com o IBGE (2005), o PIB do Brasil no ano de 2004 foi de aproximadamente 1,8 trilhão de reais, enquanto que o PIB do agronegócio brasileiro chegou a quase 534 bilhões de reais, ou seja, 30,18% do total. Segundo o CNA/CEPEA-USP (2005), em 2004, o PIB da pecuária foi superior aos 65 bilhões de reais, o que representou cerca de 12% do PIB total do agronegócio e quase 4% do PIB nacional. Ainda segundo este órgão, o PIB da pecuária obteve um aumento de 0,43% em relação ao ano de 2003.

Apesar da importância produtiva, do consumo relativamente elevado e do aquecimento do mercado da carne bovina, sobretudo no mercado internacional, o preço médio da arroba de boi gordo ao produtor rural em São Paulo, como pode ser observado no gráfico da Figura 2.10, possui tendência de queda.



*Fonte:* Baseado nos dados da FNP Consultoria e Comércio (2004).

*Obs.:* Preços da arroba de boi gordo pago “à vista”, expressados em dólares americanos foram deflacionados para dezembro de 2003 pelos índices da inflação americana (CPI-U).

**Figura 2.10** Evolução do preço médio ao produtor da arroba de boi gordo no Brasil, de 1995 a 2004, em US\$/arroba em São Paulo

Segundo a FNP Consultoria e Comércio (2004), esses valores mostram a evolução dos preços reais do boi gordo nos últimos 10 anos, pois, ao tirar o efeito da inflação do dólar nos Estados Unidos, pode-se quantificar mais claramente a perda do poder de troca da pecuária brasileira em relação a outros setores da economia. O preço recebido pela arroba de boi gordo em 2004 ficou, em média, 20,99% menor do que a média recebida no ano de 1995.

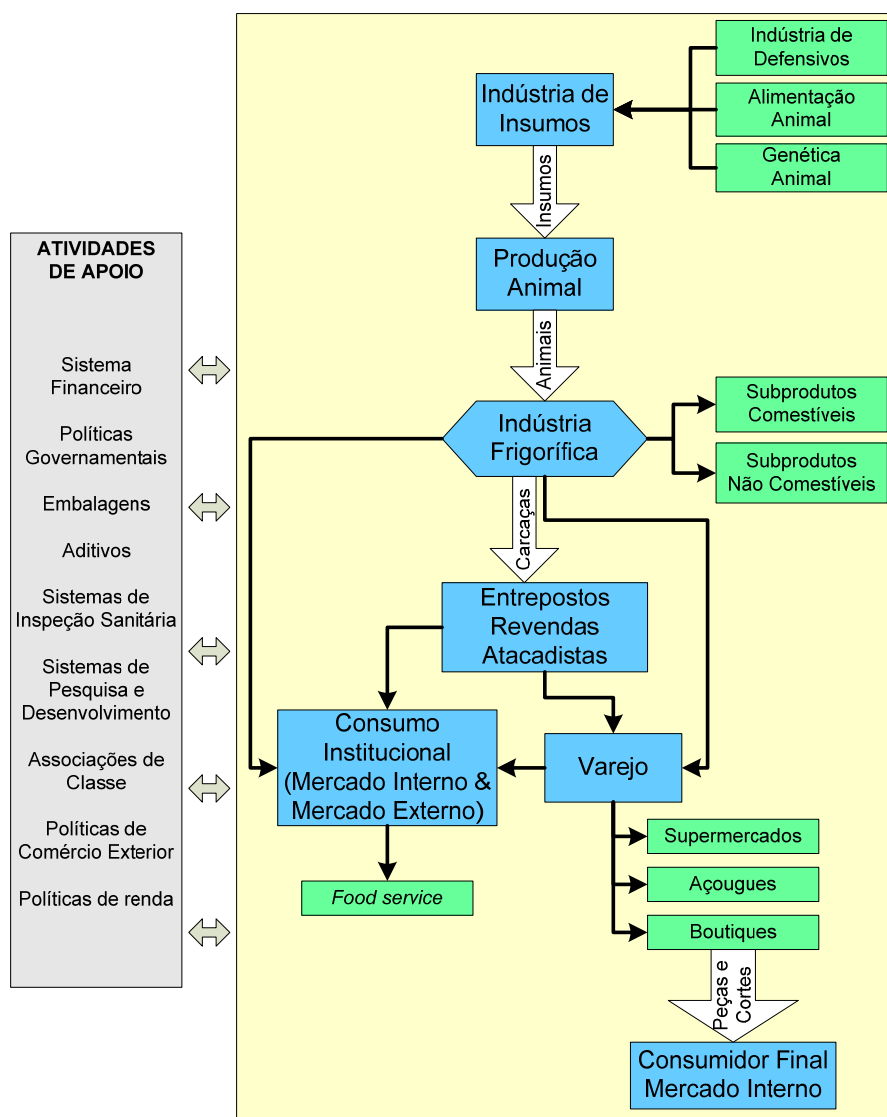
Outro ponto que chama a atenção é a alta variabilidade do preço recebido pela arroba de boi gordo, quando comparam-se os valores anualmente. Esse fato atribui ao agronegócio da carne bovina, sobretudo na hora da comercialização do boi gordo, elevado risco, pois, não há garantia de um preço mínimo de venda do produto.

Para entender melhor o funcionamento desse setor econômico, é necessário fazer uma análise da cadeia produtiva da carne. Assim, no próximo item, apresenta-se a cadeia e fazem-se a descrição e a caracterização dos principais agentes.

### 2.3 Cadeia produtiva da carne no Brasil

Como já mencionado, a descrição da cadeia produtiva da carne tem como objetivo principal identificar e entender o funcionamento desse setor. Além disso, a análise da cadeia pode identificar qual (ou quais) agente(s) são mais afetados pela oscilação do preço da arroba de

boi gordo. Assim, a Figura 2.11 representa, esquematicamente, a cadeia produtiva da carne bovina no Brasil.



Fonte: Adaptado de IEL, CNA e SEBRAE (2000) e Lazzarini Neto *et al* (1996).

**Figura 2.11** Cadeia produtiva da carne bovina no Brasil

Analisando-se superficialmente a cadeia apresentada, pode-se afirmar que a carne é o produto principal do abate bovino, tendo como subprodutos principais pele, sebo, vísceras e ossos, entre outros. Como produto principal, a carne é matéria-prima ou importante componente do produto final de inúmeros produtos industrializados (subprodutos comestíveis). Dos subprodutos não comestíveis, a pele é tratada e se transforma em couro, que é o principal produto da indústria calçadista brasileira, além de ser fonte de matéria-prima para produção de colágeno. Os ossos são transformados em farinha, que é muito utilizada em rações para animais e ou para a extração de colágeno.

Como se pode notar, o produto e os subprodutos resultantes do abate do boi gordo espalham-se por uma série de empresas, movimentando vários setores da economia, sobretudo o alimentício, o calçadista e os de insumos industriais e agropecuários. Esse fato torna a cadeia bastante complexa, devido à diversidade de agentes envolvidos nos diversos elos da cadeia. Por isso, nos subitens abaixo, faz-se uma caracterização rápida e genérica dos principais elos da cadeia, dos quais se destacam: as atividades de apoio, a indústria de insumos, o setor de produção animal, a indústria frigorífica, o setor de distribuição e os consumidores. Essa caracterização foi feita com base no trabalho de IEL, CNA e SEBRAE (2000), um dos mais completos trabalhos sobre a competitividade da cadeia produtiva da carne bovina brasileira, além de outros.

### **2.3.1 Atividades de apoio**

Também chamadas de Ambiente Institucional, são realizadas pelos agentes que além de permearem toda a cadeia, dão sustentação econômica, financeira e produtiva a mesma. Dentre os vários agentes, destacam-se: o governo, responsável pelas políticas econômica e fiscal, e pelo sistema de inspeção e fiscalização sanitária; as associações de classe, encarregadas da coordenação entre os vários agentes da cadeia e as instituições de pesquisa e desenvolvimento (P&D), que respondem pelo desenvolvimento científico e tecnológico da cadeia (IEL, CNA e SEBRAE, 2002).

#### **GOVERNO**

Responsável pelas principais mudanças econômicas que o Brasil vem sofrendo desde os anos 1.990, o governo estabeleceu, de forma geral, novos parâmetros para as atividades produtivas em todo o país e em todos os setores. A mudança de um ambiente econômico inflacionário e fechado à economia internacional para um com estabilização econômica (principalmente após o Plano Real) e aberto à concorrência globalizada obrigou os setores produtivos a fazerem rápidos ajustes estratégicos e estruturais (REIS *et al*, 2001).

Na cadeia da carne bovina, o impacto dessas mudanças foi sentido após 1999 – ano da desvalorização do real frente ao dólar, tornando as exportações brasileiras mais competitivas, por onerar os produtos importados.

Segundo Molinari (1999), as melhorias nas exportações do país foram inquestionáveis, mesmo admitindo uma elevação nos custos em moeda nacional. No entanto, ainda segundo o autor, a demanda interna de carne, que já não se mostrava muito expressiva, sofreu uma queda que acompanhou a expansão nos custos dos frigoríficos, o que desviou a demanda para alternativas mais acessíveis, como as carnes suína e de aves e os ovos.

Como se não bastasse, esse fato foi agravado por algumas políticas adotadas pelo governo, tais como, elevadas taxas de juros e má distribuição de renda. Além disso, a perda do poder aquisitivo da população contribui ainda mais para a redução na demanda do produto.

O resultado da combinação desses fatores é a inibição de investimentos e de modernização no setor, o que resulta na perda da qualidade e conseqüente desvalorização do produto. Com isso, os produtores começam a buscar de novos mercados e o mercado passa a consumir produtos substitutos.

O sistema tributário brasileiro contribui negativamente com todos os setores econômicos. A inexistência de uma política tributária adequada resulta em níveis excessivos de tributos que afetam demasiadamente o preço do produto, principalmente no último elo da cadeia, ou seja, o consumidor final. Além disso, a vasta quantidade de impostos e contribuições, administrados por diferentes níveis da administração pública (IPI, CONFINS e PIS/PASEP pelo governo federal, ICMS pelos estados e ISS pelos municípios), associada aos que possuem incidências cumulativas – impostos em cascata, como é o caso do PIS, COFINS e ISS (Ministério da Fazenda, 1999) – estimulam a clandestinidade, a evasão fiscal e a desregulamentação da cadeia como um todo.

Outro ponto que chama a atenção são os sistemas de inspeção e fiscalização sanitária. A baixa eficiência na fiscalização do abate clandestino e irregular de animais e a pouca efetividade do controle sanitários dos animais resultam na produção de carnes e derivados de qualidade duvidosa. Isso, além de comprometer os consumidores, transfere insegurança ao mercado internacional, comprometendo, portanto, os avanços nas exportações brasileiras e a melhoria no preço da carne.

### **ASSOCIAÇÕES DE CLASSE**

Apesar de existir um grande número de agentes envolvidos em cada um dos diferentes elos da cadeia produtiva da carne, no Brasil, não se pode falar em grupos de produtores, frigoríficos ou distribuidores que efetivamente exerçam um papel de liderança nacional, ou seja, uma coordenação expressiva entre os agentes desses elos da cadeia. Esse fato favorece concentrações de mercado em elos, como os hiper e supermercados, gerando uma série de conflitos de interesse entre os pecuaristas, a indústria frigorífica e os varejistas. Portanto, a falta de organizações que realmente representem e exerçam funções de coordenação nos vários elos cadeia resulta na perda de competitividade e na volatilidade do preço em favorecimento de elos mais fortes e estruturados (IEL, CNA e SEBRAE, 2000).

Apesar da falta de coordenação, alguns programas público-privados de produção podem contribuir positivamente com o setor. Esses programas atuam principalmente na erradicação

da febre aftosa, no incentivo à produção de novilhos precoce, na melhoria da produção, da produtividade e da qualidade tanto do rebanho bovino quanto da carne. Por meio destas ações, os produtores além de abastecerem o mercado com um produto de melhor qualidade, conseguem diminuir o tempo de abate dos animais, obtendo, assim, melhores preços na hora de vendê-los.

### **PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D)**

Finalizando, o setor de P&D da cadeia de carne bovina contribui positivamente com o setor. Existem inúmeras organizações, de caráter público e ou privado, envolvidas em pesquisas. As pesquisas, em sua maioria, são voltadas para a produção pecuária, com bons resultados na geração de tecnologias relativas à genética animal, manejo, alimentação e recuperação de pastagens. Já a indústria de insumos, que é dominada por um conjunto de empresas multinacionais, possui avançados centros de pesquisa, que atuam tanto no Brasil quanto no exterior. Além disso, muitas delas realizam extensão rural como estratégia de vendas, ocupando, assim, o espaço deixado pelo setor público nessa atividade (IEL, CNA e SEBRAE, 2000).

No setor de processamento de carne, de acordo Arima (1996), destacam-se as pesquisas realizadas pelo Centro de Tecnologia de Carnes do ITAL, que vem modernizando suas instalações laboratoriais visando implantar um programa de certificação para produtos cárneos. Na contramão de grande parte dos elos, os frigoríficos, em sua maioria, não dispõem de laboratórios ou departamentos de P&D, sendo que a exceção fica por conta daqueles voltados para a exportação ou que oferecem embutidos e porcionados.

Somado a isso, diversas universidades e centros de pesquisa ligados às Secretarias de Estado têm desenvolvido inúmeros projetos nas áreas de biologia, zootecnia, engenharia de alimentos, economia e administração rural, voltados para os diversos elos da cadeia da carne.

### **2.3.2 Indústria de insumos**

A indústria de insumos da pecuária de corte é bastante diversificada. Abrange desde os de ação direta, como os utilizados na alimentação animal (concentrados protéicos e energéticos) e na manutenção da saúde do animal (vacinas, vermífugos, carrapaticidas e antibióticos) até os de ação indireta, como os fertilizantes, defensivos agrícolas, adubos e sementes. Além disso, a biodiversidade entre as regiões e os rebanhos nacionais possibilita às empresas o lançamento de produtos diversificados (IEL, CNA e SEBRAE, 2000).

Quanto à origem das empresas que atuam nesse elo da cadeia, pode-se afirmar que é bastante diversificada. No setor de insumos veterinários, por exemplo, Wedekin e Neves (1995)



afirmam que é o setor no qual se encontram as principais empresas multinacionais de base química e farmacêutica. Além disso, uma característica peculiar do setor é o dinamismo e a busca constante por novos produtos, sendo um dos setores que mais investem em P&D.

Já no setor de insumos de nutrição animal, quase todas as empresas que atuam no mercado são de origem nacional e nem por isso elas deixam de acompanhar a mesma tendência de crescimento apresentada pelo setor de insumos veterinários. Além do mais, esse é um mercado de grandes oportunidades, haja vista que, no processo intensivo de produção pecuária, os custos com nutrição correspondem, em média, a 70% dos custos totais (IEL, CNA e SEBRAE, 2000).

Empresas multinacionais e nacionais estão apostando no mercado pecuário brasileiro e estão investindo em reprodutores, em centrais de inseminação ou simplesmente na importação direta de sêmen e embriões, como forma de melhorar a genética dos rebanhos de elite. Além das empresas ligadas ao setor de genética, outras estão se aproveitando da modernização da pecuária, como as empresas ligadas ao setor de sementes forrageiras. De acordo com Zimmer (1993), no Brasil tropical, são semeados, anualmente, mais de 5,5 milhões de hectares de pastagens perenes, o que equivale a mais de 80 mil toneladas de sementes por ano.

Por fim, analisando-se a indústria de insumos, pode-se concluir que ela se desenvolve porque o setor de produção cresce. Mesmo que indiretamente, esse setor da cadeia é afetado pelo preço da arroba de boi gordo, estando ele favorável ou não ao produtor. Porém, como esse setor possui características oligopsônicas, geralmente, os produtores não exercem influência sobre os preços dos insumos. O que geralmente ocorre é a diminuição no investimento, por parte dos produtores, em insumos de maior valor agregado. Mesmo porque, se eles passarem a não usar tais insumos, a sua produção perde a qualidade e o preço recebido pela arroba de boi gordo pode diminuir ainda mais.

### **2.3.3 Produção animal**

Como já comentado no início do subitem 2.3, esse é o principal elo, pois, são os animais produzidos nele que dão origem ao principal produto da cadeia (carne) e também aos demais subprodutos que movimentam outros setores de suma importância para a economia brasileira. Por isso, a análise desse elo da cadeia será mais detalhada, sendo dividida nos seguintes itens: a caracterização dos sistemas produtivos, as fases de produção pecuária, a gestão das empresas/propriedades rurais e as relações com o mercado.

## SISTEMAS PRODUTIVOS

Apesar dos avanços que a pecuária de corte realizou e vem realizando ao longo dos anos, muitas mudanças tecnológicas não ocorrem com a mesma velocidade em todas as regiões do Brasil, ou até mesmo nas microrregiões de cada estado. Esse fato faz com que coexistam no país dois subsistemas diferentes. Eles divergem quanto ao nível tecnológico empregado e quanto à produção. Esses subsistemas produtivos, chamados de subsistema tradicional e subsistema melhorado, são apresentados, com suas respectivas características, no Quadro 2.1.

Subsistemas	Características
Tradicional	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Taxa de natalidade: próxima de 60%</li> <li>– Idade de abate e primeiro parto: em média, com 4 anos</li> <li>– Taxa de desfrute: próxima de 17%</li> <li>– Sistema de criação: extensivo</li> <li>– Suplementação alimentar: restringe-se ao fornecimento de sal comum</li> <li>– Pastagens: principal fonte alimentar, porém, em sua grande maioria, encontram-se em estágios de degradação e não recebem investimento na melhoria da qualidade</li> <li>– Controle sanitário: deficiente</li> <li>– Melhoramento genético: não há preocupação</li> <li>– Manejo dos animais: deficiente</li> </ul>
Melhorado	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Taxa de natalidade: maior do que 70%</li> <li>– Idade de abate e primeiro parto: menor ou igual a 3 anos</li> <li>– Taxa de desfrute: maior do que 20%</li> <li>– Sistema de criação: semi-intensivo a intensivo</li> <li>– Suplementação alimentar: é ampla, indo desde o uso de proteinados até a adição de micro e macronutrientes</li> <li>– Pastagens: principal fonte alimentar, porém, recebem investimentos na melhoria da qualidade, pelo uso de fertilizantes, rotação de culturas, além de outros</li> <li>– Controle sanitário: é feito e acompanhado por assistência técnica</li> <li>– Melhoramento genético: é constante</li> <li>– Manejo dos animais: é efetivo, buscando, principalmente, aumentar a precocidade produtiva e reprodutiva</li> </ul>

*Fonte:* Adaptado de IEL, CNA e SEBRAE (2000)

**Quadro 2.1** Caracterização dos subsistemas de produção tradicional e melhorado

## FASES DE PRODUÇÃO

Além dos subsistemas produtivos, a produção de animais na pecuária de corte pode ser dividida em três fases diferentes: a cria, a recria e a engorda. Quando as três fases de produção

são executadas na mesma propriedade, diz-se que a produção é verticalizada; quando pelo menos uma das três fases é executada em uma propriedade diferente, a produção é chamada de horizontalizada. Segundo IEL, CNA e SEBRAE (2000), a verticalização total das três fases do processo produtivo é realizada por uma parcela menor de produtores.

As três fases do processo de produção (cria, recria e engorda), com suas respectivas características, são apresentadas no Quadro 2.2.

<b>Fases</b>	<b>Cria</b>	<b>Recria</b>	<b>Engorda</b>
<b>Características</b>			
Categoria animal ao final da fase	Bezerro	Boi magro	Boi gordo
Idade média	até 8 meses	de 8 a 36 meses	até 48 meses
Duração da fase	de 6 a 8 meses	de 6 a 24 meses	de 6 a 18 meses
Peso ao final da fase	de 4 a 8 arrobas	de 13 a 15 arrobas	mais de 16,5 arrobas
Sistema de criação	Extensivo a pasto	Extensivo e semi-extensivo a pasto	Semi-intensivo a pasto e intensivo com confinamento
Nível tecnológico	Baixo e pouco desenvolvido	Médio/alto e desenvolvido	Alto e muito desenvolvido
Localização dos criatórios	Áreas distantes dos centros consumidores e em terras com baixa fertilidade	Áreas mais próximas a centros consumidores e em terras com média/alta fertilidade	Áreas próximas a centros consumidores e em terras com alta fertilidade

*Fonte:* Baseado em Schouchana e Caffagni (2001); IEL, CNA e SEBRAE (2000).

### **Quadro 2.2** Fases de produção da pecuária de corte no Brasil e suas principais características

Analisando-se o Quadro 2.2, fica claro que a produção de carne bovina está diretamente condicionada a duas características principais. A primeira é a dependência de pastagens de qualidade e, conseqüentemente, do clima, pois, em todas as fases, elas são as principais fontes de alimento. A segunda refere-se à eficiência reprodutiva e à velocidade de crescimento dos animais, o que influencia diretamente o ciclo de preços da cadeia da carne.

### **GESTÃO DA EMPRESA/PROPRIEDADE RURAL**

Quando se fala em gestão das empresas rurais, salvo algumas exceções, os avanços são pequenos e o uso de tecnologia é mínimo. A grande maioria dos produtores sequer controla a variável custo de produção, mesmo sabendo que ela é de fundamental importância para a tomada de decisões. Assim, esses produtores não sabem se estão tendo lucro (ou prejuízo)

com a atividade ou, mesmo, quais medidas devem ser tomadas para reduzir os custos e aumentar a rentabilidade do negócio (IEL, CNA e SEBRAE, 2000).

Esse ponto de estrangulamento do setor produtivo não está ligado ao fato da atividade ser caracterizada como agricultura familiar, pois, segundo o IBGE (1996), a maior parte do rebanho brasileiro (38,74%) dispõe-se em áreas entre 100 e 1.000 ha. (categoria em que se encontram apenas 9,35% dos estabelecimentos nacionais). Além disso, 27% do rebanho nacional estão distribuídos em propriedades com áreas maiores do que 1.000 ha (categoria em que se encontra 0,94% dos estabelecimentos). Ou seja, verifica-se que, apesar de a maior parte dos estabelecimentos encontrar-se em áreas com menos de 100 ha, a maior parte do rebanho bovino (mais de 65%) encontra-se em poucas propriedades, porém, com grandes áreas produtivas. Resultando assim, na concentração da produção em poucas propriedades.

Outro fator que compromete a gestão e até mesmo a qualidade do produto final é a qualidade da mão-de-obra. De acordo com IEL, CNA e SEBRAE (2000), o nível de capacitação da mão-de-obra é baixíssimo, mesmo porque, em muitos casos, os trabalhadores são analfabetos, o que dificulta ainda mais a adequação gerencial das empresas rurais.

### **RELAÇÕES COM O MERCADO**

Apesar da atuação dos pecuaristas brasileiros sobre as bases de negociação não serem tão extensas como se desejaria que fosse, ela não é tão limitada como em geral se supõem. Segundo IEL, CNA e SEBRAE (2000), constata-se que, mesmo operando em condições competitivas do lado da oferta e oligopsônicas do lado da demanda, os produtores dispõem de um certo “poder de mercado” em relação aos frigoríficos, capaz de influenciar a seu favor os resultados da negociação na venda de seus animais, podendo influenciar inclusive os preços das bolsas de mercadorias.

A comercialização de animais para abate e processamento possui vários formatos, dependendo da região e níveis de desenvolvimento econômico e cultural onde ela ocorre. Um fato que chama a atenção é a quantidade de agentes envolvidos na comercialização de animais. No sistema de produção extensiva na forma de cria-recria-engorda, por exemplo, os leiloeiros e os corretores são agentes que, apesar de atravessadores, promovem a ligação entre as fases de cria, recria e engorda. Já na comercialização dos animais para abate, os agentes envolvidos são: os corretores, os *marchants*<sup>2</sup> e os frigoríficos/matadouros. Claro que, dentro

---

<sup>2</sup> Categoria de intermediário que pode assumir tanto o papel de agente corretor, que não tem a posse econômica dos animais adquiridos (talvez o mais comum), quanto o papel de intermediário comerciante, quando tem a posse econômica dos animais.

da cadeia, eles exercem um papel fundamental. Mesmo porque, na prática e no geral, não é comum haver nenhuma forma de contrato formal entre o pecuarista e o frigorífico na aquisição de animais para abate (IEL, CNA e SEBRAE, 2000). Porém, a presença desses agentes pode, de certa forma, limitar o lucro dos produtores ou, mesmo, onerar o preço do produto junto ao consumidor final.

Concluindo, pode-se afirmar que esse elo da cadeia, além de ser um dos mais importantes, é o que está sujeito ao maior número de riscos, que vão desde os produtivos até os comerciais. Mesmo porque, os agentes desse elo da cadeia não são formadores de preços e sim tomadores.

### **2.3.4 Indústria frigorífica**

Esse elo, que tradicionalmente regulava o mercado de carne bovina no país e era responsável pela sua organização, em alguns estados vem perdendo poder de mercado e diminuindo a rentabilidade. Isso é devido à deficiência estrutural apresentada em alguns setores. Além disso, há os tradicionais conflitos e desconfianças entre os pecuaristas e os matadouros/frigoríficos e a excessiva pressão das grandes redes de supermercados que, gradativamente, aumentam o seu poder de barganha no mercado de carnes. Somado a isso tudo, outro fato que contribui para a desestabilização dessa indústria é o consumo crescente de outros tipos de carnes, em especial a de aves.

A indústria frigorífica, ou o setor de abate e processamento de carnes, é formada por um conjunto de empresas que possuem situação diversificada quanto ao porte, à localização geográfica e ao nível tecnológico.

Em relação ao porte das empresas, é difícil dar uma dimensão exata. Mas, apenas para se ter uma idéia, em média, um matadouro de médio ou grande porte está associado a um complexo de aproximadamente 29 empresas, incluindo: fábrica de farinha de ossos (carne, sangue), sabão, explosivos, colágeno, tripas, curtume, calçados, artesanato, equipamentos para montaria, charqueadas, armazenagem frigorífica, entrepostos de distribuição e açougues. Ou seja, este é um segmento que tem importantes implicações sistêmicas na economia nacional (IEL, CNA e SEBRAE, 2000).

Com os avanços da agricultura e dos perímetros urbanos, as terras que eram usadas para a criação de animais se valorizaram. Com isso, a pecuária de corte começou a migrar para regiões de fronteiras agrícolas, provocando um distanciamento entre as antigas unidades industriais e os setores produtivos. Essas mudanças alteraram principalmente a concentração das empresas que, até meados dos anos 1.970, estavam instaladas na região Sul e Sudeste, onde se encontravam cerca de 70% das unidades. Mais recentemente, as unidades passaram a

se instalar na região Centro-Oeste. Com essas mudanças, em alguns frigoríficos/matadouros que não migraram, já há sinais de dificuldade de suprimento, provocado, principalmente, pela distância existente entre os rebanhos e as empresas do setor. Outra consequência do distanciamento dos centros produtores é a dificuldade nas operações de compra, devido à falta de padronização dos animais (genética, peso, idade e outros), o que compromete a qualidade da carne, principalmente dos cortes mais nobres. Mas, por outro lado, as indústrias frigoríficas também não valorizam os animais que fornecem carne de melhor qualidade, situação que não estimula a melhoria de qualidade por parte dos produtores (IEL, CNA e SEBRAE, 2000).

O nível tecnológico utilizado no setor de abate e processamento, apesar da grande heterogeneidade, dos contratempos e da falta de crédito barato, mantém-se compatível com os padrões internacionais. Além disso, as empresas que atuam no setor estão passando por mudanças, para que possam atender às maiores exigências dos consumidores brasileiros. Porém, os abates clandestinos e a maioria dos matadouros municipais não se encaixam nesse perfil.

Finalizando, se a gestão empresarial for abordada sob o ponto de vista da utilização de sistemas de custeio, financeiro, adoção de índices de qualidade e produtividade, de sistemas de apoio à decisão e qualidade de vida no trabalho por parte dos empregados, pode-se afirmar que o setor possui uma administração pouco eficiente (IEL, CNA e SEBRAE, 2000). Infelizmente, essa é uma das características mais comuns entre as empresas do setor, independente da região geográfica e do porte. Nas pequenas empresas, a situação ainda é pior, pois, não há nem programação de abate e nem planejamento estratégico.

### **2.3.5 Setor de distribuição**

A distribuição de carnes é um elo importante a ser considerado na análise da cadeia, uma vez que é por meio dela que se completa o processo de agregação de valor ao consumidor final. Além disso, mercados em todo o mundo estão valorizando cada vez mais as atividades relacionadas a serviços, o que caracteriza a atividade de distribuição. No Brasil, a distribuição de carne bovina é realizada, basicamente, por quatro canais genéricos – hiper/supermercados, açougues, *boutiques* e feiras livres.

Os hiper e supermercados são organizados sob o conceito de auto-serviço, em que o cliente encontra produtos dispostos em gôndolas, para sua escolha.

Os açougues são pontos de venda independentes ou que fazem parte de redes com algumas filiais. É caracterizado como varejo tradicional, no qual existe a presença de um vendedor (açougueiro ou ajudante) que corta, embala e orienta o cliente no momento da compra.

Predomina a venda de produtos cárneos nesses pontos, onde também podem ser encontradas carnes suína e de frango.

As *boutiques* de carne são pontos de venda conhecidos pela venda de cortes especiais, normalmente embalados, dispostos em *freezers* e balcões frigoríficos. Podem ser de auto-serviço ou tradicionais, mas, mesmo no primeiro caso, dispõem-se de pessoas que orientam o consumidor sobre características específicas dos produtos. Nesses pontos, além da carne bovina, comercializam-se também as carnes suína, de frango, além de outras consideradas “exóticas” e frutos do mar (IEL, CNA e SEBRAE, 2000).

As feiras livres são consideradas pontos de venda tradicionais, nos quais cada comerciante instala uma “banca” em feiras que são realizadas em diversas regiões do Brasil, mas, predominam no Norte e Nordeste. Inexiste, nesses pontos de venda, a cadeia do frio. Os produtos são expostos ao ar livre e os utensílios utilizados são manuseados sem qualquer cuidado de higiene. Predomina a venda de carnes bovina e suína ditas frescas ou “quentes” (sem nenhum processo de resfriamento pós-abate).

De acordo com a Gazeta Mercantil (1998), dentre os canais de comercialização, os hiper/supermercados, restaurantes, hotéis e refeições industriais são responsáveis pela distribuição de 65% do produto ao consumidor final; os açougues e as feiras respondem por 30% e as *boutiques* por 5%.

Lazzarini Neto *et al.* (1996) comentam que, no caso da distribuição de carne bovina, os canais de distribuição devem desempenhar duas funções principais: 1) decodificação das exigências dos consumidores em termos de que tipo de produto eles desejam e onde seriam os melhores pontos de venda para cada tipo e 2) difusão de informações obtidas do consumidor por todo o sistema, para que o mesmo se adapte e ofereça produtos mais específicos.

Entretanto, de acordo com o trabalho de IEL, CNA e SEBRAE (2000), o uso de sistemas de informações em feiras, açougues e algumas *boutiques* de carnes é praticamente inexistente. Nos hiper/supermercados e em algumas *boutiques*, são utilizados os códigos de barras, sendo que, em alguns casos, as informações de vendas de produtos cárneos provenientes dos *check outs* são processadas e utilizadas na tomada de decisão, sem contar, muitas vezes, com as informações específicas do frigorífico e da produção no campo.

O comércio de carne bovina sofre também com a presença de produtos substitutos, principalmente com o frango. A justificativa para esse problema é que, se considerando-se a competição entre cadeias produtivas (carne bovina e carne de frango), observa-se uma coordenação muito mais eficaz e desenvolvida no caso do frango. E, de acordo com Siffert Filho e Favaret (1998), fatores como a baixa estabilidade nas relações entre pecuaristas,

atacadistas e varejistas, a diversidade de rotas tecnológicas e a inexistência de contratos de longo prazo contribuem com essa situação.

A cadeia do frio é outro problema enfrentado pelo setor de distribuição de carnes. Essa cadeia está relacionada com a qualidade da carne sob dois aspectos diferentes, porém, complementares: a contaminação microbiológica dos alimentos (o risco associado à saúde humana) e as características organolépticas e sensoriais do produto final. Para IEL, CNA e SEBRAE (2000), a cadeia do frio mostra a ineficiência do setor na sua manutenção e na falta de informações sobre procedimentos adequados para a realidade da indústria nacional da pecuária de corte. Além disso, as perdas, ainda não-quantificadas, apontam para valores significativos, do ponto de vista econômico da cadeia e da qualidade final do produto. Certamente, esses aspectos influenciam e muito o preço final da carne bovina.

### **2.3.6 Consumidor**

O consumidor é o último elo da cadeia produtiva da carne bovina e pode ser considerado como o maior e um dos mais importantes. Apesar responder diretamente pelo preço final do produto, este elo representa a demanda direta do produto. Por isso, indiretamente, os consumidores são responsáveis pelo nível de preço da carne e, conseqüentemente, do preço da arroba de boi gordo.

Portanto, variáveis, como a renda *per capita* da população, a perda do poder aquisitivo ao longo dos anos, os altos índices de desemprego, a oferta de carnes substitutas e, até mesmo, características sócio-culturais podem, definitivamente, afetar o consumo de carne bovina.

Como se pode ver, por meio do gráfico da Figura 2.7, o consumo da carne bovina no Brasil apresenta tendência de queda, e esse fato, pode ser justificado pelas variáveis citadas anteriormente e pelo aumento da oferta de produtos substitutos a preços mais baixos. Segundo IEL, CNA e SEBRAE (2000), a carne de frango é o principal substituto da carne bovina, seguida da carne suína. Entretanto, há um potencial de incremento no consumo de carne bovina, caso a pecuária de corte ganhe produtividade suficiente para reduzir o preço pago pelo consumidor.

### **2.3.7 Análise geral da cadeia da carne bovina**

De modo geral, pode-se afirmar que a cadeia produtiva da carne bovina do Brasil possui vantagens comparativas e competitivas inquestionáveis em relação à produção e à industrialização, o que pode ser melhor estudado e entendido por meio do trabalho de IEL, CNA e SEBRAE (2000). Outro fato que contribui positivamente com o setor é o mercado



interno, que se mostra extremamente promissor em relação ao consumo do produto. Entretanto, com base na caracterização da cadeia, nota-se que, infelizmente, os sistemas de produção, industrialização e distribuição da carne bovina encontram-se em diferentes estágios de desenvolvimento. A diferença entre eles é tamanha que, nos mesmos setores, encontram-se empresas utilizando desde as técnicas mais rudimentares até as mais avançadas e modernas tecnologias. E, essa heterogeneidade de características, para fins de análise competitiva, resulta na divisão da cadeia em dois sistemas, chamados de Sistema A e Sistema B (IEL, CNA e SEBRAE, 2000).

O Sistema A é representado pela parcela mais avançada e competitiva da cadeia, formada por pecuaristas com técnicas avançadas de produção animal, frigoríficos modernos e bem equipados, cuja produção é escoada efetivamente aos pontos de venda que atendem aos mais elevados padrões de consumo. Por essas características, os agentes desse sistema possuem condições e estão atuando, inclusive, no mercado externo.

Já no Sistema B, os agentes são os menos competitivos da cadeia. Fazem parte desse sistema os pecuaristas menos tecnificados, os pequenos abatedouros/frigoríficos (que possuem condições de higiene comprometidas) e, até mesmo, os abates clandestinos, sendo o escoamento da produção feito sob péssimas condições (muitas vezes, sem o uso da cadeia do frio). Esse sistema atende, principalmente, aos consumidores mais preocupados com o preço e menos exigentes quanto à qualidade do produto (IEL, CNA e SEBRAE, 2000).

Apesar do objetivo principal deste trabalho não estar diretamente ligado à competitividade da cadeia produtiva da carne bovina, esta análise ajuda a construir uma visão crítica sobre esse setor econômico, e é a partir dessa perspectiva que é possível identificar o elo da cadeia que mais sofre com as oscilações de preço da arroba do boi gordo, o setor de produção animal.

Por isso, no próximo item, faz-se uma discussão mais refinada sobre as características comerciais do setor de produção animal, abordando-se os seguintes assuntos: o posicionamento dos produtores frente aos mercados *a montante* e *a jusante*, os riscos no processo produtivo, e fatores que influenciam a venda do boi gordo.

## **2.4 Estrutura de mercado e comercialização do boi gordo**

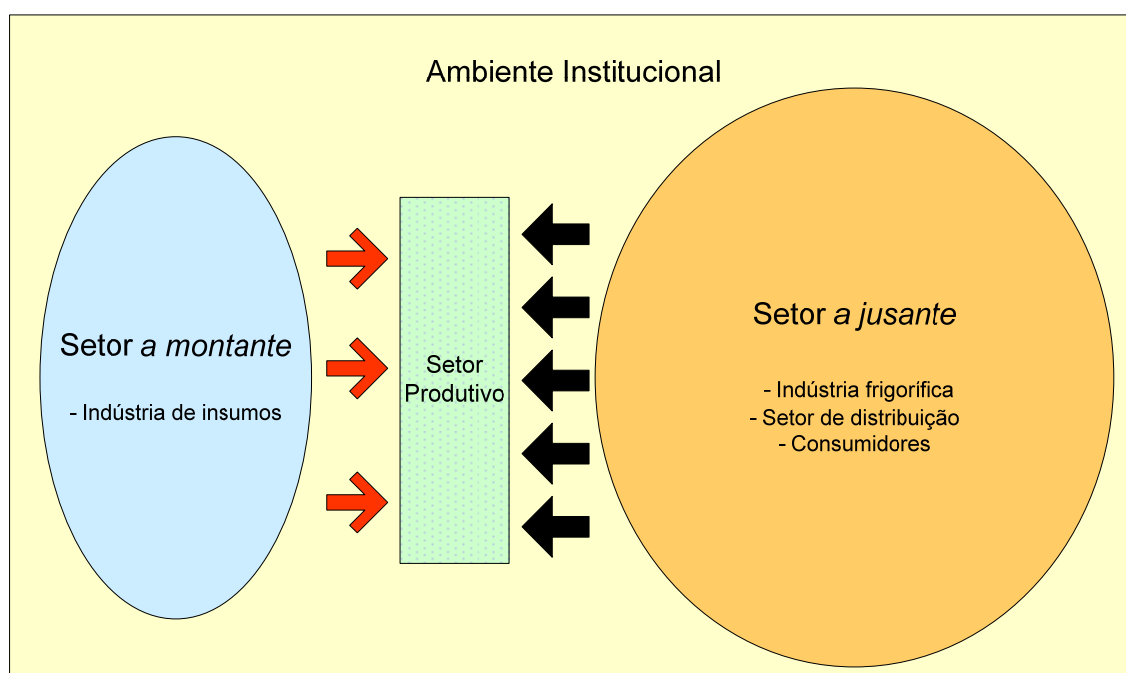
### **2.4.1 Estrutura de mercado em que o produtor está inserido**

Como já mencionado, o boi gordo é a principal matéria-prima para os demais setores da cadeia produtiva da carne bovina, considerando, inclusive, algumas empresas ligadas à

indústria de insumos. Só que, apesar do aparente poder do setor produtivo, ele não é capaz de fixar o preço do seu próprio produto, nem mesmo quando a rentabilidade do negócio é pior do que a desejada. Pelo contrário, quem impõe o preço ao produtor é a indústria frigorífica, o setor de distribuição e o consumidor final.

Para tal situação há duas explicações. A primeira é que, pelo fato dos produtores estarem espalhados pela ampla área geográfica do Brasil, infelizmente, eles não conseguem criar uma instituição forte que seja capaz representar e garantir os anseios de todos os produtores. Ou seja, a falta de um agente coordenador dificulta o desenvolvimento do setor produtivo em detrimento de outros setores.

A segunda é complemento da primeira. Pois, se o setor produtivo não consegue se organizar, seus integrantes começam a competir entre si. Com isso, o lado da demanda, que tem características oligopsônicas, exerce sua força comercial e consegue obter vantagens em detrimento do setor produtivo. Assim, o setor produtivo é pressionado tanto pelo setor *a montante* quanto pelo *a jusante*, como pode visualizado no esquema da Figura 2.12.



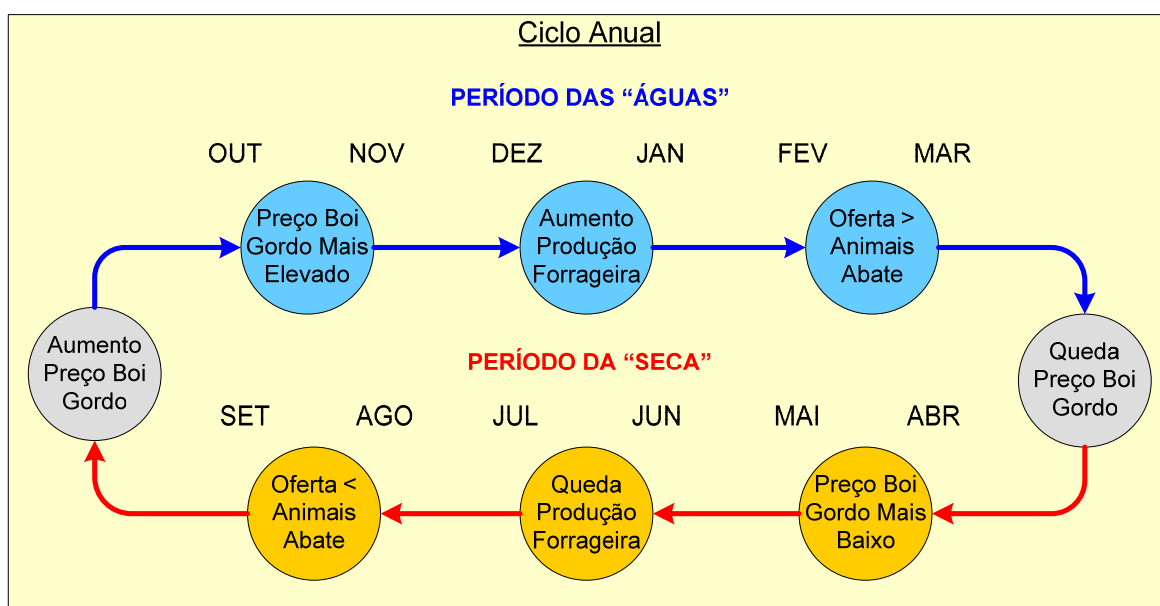
**Figura 2.12** Representação esquemática da estrutura de mercado em que o setor produtivo está inserido

### 2.4.2 Riscos do processo produtivo

Como se não bastasse a pressão que o setor produtivo recebe, ele ainda está sujeito a uma série de riscos. Segundo Harwood *et al.* (1999), pesquisas indicam que os produtores se preocupam muito com as mudanças nas normas e leis do governo (risco institucional), com a diminuição da produção de modo geral (risco produtivo) e com a incerteza nos preços da *commodity*. Mas, ainda segundo o autor, os riscos de maior importância são os produtivos e os ligados ao preço.

Na pecuária de corte, o risco produtivo pode variar regionalmente, dependendo do tipo de solo, do clima e de outras variáveis (como as sanitárias). Por outro lado, o risco do preço de uma *commodity* depende de outros fatores, como os níveis de estoque e a demanda do produto. Só que, segundo Harwood *et al.* (1999), a produção e os preços tendem a mover-se em direções opostas. Ou seja, quanto maior a produção, menores são os preços e *vice-versa*.

Essas características reforçam o trabalho de Igreja (1987), que afirma que a formação de preços da bovinocultura de corte está ligada a dois ciclos. O primeiro está relacionado com as variações estacionais que ocorrem durante o ano agrícola (sazonalidade) e que podem ser observadas no esquema da Figura 2.13; o segundo refere-se a um ciclo plurianual, que é apresentado no esquema da Figura 2.14.



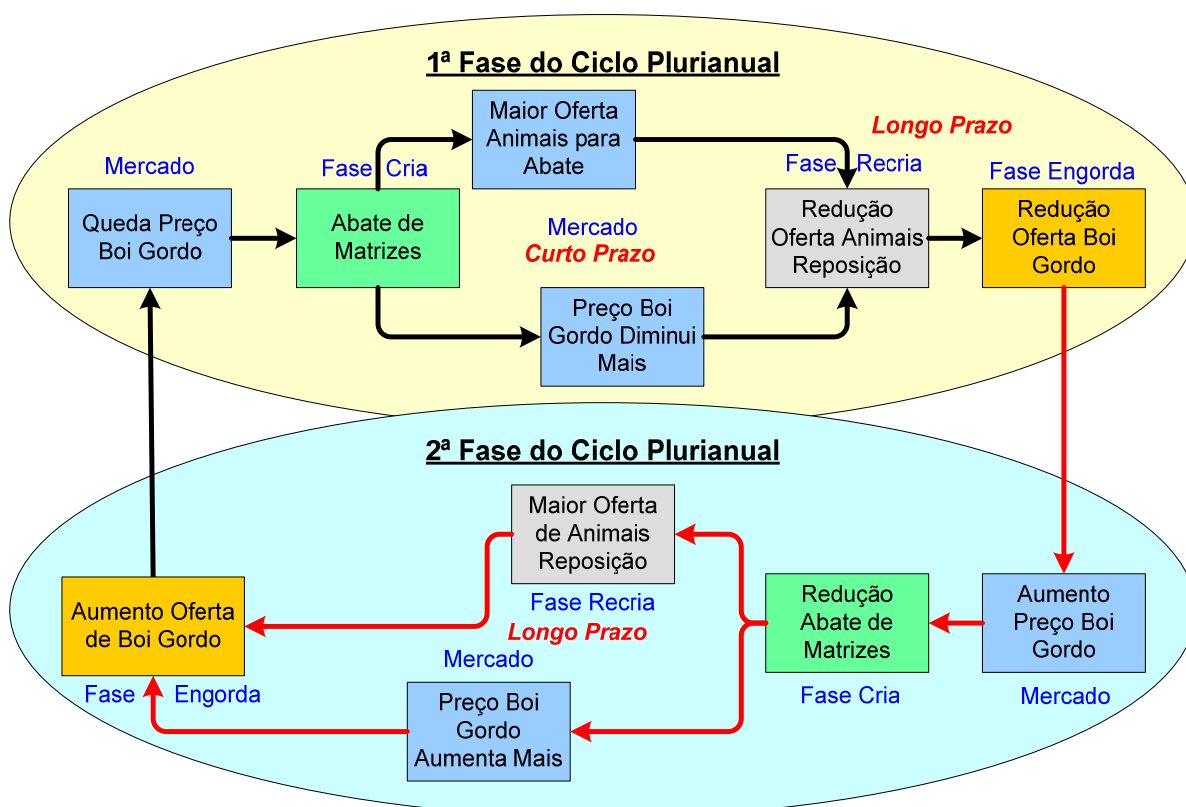
*Fonte:* Baseado em Kassouf (1988); IEL, CNA e SEBRAE (2000).

**Figura 2.13** Ciclo anual da pecuária de corte da região Centro-Sul do Brasil

Como comentado anteriormente, a produção de carne bovina depende do clima, pois, nas três fases de produção (cria, recria e engorda), as pastagens forrageiras são as principais fontes de

alimento dos animais. Assim, analisando-se o esquema da Figura 2.13 pode-se concluir que o período das “águas” é aquele em que há a maior produção de forrageira, o que leva à maior oferta de animais e, conseqüentemente, a menores preços. Já no período da “seca” ocorre o contrário.

De acordo com IEL, CNA e SEBRAE (2000), esta rigidez na dependência da natureza, eleva os riscos envolvidos na produção, seja devido às flutuações aleatórias das condições naturais, seja devido à maior dificuldade para responder às mudanças nas condições de mercado.



Fonte: Baseado em Kassouf (1988); IEL, CNA e SEBRAE (2000).

Figura 2.14 Fases do Ciclo plurianual da pecuária de corte no Brasil

Com base no esquema da Figura 2.14, conclui-se que o ciclo plurianual tem sua origem relacionada às expectativas do mercado em relação ao preço e aos estoques do boi gordo no futuro. Segundo estudos da FNP Consultoria e Comércio (1997), a duração desse segundo ciclo, que era de 6 a 7 anos, passou para 4 anos, devido ao amadurecimento do mercado brasileiro.

Apesar da evolução do mercado de boi gordo, a ocorrência de flutuações de preços, as quais os pecuaristas nem sempre estão em condições de analisar, conduz a tomadas de decisões equivocadas quanto ao momento de se realizar a venda de seu produto. De acordo com IEL,

CNA e SEBRAE (2000), é comum ouvir que “os pecuaristas só vendem na baixa”, o que pode ser justificado pela acusação que os frigoríficos fazem aos pecuaristas, chamando-os de amadores. Pois, por falta de um processo de gestão efetivo, os produtores têm causado problemas no comércio de animais ao utilizá-los como crédito rápido, ou seja, em certos períodos, a oferta de animais é escassa e em outros é vasta.

Apesar da falta de um processo de gestão eficiente, os produtores se orientam por uma série de fatores na hora de vender seus animais. Este assunto será discutido no próximo subitem.

### **2.4.3 Fatores que influenciam a venda do boi gordo**

Os fatores que os pecuaristas mais observam no momento de vender os animais, além da necessidade de "fazer caixa", como comentado acima, são (DE ZEN, 1993):

- as relações de troca entre boi gordo e boi magro e entre boi gordo e bezerros;
- a cotação dos animais em dólar;
- o prazo de pagamento;
- as taxas de juros reais praticada no mercado;
- as relações entre boi gordo e os bens duráveis;e
- a utilização da nota promissória rural e outros.

Entre esses fatores, o considerado mais importante para o pecuarista é a relação entre boi gordo e boi magro e entre boi gordo e bezerro (IEL, CNA e SEBRAE, 2000). Ou seja, isso mostra que eles preferem manter a lucratividade no longo prazo (repondo o estoque de animais) e ter dinheiro apenas para resolver os problemas de curto prazo, do que vender os animais em uma situação desfavorável (sendo que, às vezes, por motivos de força maior, os produtores são forçados a isso). De acordo com o trabalho de De Zen (1993), os produtores consideram uma venda bem sucedida quando cada boi gordo (16,5 arrobas), em média, compra 1,5 boi magro ou 2,5 bezerros.

Outra forma usada pelos produtores para identificar o momento de vender a produção é pela da cotação dos animais em dólar. Assim, eles consideram a média histórica da arroba de boi gordo cotado em dólar para verificar se chegou o momento de vender. Apesar de utilizarem a cotação como aliada na comercialização, com a política de taxa de câmbio flutuante, as oscilações nas cotações diárias aumentam ainda mais a incerteza dos pecuaristas quanto a reter os animais no pasto ou vendê-los. Mas, em média, o preço indicado para a venda situa-se em torno de US\$ 25,00 por arroba, para pagamento à vista ou entre US\$ 27,50 e US\$ 31,70 por arroba, para pagamentos com prazo de 20 dias (DE ZEN, 1993).

O prazo de pagamento é outro fator considerado muito importante na hora de comercializar o boi gordo. Segundo IEL, CNA, SEBRAE (2000), o pagamento representa um ponto importante que está diretamente relacionado com a questão da credibilidade e confiança nas relações interpessoais na cadeia produtiva. Ainda segundo a mesma fonte, uma vez que haja desconfiança quanto ao não cumprimento do pagamento ou insatisfação quanto à sua forma, as relações comerciais ficam tensas e conflituosas e adicionam-se mais risco e incerteza sobre um mercado que, por si só, já está sujeito a muitas oscilações.

Claro que, além desses fatores, inúmeros outros podem ser utilizados pelos produtores para definir o momento de vender os animais, porém, esses são os que merecem maior destaque. Para BM&F (1998), existe uma série de fatores que exercem influência sobre o preço de uma determinada mercadoria. No caso das *commodities*, principalmente as agropecuárias, os seguintes fatores devem ser considerados: a inflação, o nível de preço de *commodities* substitutas, as mudanças na taxa de câmbio e o nível de oferta do produto em questão.

Se comparados os fatores usados pelos produtores e os sugeridos pela BM&F (1998), conclui-se que, mesmo que seja por meio de observação empírica, os produtores tomam decisões com base em informações importantes, tanto para eles quanto para os principais agentes econômicos do mercado.

Por fim, analisando-se os subitens anteriores, nota-se que os produtores devem atentar para uma série de fatores gerenciais para tomar a decisão mais acertada na hora de vender os animais. E isso que dizer, maior retorno com menor risco. De acordo com Harwood *et al.* (1999), os produtores possuem muitas opções no gerenciamento dos riscos agropecuários. Nos Estados Unidos, por exemplo, eles têm acesso a várias ferramentas, como o seguro e o *hedging*, que podem ajudar a diminuir o risco do negócio. Além disso, a diversificação de atividades é usada no gerenciamento estratégico do risco que, geralmente, também está combinada com outra ferramenta.

Infelizmente, como apresentado, grande parte dos produtores brasileiros não dispõe nem de recursos e nem de informações confiáveis, como os produtores americanos, para adotarem as ferramentas e técnica propostas. Portanto, a previsão pode ser um instrumento operacional capaz de minimizar o risco do preço a ser recebido pela arroba de boi gordo.

Assim, no próximo capítulo, faz-se uma rápida revisão sobre as principais métodos e modelos de previsão.

## 3 PREVISÃO

Saber o que deverá acontecer no dia de amanhã é uma das perguntas que os seres humanos buscam responder há milhares de séculos. Antigamente, acreditava-se que os sacrifícios de animais e até de pessoas poderiam ajudar a encontrar as respostas para esta pergunta. Há muito surgiram os magos e “leitores” de sorte, porém, mais recentemente, os búzios e a numerologia ajudam na tentativa de encontrar uma resposta para a pergunta.

E, no mundo dos negócios, a curiosidade humana vai além do uso de simples técnicas empíricas. Pois, cada dia mais, as previsões são mais importantes para o sucesso empresarial. Por isso, neste capítulo, comenta-se sobre os conceitos básicos de previsão, que nortearam todo o trabalho.

### 3.1 O que é previsão?

Como comentado na introdução deste capítulo, a previsão faz parte da vida humana há séculos, e, por ser feita intuitivamente ou formalmente, todos têm uma idéia do que é.

De acordo com Barbancho (1970), previsão é uma manifestação relativa a sucessos desconhecidos em um futuro determinado. Além disso, ela não constitui um fim em si, mas um meio de fornecer informações e subsídios para uma conseqüente tomada de decisão, visando atingir determinados objetivos (MORETTIN e TOLOI, 1981).

Para Sanders (1995), a previsão é o processo de estimação de eventos futuros com o propósito de planejamento e de tomada de decisão. Seguindo a mesma linha de pensamento, Martins e Laugeni (1999) definem previsão como um processo metodológico para a determinação de dados futuros baseados em modelos estatísticos, matemáticos, econométricos ou, ainda, em modelos subjetivos apoiados em uma metodologia de trabalho clara e previamente definida.

DeLurgio (1998) acrescenta ainda que quase todas as previsões são baseadas na aceitação de que o passado se repetirá. Portanto, a previsão seria uma estimativa probabilística, a descrição de um valor futuro ou até mesmo uma condição.

Como definido pelos autores e adotado neste trabalho, a previsão é o uso de métodos e técnicas (quantitativas ou qualitativas) na tentativa de prever o futuro.

Mesmo apesar da maioria das definições levarem em conta que previsões se baseiam em métodos quantitativos, estudos têm mostrado que muitos as fazem de maneira subjetiva (SANDERS, 1995 e DeLURGIO, 1998). Um dos obstáculos mais comuns ao uso de métodos

estatísticos como ferramenta de previsão em organizações é a resistência à mudança, pois há uma tendência a dar continuidade a velhas práticas, apesar de sua eficiência “relativa” (SANDERS, 1995).

No subitem a seguir, apresenta-se, rapidamente, a importância da previsão para as organizações.

### **3.2 A importância da previsão**

As previsões desempenham um papel cada vez mais importante em uma empresa moderna, pois elas são usadas para programações de produção, orçamento de capital e para a alocação de recursos em projetos. Para Sanders (1995), a previsão organizacional serve como base para todas as outras decisões dos negócios e a qualidade das decisões dos negócios pode ser tão boa quanto as previsões em que elas estão baseadas.

DeLurgio (1998) afirma que as previsões são essenciais para todos os planos e decisões, porque nada acontece sem que alguém faça uma previsão, pois estas guiam o marketing, as finanças e o sistema de controle de informações produtivas. Isso complementa a idéia de Martins e Laugeni (1999), que afirmam que a previsão é importante para a utilização adequada das máquinas, para a realização da reposição dos materiais no momento e na quantidade certa e para a programação das outras atividades do processo produtivo.

Como se percebe, a previsão está no centro da função de planejamento das organizações, por auxiliar nas tomadas de decisões. Além disso, DeLurgio (1998) enumera, ainda, uma série de benefícios que a previsão pode gerar para as organizações, tais como:

- melhoria da informação estratégica;
- melhoria das informações de marketing;
- melhoria das informações financeiras;
- melhoria das informações operacionais;
- melhor alocação de recursos escassos;
- crescimento da eficiência produtiva e operacional;
- maior produtividade;
- estabilidade no planejamento;
- redução do desperdício;
- maior flexibilidade na resposta das preferências dos consumidores;
- aumento da lucratividade;



Assim, previsão do futuro pode ser usada como insumo base para a função de planejamento, que conduzirá as atividades e dos meios apropriados de desempenho organizacional à efetividade.

De acordo com Corrêa *et al.* (2000), para se realizar boas previsões, alguns requisitos devem ser observados:

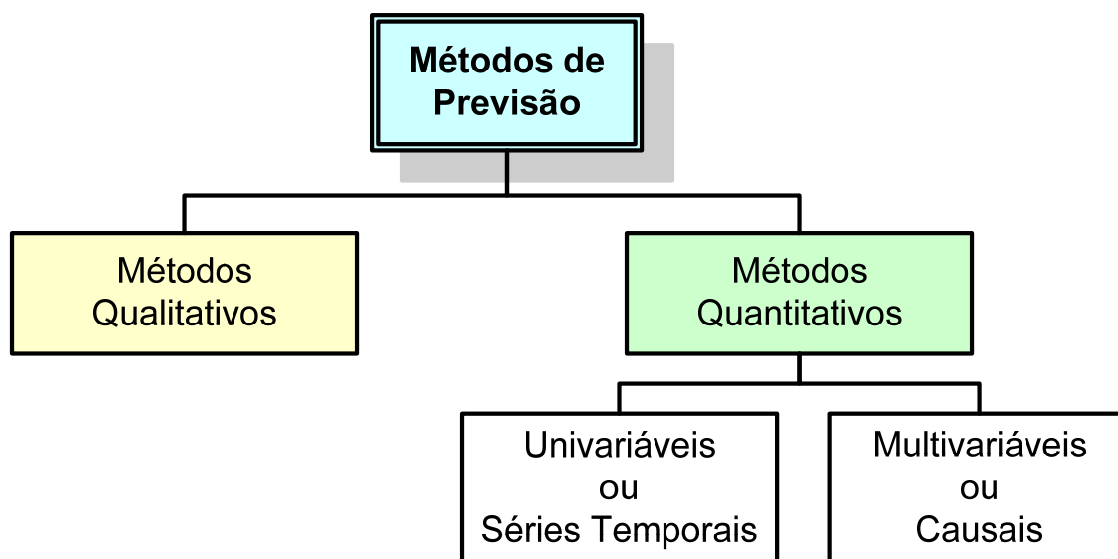
- conhecer os mercados, suas necessidades e comportamentos;
- conhecer os produtos e seus usos;
- saber analisar os dados históricos;
- conhecer a concorrência e seu comportamento;
- conhecer as ações da empresa que afetam à demanda;
- formar uma base de dados relevantes para a previsão;
- documentar todas as hipóteses feitas na elaboração da previsão;
- trabalhar com fatos e não apenas com opiniões;
- articular diversos setores para a elaboração da previsão.

Assim, não apenas o processo de previsão torna-se cada vez mais importante, mas também os modelos a serem usados desempenham um papel cada vez mais importante na função do processo de previsão (MOORE e WEATHERFORD 2005). E, por possuírem diferentes classificações e apresentarem naturezas muitas vezes complexas, no item seguinte, faz-se uma referência aos principais métodos e modelos de previsão referenciados na literatura.

### 3.3 Os métodos de previsão

De acordo com o trabalho de Sanders (1995), o campo da previsão formal viu um substancial aumento na variedade de modelos de previsão disponíveis ao longo das últimas décadas. Este fato pode ser justificado a partir do trabalho de Schwitzky (2001), no qual ele afirma que, para se obter um bom planejamento, é essencial que a visão do futuro seja a mais realista possível e, para isso, devem-se utilizar modelos eficazes de previsão.

Por existir vários modelos de previsão, há também diversas maneiras de classificá-los e a terminologia varia de acordo com a classificação. Contudo, a principal diferenciação a ser empregada está nos métodos de previsão *qualitativos* e nos métodos *quantitativos* (MOORE e WEATHERFORD, 2005; SCHWITZKY, 2001; FABRIS, 2000). Além disso, os métodos quantitativos podem ser subdivididos ainda em métodos univariáveis ou séries temporais e métodos multivariáveis ou causais, como se pode observar no esquema da Figura 3.1.



**Figura 3.1** Principal diferenciação dos métodos de previsão

Devido à diversidade de uso dos métodos, é difícil generalizar suas características. Contudo, alguns usos generalizados são possíveis (MURDICK e GEORGOFF, 1986). Entretanto, o Quadro 3.1 apresenta algumas características generalizadas dos métodos de previsão.

Apesar do Quadro 3.1 apresentar as principais características dos métodos de previsão, algumas em específico merecem destaque, como é o caso do horizonte de previsão. De acordo com o trabalho de Arnold (1999), não se pode negar que as previsões são mais precisas para períodos de tempos mais próximos, pois o futuro próximo impõe menos incertezas que o futuro distante.

Além dessa característica, outra muito importante é a precisão da previsão. Para Schwitzky (2001), o sistema de previsão merece atenção especial no que tange à qualidade e à precisão da previsão, pois, um bom sistema de previsão pode fazer a diferença quanto ao desempenho da empresa frente aos seus concorrentes.

Assim, nos subitens subseqüentes, será feita uma revisão geral dos principais métodos qualitativos e quantitativos referenciados na literatura. Vale lembrar que esses não são os únicos métodos, mas sim os mais referenciados nos principais trabalhos sobre o assunto encontrados na literatura.

Características	Descrição
Horizonte a ser previsto	Os métodos de previsão são imediatos (1 segundo a 1 mês), de pequeno período (de 1 a três meses), de médio (de 3 meses a 3 anos) ou de longos períodos (mais de 20 anos). Entretanto, suas definições podem sobrepor-se por não existir uma faixa universalmente aceita para esses termos. A dimensão do horizonte de previsão aumenta à medida que se move do método univariável (imediate), para o multivariáveis e deste para o qualitativo (longo período).
Precisão da previsão para cada horizonte	O termo precisão refere-se à relativa acurácia dos métodos, entretanto, os percentuais de erro não são dados porque o percentual de precisão depende do nível de variância das séries. Pode-se generalizar que pequenos horizontes de previsão são tipicamente mais precisos do que longos horizontes de previsão.
Custo de desenvolvimento	O custo de desenvolvimento dos métodos univariáveis são menores, enquanto que os métodos multivariáveis e os qualitativos podem ser maiores, dependendo do método e da aplicação. Na seleção do melhor método de previsão, há muitas possibilidades.
Uso de período de dados	A análise de período de dados (por exemplo, horas, semanas, meses, trimestres ou anos) pode aumentar com o crescimento do horizonte de previsão. Os métodos multivariáveis e qualitativos são mais eficientes em longos horizontes e usam, portanto, longos períodos de dados (meses, trimestres ou anos). Quanto mais distante é o futuro que se precisa prever, maior é a necessidade de longos períodos de dados a serem incorporados no modelo.
Freqüência de revisão	O custo de aplicação de métodos diferentes afeta a freqüência de revisão. Os métodos mais onerosos serão revistos menos vezes, ao contrário dos menos onerosos. Os métodos univariáveis podem ser revistos com mais freqüência do que os métodos multivariáveis e qualitativos.
Tipo de aplicações	A aplicabilidade dos métodos para pequenos horizontes, baixo nível de decisão diminui enquanto o uso de métodos para altos níveis de decisão aumenta conforme se movimenta do método univariável para os multivariáveis e os qualitativos. O horizonte de decisão requerido é importante na escolha do método de previsão apropriado.
Potencial de automação	O grau em que a estimação dos métodos de previsão podem ser automatizados diminui a medida que se migra para os métodos univariáveis, multivariáveis e para os qualitativos. Pois, a complexidade e a subjetividade dos métodos de previsão envolvem alta programação para toda a estruturação qualitativa dos métodos.
Capacidade de reconhecimento de padrões	É importante encontrar nos métodos a capacidade de reconhecimento de padrões de séries a serem previstas. Alguns sistemas de previsão usam sistemas especialistas para detectar diferentes padrões de séries temporais para escolher o modelo de previsão apropriado.

*Fonte:* Baseado em DeLurgio (1998) e Davis *et al* (2001).

**Quadro 3.1** Características generalizadas dos métodos de previsão

### 3.3.1 Métodos qualitativos de previsão

As previsões por métodos qualitativos baseiam-se em opiniões pessoais (SCHWITZKY, 2001), ou seja, esses métodos baseiam-se no julgamento e ou opiniões de pessoas sobre tendências futuras, preferências e mudanças tecnológicas (DeLURGIO, 1998). Portanto, consideram o relato ou a posição de pessoas, com experiência em cada ramo de atividade como gerentes, vendedores, clientes e fornecedores.

Além dessas características, estes métodos são mais usados para a previsão de períodos longos e distantes, quando os dados são pouco relevantes sobre padrões passados ou relações diversas. Em geral, eles são úteis quando dão suporte para os métodos quantitativos.

Em empresas, eles são usados para prever a demanda de novos produtos, novas tecnologias, novos mercados compartilhados, desenvolvimento ou custo de novos produtos e até a melhor estratégia competitiva (DeLURGIO, 1998).

No setor público, são usados para prever os efeitos das mudanças nas políticas públicas, demanda de serviços, entre outros. Algumas vezes, são chamados de métodos de previsões tecnológicas porque são usados com frequência em longos projetos mudança tecnológica.

Formalmente, os métodos qualitativos não são tão usados quanto os quantitativos porque além de possuírem alto custo e baixa precisão, ainda possuem menor disponibilidade de dados. Já para Sanders (1995), as organizações confiam predominantemente nos métodos de previsão por crítica (ou baseados em especialistas) porque geralmente estão sob uma base informal e em caminhos subjetivos. Este fato pode criar problemas para organizações que confiam na precisão destas previsões, pois, em seus resultados, podem ocorrer tendenciosidade, falha de consistência e ancoragem, além de outros problemas.

Para Armstrong e Collopy (1998), os métodos qualitativos são úteis porque os especialistas geralmente têm conhecimento de eventos recentes dos quais os efeitos ainda não podem ser observados em séries temporais, ou de eventos que ocorreram no passado, mas não são esperados no futuro. Ou ainda, de eventos que não ocorreram no passado, mas são esperados no futuro. Apesar da subjetividade deste método e do uso informal, ele sempre é usado, o que justifica um breve estudo dos modelos qualitativos, conforme apresentado no Quadro 3.2.

Modelos	Características
Painel de especialistas	Este modelo é baseado na definição de que o consenso de alguns especialistas produzirá uma previsão melhor do que a opinião de um simples especialista. A opinião de especialistas complementares produz melhores previsões.
<i>Sales force composite</i>	Método para conseguir uma média ou consenso previsto de entradas independentes de alguns vendedores que estão envolvidos com clientes e entendem suas necessidades.
Delphi	Processo interativo em que especialistas respondem a questionários que são tabulados e modificados, resultando em conclusões.
Analogia histórica	Modelos de séries temporais que usam eventos similares com o passado. Utilizado para produtos novos e tecnologias emergentes sem dados passados.
Árvore de decisão	Usa a representação de uma árvore de relações entre metas e médias para atingir os objetivos, em que a importância de eventos e decisões é identificada. Para identificar as relações entre eventos futuros desejados e os eventos necessários a serem atingidos, a organização deve tentar controlar melhor o futuro.

*Fonte:* Baseado em DeLurgio (1998).

### Quadro 3.2 Principais modelos de previsão para os métodos qualitativos

#### 3.3.2 Métodos quantitativos: univariável ou séries temporais

Armstrong e Collopy (1998) comentam que os métodos quantitativos ou estatísticos (de forma geral) são menos tendenciosos e usam de forma mais eficiente os dados passados. Além disso, esses métodos são confiáveis, pois, com os mesmos dados, eles produzirão a mesmas previsões. Ainda segundo os autores, os processos estatísticos possuem certa miopia, pois eles representam apenas os dados a que estão relacionados.

Já para Moore e Weatherford (2005), os métodos quantitativos de previsão possuem dois recursos importantes e atraentes:

- são expressos em notação matemática. Portanto, estabelecem um registro não-ambíguo de como a previsão é feita. Esses métodos fornecem uma oportunidade de modificação sistemática e aprimoramento da técnica de previsão;
- com o uso de planilhas e computadores, os modelos quantitativos podem ter como base uma quantidade surpreendente de dados.

Ragsdale (2001) define séries temporais como um conjunto de observações de variáveis quantitativas coletadas ao longo do tempo. Nesse mesmo sentido, Moore e Weatherford (2005) comenta que sempre que se têm valores para uma variável de interesse particular (única), que pode ser plotada contra o tempo, esses valores são chamados de série temporal.

Qualquer método utilizado para analisar e extrapolar essa série no futuro entra na categoria geral da análise de série temporal.

DeLurgio (1998) comenta que os métodos de previsão univariável ou séries temporais usam os padrões internos dos dados passados para prever o futuro. Ainda segundo o autor, o propósito desse método é modelar o padrão dos valores passados para projetá-los no futuro.

Assim, o conceito básico da previsão e análise de séries temporais é que os valores futuros das séries são funções matemáticas de valores passados (DeLURGIO, 1998; MOORE e WEATHERFORD, 2005; MUELLER, 1996; SCHWITZKY, 2001; WHEELWRIGHT e MAKRIDAKIS, 1985). Pode, assim, ser representado matematicamente pela Equação 3.1.

$$\text{Valores futuros} = f(\text{Valores passados}) \quad (3.1)$$

De acordo com Ragsdale (2001), em algumas situações, pode ser difícil, indesejável ou mesmo impossível prever dados de séries temporais usando um modelo de regressão causal, por exemplo. Nestes casos, a única alternativa pode ser usar um modelo de previsão de séries temporais no qual se analisa o comportamento passado de uma variável de série temporal regular para prever o comportamento futuro.

Schwitzky (2001) comenta que, além de procurar identificar uma tendência nas observações ao longo do tempo, as previsões baseadas nesse método são amplamente usadas, devido à simplicidade de uso. Além de, em geral, as observações levantadas terem um espaçamento constante (dias, semanas, meses, anos, etc.).

No Quadro 3.3 são apresentadas as características e os principais modelos de previsão referenciados na literatura, para a análise de séries temporais.

### **3.3.3 Métodos quantitativos: multivariáveis ou causais**

De acordo com o trabalho de Moreira (1996), nos métodos causais as variáveis dependentes estão correlacionadas com outras variáveis internas ou até mesmo externas. Ou seja, os métodos multivariáveis abrangem procedimentos de previsão que associam mais de uma série de dados na efetivação de prognósticos sem, no entanto, qualquer imposição com relação à causalidade entre essas séries (MUELLER, 1996). Do mesmo modo, DeLurgio (1998) comenta que esse método faz projeções do futuro por meio da relação entre duas ou mais séries de dados.

Modelos	Características
Médias móveis	Suavização de séries temporais usando médias móveis, reduz, período por período, a variação, mas, as marcas locais movimentam acima e abaixo da média em longos períodos de média.
Alisamento exponencial <i>Holts-Winters</i>	As séries temporais são suavizadas por observações recentes, as quais recebem maior peso. Métodos avançados incluem tendência e sazonalidade por decomposição.
Decomposição clássica <i>Census II X-11</i>	Método que decompõe sistematicamente uma série temporal em tendência, ciclo, sazonalidade e componentes de erro. Usado para retirar a sazonalidade de dados econômicos.
Séries <i>Fourier</i>	Método que modela tendência, sazonalidade e movimentos cíclicos, usando trigonometria e função seno e co-seno. É um método usado em sistemas de previsão automatizados.
ARIMA ( <i>Box-Jenkins</i> )	Método que modela séries usando tendência, sazonalidade e coeficientes de suavização que são baseados em médias móveis, auto-regressão e diferença de equações.
Métodos de simulação multimodelos	Conjunto de métodos heurísticos que podem ser usados para fazer previsões. Intuitivamente atraente e supostamente preciso na modelagem de muitas séries, é popularmente conhecido como foco da previsão.

**Fonte:** Baseado em DeLurgio (1998).

### Quadro 3.3. Principais modelos de previsão para o método univariável ou séries temporais

Matematicamente falando, os métodos multivariáveis ou causais podem ser demonstrados de acordo com a Equação 3.2.

$$\text{Variáveis dependentes} = f(\text{Variáveis independentes}) \quad (3.2)$$

ou

$$\text{Valores futuros} = f(\text{Valores passados, valores de outras variáveis})$$

Em geral, os métodos multivariáveis são mais difíceis de serem desenvolvidos do que os métodos univariáveis, porém a vasta disponibilidade de *softwares* computacionais com baixo custo tem tornado essa metodologia muito mais efetiva (DeLURGIO, 1998). Mas, esta dificuldade adicional resulta, conforme já mencionado, da necessidade de análise temporal e de um conjunto de dados externos.

A principal diferença entre o método univariável e o multivariável, conforme DeLurgio (1998), é que o primeiro é desenvolvido para modelar o passado a partir de relações matemáticas, mas não explica, necessariamente, os padrões passados. Por outro lado, ainda

segundo o autor, o outro método é desenvolvido para modelar a relação de causa e efeito do passado, assim como prever e explicar o comportamento.

O autor comenta, ainda, que modelar a relação de causa e efeito, em muitos casos, é muito difícil. Portanto, nem todos os modelos multivariáveis são necessariamente modelos causais. Em muitas situações, modelos multivariáveis são muito precisos em previsões, mas não representam, necessariamente, a relação causa-efeito destacada.

Assim como nos métodos qualitativos e univariáveis, o método causal apresenta vários modelos para se efetivarem processos de previsão. No Quadro 3.4 são apresentados os principais modelos dos métodos multivariáveis.

Modelos	Características
Regressão múltipla	Usando o método dos mínimos quadrados, modela-se a relação entre uma variável dependente e muitas variáveis independentes. A partir de um ponto de vista causal, os modelos de regressão múltipla não são efetivos como os econométricos, entretanto, eles podem prever precisamente.
Econometria	As relações entre uma ou mais variáveis endógenas e ou exógenas são estimadas usando, geralmente, técnicas dos mínimos quadrados. Pequenas escalas e modelos simples são modelados por regressão múltipla; entretanto, a fundamentação teórica de modelos econométricos é muito mais rigorosa e válida. Causalidade recíproca pode ser modelada usando algumas equações simultâneas com métodos econométricos.
Método cíclico	Métodos que tentam rever pontos de retorno na economia usando indicadores principais, taxa de retorno e teorias de “ondas-longas”.
ARIMA Multivariáveis (Box-Jenkins – MARIMA)	Método que combina a força da econometria e métodos de séries temporais ARIMA. Eficiência questionável em aplicações em que os efeitos das variáveis independentes influenciam uma ou mais variáveis dependentes.
State Space	Uma aproximação que é estatisticamente equivalente aos modelos MARIMA, porém mais fácil de ser aplicada usando <i>softwares</i> de automação. Entretanto, destaca-se a complexidade da fundamentação matemática.
Vetor de auto-regressão (VAR)	Modelo VAR é uma simples aproximação que usa modelos MARIMA quando há efeito retardado de algumas variáveis independentes em algumas variáveis dependentes. Entretanto, enquanto estimar o VAR é simples, os modelos sempre têm muitos coeficientes como os modelos MARIMA
Modelo Entrada/Saída	Modelo econômico que representa as relações industriais entre as entradas e as saídas usando matrizes de influência

**Fonte:** Baseado em DeLurgio (1998).

**Quadro 3.4** Principais modelos de previsão para os métodos multivariáveis ou causais



### 3.3.4 Outros métodos quantitativos

Além dos métodos quantitativos já apresentados, outros métodos quantitativos de previsão estão recebendo destaque na literatura e não se encaixam nem nos métodos univariáveis e nem nos multivariáveis (FREIMAN, 2004). Estes métodos são apresentados no Quadro 3.5.

Métodos	Características
Redes neurais artificiais	Imita algumas das capacidades paralelas de processamento do cérebro humano com a aplicação de modelos simples e ou complexos. Estes modelos identificam relações não lineares e interativas que são antecipadas pelo analista.
Pesquisa de mercado	Caracterizado pelo teste formal de hipóteses usando uma ampla variedade de análises estatísticas de dados coletados por correio, telefone e entrevistas pessoais.
Pesquisa operacional/ ciência da gestão	Uma ampla variedade de métodos quantitativos que são usados na modelagem, incluindo programação matemática, simulação, modelos de redes, redes neurais e algoritmos genéticos.

*Fonte:* Baseado em DeLurgio (1998).

#### Quadro 3.5 Outros métodos quantitativos de previsão

Portanto, percebe-se que há uma quantidade enorme de modelos para se fazer previsões e, após tê-los apresentado, é necessário saber como selecioná-los. Assim, no subitem seguinte, será apresentada a forma de selecionar os modelos para se fazer previsões.

### 3.4 Seleção dos métodos de previsão

Martins e Laugeni (1999) sugerem que, para o curto prazo, sejam utilizados métodos estatísticos baseados em médias ou no ajustamento de retas e, para os períodos de médio e longo prazo, recomenda-se a utilização de modelos explicativos e econométricos.

DeLurgio (1998) comenta, ainda, que nem sempre um simples método de previsão leva ao melhor trabalho e que, na literatura, consideram-se o tempo e os efeitos usados na tentativa de encontrar o melhor de todos os métodos estatísticos propostos, que preveja todas as situações precisamente. Porém, ainda segundo esse autor, hoje, pesquisas mostram que é improvável atingir os objetivos dessa forma; em vez disso, recomenda-se que algumas aproximações do sistema de previsão sejam desenvolvidas para torná-lo melhor do que outros.

Portanto, com base nos comentários anteriores, a melhor forma de escolher o método e o modelo mais adequados de previsão é baseando-se nas características gerais dos métodos de previsão, apresentados no Quadro 3.1, nas características individuais de cada um dos modelos

de previsão, apresentadas nos Quadro 3.2, Quadro 3.3, Quadro 3.4 e Quadro 3.5 e no método científico de previsão, apresentado no esquema da Figura 1.3.

Analisando-se as características de cada um dos quadros destacados anteriormente e comparando-os com os dados coletados (a serem analisados), chegou-se à conclusão de que para atingir os objetivos deste estudo, os modelos de previsão mais adequados seriam: análise de regressão múltipla e o modelo ARIMA. Assim, no capítulo seguinte, esses modelos serão melhor estudados e discutidos.

## 4 MODELOS DE PREVISÃO

Para modelar a equação de previsão do preço a ser recebido pela arroba de boi gordo, foram utilizados dois métodos, um multivariável e outro univariável. O método univariável utilizado foi o ARIMA ou Box-Jenkins, enquanto que o multivariável foi a análise de regressão múltipla.

Nos subitens abaixo se faz a caracterização geral de cada um dos métodos utilizados.

### 4.1 Análise de regressão múltipla

De acordo com Gujarati (2000) e Montgomery e Runger (2003), a análise de regressão é uma técnica estatística que se ocupa do estudo da dependência de uma variável (dependente) em relação a uma ou mais variáveis (independentes ou explicativas). O objetivo principal deste modelo é estimar e ou prever a média (da população) ou o valor médio da variável dependente em relação aos valores conhecidos (ou fixos) das variáveis independentes.

A análise de regressão é um dos modelos mais usados, sobretudo para fazer previsões. Por isso, excessos são comuns em sua utilização. Embora a análise de regressão trate da dependência de uma variável em relação a outras variáveis, ela não implica necessariamente em modelos causais. Deve-se, portanto, tomar cuidado na seleção das variáveis que serão utilizadas para construir a equação de regressão e para determinar a forma do modelo, pois é muito difícil modelar uma real relação de causa e efeito (CHATTERJJE e BERTRAM, 1991; DeLURGIO, 1998; GUJARATI, 2000; MONTGOMERY e RUNGER, 2003).

Na literatura mais referenciada sobre análise de regressão é comum diferenciar a regressão simples da regressão múltipla. Entretanto, segundo Makridakis *et al.* (1998), a regressão simples é um caso especial da regressão múltipla. Pois, enquanto na simples a análise da variável dependente é feita em função de apenas uma variável independente, na múltipla, a mesma análise é feita em relação a duas ou mais variáveis explicativas. DeLurgio (1998) ressalta ainda que a regressão múltipla de séries temporais é uma metodologia importante na construção de alguns modelos, porque esta mede as influências simultâneas de um número de variáveis independentes em relação a uma variável dependente.

Assim, a Equação (4.1) apresenta a forma geral de uma regressão múltipla.

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k + e$$

onde :

$Y$  = variável dependente; (4.1)

$b_{0\text{a}k}$  = coeficientes;

$X_{1\text{a}k}$  = variáveis independentes;

$e$  = erro aleatório

Analisando-se a Equação (4.1), pode-se afirmar que, de forma geral, a estrutura do modelo é até simples e o item que merece atenção são os coeficientes do modelo. Existem vários métodos para calculá-los. O mais comum, e o utilizado neste trabalho, é o método dos Mínimos Quadrados Ordinários. Este método determina uma reta que minimiza as diferenças entre a reta e cada ponto da seqüência. Assim, o valor  $b_0$  é o ponto de partida sobre o qual os outros fatores têm influência. Já os demais ( $b_1, b_2, \dots, b_k$ ) são os coeficientes das variáveis independentes, ou seja, eles exprimem o grau de influência que cada uma das variáveis explicativas exerce sobre o modelo.

A análise de regressão, de acordo com DeLurgio (1998), tem três propósitos gerais:

1. modelar a relação entre a variável dependente ( $Y$ ) e uma ou mais variáveis independentes ( $Xs$ );
2. mensurar o erro ao usar a relação que prediz a variável dependente; e
3. medir o grau de associação entre a variável dependente e as independentes.

Para que esses propósitos sejam alcançados, uma série de testes estatísticos em relação ao ajuste e significância deve ser analisada. Entre eles destacam-se:

- erro padrão de estimação (*standard error of estimate* ou SEE): mede a dispersão entre os valores originais em relação aos valores ajustados. O valor desta estatística deve ser pequeno, próximo a zero;
- coeficiente de determinação ( $\bar{R}$ ) e coeficiente de determinação ajustado ( $\bar{R}^2$ ): o primeiro mede a quantidade de variabilidade nos dados explicada ou considerada pelo modelo de regressão; enquanto o segundo mede a proporção de variação na variável dependente ( $Y$ ), que é explicada pela relação com as variáveis independentes ( $Xs$ ). Pelo fato do coeficiente ajustado considerar os graus de liberdade em relação às variáveis independentes, sua utilização nas análises é mais recomendada. O valor destas estatísticas devem ser tão próximo de 1 quanto possível;
- teste de significância dos coeficientes de regressão (Teste  $t$ ): testa a relação linear entre  $Y$  e os  $Xs$ , ou seja, verifica se as variáveis  $Xs$  explicam a variabilidade de  $Y$ .

Assim, espera-se que os valores do Teste  $t$  sejam elevados, para que se possa afirmar que os coeficientes de regressão das variáveis  $X$ s sejam estatisticamente significantes e diferentes de zero. Além disso, este é um teste de hipóteses e, como a maioria dos testes de hipóteses, está associado a probabilidades. Portanto, outra forma de confirmar a significância dos coeficientes é por meio do  $P$ -value do Teste  $t$ . Se o  $P$ -value for menor do que 0,05, pode-se afirmar que os coeficientes são significantes. Caso contrário, essa afirmação não é válida;

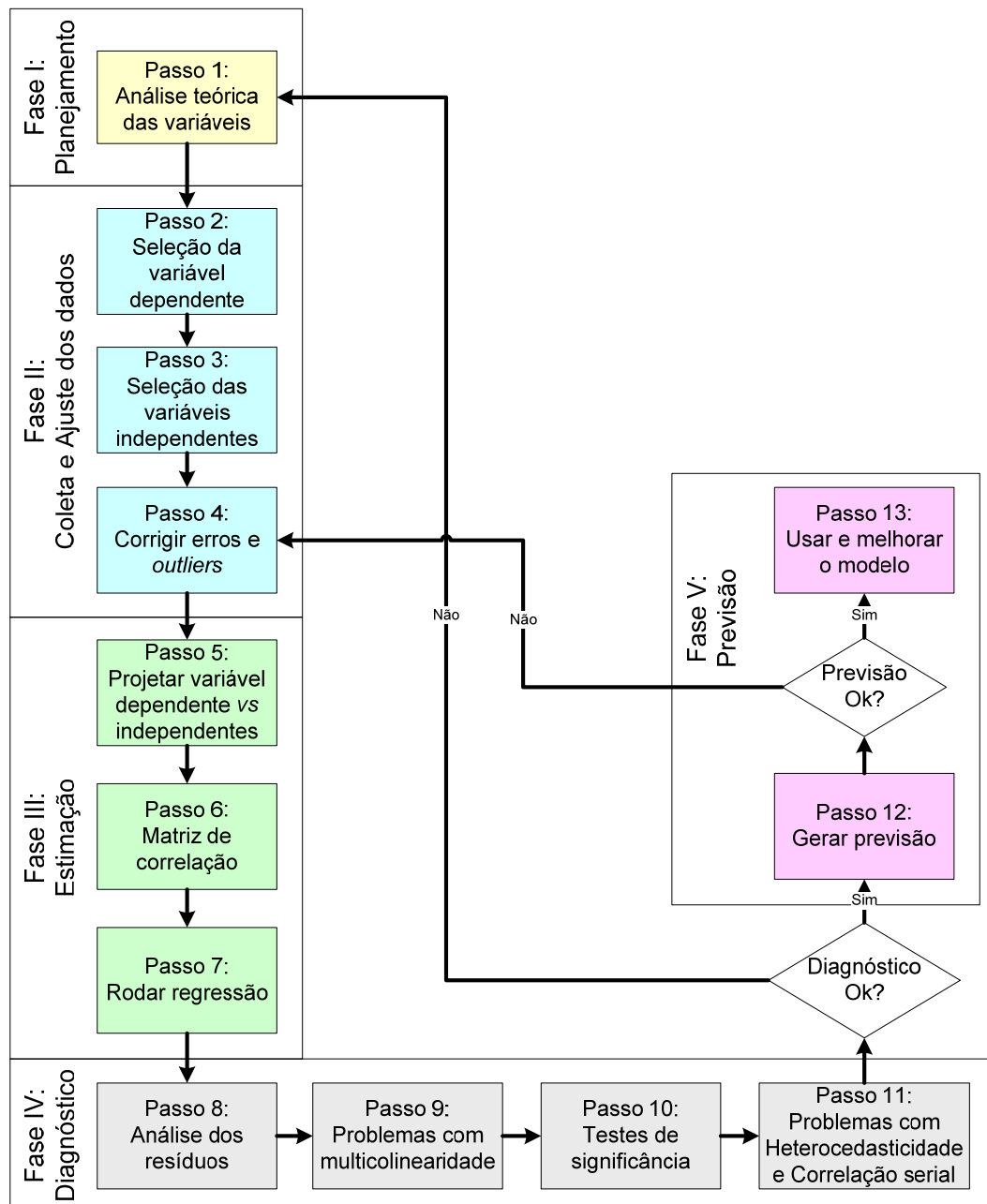
- análise de variância (ANOVA ou Teste  $F$ ): testa a significância geral da regressão, ou seja, confirma se há relação estatística significativa entre a variável dependente e uma ou mais variáveis explicativas. Por também ser um teste de hipóteses, ele segue as mesmas características do teste anterior quanto ao  $P$ -value;
- teste de Durbin-Watson (DW): compara se há ou não autocorrelação entre os resíduos, ou seja, se os resíduos do período  $t$  estão correlacionados com os do período  $t-1$ . O intervalo da estatística de DW vai de 0 a 4, com um valor intermediário igual a 2. Assim, de acordo com Makridakis *et al.* (1998), quando os erros são aleatórios, o valor DW é próximo de 2; quando há autocorrelação positiva, o valor é menor do que 2 e quando é próximo de 4 indica autocorrelação negativa.

Entretanto, estes testes não são necessariamente precisos, a menos que certas hipóteses da análise regressão sejam verdadeiras. De acordo com DeLurgio (1998) e Gujarati (2000), em vez de fazer inferências estatisticamente válidas e generalizações baseadas apenas nas estatísticas da amostra da linha de regressão, seis hipóteses básicas devem ser verdadeiras:

- hipótese 1: a relação projetada entre as variáveis está na forma correta – ou seja, parte-se do princípio de que a relação entre a variável dependente e as independentes é linear. Pois, se não for, o modelo estará comprometido;
- hipótese 2: homocedasticidade dos erros – ou seja, há uma dispersão uniforme de pontos em relação à linha de regressão. Se isso não ocorrer, há o que se chama de heterocedasticidade;
- hipótese 3: ausência de correlação serial dos resíduos – isso significa que os resíduos do período  $t$  não são relacionados com os do período  $t-1$ , ou seja, são independentes dos dados passados;
- hipótese 4: os erros são normalmente distribuídos em relação à linha de regressão;

- hipótese 5: a relação em análise inclui todas as variáveis importantes – ou seja, se nem todas as variáveis independentes forem incluídas na relação, os coeficientes de regressão podem não ser precisos;
- hipótese 6: ausência de multicolinearidade – isso significa que as variáveis independentes não possuem relação entre si.

Assim, com base nos propósitos gerais da análise de regressão, nos testes estatísticos necessários e nas hipóteses que devem ser verdadeiras, a Figura 4.1 apresenta uma representação esquemática do processo de modelagem da regressão de séries temporais.



Fonte: Baseado em DeLurgio (1998)

**Figura 4.1** Representação esquemática do processo de modelagem de regressão de séries temporais

Por fim, de acordo DeLurgio (1998), a utilização da análise de regressão como método de previsão apresenta algumas vantagens e desvantagens que são apresentadas no Quadro 4.1.

Vantagens	Desvantagens
Habilidade de relacionar uma variável dependente simples a uma ou mais variáveis independentes.	Para prever o valor de Y, valores futuros das variáveis independentes precisam ser conhecidos.
Habilidade de encontrar possíveis relações causais que, além de explicar, também podem produzir o valor da variável dependente.	Embora seja possível ajustar um modelo causal usando análise de regressão, é muito difícil confirmar que um modelo real de causa e efeito tenha sido identificado.

**Quadro 4.1** Principais vantagens e desvantagens da análise de regressão como método de previsão

## 4.2 Modelo auto-regressivo integrado de média móvel: ARIMA

De acordo com DeLurgio (1998) e Makridakis *et al* (1998), nenhum outro modelo de previsão univariável tem sido tão amplamente discutido quanto a construção dos modelos ARIMA. Popularizado na década de 1970, por George Box e Gwilym Jenkins, os nomes dos autores geralmente são utilizados como sinônimos na aplicação geral de modelos ARIMA (Box-Jenkins) para analisar séries temporais e fazer previsões.

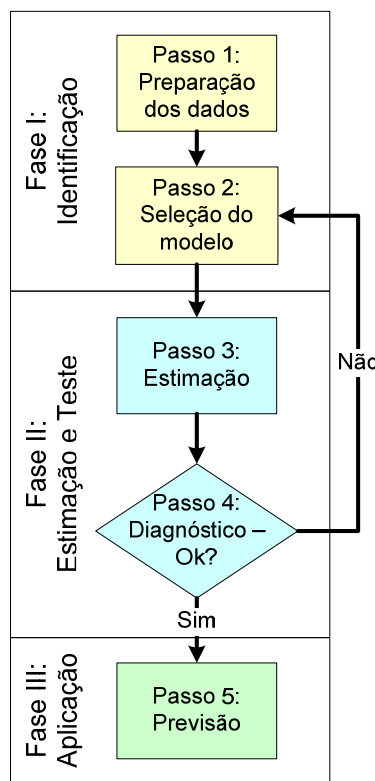
O propósito da análise ARIMA é encontrar um modelo que represente precisamente os padrões passados e futuros das séries temporais. Assim, os modelos ARIMA são compreendidos em:

- modelo auto-regressivo de ordem  $p$  –  $AR(p)$ : usado quando há autocorrelações entre as observações, ou seja, de acordo com Gujarati (2000), o processo auto-regressivo é usado quando o valor de uma variável  $Y$  no período  $t$  depende de seu valor no período anterior ( $t-1$ ) e de um termo aleatório;
- modelo de média móvel de ordem  $q$  –  $MA(q)$ : usado quando há autocorrelação entre os resíduos. Ou seja, há uma relação de dependência entre o conjunto de erros em períodos passados (DeLURGIO, 1998);

- modelo auto-regressivo de média móvel –  $ARMA(p,q)$ : usado quando há autocorrelação entre as observações e autocorrelação entre os resíduos;
- modelo auto-regressivo integrado de média móvel –  $ARIMA(p,d,q)$ : usado em séries não estacionárias.

O modelo ARIMA, portanto, é um caso geral dos modelos propostos por Box e Jenkins (1976), que é apropriado para descrever séries não estacionárias. Ou seja, séries em que a média não é constante no período de análise, nas quais os parâmetros quase sempre são pequenos, apresentando tendência e ou sazonalidade.

A construção desse modelo baseia-se em uma metodologia empírica que, segundo Makridakis *et al.* (1998), pode ser dividida em três fases e composta por cinco passos básicos, como apresentado no esquema da Figura 4.2.



Fonte: Baseado em Makridakis *et al.* (1998) e DeLurgio (1998)

**Figura 4.2** Representação esquemática da metodologia ARIMA para modelagem de séries temporais

Box e Jenkins (1970) formalizaram a teoria da utilização de componentes auto-regressivos e de médias móveis na modelagem de séries temporais utilizando-se de duas idéias básicas na criação de sua metodologia de construção de modelos:

1. parcimônia: consiste na utilização do menor número possível de parâmetros para se obter uma representação adequada do fenômeno em estudo;



2. interatividade do modelo: em que a informação empírica é analisada teoricamente e o resultado deste estágio é confrontado com a prática sucessivas vezes, até que o modelo obtido seja satisfatório.

O objetivo da Fase I, chamada de Identificação, é tornar os dados da série estacionários, pois esta característica é preponderante para que se possa modelar o processo ARIMA. Para que isso seja possível, esta fase está dividida nos seguintes passos:

- passo 1: preparação dos dados – para atingir a estacionariedade dos dados, Makridakis *et al.* (1998) e DeLurgio (1998) sugerem a utilização dos seguintes procedimentos: a) projeção dos dados da série em gráficos, para verificar a existência de algum padrão; b) se necessário, fazer ajustes (como, por exemplo, a deflação) e ou transformações matemáticas nos dados da série (como, por exemplo, a logaritmização), estabilizando, assim, a variância; c) usar a Função de Autocorrelação (ACF) e a Função Parcial de Autocorrelação (PACF), que são as principais ferramentas de identificação e diagnóstico da análise ARIMA, para verificar a existência de algum padrão nos dados da série; d) usar a diferenciação dos dados para obter estacionariedade;
- passo 2: seleção do modelo – os dados e seus respectivos ACF e PACF são examinados para identificar modelos potenciais. Também é recomendável a utilização de *softwares* especialistas para facilitar a seleção do modelo mais adequado.

É na fase II (estimação e teste) que os coeficientes  $(p,d,q)$  do modelo ARIMA são determinados e testados quanto à estacionariedade. Para isso, esta fase também é dividida em dois passos, como segue:

- passo 3: estimação – todas as estatísticas dos coeficientes são geradas, tais como: a) erro padrão para cada coeficiente, b) estatísticas dos dados, c) testes de significâncias e d) variância dos resíduos;
- passo 4: diagnóstico – utilizando-se os coeficientes e as estatísticas geradas no passo anterior, analisa-se a validade do modelo e, até mesmo, a possibilidade de melhoria deste. Para isso, os seguintes aspectos devem ser considerados: a) significância estatística dos coeficientes, b) análise da ACF e da PACF, para verificar se há alguma orientação de modelos puramente AR ou MA, c) verificar se poderia ter mais de um modelo plausível e determinar qual deles possui menor soma dos erros quadrados (o que será escolhido) e d) análise dos resíduos, para se ter certeza de que não há mais nenhum padrão a ser considerado. Caso o diagnóstico do modelo não seja adequado, deve-se voltar ao Passo 2.

É na fase de aplicação (Fase III) que se realizam previsões usando o modelo resultante do passo 4. Essa fase é composta por um único passo (passo 5), que é a previsão propriamente dita. Entretanto, na maioria das vezes, a previsão é feita por pacotes computacionais, devido à dificuldade de realizar essa operação manualmente. Vale lembrar que a previsão pode não ser tão precisa quanto o intervalo de predição sugere, pois, a modelagem matemática pode ser muito complexa para permitir que uma incerteza adicional seja incluída no modelo.

Além da estrutura básica dos dados que são analisadas pelo modelo ARIMA apresentado, Box *et al.* (1994) comentam que as séries temporais, em muitos casos, apresentam padrões periódicos de comportamento, ou seja, características que se repetem a cada  $s$  período de tempo (sendo  $s > 1$ ). Um dos casos mais comuns de dados periódicos é a série sazonal. As séries temporais sazonais exibem intervalos de tempo de 1 mês e períodos sazonais de 12 meses. Ao passo que, quando o período sazonal é de 4 meses, os dados em análise são trimestrais, e assim sucessivamente.

Assim, quando uma série temporal apresenta um comportamento periódico, é necessário acrescentar uma componente sazonal ao modelo ARIMA, que passa a ser representado por SARIMA (Modelo Sazonal Auto-Regressivo Integrado de Média Móvel). Mas, apesar da adição desse componente sazonal, a metodologia empregada na construção do modelo é a mesma.

Assim, no próximo capítulo, serão apresentadas as análises de resultado para os dois métodos de previsão selecionados.

## **5 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Como foram utilizados dois métodos de previsão distintos, este capítulo será dividido em três partes. O subitem 5.1 será destinado à análise dos resultados do modelo de previsão usando multivariáveis (análise de regressão múltipla), o 5.2 ao modelo de previsão univariável (ARIMA) e, no subitem 5.3, faz-se uma comparação entre os dois modelos utilizados.

### **5.1 Análise de regressão múltipla**

Os resultados do modelo de regressão múltipla para previsão do preço a ser recebido pela arroba de boi gordo são realizados nos subitens a seguir e seguem as fases descritas no esquema da Figura 4.1.

#### **5.1.1 Planejamento**

Como descrito no subitem 2.4.2, a produção de boi gordo está sujeita a uma série de riscos e isso faz com que o preço da arroba de boi gordo oscile ao longo do tempo. Essa oscilação, gera dificuldades para os produtores rurais, e até mesmo para os agentes do mercado, tomarem a melhor decisão sobre momento da venda (ou compra) de animais. Assim, como descrito na subitem 2.4.3, os produtores, e até os agentes do mercado, consideram algumas variáveis importantes no momento de comercializar o boi gordo. É com base nessas variáveis que foi feita a modelagem da equação de regressão, destinada a realizar previsões do preço da arroba de boi gordo.

#### **5.1.2 Coleta e ajuste dos dados**

O primeiro e o segundo passo desta fase destina-se à seleção da variável dependente e das variáveis independentes. Assim, a Equação (5.1) apresenta um modelo esquemático da equação de previsão da arroba de boi gordo.

A justificativa para a escolha das variáveis independentes é que, como já mencionado, elas são levadas em consideração pelo produtor e pelos agentes do mercado na hora de vender (e ou comprar) o boi gordo. Assim, é conveniente verificar se elas também se mostram como bons previsores do preço a ser recebido pela arroba de boi gordo no período de novembro de 1998 a junho de 2005.

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + b_6X_6 + e$$

onde:

$Y$ : preço recebido pela arroba de boi (variável dependente)

$a$ : constante

$b_{1a6}$ : constantes das variáveis independentes

Variáveis independentes

$X_1$ : preço recebido pelo bezerro (R\$/cabeça)

$X_2$ : preço recebido pelo boi magro (R\$/cabeça)

$X_3$ : preço recebido pelo frango (R\$/kg)

$X_4$ : preço de venda do dólar (R\$/US\$)

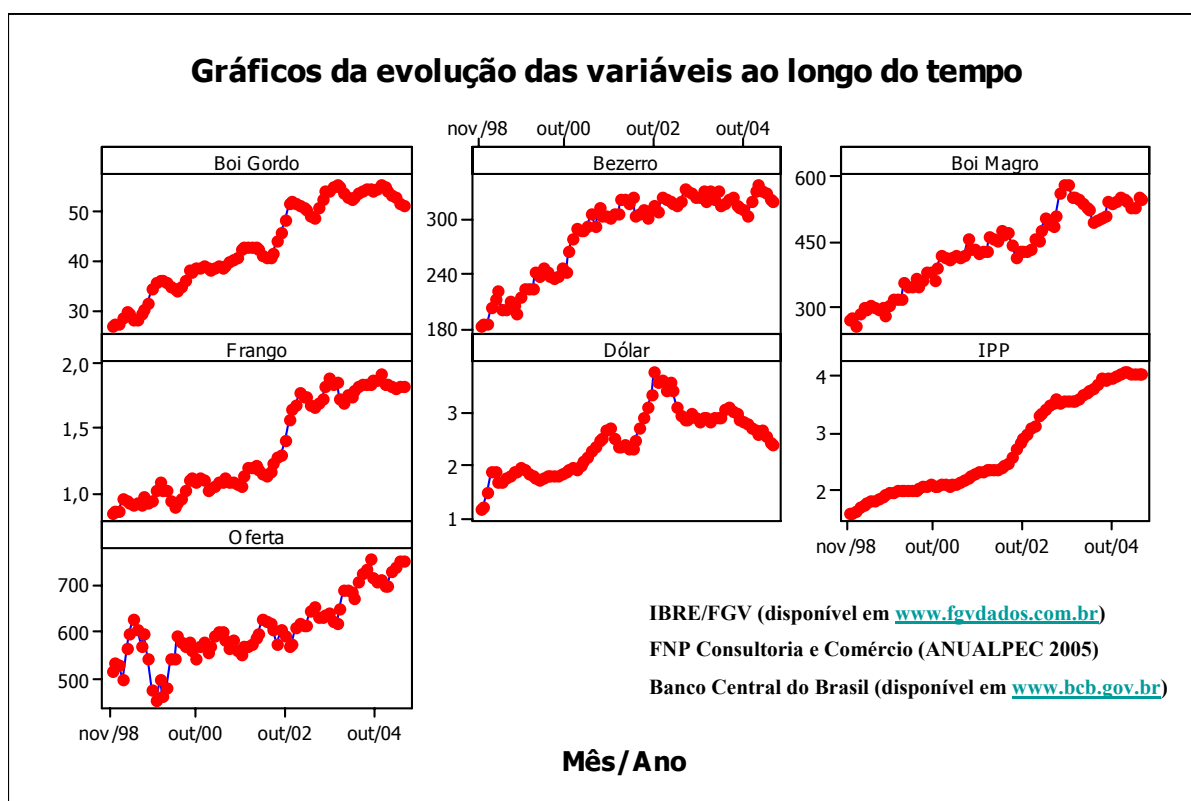
$X_5$ : índice de preços pagos aos produtores (IPP)

$X_6$ : oferta de carne bovina (1000t/equivalente carcaça)

$e$ : erro aleatório

(5.1)

O passo seguinte desta fase consiste em analisar as variáveis e corrigir possíveis erros e ou *outliers*. Portanto, foi construído um gráfico com a evolução das séries ao longo do tempo, que é apresentado nos gráficos na Figura 5.1.



**Figura 5.1** Gráficos da evolução das variáveis consideradas no modelo de regressão, de novembro de 1998 a junho de 2005

Analisando-se as variáveis ao longo do tempo, percebe-se que tanto a variável dependente quanto as independentes apresentam algum padrão de comportamento. As variáveis boi gordo, bezerro, boi magro e frango apresentam tendência de elevação do preço. Essa característica pode ser causada pelo efeito da inflação e ou por outras variações temporais. Uma forma de minimizar, e até mesmo solucionar, esse problema é fazer ajustes e ou transformações matemáticas nas séries, conforme proposto por Makridakis *et al.* (1998). Segundo o autor, tais artifícios tornam os dados mais simples e fáceis de serem interpretados, inclusive no modelo de previsão.

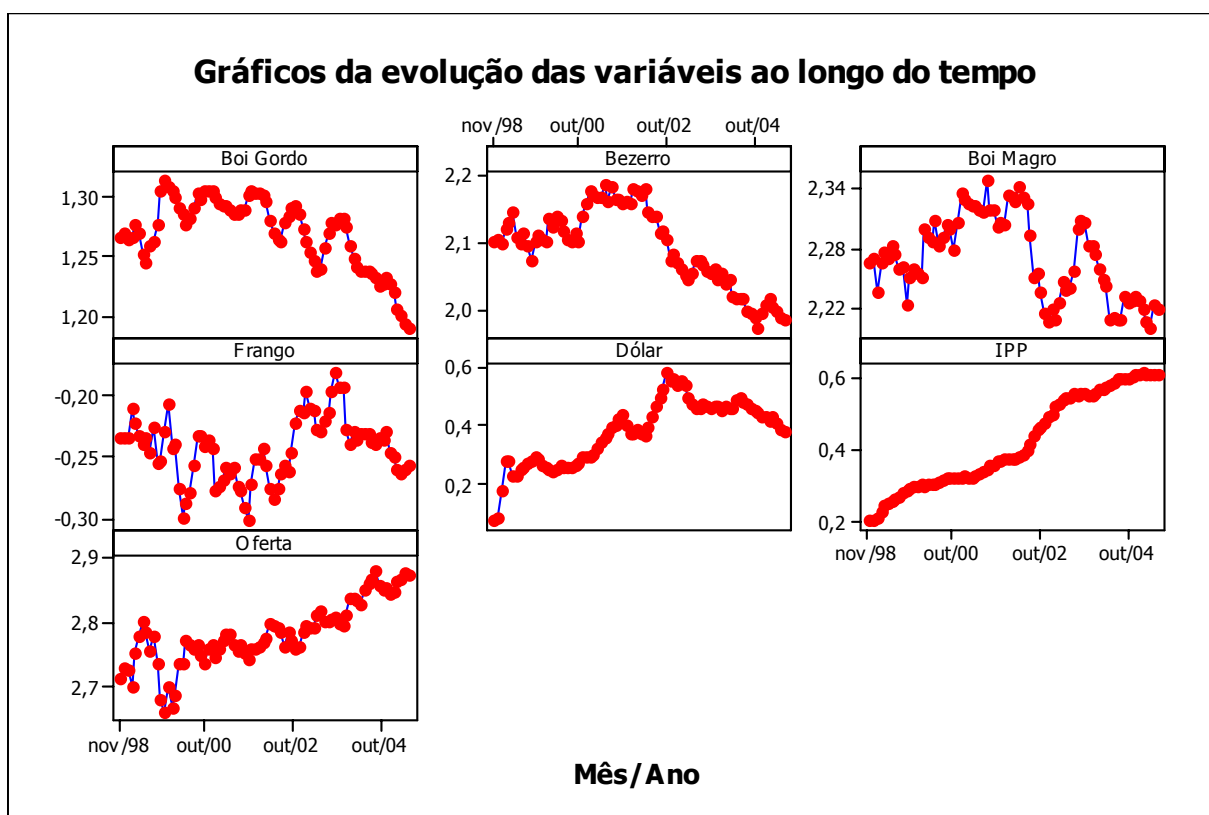
Portanto, as variáveis descritas foram deflacionadas pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI) mensal, de janeiro de 1998 a junho de 2005, da Fundação Getúlio Vargas, com base em agosto de 1994, que é apresentado no ANEXO B. Assim, eliminando-se o efeito da inflação, os dados podem ser comparados a qualquer tempo, evitando que previsão seja afetada por uma fonte adicional de variação (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998).

Em seguida, fez-se a transformação matemática nas séries, seguindo-se o mesmo procedimento adotado no trabalho de Kassouf (1988). Com isso, a variável dependente e as independentes, mesmo as que não foram deflacionadas, também foram logaritmizadas. Esse procedimento torna o efeito sazonal da série aditivo e estabiliza a variância do erro. A justificativa para essa transformação é a de que as previsões realizadas sem tal transformação podem considerar uma elevação na tendência e um forte padrão sazonal, o que aumenta a variação da série ao longo do tempo.

### 5.1.3 Estimação

Após esse processo de ajuste e transformação das séries, obtiveram-se os gráficos de evolução que são apresentados na Figura 5.2. Este é o primeiro passo desta fase.

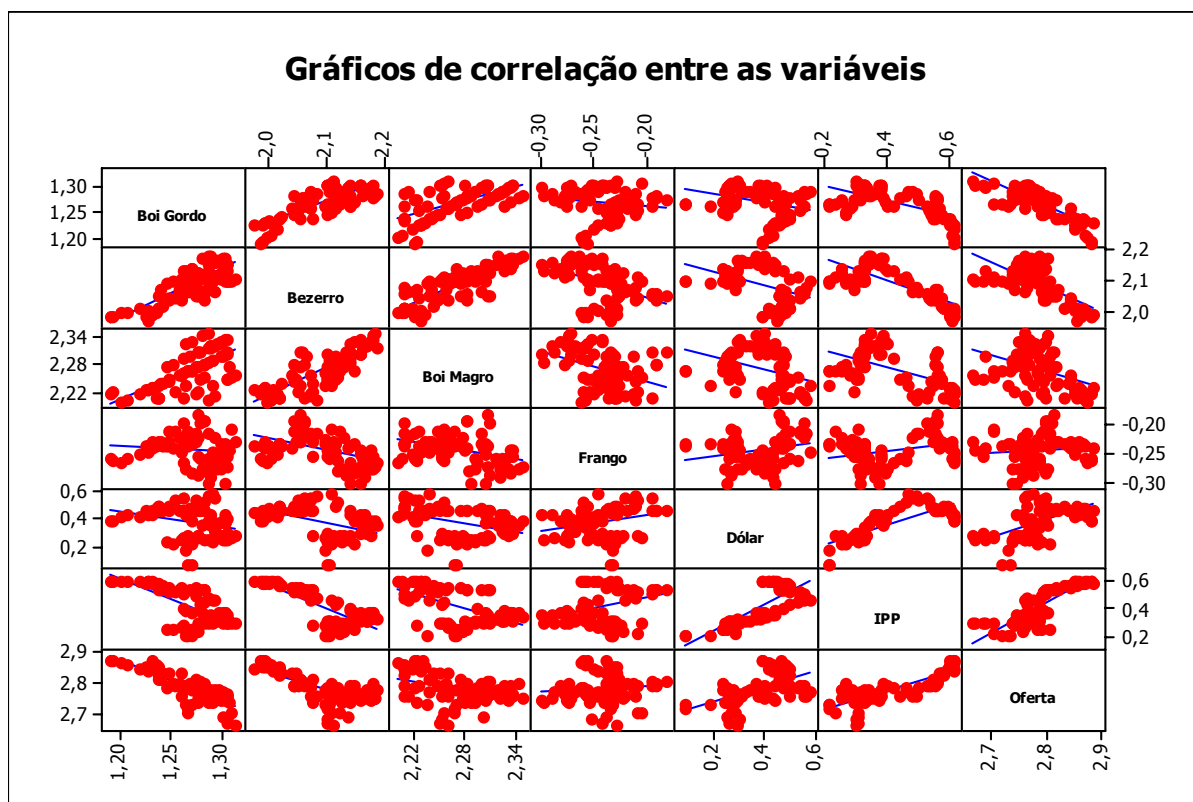
Analisando-se os gráficos da Figura 5.2, nota-se que o comportamento das séries ficou mais estável, com relativa padronização das médias e das variâncias. Este fato fica mais evidente, principalmente nas variáveis que foram deflacionadas. Por outro lado, o comportamento da série do IPP permaneceu o mesmo, haja vista que o índice já é dado em termos percentuais. O passo seguinte foi fazer uma análise da correlação entre as variáveis. A Tabela 5.1 e a Figura 5.3. apresentam, respectivamente: a matriz de correlação de Pearson com os *P-values* das variáveis (indicando a força e o sentido da relação entre elas) e os gráficos da matriz de correlação, gerados por meio do *software* MINITAB versão 14.



**Figura 5.2** Gráficos da evolução das variáveis deflacionadas e logaritmizadas, consideradas no modelo de regressão, de novembro de 1998 a junho de 2005

	Boi gordo	Bezerro	Boi magro	Frango	Dólar	IPP
Bezerro	0,795 0,000	(correlação) (P-value)				
Boi magro	0,657 0,000	0,828 0,000	(correlação) (P-value)			
Frango	-0,129 0,254	-0,467 0,000	-0,396 0,000	(correlação) (P-value)		
Dólar	-0,301 0,007	-0,414 0,000	-0,354 0,001	0,241 0,031	(correlação) (P-value)	
IPP	-0,661 0,000	-0,783 0,000	-0,545 0,000	0,313 0,005	0,811 0,000	(correlação) (P-value)
Oferta	-0,810 0,000	-0,686 0,000	-0,412 0,000	0,104 0,358	0,565 0,000	0,828 0,000

**Tabela 5.1** Matriz de correlação de entre as variáveis (dependente e independentes)



**Figura 5.3** Gráficos da matriz de correlação entre as variáveis (dependente e independentes)

Analisando-se a variável dependente e as variáveis independentes, nota-se que, como mostrado na Figura 5.3 e confirmado na Tabela 5.1, o preço do boi gordo apresenta forte correlação positiva com o preço do bezerro, como sugere a teoria. Ou seja, um aumento de R\$1,00 no preço do bezerro provoca aumento de R\$ 0,795 no preço do boi gordo e vice-versa. Comparando-se o preço do boi gordo com o preço do frango e a cotação do dólar, nota-se baixa correlação negativa. Enquanto que a variável oferta de carne possui forte correlação negativa com a variável boi gordo, indo ao encontro da lei de oferta e procura, pois, um aumento na oferta do produto resulta na redução do preço. Por fim, o preço do boi gordo apresenta correlação moderada com o preço do boi magro e com o IPP, sendo, na primeira correlação, o sentido positivo e na segunda negativo.

Comparando-se a correlação entre as variáveis independentes, a variável que chama a atenção é o IPP, que possui forte correlação positiva com a cotação do dólar e a oferta de carne, além de forte correlação negativa com o preço do bezerro e correlação negativa moderada com o preço do boi magro. Além dessas, destaca-se também a forte correlação positiva entre o preço do bezerro e o preço do boi magro.

As fortes correlações destacadas entre as variáveis independentes são uma condição chamada de multicolinearidade. Essa situação pode afetar a estabilidade dos coeficientes de regressão,

tornando-os não confiáveis, por apresentarem sinais e magnitudes incorretos (DeLURGIO, 1998; GUJARATI, 2000; MAKRIDAKIS *et al.*, 1998). Entretanto, esse tipo de problema pode não ser evidente, a menos que um resultado não esperado seja encontrado.

Portanto, o modelo de regressão, como proposto na Equação (5.1), foi rodado e sua análise é feita no subitem abaixo.

### 5.1.4 Diagnóstico

Os resultados estatísticos da regressão múltipla, conforme proposto pela Equação (5.1), são apresentados na Tabela 5.2.

1	Variável dependente: Boi gordo				
2	Método: Mínimos quadrados ordinários				
3	Observações utilizadas: 80				
4	$R^2$ :	0,8516	$\bar{R}^2$ :	0,8394	
5	Erro padrão da regressão:				0,0118
6	Soma dos quadrados dos resíduos:				0,0102
7	Estatística $F$ (ANOVA):				69,8167
8	$P$ -value (Estatística $F$ ):				0,0000
9	Estatística de <i>Durbin-Watson</i> :				0,6468
	<b>Variável</b>	<b>Coefic.</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>Estat. <math>t</math></b>	<b><math>P</math>-value</b>
10	Constante	1,6765	0,1766	9,49	0,0000
11	Bezerro	0,1113	0,9469	1,18	0,2435
12	Boi Magro	0,2417	0,7584	3,19	0,0020
13	Frango	0,1217	0,0667	1,82	0,0722
14	Dólar	0,0623	0,0338	1,85	0,0688
15	IPP	0,0165	0,0471	0,35	0,7264
16	Oferta	-0,4272	0,0540	-7,90	0,0000

**Tabela 5.2** Estatísticas da regressão linear múltipla para previsão do preço do da arroba de boi gordo, conforme proposto na Equação (5.1)

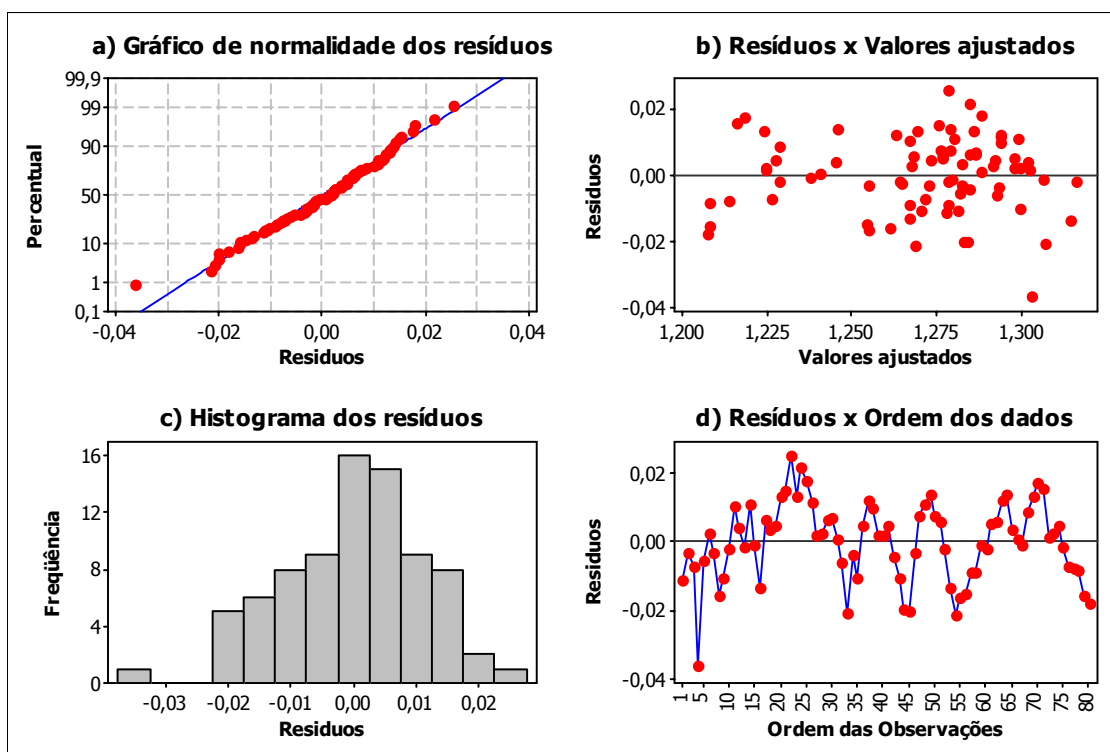
Analisando-se os resultados da Tabela 5.2, pode-se afirmar que as variáveis independentes são responsáveis por 83,93% da variação do preço da arroba de boi gordo, ou seja, possui  $\bar{R}^2$  elevado. Mas, por outro lado, analisando-se a variância, observa-se que a estatística  $F$  (ANOVA) possui valor relativamente baixo, o que quer dizer que as variáveis independentes explicam apenas pequena parte da variação no preço da arroba de boi gordo. Por outro lado,



apesar de explicar apenas parte da variação, o teste tem alta significância, o que é confirmado pelo *P-value*, que é igual à zero.

Analisando-se a significância individual dos coeficientes das variáveis dependentes, por meio da estatística *t*, pode-se afirmar que quase todos os coeficientes não são significativos, pois apresentam valores menores do que 2 e *P-values* maiores do que 0,05. Os únicos coeficientes individuais que se mostraram significantes foram o da constante, o do preço do boi magro e o da oferta de carne. Ou seja, segundo essa estatística, somente as duas variáveis mencionadas seriam suficientes para explicar a variação do preço da arroba de boi gordo. Entretanto, como comentado anteriormente, há a possibilidade de um efeito de multicolinearidade, o que pode comprometer esse modelo de regressão. Uma das conseqüências da multicolinearidade é justamente apresentar valor elevado para o  $\bar{R}^2$ , com poucas variáveis independentes explicando o modelo.

A soma dos quadrados dos resíduos apresenta valor baixo e, segundo a estatística de Durbin-Watson, pode-se afirmar que há autocorrelação positiva nos resíduos, pois, o valor encontrado para essa estatística é bem inferior a 2 (0,6468), indicando, portanto, que os resíduos são correlacionados. Isso pode ser confirmado por meio da Figura 5.4, na qual são apresentados gráficos com a análise dos resíduos.



**Figura 5.4** Gráficos com as análises dos resíduos da regressão do preço da arroba de boi gordo

O gráfico d) da Figura 5.4 deixa clara a existência de um padrão nos resíduos, descartando-se a característica de normalidade. Além disso, a Figura 5.5 e a Figura 5.6 apresentam, respectivamente, o ACF e o PACF dos resíduos, que confirma tal situação.

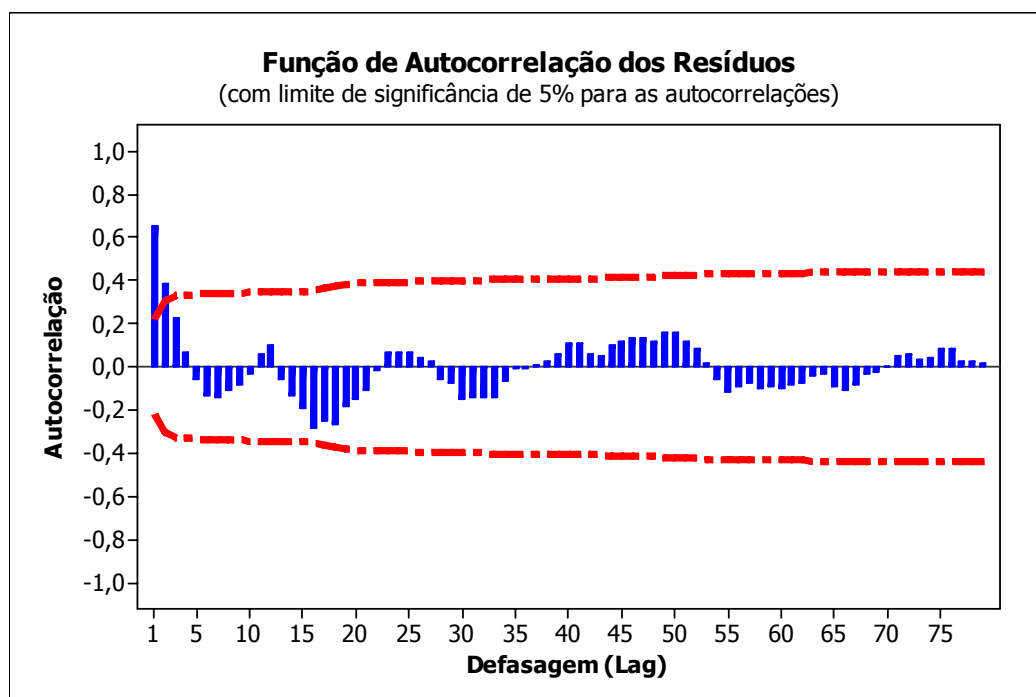


Figura 5.5 AFC dos resíduos da regressão do preço da arroba de boi gordo

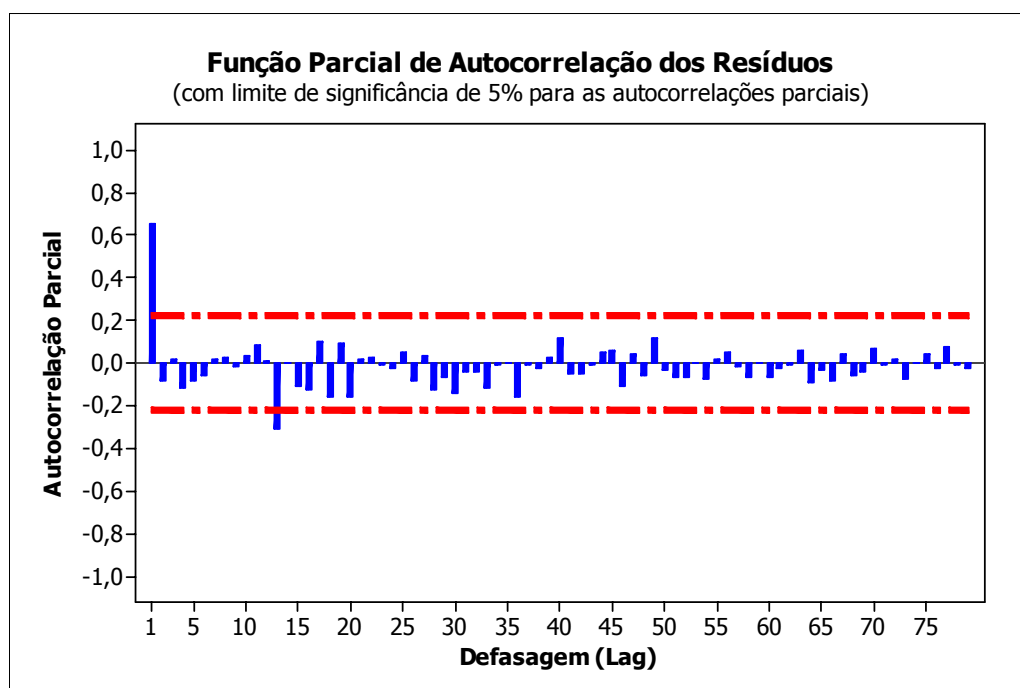


Figura 5.6 PAFC dos resíduos da regressão do preço da arroba de boi gordo

Portanto, essa condição sugere que as estatísticas de diagnóstico em relação ao modelo de regressão podem não ser válidas, ou seja, o  $\bar{R}^2$ , as estatísticas de erro e os valores individuais da estatística  $t$  dos coeficientes de regressão não são confiáveis. Assim, esses resultados contrariam as hipóteses 2, 3 e 6 do modelo de análise de regressão.

Como retratado, o uso da Equação (5.1) proposta para realizar previsões do preço a ser recebido pela arroba de boi gordo não é viável, devido aos problemas (multicolinearidade, heterocedasticidade e autocorrelação). Para que a Equação (5.1) possa ser utilizada, devem-se adotar algumas medidas que eliminem ou mesmo minimizem os problemas destacados. Por isso, no próximo subitem, será apresentada uma evolução do modelo na tentativa de minimizar tais problemas.

### 5.1.5 Evolução e melhoria do modelo de regressão

Como comentado, a multicolinearidade pode ou não alterar as estatísticas da regressão. Por isso, nessa etapa, partiu-se do princípio de que a multicolinearidade relatada no subitem anterior não afeta as estatísticas do modelo. Resta, portanto, o problema da autocorrelação para ser resolvido.

Segundo DeLurgio (1998) e Gujarati (2000), esse problema pode ser resolvido pelo processo de regressão auto-regressiva. Para tal processo, o método mais comumente utilizado é o de Cochrane-Orcutt Integrado com os Mínimos Quadrado (COILS).

Entretanto, alguns pacotes computacionais utilizam outros métodos para rodar a regressão auto-regressiva, como é o caso do *software* **Eviews** versão 5.0, que foi utilizado para rodar esse tipo de regressão. O guia do usuário do Eviews explica que, para estimar os modelos auto-regressivos, o *software* usa técnicas de regressão não lineares. O guia explica, ainda, que esta abordagem é vantajosa por ser de fácil entendimento, freqüentemente aplicável e fácil de ser estendida para aplicações não lineares e para modelos que contêm variáveis endógenas como variáveis explicativas.

De acordo com Gujarati (2000), na maioria dos casos, apenas o processo auto-regressivo de primeira ordem é suficiente para solucionar os problemas de autocorrelação. Portanto, as estatísticas da regressão auto-regressiva de primeira ordem, rodadas no *software* Eviews, são apresentadas na Tabela 5.3.

1	Variável dependente: Boi gordo				
2	Método: Mínimos quadrados ordinários				
3	Observações utilizadas: 79				
4	$R^2$ :	0,9459	$\bar{R}^2$ :	0,9407	
5	Erro padrão da regressão:				0,0072
6	Soma dos quadrados dos resíduos:				0,0037
7	Estatística $F$ (ANOVA):				177,6316
8	$P$ -value (Estatística $F$ ):				0,0000
9	Estatística de <i>Durbin-Watson</i> :				1,470085
	<b>Variável</b>	<b>Coefic.</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>Estat. <math>t</math></b>	<b><math>P</math>-value</b>
10	Constante	1,8054	0,1953	9,2441	0,0000
11	Bezerro	0,0994	0,0635	1,5661	0,1218
12	Boi Magro	-0,0077	0,0566	-0,1351	0,8929
13	Frango	0,1569	0,0603	2,6003	0,012
14	Dólar	-0,0127	0,0389	-0,3255	0,7458
15	IPP	-0,1136	0,0760	-1,4944	0,1395
16	Oferta	-0,2270	0,0476	-4,7673	0,0000
17	AR (1)	0,8991	0,0469	19,150	0,0000

**Tabela 5.3** Estatísticas da regressão múltipla auto-regressiva de primeira ordem para previsão do preço do da arroba de boi gordo

Fazendo-se uma análise geral das estatísticas da nova regressão, percebe-se uma melhoria significativa das estatísticas. O  $\bar{R}^2$  teve um aumento significativo, passando de 0,8394 para 0,9407, ou seja, cerca de 95% da variação do preço da arroba do boi gordo é explicada pelas variáveis independentes do modelo. O mesmo ocorreu com a estatística  $F$ , mostrando-se bem mais significativa. Tanto o erro padrão da regressão quanto a soma dos quadrados dos resíduos tiveram uma queda significativa em seus valores, o que caracteriza o bom ajuste da regressão. Entretanto, ao analisar a estatística de *Durbin-Watson*, pode-se notar que, mesmo com as melhorias do modelo, o seu valor ainda está muito abaixo de 2. Além disso, muitos coeficientes individuais da regressão mostram-se insignificantes, com resultado semelhante ao do modelo anterior.

Como o modelo ainda apresenta claros sinais de autocorrelação nos resíduos, um outro modelo de regressão foi gerado, adicionando uma variável auto-regressiva de segunda ordem. Os resultados dessa nova regressão são apresentados na Tabela 5.4.

1	Variável dependente: Boi gordo				
2	Método: Mínimos quadrados ordinários				
3	Observações utilizadas: 78				
4	$R^2$ :	0,9541	$\bar{R}^2$ :	0,9488	
5	Erro padrão da regressão:				0,0067
6	Soma dos quadrados dos resíduos:				0,0031
7	Estatística $F$ (ANOVA):				179,3084
8	$P$ -value (Estatística $F$ ):				0,0000
9	Estatística de <i>Durbin-Watson</i> :				1,9621
	<b>Variável</b>	<b>Coefic.</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>Estat. <math>t</math></b>	<b><math>P</math>-value</b>
10	Constante	1,6395	0,1648	9,9470	0,0000
11	Bezerro	0,0534	0,0508	1,051	0,2970
12	Boi Magro	-0,0029	0,4741	-0,0606	0,9519
13	Frango	0,0546	0,0582	0,9787	0,3311
14	Dólar	-0,0352	0,0394	-0,8931	0,3749
15	IPP	-0,8942	0,0644	-1,3869	0,1699
16	Oferta	-0,1472	0,0420	-3,5050	0,0008
17	AR (1)	1,3847	0,1113	12,4338	0,0000
18	AR (2)	-0,4898	0,1130	-4,3318	0,0000

**Tabela 5.4** Estatísticas da regressão múltipla auto-regressiva de primeira e segunda ordem para previsão do preço do da arroba de boi gordo

Comparando-se os resultados da Tabela 5.3 com os da Tabela 5.4, percebe-se que, mais uma vez, todas as estatísticas melhoraram. O mesmo ocorreu, inclusive, com a estatística de Durbin-Watson, cujo valor é bem próximo de 2 (1,9621). Esse fato mostra que os resíduos não são autocorrelacionados. Por outro lado, a maioria dos coeficientes individuais, das variáveis dependentes da regressão, não é significativa, assumindo valores menores do que 2 e com  $P$ -values maiores do que 0,05. Os únicos coeficientes que não estão nessa situação descrita são o da constante, da oferta e das auto-regressões de primeira e segunda ordem. Esse fato indica que as variáveis com coeficientes insignificantes não ajudam a explicar a variação do preço da arroba de boi gordo e, se elas forem retiradas do modelo de regressão, o resultado ainda continuará o mesmo.

Assim, na Tabela 5.5, encontra-se o resultado final do modelo de regressão para previsão do preço da arroba de boi gordo, após serem retiradas as variáveis independentes não significantes.

1	Variável dependente: Boi gordo				
2	Método: Mínimos quadrados ordinários				
3	Observações utilizadas: 78				
4	$R^2$ :	0,9510	$\bar{R}^2$ :	0,9490	
5	Erro padrão da regressão:				0,0068
6	Soma dos quadrados dos resíduos:				0,0034
7	Estatística $F$ (ANOVA):				478,5150
8	$P$ -value (Estatística $F$ ):				0,0000
9	Estatística de <i>Durbin-Watson</i> :				1,8693
	<b>Variável</b>	<b>Coefic.</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>Estat. <math>t</math></b>	<b><math>P</math>-value</b>
10	Constante	1,6362	0,1060	15,4370	0,0000
11	Oferta	-0,1343	0,0373	-3,6024	0,0006
12	AR (1)	1,4567	0,1015	14,3460	0,0000
13	AR (2)	-0,5058	0,1070	-4,7267	0,0000

**Tabela 5.5** Resultado das estatísticas do modelo de regressão final para previsão do preço da arroba de boi gordo

Analisando-se o resultado da Tabela 5.5, percebe-se que esse modelo é o que possui  $\bar{R}^2$  mais elevado, ou seja, cerca de 95% da variância total do preço da arroba de boi gordo são explicados pelas variáveis independentes (oferta, AR(1) e AR(2)). O mesmo ocorre com a análise de variância. Esse modelo também é o que apresenta o maior valor para a estatística  $F$ , com 100% de significância.

O teste  $t$  de significância dos coeficientes de regressão também mostra que todos os coeficientes são significantes, com valores elevados e  $P$ -values menores do que 0,005. Além disso, o modelo mostra-se bem ajustado, apresentando um valor pequeno, tanto para o erro padrão da regressão quanto para a soma dos quadrados dos resíduos.

A estatística de Durbin-Watson, mesmo sendo menor do que 2, é relativamente próxima, indicando ausência de autocorrelação dos resíduos. Essa afirmação pode ser confirmada por meio da análise da Figura 5.7 e da Figura 5.8, nas quais são apresentados, respectivamente, o ACF e o PACF dos resíduos.

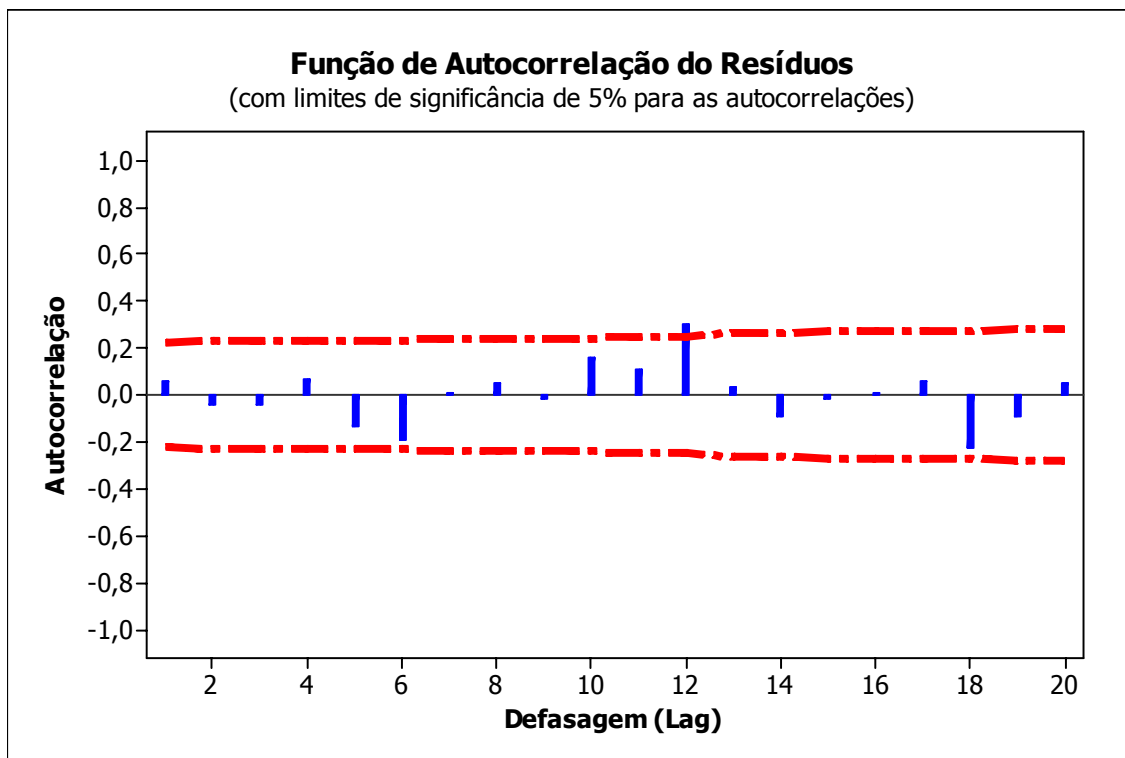


Figura 5.7 AFC dos resíduos do modelo de regressão final para a previsão do preço da arroba de boi gordo

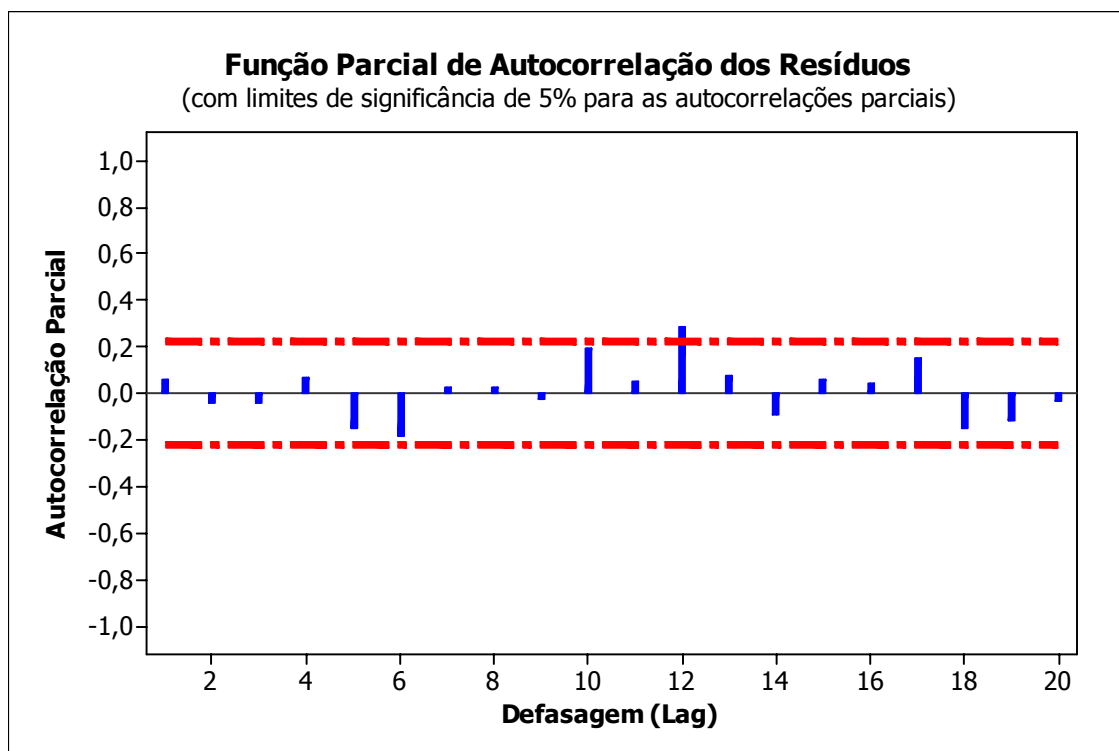


Figura 5.8 PAFC dos resíduos do modelo de regressão final para a previsão do preço da arroba de boi gordo

Apesar de tanto o ACF quanto o PACF apresentarem um pico superior ao intervalo de confiança na defasagem 12, isso não implica na existência de padrão nos resíduos. Esse pico pode ser considerado um *outlier*, haja vista que o conjunto dos resíduos é distribuído normalmente, confirmando a homocedasticidade dos erros. Por fim, pode-se afirmar que o modelo gerado é válido para ser usado em previsões, por confirmar todas as hipóteses básicas do modelo de regressão.

Assim, no subitem a seguir, faz-se uma análise do modelo quanto ao seu potencial para fazer previsões.

### 5.1.6 Previsão

O modelo de regressão apresentado por meio da Tabela 5.5 mostrou-se adequado no ajuste dos dados, conforme descrito no subitem anterior. Portanto, a Equação (5.2) representa a relação entre as variáveis e o modelo a ser usado para fazer previsão.

$$Y_t = 1,63625 - 0,13435X_t + [AR(1) = 1,45671, AR(2) = -0,50582]$$

onde :

$Y_t$  : preço a ser recebido pela arroba de boi gordo no período  $t$  (5.2)

$X_t$  : quantidade de carne ofertada no período  $t$

$AR(1)$  : autoregressão dos resíduos no período  $t - 1$

$AR(2)$  : autoregressão dos resíduos no período  $t - 2$

Como comentado no subitem anterior, o modelo de regressão final para a previsão do preço da arroba de boi gordo possui bons ajustes e baixo erro. Entretanto, fazer previsões com esse modelo auto-regressivo é complexo, pois, para gerar previsões a partir da Equação (5.2), é necessário saber, primeiramente, qual o erro da estimativa entre a constante e a oferta de carne. Ou seja, o modelo utiliza os próprios erros para achar um valor “previsto”. Esse resultado ressalta a limitação do modelo apresentado no Quadro 4.1, que afirma que uma das desvantagens é que, para prever o valor de  $Y$ , os valores futuros das variáveis independentes precisam ser conhecidos.

### 5.1.7 Considerações finais

O modelo final ajustado para fazer previsões, apresentado na Equação (5.2), sugere que:



1. das variáveis independentes utilizadas, obtidas com base em estudos junto aos produtores e a outros agentes do mercado, a única que se mostrou efetiva na construção do modelo de previsão foi a oferta de carne;
2. o preço da arroba de boi gordo depende muito mais do próprio preço em períodos anteriores (como  $t - 1$  e  $t - 2$ , por exemplo) do que do preço do bezerro, do boi magro, do frango e da cotação do dólar. Além disso, a inflação, medida pelo IPP, também exerce pouca influência no preço da arroba de boi gordo;
3. mesmo com um modelo bem ajustado e que atende a todas as hipóteses básicas da análise de regressão, é difícil realizar previsões a partir da Equação (5.2). Além disso, é mais difícil ainda afirmar que esse modelo gerado seja um modelo real de causa e efeito.

Contudo, no subitem a seguir modela-se uma nova equação de previsão, utilizando-se o modelo ARIMA, no qual a única variável considerada é o preço recebido pela arroba do boi gordo.

## 5.2 ARIMA

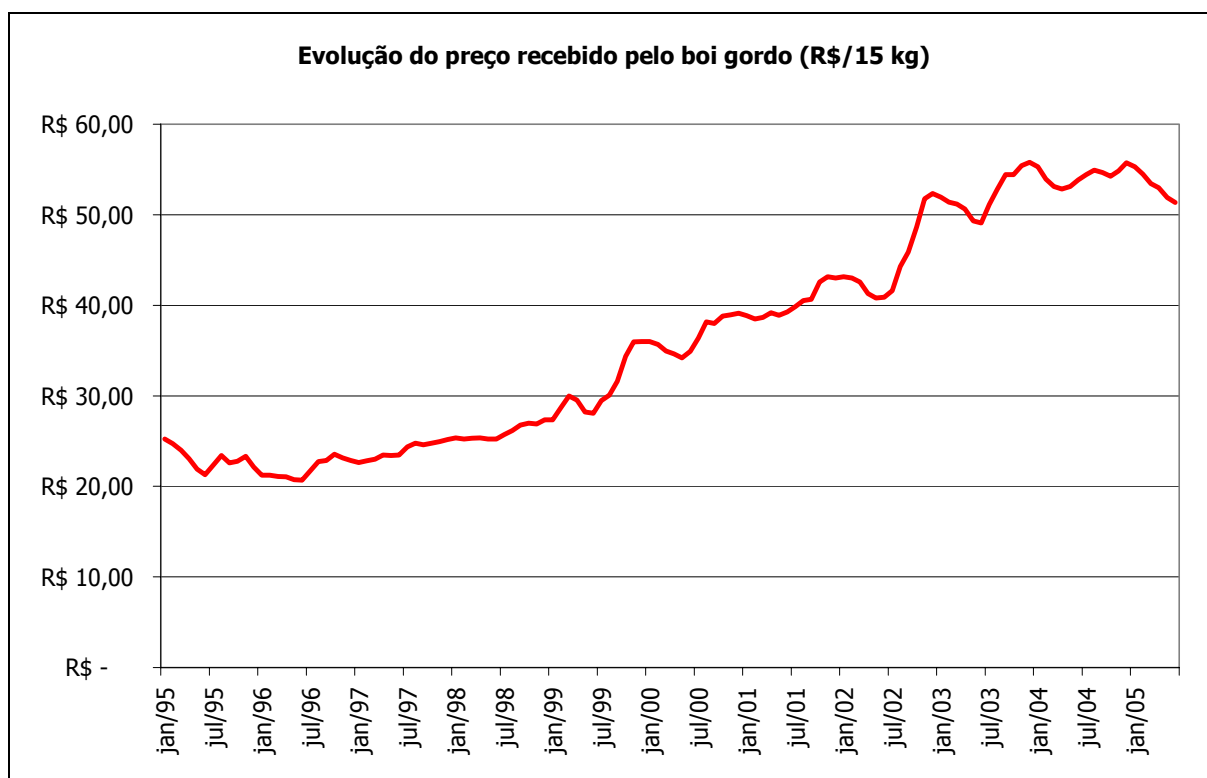
As análises dos resultados do modelo ARIMA são descritas nos subitens abaixo e seguem os passos descritos na Figura 4.2.

### 5.2.1 Identificação

Como identificado, o preço da arroba de boi gordo depende muito mais do próprio preço em períodos anteriores do que do preço de outras variáveis. Assim, para realizar a análise de séries temporais, há a necessidade de um conjunto maior de dados. Na Figura 5.9 encontra-se o gráfico da série de preços recebidos pela arroba de boi gordo, pelos produtores rurais, no período de janeiro de 1995 a junho de 2005.

Como apresentado no gráfico da Figura 5.9, a série apresenta suaves crescimentos e decréscimos ao longo do período. Este comportamento da série mostra que ela não é estacionária. Essa afirmação pode ser explicada pelas oscilações nos valores projetados, adicionado a uma aparente tendência na elevação dos preços. Além desses fatos, nota-se que os valores médios da série mudam ao longo do tempo (iniciando com R\$ 25,22 e terminando com R\$ 51,35). Outro ponto que merece destaque é a variância dos valores. Percebe-se que a série de preço não possui uma variância constante ao longo do tempo.

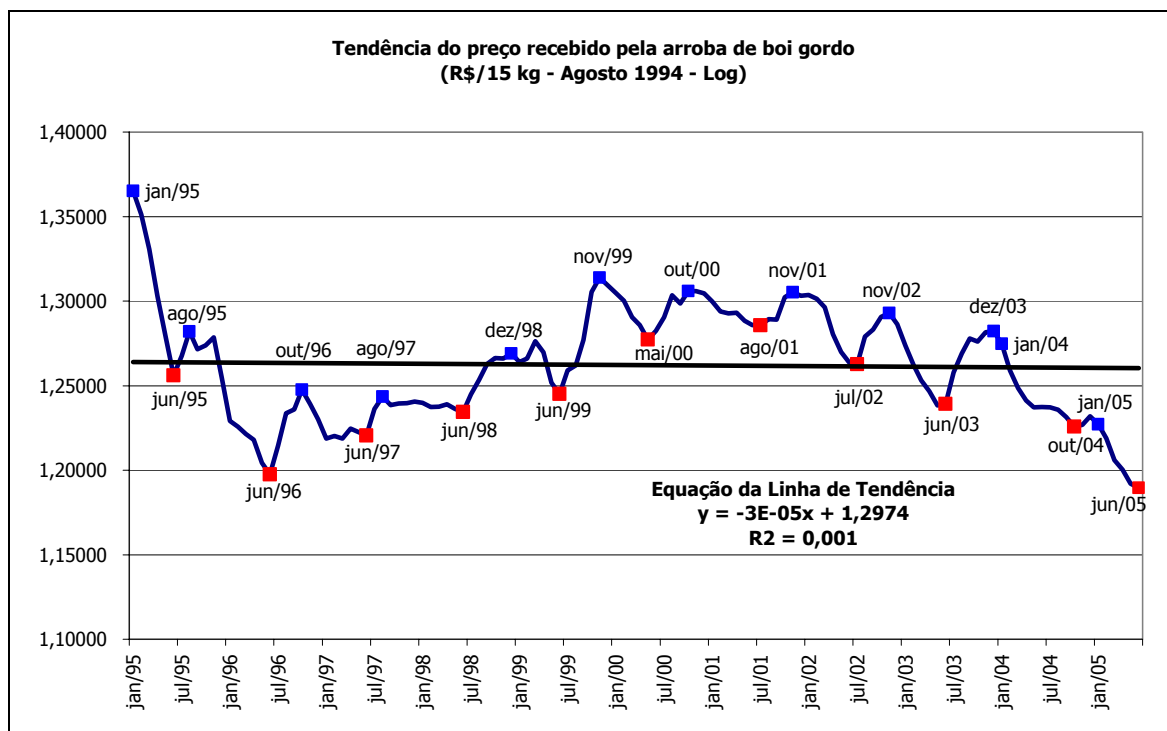
Como o primeiro passo é fazer com que a série torne-se estacionária, os preços recebidos pelos produtores pela arroba de boi gordo passaram por um ajuste e uma transformação matemática, conforme proposto por Makridakis *et al.* (1998) e utilizado na fase de coleta e ajuste dos dados do subitem anterior.



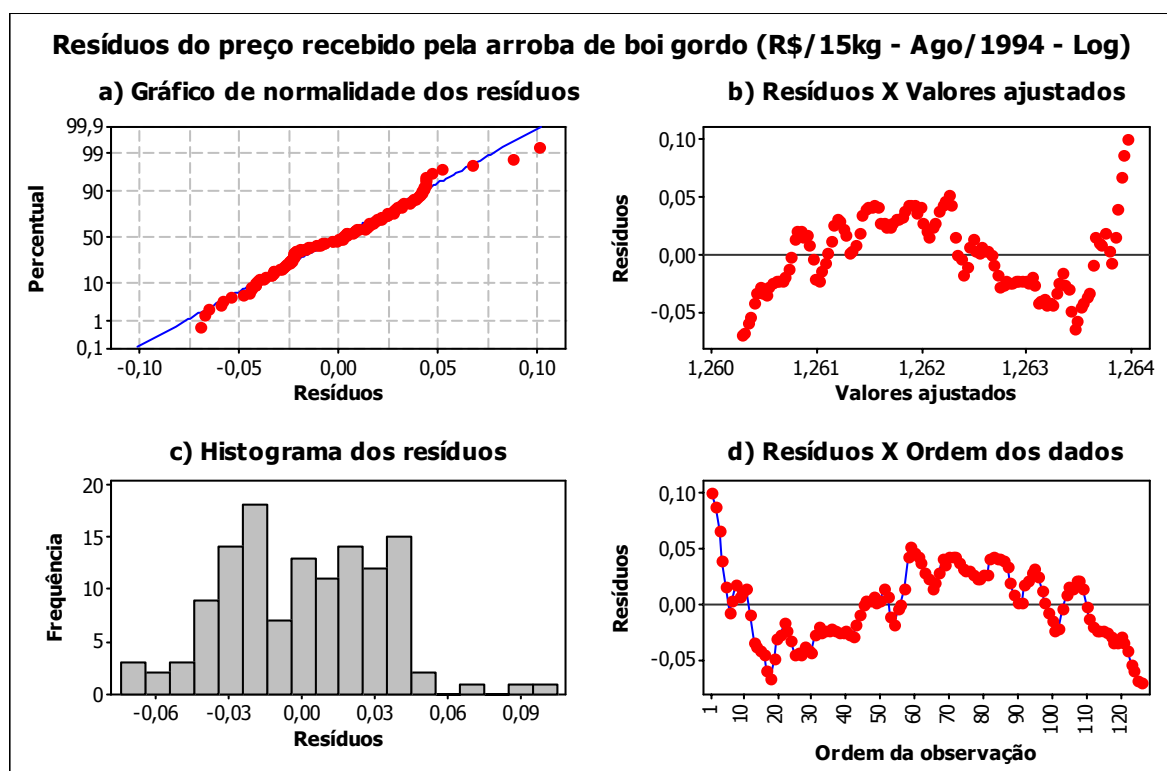
**Figura 5.9** Evolução do preço recebido pelos produtores pela arroba de boi gordo, de janeiro de 1995 a junho de 2005

Assim, os preços recebidos pela arroba de boi gordo foram deflacionados utilizando-se o Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI) mensal, de janeiro de 1995 a junho de 2005, da Fundação Getúlio Vargas, com base em agosto de 1994. Os preços também foram logaritmizados.

Na seqüência, um novo gráfico do preço recebido pela arroba de boi gordo foi gerado e é apresentado na Figura 5.10, no qual percebe-se uma melhora na qualidade dos dados da série, justificada pela relativa estabilidade da média (oscilando, a maior parte do tempo, entre 1,20 e 1,30). Com relação à variância, os dados mostraram-se aparentemente mais estáveis após os procedimentos adotados, porém, a variância da série ainda está comprometida. Este fato pode ser comprovado por meio da análise dos resíduos do preço apresentado na Figura 5.11.



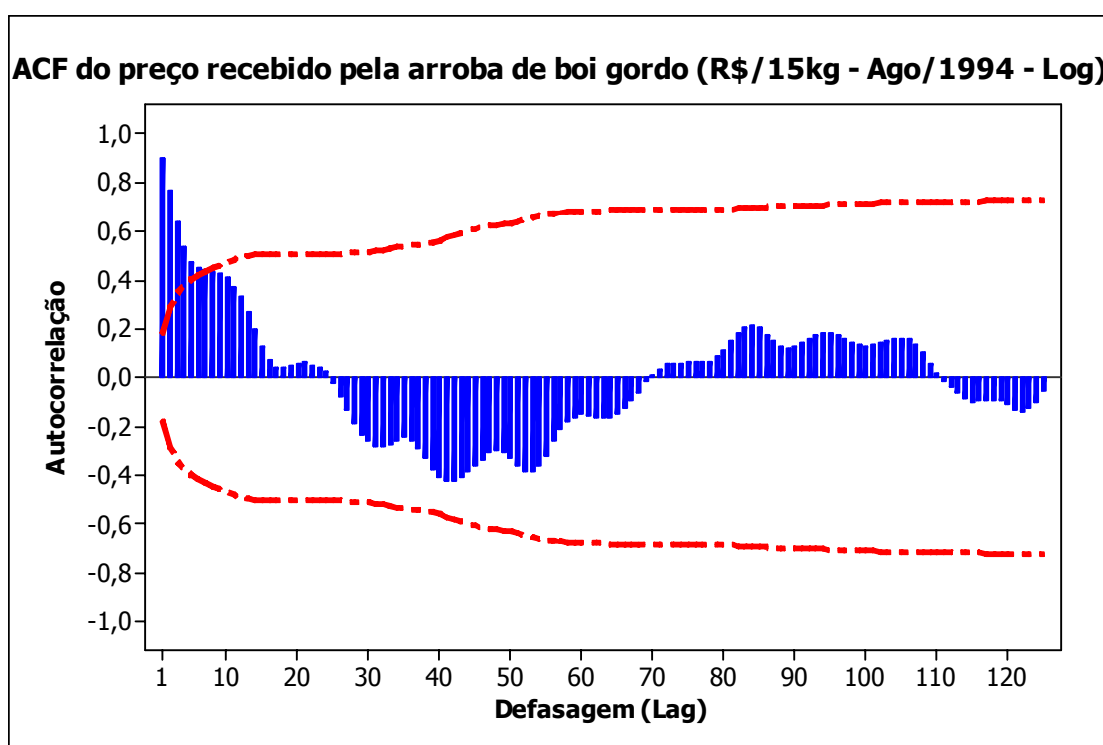
**Figura 5.10** Evolução do preço recebido pelos produtores pela arroba de boi gordo, de janeiro de 1995 a junho de 2005, após a série ser deflacionada e logaritimizada



**Figura 5.11** Gráficos dos resíduos do preço recebido pela arroba de boi gordo, de janeiro de 1995 a junho de 2005, após a série ser deflacionada e logaritimizada

Por meio dos gráficos b) e c) da Figura 5.11, pode-se afirmar que os resíduos não são normalmente distribuídos, o que demonstra a existência de um padrão de comportamento dos dados. Outro ponto que chama muito a atenção, são os picos sazonais. Nos gráficos apresentados pela Figura 5.10 e Figura 5.11, os picos sazonais tornaram-se mais evidentes, reforçando as características propostas para a série (alta de preço nos meses de outubro e de baixa nos meses de maio, conforme descrito no item 2.4.2).

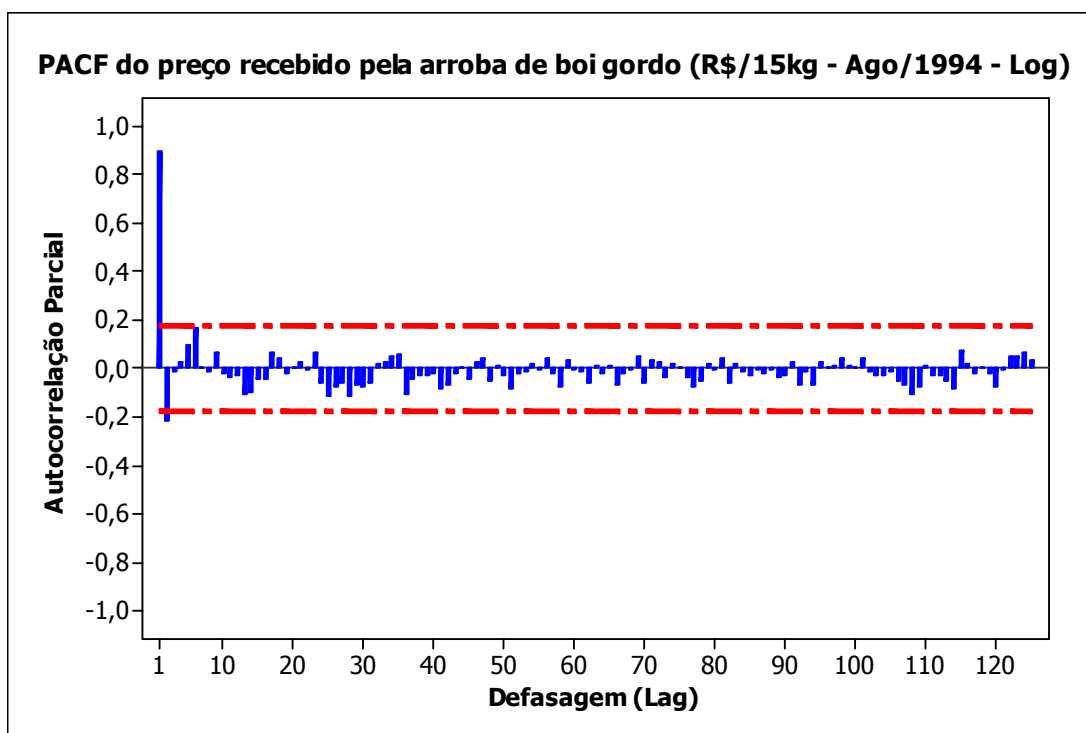
Nas Figura 5.12 e Figura 5.13 encontram-se, respectivamente, o ACF e o PACF do preço recebido pela arroba de boi gordo, considerando a série ajustada e transformada matematicamente.



**Figura 5.12** ACF do preço recebido pelos produtores pela arroba de boi gordo, de janeiro de 1995 a junho de 2005

Analisando-se o gráfico da Figura 5.12, nota-se que o ACF da série apresenta um valor muito elevado na defasagem 1, com queda exponencial nas demais defasagens, confirmando a não estacionariedade da série de preço. Esta constatação é reforçada pela análise da Figura 5.13, na qual o PACF das defasagens 1 e 2 apresenta picos significativamente diferentes de zero, com valor positivo na defasagem 1 e negativo na 2. Além disso, tanto o ACF quanto o PACF confirmam a presença de um padrão sazonal. DeLurgio (1998) comenta, em seu trabalho, que os padrões sazonais são variados e de análise complexa. Além disso, ainda há a possibilidade

de combinação de modelos sazonais. Diante disso, percebe-se que análise do preço recebido pela arroba de boi gordo é complexa, apresentando possíveis combinações de padrões sazonais, o que dificulta, e muito, a identificação dos parâmetros corretos a serem usados no modelo ARIMA.



**Figura 5.13** PACF do preço recebido pelos produtores pela arroba de boi gordo, de janeiro de 1995 a junho de 2005

Segundo DeLurgio (1998) e Makridakis *et al.* (1998), os responsáveis pela previsão necessitam de muita perspicácia e conhecimento para definir, com precisão, os parâmetros a serem usados no modelo. Assim, como forma de minimizar tal dificuldade, o *software ForecastPRO XE* foi utilizado como apoio na definição dos parâmetros a serem usados no modelo. Por se tratar de um *software* “especialista”, ele identifica os parâmetros mais adequados a serem usados no modelo ARIMA, a partir da aplicação do método dos mínimos quadrados, nos dados em análise. O modelo ARIMA gerado, com seus respectivos parâmetros, é apresentado no próximo subitem.

### 5.2.2 Estimação

Pelo fato dos preços recebidos pela arroba de boi gordo não serem estacionários, o modelo gerado pelo ForecastPRO XE tem a notação que é apresentada na Equação (5.3).

$$ARIMA(1,1,0) * (2,0,1) \quad (5.3)$$

Essa notação indica que, para tornar a série de preços recebidos pela arroba de boi gordo estacionária, é necessária uma diferenciação de primeira ordem e a multiplicação de uma auto-regressão não sazonal a duas auto-regressões sazonais (referente à defasagem 12 e 24) e uma média móvel de erro sazonal (referente à defasagem 12).

Apesar do *software* ForecastPRO XE ser especialista e gerar, inclusive, os coeficientes dos parâmetros apresentados na Equação (5.3), na análise também foi utilizado o *software* MINITAB versão 14.1. Esse procedimento foi adotado porque os *softwares* se complementam, gerando algumas estatísticas que permitem uma análise mais aprofundada do modelo. Com isso, obteve-se um aumentando qualitativo considerável nas análises realizadas. A partir dos relatórios emitidos pelos dois *softwares* utilizados, foi possível montar a Tabela 5.6, que mostra as estatísticas e o ajuste do modelo da Equação (5.3).

Assim, a primeira diferenciação, a auto-regressão não sazonal, as duas auto-regressões sazonais e a média móvel sazonal são estimadas conforme apresentado na Equação (5.4).

$$(1 - \phi_1 B)(1 - \Phi_1 B^{12} - \Phi_2 B^{24})(1 - B)Y_t = (1 - \Theta_1 B^{12})e_t$$

onde:

$$BY_t = Y_{t-1}$$

$$B^{12}Y_t = Y_{t-12}$$

$$B^{24}Y_t = Y_{t-24}$$

$$B^{12}e_t = e_{t-12}$$

$\phi_1$  = parâmetro auto - regressivo não sazonal de primeira ordem

$\Phi_1$  = parâmetro auto - regressivo sazonal de primeira ordem

$\Phi_2$  = parâmetro auto - regressivo sazonal de segunda ordem

$\Theta_1$  = parâmetro de média móvel sazonal de primeira ordem

(5.4)

Segundo DeLurgio (1998), a maioria dos *softwares* utilizados para calcular esses coeficientes usa métodos de estimação não linear dos coeficientes, com busca interativa para os que minimizam o erro quadrado. Assim, pelo fato desse algoritmo de busca testar diferentes valores para os coeficientes antes de encontrar o resultado ótimo, estes testes são chamados de **interação**.

1. DADOS DA AMOSTRA				
Tamanho da amostra	126			
Número de diferenciação regular	1			
Observações utilizadas	125			
Graus de liberdade	121			
2. ESTATÍSTICAS DA AMOSTRA				
Média	1,262			
Desvio padrão	0,033070			
3. AJUSTE DO MODELO				
$R^2$	0,9582			
$\bar{R}^2$	0,9572			
4. ESTATÍSTICAS DE ERRO				
Erro de previsão	0,006841			
MAD – Desvio médio absoluto	0,005265			
MAPE – Percentual de erro médio absoluto	0,004167			
RMSE – Erro padrão residual médio	0,006732			
5. ANÁLISE DOS RESÍDUOS				
BIC	0,007269			
Soma dos quadrados dos resíduos	0,005898			
MSE – Erro médio quadrado	0,00004730			
Estatística de Durbin-Watson ( $DW$ )	1,979			
Estatística $Q(18)$ – Ljung-Box	21,58			
Nível de significância de $Q$	0,748900			
6. ANÁLISE DO MODELO ARIMA				
Parâmetros	Coefficiente	Erro Padrão	Estatística $t$	$P$ -value
AR 1	0,4086	0,0834	4,90	0,000
SAR 12	1,1576	0,1289	8,98	0,000
SAR 24	-1,1719	0,1193	-1,44	0,152
SMA 12	0,8840	0,0991	8,92	0,000

**Tabela 5.6** Estatísticas do ajuste do modelo ARIMA (1,1,0)\*(2,0,1), referentes ao preço recebido pela arroba de boi gordo, de janeiro de 1995 a junho de 2005

Desenvolvendo a equação (5.4), obteve-se a Equação (5.5).

$$\text{Passo 1. } (1 - \phi_1 B) \times (1 - \Phi_1 B^{12} - \Phi_2 B^{24}) \times (1 - B) Y_t = (1 - \Theta_1 B^{12}) e_t$$

$$\text{Passo 2. } (1 - \Phi_1 B^{12} - \Phi_2 B^{24} - \phi_1 B + \phi_1 \Phi_1 B^{13} + \phi_1 \Phi_2 B^{25}) \times (1 - B) Y_t = (1 - \Theta_1 B^{12}) e_t$$

$$\text{Passo 3. } (1 - \Phi_1 B^{12} - \Phi_2 B^{24} - \phi_1 B + \phi_1 \Phi_1 B^{13} + \phi_1 \Phi_2 B^{25} - B + \Phi_1 B^{13} + \dots \\ \dots + \Phi_2 B^{25} + \phi_1 B^2 - \phi_1 \Phi_1 B^{14} - \phi_1 \Phi_2 B^{26}) Y_t = (1 - \Theta_1 B^{12}) e_t$$

$$\begin{aligned}
 Y_t = & Y_{t-1} + \phi_1 Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-2} + \Phi_1 Y_{t-12} - \Phi_1 Y_{t-13} - \phi_1 \Phi_1 Y_{t-13} + \phi_1 \Phi_1 Y_{t-14} + \dots \\
 & \dots + \Phi_2 Y_{t-24} - \Phi_2 Y_{t-25} - \phi_1 \Phi_2 Y_{t-25} + \phi_1 \Phi_2 Y_{t-26} - \Theta_1 e_{t-12} + e_t
 \end{aligned}
 \tag{5.5}$$

Após a estimação dos coeficientes da Equação (5.5), obteve-se a Equação (5.6).

$$\begin{aligned}
 Y_t = & 1,1576Y_{t-12} - 1,1719Y_{t-24} + Y_{t-1} - 1,1576Y_{t-13} + 1,1719Y_{t-25} + \dots \\
 & \dots + 0,4086Y_{t-1} - 0,473Y_{t-13} + 0,4788Y_{t-25} - 0,4086Y_{t-2} + \dots \\
 & \dots + 0,473Y_{t-14} - 0,4788Y_{t-26} - 0,8840(Y_{t-12} - \hat{Y}_{t-12}) + e_t
 \end{aligned}
 \tag{5.6}$$

Para encontrar os valores ótimos dos coeficientes apresentados na Tabela 5.6, o *software* (MINITAB) gerou as estimativas de cada interação, que são apresentadas na Tabela 5.7.

Analisando o resultado da Tabela 5.7, pode-se afirmar que o *software* não encontrou critério de convergência, após as 10 interações apresentadas, que produzisse uma soma dos erros quadrados (SSE) ainda menor. Assim, pode-se afirmar que a interação 10 é a que apresenta coeficientes ótimos.

Interações	SSE	Parâmetros			
		AR 1	SAR 12	SAR 24	SMA 12
0	0,010253	0,100	0,100	0,100	0,100
1	0,009731	0,131	0,250	0,093	0,224
2	0,009340	0,156	0,400	0,082	0,357
3	0,008942	0,184	0,550	0,064	0,488
4	0,008503	0,219	0,700	0,039	0,615
5	0,007993	0,271	0,850	0,001	0,730
6	0,007426	0,364	1,000	-0,061	0,811
7	0,007224	0,448	1,068	-0,129	0,791
8	0,006276	0,458	1,218	-0,214	0,917
9	0,005840	0,408	1,161	-0,169	0,879
10	0,005830	0,409	1,158	-0,172	0,884

**Tabela 5.7** Estimativas de cada interação gerada pelo MINITAB para encontrar valores ótimos dos coeficientes, que minimizam os erros quadrados

No subitem seguinte faz-se uma análise mais aprofundada das estatísticas da Tabela 5.6.



### 5.2.3 Diagnóstico

Nesta etapa, foram avaliados as estatísticas, os ajustes e os coeficientes encontrados a partir do modelo ARIMA proposto na Equação (5.3).

Como mostrado na Tabela 5.6, a série analisada possui 126 observações. Por causa da diferenciação realizada, foram utilizadas 125 observações, que geraram quatro parâmetros (AR 1, SAR 12, SAR 24 e SMA 12), resultando em 121 graus de liberdade.

A média da amostra é de 1,262, com desvio padrão de 0,033. Essas estatísticas referem-se aos valores logaritimizados. Segundo DeLurgio (1998), o comportamento de uma série de logaritmo é passar por mudanças percentuais ao longo do tempo. Assim, fazendo-se a conversão dessas estatísticas para valores monetários, a média é de R\$ 18,28 e o desvio padrão é de R\$ 0,079.

O  $R^2$  e o  $\bar{R}^2$  apresentados na Tabela 5.6 são, respectivamente, 0,9582 e 0,9572. Como se pode perceber, as duas estatísticas apresentam valores elevados, indicando um bom ajuste do modelo. Ou seja, 95,72% da variação do preço recebido pela arroba de boi gordo são explicados pelo modelo ARIMA descrito pela Equação (5.3). Entretanto, esse resultado é preciso apenas para os dados logaritimizados e não para os dados originais. Portanto, é preferível analisar as estatísticas de erro como medidas percentuais.

Analisando-se as estatísticas de erro, percebe-se que, para os dados logaritimizados, elas são muito pequenas. Contudo, quando essas estatísticas são transformadas para os dados originais, elas perdem um pouco o desempenho, como mostrado na Tabela 5.8.

Erro de previsão	0,015877
MAD – Desvio médio absoluto	0,012197
MAPE – Percentual de erro médio absoluto	0,009641
RMSE – Erro padrão residual médio	0,015622

**Tabela 5.8** Estatísticas de erro para os valores originais

Um RMSE de 0,015622 significa que o erro tem uma variância de 1,5622% em relação ao valor original, que não é estacionário. Considerando um intervalo de predição de 95,45% (ou seja, dois desvios padrões), o percentual de erro passa a ser de 3,1324%, para mais ou para menos, o que, de certa forma, pode ser considerado razoável.

Na Tabela 5.6 encontra-se também a análise dos resíduos. Tanto a soma dos quadrados dos resíduos quanto o erro médio quadrado dos resíduos apresentam valores pequenos. O que

mostra que o modelo ARIMA proposto é consistente. Essa afirmação é reforçada pela análise da estatística de  $DW$ , que é significativamente próxima de 2 (1,979) e pela estatística  $Q$ , que apresenta nível de significância de 74,89%. Essas características permitem afirmar, ainda, que o modelo possui ruído branco.

O passo seguinte foi analisar os coeficientes dos parâmetros do modelo ARIMA proposto. Pela Tabela 5.6 pode-se notar que todos os coeficientes mostram-se significativos, com estatística  $t$  acima de 2 e  $P$ -value muito próximo a zero. Tal característica só não é verdadeira para o parâmetro SAR 24, no qual a estatística  $t$  é -1,44 e o  $P$ -value é 0,152. Entretanto, essa característica, isoladamente, não invalida o modelo porque todos os demais indicadores são bons, resultando em um conjunto de dados com ruído branco e BIC muito pequeno.

Na Tabela 5.9 é apresentada a matriz de correlação dos coeficientes dos parâmetros.

	AR 1	SAR 12	SAR 24
SAR 12	-0,101		
SAR 24	0,105	<b>-0,989</b>	
SMA 12	-0,033	0,690	-0,628

**Tabela 5.9** Matriz de correlação dos coeficientes dos parâmetros usados no modelo ARIMA

Note que quase todos os coeficientes apresentados na Tabela 5.9 não mostram qualquer correlação entre os coeficientes estimados, exceto entre os SAR 12 e o SAR 24. Para esses coeficientes, a correlação é alta e negativa, mostrando que há algum grau de associação entre eles. Especificamente, cada 1 desvio padrão no coeficiente SAR 12 está associado a 0,989 desvio padrão em SAR 24, porém, na direção oposta, e vice-versa. Esse fato, por si só, não permite que o modelo seja descartado, haja vista que as estatísticas analisadas anteriormente, e até mesmo a correlação entre os demais coeficientes, indicam que o modelo ARIMA está bem definido e é consistente.

Para finalmente confirmar se o modelo ARIMA é adequado ou não, analisaram-se o ACF e o PACF dos resíduos que são apresentados, respectivamente, nas Figura 5.14 e Figura 5.15. Além do ACF e do PACF dos resíduos, nos gráficos da Figura 5.16 encontram-se as projeções dos resíduos.

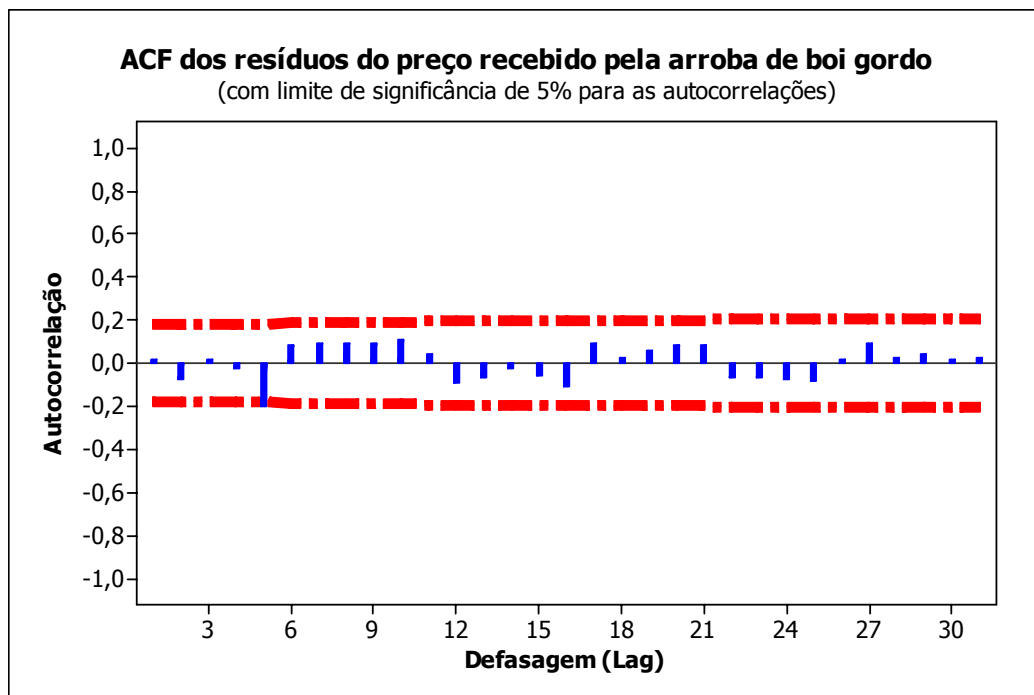


Figura 5.14 ACF dos resíduos do modelo ARIMA estimado para o preço recebido pela arroba de boi gordo

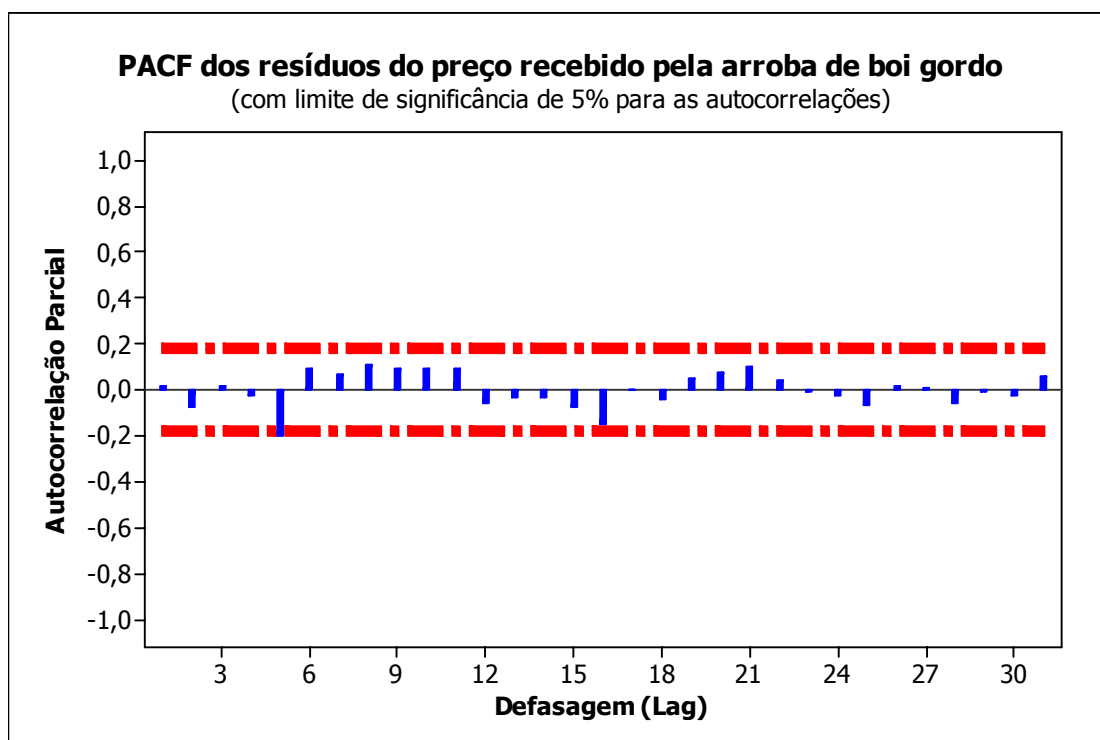
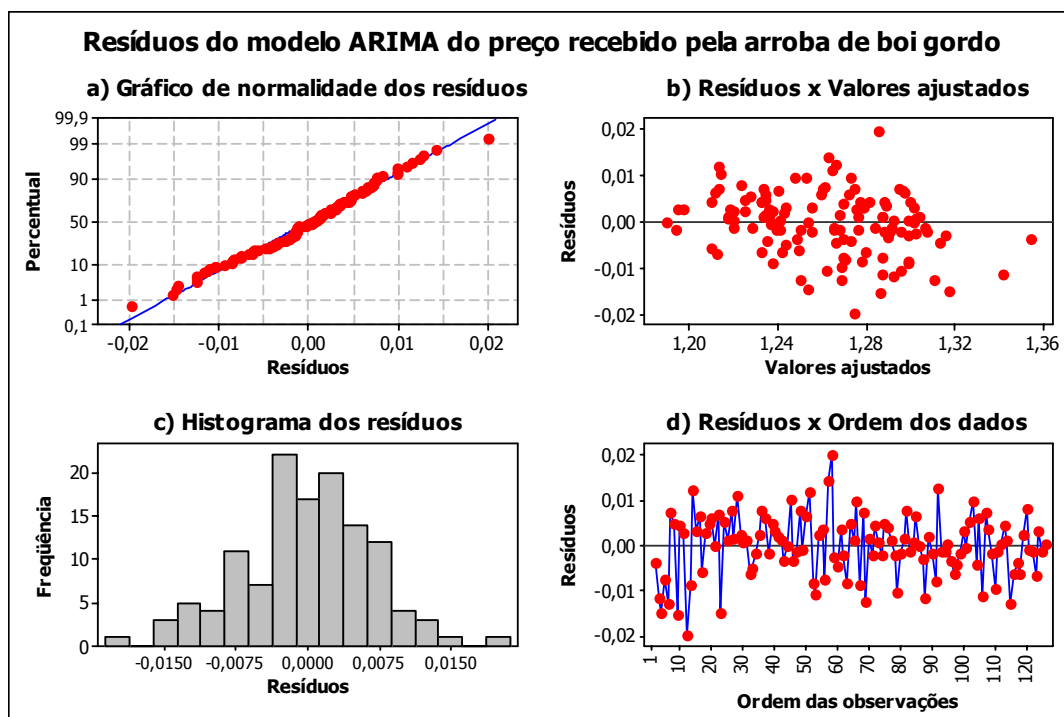


Figura 5.15 PACF dos resíduos do modelo ARIMA estimado para o preço recebido pela arroba de boi gordo



**Figura 5.16** Gráficos dos resíduos do modelo ARIMA estimado para o preço recebido pela arroba de boi gordo

Os gráficos da Figura 5.16 sugerem que, no geral, os resíduos são normalmente distribuídos, o que confirma a inexistência de um padrão de comportamento dos dados. Por meio do gráfico a) da Figura 5.16 pode-se notar a presença de dois possíveis *outliers* que, inclusive, aparecem no PACF da Figura 5.15. No entanto, analisando-se o limite de significância do PACF, pode-se afirmar que esses valores estão em cima da linha e que ambos não representam a existência de qualquer padrão adicional.

Portanto, por meio dessas análises pode-se concluir que esse é um bom modelo para essa série temporal, o que confirma sua utilização para se realizar previsões. As previsões realizadas a partir desse modelo são apresentadas no subitem seguinte.

## 5.2.4 Previsão

O modelo ARIMA apresentado por meio da Equação (5.6) mostrou-se adequado para ajustar os dados, conforme descrito no subitem anterior. Para realizar previsões, basta substituir os valores de  $Y_{t-n}$  conhecidos na Equação (5.7), que é apresentada logo abaixo.

$$\begin{aligned} \hat{Y}_t = & Y_{t-1} + 0,4086Y_{t-1} - 0,4086Y_{t-2} + 1,1576Y_{t-12} - 1,1576Y_{t-13} - \dots \\ & \dots - 0,473Y_{t-13} + 0,473Y_{t-14} - 1,1719Y_{t-24} + 0,4788Y_{t-25} + \dots \\ & \dots + 1,1719Y_{t-25} - 0,4788Y_{t-26} - 0,8840(Y_{t-12} - \hat{Y}_{t-12}) \end{aligned} \quad (5.7)$$

Pelo fato de se ter utilizado *softwares* especialistas, como comentado anteriormente, eles também geram os valores previstos e o intervalo de confiança da previsão com 95% de limite inferior e superior. Assim, os valores previstos e o respectivo intervalo de confiança são apresentados na Tabela 5.10.

Como a série do preço recebido pela arroba de boi gordo teve que ser deflacionada e logatmizada para que o modelo atingisse estacionariedade, os valores previstos pelo *software*, com o respectivo intervalo de confiança, foram expressos na forma logaritmicada. Uma forma de verificar se o modelo teórico gerado revela um bom processo de previsão na prática é comparando-se os valores previstos com os realmente encontrados no mercado. Para que essa comparação fosse possível, adotou-se o inverso do processo de transformação e ajuste descrito, ou seja, os valores apresentados na Tabela 5.10 foram deslogaritmicados e inflacionados para o mês de junho de 2005, gerando a Tabela 5.11.

Mês	Valores Previstos	95% de limite	
		Superior	Inferior
jul/05	1,1962	1,2097	1,1827
ago/05	1,2022	1,2255	1,1789
set/05	1,2030	1,2345	1,1715
out/05	1,2055	1,2440	1,1669
nov/05	1,2073	1,2519	1,1626
dez/05	1,2061	1,2562	1,1561
jan/06	1,2001	1,2551	1,1450
fev/06	1,1936	1,2531	1,1340
mar/06	1,1865	1,2503	1,1228
abr/06	1,1809	1,2486	1,1132
mai/06	1,1736	1,2450	1,1021
jun/06	1,1709	1,2459	1,0959

**Tabela 5.10** Valores previstos e intervalo de confiança apresentado pelo *software* MINITAB, de julho de 2005 a junho de 2006

Mês	Valores Previstos	95% de limite	
		Superior	Inferior
jul/05	R\$ 51,92	R\$ 53,56	R\$ 50,33
ago/05	R\$ 52,64	R\$ 55,54	R\$ 49,89
set/05	R\$ 52,74	R\$ 56,71	R\$ 49,05
out/05	R\$ 53,04	R\$ 57,96	R\$ 48,54
nov/05	R\$ 53,26	R\$ 59,03	R\$ 48,06
dez/05	R\$ 53,12	R\$ 59,62	R\$ 47,34
jan/06	R\$ 52,38	R\$ 59,46	R\$ 46,15
fev/06	R\$ 51,61	R\$ 59,19	R\$ 45,00
mar/06	R\$ 50,78	R\$ 58,80	R\$ 43,84
abr/06	R\$ 50,12	R\$ 58,58	R\$ 42,89
mai/06	R\$ 49,28	R\$ 58,10	R\$ 41,81
jun/06	R\$ 48,98	R\$ 58,21	R\$ 41,21

**Tabela 5.11** Valores deslogaritmizados e inflacionados, referentes à Tabela 5.10, de julho de 2005 a junho de 2006

Os valores de mercado foram obtidos por meio do Indicador de Preço Disponível do Boi Gordo ESALQ/BM&F, para o estado de São Paulo e são apresentados na Tabela 5.12. Pelo fato desse indicador ter frequência diária, as datas dos respectivos meses apresentados na Tabela 5.12 foram escolhidas aleatoriamente.

Comparando-se os valores da Tabela 5.11 com os da Tabela 5.12, pode-se afirmar que todos os preços à vista do mercado, em suas respectivas datas de fechamento, encontraram-se dentro do intervalo de confiança previsto pelo *software* (Tabela 5.11) nos meses correspondentes. Tal afirmação só não é verdadeira quando consideram-se os preços a prazo do mercado, cujos valores de fechamento são mais elevados, em média, R\$ 1,00. Uma característica que chamou a atenção é que, até mesmo os valores de mercado a partir do mês de outubro de 2005, encontram-se dentro do intervalo de confiança previsto pelo *software*. Característica interessante, pois, nesse mês, foram descobertos focos de febre aftosa na região centro-oeste do Brasil, provocando desregulamentação do mercado.

Analisando-se especificamente o intervalo de confiança da previsão apresentado na Tabela 5.11, nota-se que ele aumenta de acordo com os meses. Ou seja, o intervalo de confiança em julho de 2005 vai de R\$ 50,33 a R\$ 53,56, ou seja, uma diferença de R\$ 3,22. Enquanto que em junho de 2006 a diferença entre o limite inferior e limite superior é de R\$ 17,00 (de R\$ 41,21 a R\$ 58,21). Tal fato é justificado pela transformação e pelo ajuste realizado nos dados

para a obtenção da estacionariedade. Isso fez com que os efeitos da variação se tornassem aditivos ao longo do tempo.

Data	Preço à vista – R\$/arroba			Preço a prazo – R\$/arroba		
	Fechamento	Máximo	Mínimo	Fechamento	Máximo	Mínimo
11/07/2005	52,85	53,33	51,82	53,85	54,25	53,00
12/07/2005	52,78	53,36	51,95	53,77	54,25	53,00
13/07/2005	52,65	53,33	51,82	53,78	54,25	53,00
14/07/2005	52,59	53,31	51,82	53,70	54,25	53,00
15/07/2005	52,55	53,31	51,77	53,62	54,25	53,00
15/08/2005	51,88	50,82	48,95	50,57	51,18	50,00
16/08/2005	51,78	50,85	48,86	50,73	51,18	50,00
17/08/2005	51,60	51,31	48,98	50,92	52,20	50,00
18/08/2005	51,19	50,90	49,88	51,26	52,20	51,00
19/08/2005	50,90	51,26	49,83	51,68	52,20	51,00
19/09/2005	56,42	58,38	54,89	57,47	59,37	57,00
20/09/2005	56,27	58,41	54,92	57,42	59,37	57,00
21/09/2005	56,18	57,32	54,76	57,41	58,34	57,00
22/09/2005	55,68	57,34	53,98	56,92	58,62	55,00
23/09/2005	55,42	57,40	52,85	56,62	58,34	55,00
17/10/2005	56,42	58,38	54,89	57,47	59,37	57,00
18/10/2005	56,27	58,41	54,92	57,42	59,37	57,00
19/10/2005	56,18	57,32	54,76	57,41	58,34	57,00
20/10/2005	55,68	57,34	53,98	56,92	58,62	55,00
21/10/2005	55,42	57,40	52,85	56,62	58,34	55,00
11/11/2005	58,31	59,35	56,97	59,44	60,39	58,00
14/11/2005	58,03	59,43	56,89	59,37	60,39	58,00
16/11/2005	57,82	59,02	56,94	58,96	60,00	58,00
17/11/2005	57,33	58,32	56,18	58,42	59,37	58,00
18/11/2005	56,53	58,32	55,01	57,57	59,37	56,00

**Tabela 5.12** Datas e indicadores de preço disponível do boi gordo ESALQ/BMF para o Estado de São Paulo, disponível em [www.bmf.com.br](http://www.bmf.com.br)

Para reafirmar a eficácia do modelo proposto, aplicou-se a Equação (5.7) diretamente aos dados da Figura 5.9 (dados sem o ajuste da inflação e sem transformação matemática). Ou seja, simplesmente substituíram-se os valores conhecidos de  $Y_{t-n}$  na Equação (5.7) e, quando eles não eram conhecidos, utilizaram-se os valores de  $Y_{t-n}$  previstos por ela. A partir da

substituição dos dados na Equação (5.7), apresenta-se, na Tabela 5.13, a previsão do preço a ser recebido pelos produtores pela arroba de boi gordo, de junho de 2005 a maio de 2006.

Mês	Valores previstos
jul/05	R\$ 51,20
ago/05	R\$ 51,94
set/05	R\$ 52,12
out/05	<b>R\$ 48,76</b>
nov/05	R\$ 58,31
dez/05	R\$ 58,24
jan/06	R\$ 59,26
fev/06	R\$ 59,84
mar/06	R\$ 59,72
abr/06	R\$ 58,30
mai/06	R\$ 56,87
jun/06	R\$ 56,44

**Tabela 5.13** Valores previstos a partir da substituição dos dados originais apresentados na Figura 5.9 direto na Equação (5.7)

Comparando-se os dados da Tabela 5.12 com os da Tabela 5.13, nota-se que os valores previstos são bem próximos dos efetivamente praticados no mercado. Como já se esperava, a exceção fica por conta dos valores referente às datas de outubro, confirmando a desregulamentação dos preços no mercado. Portanto, pode-se afirmar que a utilização do modelo de previsão proposto por meio da Equação (5.5) é efetivo, ajustando-se bem aos preços efetivamente cobrados/pagos no mercado.

### 5.2.5 Considerações finais

O modelo apresentado pela Equação (5.7), sob o ponto de vista teórico, apresenta coeficientes estatisticamente significantes, com indicadores de erro pequenos e com boa explicação da variação dos dados originais. Sob o ponto de vista prático, ele revela um bom processo de previsão, produzindo resultados significativos e próximos aos valores de mercado.

Se comparado com a complexidade da série do preço recebido pela arroba de boi gordo, a Equação (5.7) (que deve ser utilizada para realizar previsões) apresenta-se de forma



relativamente simples. O único empecilho na sua utilização é o tamanho da série histórica de dados que, no caso, limita-se à quantidade mínima de 26 observações.

### 5.3 Comparação entre a regressão múltipla e o modelo ARIMA

Analisando-se estruturalmente os dois modelos utilizados neste trabalho e, a partir das principais referências sobre eles (CHATTERJEE e BERTRAM, 1991; DeLURGIO, 1998; MAKRIDAKIS *et al.*, 1998; GUJARATI, 2000; MONTGOMERY e RUNGER, 2003 e outros), as seguintes comparações podem ser feitas:

- os dois modelos são de uso consagrado por especialistas que realizam previsões, sendo que a análise de regressão destina-se à modelagem de relações entre variáveis, o que possibilita, além da previsão, a explicação do comportamento da variável dependente em relação às independentes, enquanto que o modelo ARIMA tem como objetivo representar precisamente os padrões passados e futuros das séries temporais;
- tanto a análise de regressão quanto o modelo ARIMA possuem uma metodologia para a construção do modelo, sendo a modelagem ARIMA feita empiricamente, com base na análise prévia dos dados da série em estudo. A análise de regressão baseia-se na possível relação de causa e efeito entre a variável dependente e as independentes;
- ambos resultam de bons ajustes e análises estatísticas para a validação dos modelos de previsão;
- enquanto a análise de regressão necessita de mais de uma série de dados para a modelagem, o modelo ARIMA precisa de especialistas para a correta identificação dos parâmetros do modelo de previsão, pois, a construção do modelo é personalizada para uma determinada série em análise;
- ambos necessitam de um número elevado de observações, entretanto, no modelo ARIMA isto refere-se ao tamanho da série e, na análise de regressão, à quantidade de variáveis;
- os modelos possuem diferentes horizontes de previsão, podendo o ARIMA ser usado para prever desde períodos “imediatos” (menores do que 1 mês) até longos períodos (mais de 3 anos), enquanto a regressão só realiza previsões de períodos curtos (de 1 a 3 meses) até períodos longos;

- os dois modelos podem ser utilizados no planejamento, só que o modelo ARIMA é mais abrangente, pois, vai desde o planejamento produtivo até o estratégico, enquanto que a análise de regressão abrange apenas do agregado até o estratégico.

Além das comparações estruturais entre os modelos, que são importantes para aprimorar o uso e saber diferenciá-los, neste trabalho há interesse também em comparar o desempenho de cada um dos modelos em relação aos resultados atingidos. Portanto, comparando-se os modelos de acordo com os resultados apresentados, há indícios de que:

- a metodologia para modelagem dos dados é válida, tanto da análise de regressão quanto para o modelo ARIMA;
- após todos os ajustes, transformações e melhorias realizadas (tanto nos dados quanto nas estruturas) os dois modelos conseguiram se ajustar aos dados. Pois, tanto o  $\bar{R}^2$  da análise de regressão quanto o do modelo ARIMA apresentaram valores próximos a 95%;
- nos dois modelos, a soma dos quadrados dos resíduos encontrada é muito pequena, sendo que na análise de regressão ela é ligeiramente menor;
- tanto as variáveis da análise de regressão quanto os parâmetros do modelo ARIMA são estatisticamente significativos para realizar previsões;
- apesar do fato de que apenas o modelo ARIMA foi capaz de gerar uma equação prática e efetiva para realizar previsões, a análise de regressão apontou que somente a oferta de carne e o próprio preço da arroba de boi gordo são indispensáveis na construção de um modelo de previsão do preço a ser recebido pela arroba de boi gordo.

Por fim, analisando-se todas as comparações feitas, não há como afirmar que um dos modelos utilizados seja melhor ou pior do que o outro, pois, estruturalmente, eles possuem características diferentes e, analisando-se os resultados obtidos, conclui-se que cada um teve a sua contribuição individual neste trabalho.

No próximo capítulo são apresentadas as principais conclusões sobre este trabalho.

## 6 CONCLUSÕES

Como apresentado na introdução, o objetivo principal deste trabalho era, por meio de uma abordagem metodológica, comparar a análise de regressão múltipla e a modelagem ARIMA na previsão do preço a ser recebido pela arroba de boi gordo.

Com base nos resultados obtidos, no Capítulo 5 foram apresentadas as análises dos resultados, em que foram realmente construídos, avaliados e validados os modelos de previsão. Nesse capítulo também foi identificado que, dentre as variáveis que os produtores e outros agentes do mercado julgavam importante, apenas a oferta de carne e o próprio preço da arroba de boi gordo são efetivas na previsão do preço. Por isso, no caso da análise de regressão proposta, não foi possível utilizar a equação gerada para realizar previsões, devido a limitações do modelo porque ela depende dos valores da oferta futura de carne e dos erros da própria previsão. Entretanto, por meio da equação de previsão gerada pelo modelo ARIMA, isso pode ser feito.

O trabalho também leva a concluir que a falta de informações gerenciais da maioria dos produtores realmente compromete a rentabilidade do negócio, pois, das variáveis utilizadas para a previsão do preço da arroba de boi gordo, a única que apresentou indícios de influenciar o preço é a quantidade de carne ofertada. Todas as outras, quando analisadas em conjunto, não conseguem explicar a variação do preço no mercado. Além disso, outro ponto que chama a atenção nos resultados deste trabalho é que o preço da arroba de boi gordo está muito mais relacionado com o seu próprio preço no passado do que com outras variáveis do mercado.

Por fim, comparando-se os dois modelos de previsão utilizados neste trabalho, não se pode afirmar que um seja superior ou inferior ao outro, nem na estrutura e nem nos resultados alcançados, pois, cada um deles apresenta características distintas. Além disso, os dois modelos utilizados foram de fundamental importância para o trabalho. A análise de regressão, por exemplo, foi o modelo responsável por identificar que a oferta de carne e o próprio preço da arroba de boi gordo são as variáveis que mais influenciam o preço, enquanto que o modelo ARIMA, além de realizar previsões, propôs uma equação matemática que pode ser utilizada para fazer previsões do preço da arroba de boi gordo.

Portanto, apesar das limitações deste trabalho, ele mostra-se relevante, pois, apesar de estudar um problema que já foi foco de outros estudos, ele sugere novas soluções para a previsão do

preço da arroba de boi gordo, alcançando, inclusive, novos resultados empregando técnicas de previsão conhecidas (como é o caso da análise de regressão e da modelagem ARIMA) e consagradas no meio científico. Além disso, a equação de previsão gerada pode ser utilizada como um instrumento gerencial no apoio ao planejamento e à tomada de decisão.

Para trabalhos futuros, sugere-se que a modelagem da previsão do preço da arroba de boi gordo utilize métodos de previsão qualitativos, combinados com os métodos quantitativos, dentro de um ambiente de inteligência artificial. Essa proposta, além de considerar os dados de séries temporais, também deve considerar a opinião de especialistas ligados ao mercado. O ambiente de inteligência artificial deve ser o responsável por modelar as duas fontes de dados e informações. Com essa abordagem, espera-se minimizar substancialmente o erro de previsão e colocar à disposição do mercado uma ferramenta gerencial de apoio à decisão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROANALYSIS (2006). Novo recorde do agronegócio. **Agroanalysis**, n.1, v.26, p.26-27.
- ARIMA, H. K. (1996) Carne na cesta básica, mas falta cortar tributos. **CTC TecnoCarnes**, Campinas, v.6, n. 6, p. 49, nov./dez.
- ARMSTRONG, J. S.; COLLOPY, F. (1998). Integration of statistical methods and judgment for time series forecasting: Principles from empirical research. **Forecasting with judgment**. New York: John Wiley & Sons, Inc. p 269-293.
- ARNOLD, J. R. T. (1999). **Administração de materiais**. São Paulo: Atlas.
- BACCHI, M. R. P.; HOFFMANN, R. (1995) Previsão de preços de bovino e frango com modelos de séries temporais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Brasília. v.33, n.4, p.9-28, out./dez.
- BARBANCHO, A. G. (1970) **Fundamentos e possibilidades da econometria**. Rio de Janeiro: Forum Editora. p.18-32.
- BERTRAND, J. W. M., FRANSOO, J. C. (2002) Modelling and simulation. Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22. n. 2. p. 241-264.
- BM&F (1998). Curso de futuros e opções. **Bolsa de Mercadorias e Futuros**. São Paulo. 258p.
- BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M. (1976) **Time series analysis: forecasting and control**, 2nd ed. San Francisco: Holden-Day.
- BOX, G. E. P.; JENKINS, G.M. (1970) **Time series analysis: forecasting and control**. San Francisco: Holden-Day.
- BOX, G. E. P.; JENKINS, G.M.; REINSEL, G. C. (1994) **Time series analysis: forecasting and control**. 3rd ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prince-Hall.
- BRASIL. Ministério da Fazenda. (1999) **Reforma tributária: justificativa da proposta preparada pelo Ministério da Fazenda**. Disponível: < <http://www.fazenda.gov.br> >.
- CARVALHO, F. W. A.; BATISTA, M. A. V.; LIMA, B. G. de; PEREIRA, J. K. C.; RODRIGUES, P. N. F.; ARAÚJO, F. N. de. (2003). Comportamento do mercado de carne

bovina no Estado do Ceará no período de 1976 a 1990. In: **XLI Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural**. Juiz de Fora, 2004. Anais... Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, Universidade Federal de Juiz de Fora, Universidade Federal de São João Del Rei, UFLA, Universidade Federal de Viçosa, n.1. CD-ROM.

CHATTERJEE, S.; BERTRAM, P. (1991) **Regression analysis by example**. New York: John Wiley & Sons, Inc.

CNA/CEPEA-USP (2005). Agroindústria cresce, mas agropecuária cai em 2004. **PIB do agronegócio CNA/CEPEA-USP**. Piracicaba: CEPEA/Esalq/USP. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br>>. Acessado em: 07 de julho de 2005.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. (2000). **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação**. 3ªed. São Paulo: Atlas.

COUTO, M. T. (1997) Previsão de preços para a pecuária de corte. **Preços Agrícolas**, Piracicaba, v.124, p.24-27.

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. (2001) **Fundamentos da administração da produção**. 3ªed. Porto Alegre : Bookman Editora.

DE ZEN, S. (1993). Alguns aspectos do processo de formação de preços da pecuária de corte. **Preços Agrícolas**, v.86, 4-9 p., dez.

DeLURGIO, S. A. (1998). **Forecasting principles and applications**. 1st Edition. Singapore: McGraw-Hill. 802p.

FABRIS, A. A. (2000). Estratégia para previsão e acompanhamento da demanda de carnes no mercado de frangos de corte. Florianópolis. 97f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.

FNP Consultoria e Comércio (1997). Novas previsões para o ciclo pecuário. São Paulo: ANUALPEC–97/FNP Consultoria & Comércio, p.99-100.

FNP Consultoria e Comércio (2004). **Anualpec 2004**: Anuário da pecuária brasileira. São Paulo. Pecuária de corte.

FNP Consultoria e Comércio (2005). **Anualpec 2005**: Anuário da pecuária brasileira. São Paulo. Pecuária de corte.

- FREIMAN, J. P. (2004). **Utilização de redes neurais artificiais na previsão de indicadores financeiros para avaliação econômica de negócios em situação de risco**. Itajubá. 84f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá.
- GARCIA, E. A. C. (1982) Análise harmônica aplicada às variações de preço do boi no Pantanal matogrossense. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Brasília. v.20, n.4, p.557-574, out./dez.
- Gazeta Mercantil (1998). Análise setorial: a Indústria de Carne. **Gazeta Mercantil**. v.1, São Paulo. 205p.
- GIL, A. C. (1999) **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas.
- GUJARATI, D. N. (2000). **Econometria básica**. São Paulo: Makron Books. 846p.
- HARWOOD, J.; HEIFNER, R.; COBLE, K.; PERRY, J; SOMWARU, A. (1999) **Managing risk in farming: concepts, research, and analysis**. Washington: Economic Research Service, USDA. n.774. 125p.
- IBGE (1996). **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IEL; CNA; SEBRAE (2000). **Estudo sobre a eficiência econômica e competitiva da cadeia agroindustrial da pecuária de corte no Brasil**. Brasília: IEL. 414p.
- IGREJA, A. C. M. (1987). **Evolução da pecuária bovina de corte no estado de São Paulo no período de 1969-1984**. Piracicaba. 197 p. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- KASSOUF, A. L. (1988) **Previsão de preços na pecuária de corte do Estado de São Paulo**. Piracicaba. 102 p. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- KASSOUF, A. L.; HOFFMANN, R. (1988) Previsão de preços de boi gordo no Estado de São Paulo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Brasília. v.26, n.2, p.181-194, abr./jun.
- LAZZARINI NETO, S.; LAZZARINI, S. G.; PISMEL, F. S. (1996) **Pecuária de corte: a nova realidade e perspectivas do agribusiness**. São Paulo: Lazzarini & Associados.
- MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S. C.; HYDMAN R. J. (1998). **Forecasting methods and applications**. 3<sup>th</sup> edition. New Jersey: John Wiley & Sons. 642p.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. (1999) **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva.

- McCARTHY, E. J.; PERREAULT JR., W. D. (1997). **Marketing essencial**: Uma abordagem gerencial e global. São Paulo: Atlas.
- MITROFF, I. I.; BETZ, F.; PONDY, L. R.; SAGASTI, F. (1974) On managing science in the systems age: two schemas for the study of science as a whole systems phenomenon. **Interfaces**. v.4. n.3. pp.46-58.
- MOLINARI, P. (1999). Pecuária: possíveis reflexos da desvalorização cambial. **Safras & Mercado**, Porto Alegre, n. 273, 15 fev.
- MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. (2003) **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. 2ªed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos S.A. 463p.
- MOORE, J. H.; WEATHERFORD, L. R. (2005) **Tomada de decisões em administração com planilhas eletrônicas**. 6ª edição. Porto Alegre: Bookman. Capítulo 13, Previsão. 644p.
- MOREIRA, D. A. (1996) **Administração da produção e operações**. 2e. São Paulo: Pioneira.
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. de C. (1981). Modelos para Previsão de Séries Temporais. In: **13º Colóquio Brasileiro de Matemática**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1981.
- MUELLER, A. (1996). **Uma aplicação de redes neurais artificiais na previsão do mercado acionário**. Florianópolis. 90f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.
- MURDICK, R. G; GEORGOFF, D. M. (1986). How to choose the best techniques – or combination of techniques – to help solve your particular forecasting dilemma. **Harvard Business Review**, January-February. p.110-120.
- RAGSDALE, C. T. (2001). **Spreadsheet modeling and decision analysis**. 3rd Edition. Ohio: South-Western Publishing. 794p.
- REIS, R.P.; MEDEIROS, A.L.; MONTEIRO, L.A. (2001) Custo de produção da atividade leiteira na região Sul de Minas Gerais. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, Lavras, v.3, n.2. p.45-54, jul./dez.
- SANDERS, N. R.; (1995) Managing the forecasting function. **Industrial Management & Data Systems**, MCB University Press, v.95, n.4, p.12-18.
- SCHOUCHANA, F.; CAFFAGNI, L. C. (2001). Fatores que determinam o preço do bezerro. **Resenha BM&F**, n. 143, 67-75 p.



SCHWITZKY, M. (2001). **Acuracidade dos métodos de previsão e sua relação com o dimensionamento dos estoques de produtos acabados**. Florianópolis. 137f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.

SIFFERT FILHO, N., FAVERET FILHO, P. (1998) O sistema agroindustrial de carnes: competitividade e estruturas de governança. **Rev. BNDES**. n.10, dez. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/publica/revista.htm>, consulta 22/01/2005.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. (2005) **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4ªed. Florianópolis: UFSC. 138p.

SILVA, L. M. R.; LEMOS, J. de J. S. (1986) Variação estacional nos preços do boi gordo no nordeste: um modelo de análise estática comparativa. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Brasília. v.24, n.3, p.331-340. jul./set.

USDA (2005). Foreign Agricultural Service. **Livestock and poultry: world markets and trade**. Washington: United States Department of Agriculture. 31p. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/dlp/circular/2005/05-04LP/dlp5-03LP.pdf>> Acessado em: 07 de julho de 2005.

WEDEKIN, I.; NEVES, M. F. (1995) Sistemas de distribuição de alimentos: o impacto de novas tecnologias. **Rev. de Administração**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 5-18, out./dez. 1995.

WHEELWRIGHT, S. C.; MAKRIDAKIS, S. (1985). **Forecasting Methods for Management**. 4th edition. New York: John Wiley & Sons Inc.

ZIMMER, A. H. (1993) Pastagens para bovinos de corte. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J.C.; FARIA, V. P. **Bovinocultura de Corte**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 231-267. (Série atualização em zootecnia, 8).

## **ANEXOS**

ANEXO A – Preço recebido pelos produtores pela arroba de boi gordo, de janeiro de 1995 a junho de 2005.

**Fonte:** FGV Preços Agropecuários – disponível em [www.fgvdados.com.br](http://www.fgvdados.com.br)

**Und. Medida:** R\$ / 15 kg

**Data emissão:** 13/10/2005

Mês/Ano	Preço
jan/95	R\$ 25,22
fev/95	R\$ 24,71
mar/95	R\$ 24,00
abr/95	R\$ 23,03
mai/95	R\$ 21,90
jun/95	R\$ 21,29
jul/95	R\$ 22,36
ago/95	R\$ 23,41
set/95	R\$ 22,60
out/95	R\$ 22,77
nov/95	R\$ 23,33
dez/95	R\$ 22,14
jan/96	R\$ 21,25
fev/96	R\$ 21,25
mar/96	R\$ 21,08
abr/96	R\$ 21,06
mai/96	R\$ 20,76
jun/96	R\$ 20,68
jul/96	R\$ 21,75
ago/96	R\$ 22,72
set/96	R\$ 22,88
out/96	R\$ 23,54
nov/96	R\$ 23,16
dez/96	R\$ 22,88
jan/97	R\$ 22,64
fev/97	R\$ 22,82
mar/97	R\$ 23,00
abr/97	R\$ 23,45
mai/97	R\$ 23,41
jun/97	R\$ 23,46
jul/97	R\$ 24,35
ago/97	R\$ 24,75
set/97	R\$ 24,61
out/97	R\$ 24,75
nov/97	R\$ 24,96
dez/97	R\$ 25,19
jan/98	R\$ 25,37
fev/98	R\$ 25,23
mar/98	R\$ 25,30
abr/98	R\$ 25,35
mai/98	R\$ 25,24
jun/98	R\$ 25,21
jul/98	R\$ 25,73

Mês/Ano	Preço
ago/98	R\$ 26,19
set/98	R\$ 26,76
out/98	R\$ 26,97
nov/98	R\$ 26,91
dez/98	R\$ 27,36
jan/99	R\$ 27,35
fev/99	R\$ 28,70
mar/99	R\$ 29,96
abr/99	R\$ 29,52
mai/99	R\$ 28,22
jun/99	R\$ 28,08
jul/99	R\$ 29,46
ago/99	R\$ 30,09
set/99	R\$ 31,61
out/99	R\$ 34,38
nov/99	R\$ 35,94
dez/99	R\$ 36,01
jan/00	R\$ 36,00
fev/00	R\$ 35,70
mar/00	R\$ 34,96
abr/00	R\$ 34,64
mai/00	R\$ 34,19
jun/00	R\$ 34,93
jul/00	R\$ 36,37
ago/00	R\$ 38,16
set/00	R\$ 37,99
out/00	R\$ 38,79
nov/00	R\$ 38,93
dez/00	R\$ 39,12
jan/01	R\$ 38,87
fev/01	R\$ 38,48
mar/01	R\$ 38,68
abr/01	R\$ 39,16
mai/01	R\$ 38,91
jun/01	R\$ 39,24
jul/01	R\$ 39,85
ago/01	R\$ 40,55
set/01	R\$ 40,68
out/01	R\$ 42,55
nov/01	R\$ 43,16
dez/01	R\$ 43,04
jan/02	R\$ 43,16
fev/02	R\$ 43,03

Mês/Ano	Preço
mar/02	R\$ 42,57
abr/02	R\$ 41,32
mai/02	R\$ 40,79
jun/02	R\$ 40,90
jul/02	R\$ 41,63
ago/02	R\$ 44,27
set/02	R\$ 45,86
out/02	R\$ 48,64
nov/02	R\$ 51,74
dez/02	R\$ 52,33
jan/03	R\$ 51,94
fev/03	R\$ 51,40
mar/03	R\$ 51,16
abr/03	R\$ 50,61
mai/03	R\$ 49,32
jun/03	R\$ 49,07
jul/03	R\$ 51,12
ago/03	R\$ 52,79
set/03	R\$ 54,44
out/03	R\$ 54,45
nov/03	R\$ 55,41
dez/03	R\$ 55,81
jan/04	R\$ 55,30
fev/04	R\$ 53,93
mar/04	R\$ 53,13
abr/04	R\$ 52,83
mai/04	R\$ 53,10
jun/04	R\$ 53,83
jul/04	R\$ 54,41
ago/04	R\$ 54,93
set/04	R\$ 54,65
out/04	R\$ 54,24
nov/04	R\$ 54,83
dez/04	R\$ 55,74
jan/05	R\$ 55,31
fev/05	R\$ 54,49
mar/05	R\$ 53,42
abr/05	R\$ 52,98
mai/05	R\$ 51,88
jun/05	R\$ 51,35

ANEXO B – Índice Geral de Preços Disponibilidade Interna, de janeiro de 1995 a junho de 2005.

**Fonte:** FGV Índice Gerais de Preço – disponível em [www.fgvdados.com.br](http://www.fgvdados.com.br)

**Und. Medida:** Índice - Agosto de 1994 = 100

**Data emissão:** 13/10/2005

Mês/Ano	Índice
jan/95	108,79
fev/95	110,04
mar/95	112,04
abr/95	114,61
mai/95	115,07
jun/95	118,09
jul/95	120,73
ago/95	122,29
set/95	120,97
out/95	121,24
nov/95	122,85
dez/95	123,19
jan/96	125,40
fev/96	126,35
mar/96	126,63
abr/96	127,51
mai/96	129,66
jun/96	131,24
jul/96	132,67
ago/96	132,68
set/96	132,85
out/96	133,14
nov/96	133,52
dez/96	134,69
jan/97	136,81
fev/97	137,39
mar/97	138,99
abr/97	139,81
mai/97	140,23
jun/97	141,21
jul/97	141,33
ago/97	141,27
set/97	142,10
out/97	142,59
nov/97	143,77
dez/97	144,77
jan/98	146,04
fev/98	146,07
mar/98	146,41
abr/98	146,21
mai/98	146,54
jun/98	146,95
jul/98	146,40

Mês/Ano	Índice
ago/98	146,14
set/98	146,11
out/98	146,06
nov/98	145,80
dez/98	147,23
jan/99	148,92
fev/99	155,53
mar/99	158,60
abr/99	158,65
mai/99	158,10
jun/99	159,71
jul/99	162,25
ago/99	164,61
set/99	167,03
out/99	170,18
nov/99	174,50
dez/99	176,65
jan/00	178,45
fev/00	178,80
mar/00	179,13
abr/00	179,36
mai/00	180,56
jun/00	182,24
jul/00	186,35
ago/00	189,75
set/00	191,05
out/00	191,76
nov/00	192,51
dez/00	193,97
jan/01	194,92
fev/01	195,58
mar/01	197,15
abr/01	199,37
mai/01	200,25
jun/01	203,17
jul/01	206,45
ago/01	208,32
set/01	209,11
out/01	212,14
nov/01	213,76
dez/01	214,14
jan/02	214,54
fev/02	214,93

Mês/Ano	Índice
mar/02	215,17
abr/02	216,67
mai/02	219,07
jun/02	222,87
jul/02	227,44
ago/02	232,82
set/02	238,97
out/02	249,04
nov/02	263,58
dez/02	270,69
jan/03	276,58
fev/03	280,98
mar/03	285,64
abr/03	286,82
mai/03	284,90
jun/03	282,91
jul/03	282,35
ago/03	284,11
set/03	287,08
out/03	288,34
nov/03	289,72
dez/03	291,46
jan/04	293,79
fev/04	296,98
mar/04	299,75
abr/04	303,18
mai/04	307,62
jun/04	311,58
jul/04	315,11
ago/04	319,24
set/04	320,79
out/04	322,49
nov/04	325,15
dez/04	326,83
jan/05	327,92
fev/05	329,24
mar/05	332,49
abr/05	334,17
mai/05	333,32
jun/05	331,82

ANEXO C – Preço recebido pelos produtores pelo bezerro, de novembro de 1998 a junho de 2005.

**Fonte:** FNP Consultoria e Comércio (2005)

**Und. Medida:** R\$ / cabeça

**Data emissão:** 2005

Mês/Ano	Preço
nov/98	R\$ 183,48
dez/98	R\$ 186,55
jan/99	R\$ 186,48
fev/99	R\$ 205,00
mar/99	R\$ 214,00
abr/99	R\$ 221,40
mai/99	R\$ 201,57
jun/99	R\$ 200,57
jul/99	R\$ 210,43
ago/99	R\$ 205,16
set/99	R\$ 197,56
out/99	R\$ 214,88
nov/99	R\$ 224,63
dez/99	R\$ 225,06
jan/00	R\$ 225,00
fev/00	R\$ 243,41
mar/00	R\$ 238,36
abr/00	R\$ 247,43
mai/00	R\$ 244,21
jun/00	R\$ 238,16
jul/00	R\$ 237,20
ago/00	R\$ 238,50
set/00	R\$ 247,76
out/00	R\$ 242,44
nov/00	R\$ 265,43
dez/00	R\$ 279,43
jan/01	R\$ 291,53

Mês/Ano	Preço
fev/01	R\$ 288,60
mar/01	R\$ 290,10
abr/01	R\$ 293,70
mai/01	R\$ 307,18
jun/01	R\$ 294,30
jul/01	R\$ 314,61
ago/01	R\$ 304,13
set/01	R\$ 305,10
out/01	R\$ 303,93
nov/01	R\$ 308,29
dez/01	R\$ 307,43
jan/02	R\$ 323,70
fev/02	R\$ 322,73
mar/02	R\$ 319,28
abr/02	R\$ 326,21
mai/02	R\$ 305,93
jun/02	R\$ 306,75
jul/02	R\$ 312,23
ago/02	R\$ 301,84
set/02	R\$ 312,68
out/02	R\$ 317,22
nov/02	R\$ 310,44
dez/02	R\$ 327,06
jan/03	R\$ 324,63
fev/03	R\$ 321,25
mar/03	R\$ 319,75
abr/03	R\$ 288,60

Mês/Ano	Preço
mai/03	R\$ 316,31
jun/03	R\$ 321,65
jul/03	R\$ 334,57
ago/03	R\$ 333,39
set/03	R\$ 329,94
out/03	R\$ 326,64
nov/03	R\$ 326,70
dez/03	R\$ 332,46
jan/04	R\$ 321,98
fev/04	R\$ 331,80
mar/04	R\$ 323,58
abr/04	R\$ 332,06
mai/04	R\$ 316,98
jun/04	R\$ 318,60
jul/04	R\$ 322,98
ago/04	R\$ 326,46
set/04	R\$ 316,90
out/04	R\$ 315,29
nov/04	R\$ 312,92
dez/04	R\$ 304,61
jan/05	R\$ 321,58
fev/05	R\$ 331,86
mar/05	R\$ 340,56
abr/05	R\$ 333,88
mai/05	R\$ 331,13
jun/05	R\$ 324,25

ANEXO D – Preço recebido pelos produtores pelo boi magro, de novembro de 1998 a junho de 2005.

**Fonte:** FNP Consultoria e Comércio (2005)

**Und. Medida:** R\$ / cabeça

**Data emissão:** 2005

Mês/Ano	Preço
nov/98	R\$ 269,10
dez/98	R\$ 273,60
jan/99	R\$ 256,41
fev/99	R\$ 287,00
mar/99	R\$ 299,60
abr/99	R\$ 295,20
mai/99	R\$ 302,36
jun/99	R\$ 300,86
jul/99	R\$ 294,60
ago/99	R\$ 300,90
set/99	R\$ 278,91
out/99	R\$ 303,35
nov/99	R\$ 317,12
dez/99	R\$ 317,74
jan/00	R\$ 317,65
fev/00	R\$ 357,00
mar/00	R\$ 349,60
abr/00	R\$ 346,40
mai/00	R\$ 366,32
jun/00	R\$ 349,30
jul/00	R\$ 363,70
ago/00	R\$ 381,60
set/00	R\$ 379,90
out/00	R\$ 363,66
nov/00	R\$ 389,30
dez/00	R\$ 419,14
jan/01	R\$ 416,46

Mês/Ano	Preço
fev/01	R\$ 412,29
mar/01	R\$ 414,43
abr/01	R\$ 419,57
mai/01	R\$ 416,89
jun/01	R\$ 420,43
jul/01	R\$ 459,81
ago/01	R\$ 434,46
set/01	R\$ 435,86
out/01	R\$ 425,50
nov/01	R\$ 431,60
dez/01	R\$ 430,40
jan/02	R\$ 462,43
fev/02	R\$ 461,04
mar/02	R\$ 456,11
abr/02	R\$ 476,77
mai/02	R\$ 470,65
jun/02	R\$ 471,92
jul/02	R\$ 446,04
ago/02	R\$ 415,03
set/02	R\$ 429,94
out/02	R\$ 429,18
nov/02	R\$ 431,17
dez/02	R\$ 436,08
jan/03	R\$ 458,29
fev/03	R\$ 453,53
mar/03	R\$ 479,63
abr/03	R\$ 506,10

Mês/Ano	Preço
mai/03	R\$ 493,20
jun/03	R\$ 490,70
jul/03	R\$ 511,20
ago/03	R\$ 565,61
set/03	R\$ 583,29
out/03	R\$ 583,39
nov/03	R\$ 554,10
dez/03	R\$ 558,10
jan/04	R\$ 553,00
fev/04	R\$ 539,30
mar/04	R\$ 531,30
abr/04	R\$ 528,30
mai/04	R\$ 497,81
jun/04	R\$ 504,66
jul/04	R\$ 510,09
ago/04	R\$ 514,97
set/04	R\$ 546,50
out/04	R\$ 542,40
nov/04	R\$ 548,30
dez/04	R\$ 557,40
jan/05	R\$ 553,10
fev/05	R\$ 544,90
mar/05	R\$ 534,20
abr/05	R\$ 529,80
mai/05	R\$ 555,86
jun/05	R\$ 550,18

ANEXO E – Preço recebido pelos produtores pelo frango, de novembro de 1998 a junho de 2005.

**Fonte:** FGV Preços Agropecuários – disponível em [www.fgvdados.com.br](http://www.fgvdados.com.br)

**Und. Medida:** R\$ / kg

**Data emissão:** 13/10/2005

Mês/Ano	Preço
nov/98	R\$ 0,85
dez/98	R\$ 0,86
jan/99	R\$ 0,87
fev/99	R\$ 0,96
mar/99	R\$ 0,95
abr/99	R\$ 0,93
mai/99	R\$ 0,91
jun/99	R\$ 0,93
jul/99	R\$ 0,92
ago/99	R\$ 0,98
set/99	R\$ 0,93
out/99	R\$ 0,95
nov/99	R\$ 1,03
dez/99	R\$ 1,10
jan/00	R\$ 1,02
fev/00	R\$ 1,03
mar/00	R\$ 0,95
abr/00	R\$ 0,90
mai/00	R\$ 0,93
jun/00	R\$ 0,96
jul/00	R\$ 1,03
ago/00	R\$ 1,11
set/00	R\$ 1,12
out/00	R\$ 1,10
nov/00	R\$ 1,12
dez/00	R\$ 1,11
jan/01	R\$ 1,03

Mês/Ano	Preço
fev/01	R\$ 1,04
mar/01	R\$ 1,06
abr/01	R\$ 1,10
mai/01	R\$ 1,09
jun/01	R\$ 1,12
jul/01	R\$ 1,10
ago/01	R\$ 1,10
set/01	R\$ 1,07
out/01	R\$ 1,06
nov/01	R\$ 1,14
dez/01	R\$ 1,20
jan/02	R\$ 1,20
fev/02	R\$ 1,23
mar/02	R\$ 1,19
abr/02	R\$ 1,15
mai/02	R\$ 1,14
jun/02	R\$ 1,18
jul/02	R\$ 1,24
ago/02	R\$ 1,29
set/02	R\$ 1,31
out/02	R\$ 1,41
nov/02	R\$ 1,58
dez/02	R\$ 1,66
jan/03	R\$ 1,69
fev/03	R\$ 1,79
mar/03	R\$ 1,76
abr/03	R\$ 1,76

Mês/Ano	Preço
mai/03	R\$ 1,69
jun/03	R\$ 1,67
jul/03	R\$ 1,70
ago/03	R\$ 1,74
set/03	R\$ 1,83
out/03	R\$ 1,90
nov/03	R\$ 1,86
dez/03	R\$ 1,87
jan/04	R\$ 1,74
fev/04	R\$ 1,71
mar/04	R\$ 1,77
abr/04	R\$ 1,76
mai/04	R\$ 1,81
jun/04	R\$ 1,83
jul/04	R\$ 1,85
ago/04	R\$ 1,85
set/04	R\$ 1,85
out/04	R\$ 1,88
nov/04	R\$ 1,89
dez/04	R\$ 1,93
jan/05	R\$ 1,86
fev/05	R\$ 1,85
mar/05	R\$ 1,83
abr/05	R\$ 1,82
mai/05	R\$ 1,83
jun/05	R\$ 1,84

ANEXO F – Cotações médias mensais para venda de dólar, de novembro de 1998 a junho de 2005.

**Fonte:** Banco Central do Brasil – disponível em [www.bcb.gov.br](http://www.bcb.gov.br)

**Und. Medida:** R\$ / US\$ - Dólar Comercial (PTAX)

**Data emissão:** 13/10/2005

Mês/Ano	Preço
nov/98	R\$ 1,19
dez/98	R\$ 1,21
jan/99	R\$ 1,50
fev/99	R\$ 1,91
mar/99	R\$ 1,90
abr/99	R\$ 1,69
mai/99	R\$ 1,68
jun/99	R\$ 1,77
jul/99	R\$ 1,80
ago/99	R\$ 1,88
set/99	R\$ 1,90
out/99	R\$ 1,97
nov/99	R\$ 1,93
dez/99	R\$ 1,84
jan/00	R\$ 1,80
fev/00	R\$ 1,78
mar/00	R\$ 1,74
abr/00	R\$ 1,77
mai/00	R\$ 1,83
jun/00	R\$ 1,81
jul/00	R\$ 1,80
ago/00	R\$ 1,81
set/00	R\$ 1,84
out/00	R\$ 1,88
nov/00	R\$ 1,95
dez/00	R\$ 1,96
jan/01	R\$ 1,95

Mês/Ano	Preço
fev/01	R\$ 2,00
mar/01	R\$ 2,09
abr/01	R\$ 2,19
mai/01	R\$ 2,30
jun/01	R\$ 2,38
jul/01	R\$ 2,47
ago/01	R\$ 2,51
set/01	R\$ 2,67
out/01	R\$ 2,74
nov/01	R\$ 2,54
dez/01	R\$ 2,36
jan/02	R\$ 2,38
fev/02	R\$ 2,42
mar/02	R\$ 2,35
abr/02	R\$ 2,32
mai/02	R\$ 2,48
jun/02	R\$ 2,71
jul/02	R\$ 2,93
ago/02	R\$ 3,11
set/02	R\$ 3,34
out/02	R\$ 3,81
nov/02	R\$ 3,58
dez/02	R\$ 3,63
jan/03	R\$ 3,44
fev/03	R\$ 3,59
mar/03	R\$ 3,45
abr/03	R\$ 3,12

Mês/Ano	Preço
mai/03	R\$ 2,96
jun/03	R\$ 2,88
jul/03	R\$ 2,88
ago/03	R\$ 3,00
set/03	R\$ 2,92
out/03	R\$ 2,86
nov/03	R\$ 2,91
dez/03	R\$ 2,93
jan/04	R\$ 2,85
fev/04	R\$ 2,93
mar/04	R\$ 2,91
abr/04	R\$ 2,91
mai/04	R\$ 3,10
jun/04	R\$ 3,13
jul/04	R\$ 3,04
ago/04	R\$ 3,00
set/04	R\$ 2,89
out/04	R\$ 2,85
nov/04	R\$ 2,79
dez/04	R\$ 2,72
jan/05	R\$ 2,69
fev/05	R\$ 2,60
mar/05	R\$ 2,70
abr/05	R\$ 2,58
mai/05	R\$ 2,45
jun/05	R\$ 2,41



## ANEXO G – Índice de preços pagos pelos produtores, de novembro de 1998 a junho de 2005.

**Fonte:** FGV Índice Gerais de Preço – disponível em [www.fgvdados.com.br](http://www.fgvdados.com.br)

**Und. Medida:** Índice - Agosto de 1994 = 100

**Data emissão:** 13/10/2005

Mês/Ano	Preço
nov/98	160,950
dez/98	161,187
jan/99	162,447
fev/99	170,552
mar/99	176,662
abr/99	178,281
mai/99	182,539
jun/99	183,190
jul/99	187,514
ago/99	191,210
set/99	194,410
out/99	197,641
nov/99	199,012
dez/99	200,163
jan/00	201,106
fev/00	200,512
mar/00	202,305
abr/00	202,571
mai/00	202,555
jun/00	203,930
jul/00	208,314
ago/00	209,845
set/00	210,979
out/00	209,489
nov/00	210,151
dez/00	211,812
jan/01	212,797

Mês/Ano	Preço
fev/01	208,978
mar/01	210,245
abr/01	212,042
mai/01	216,661
jun/01	218,682
jul/01	221,248
ago/01	227,249
set/01	229,142
out/01	233,208
nov/01	235,542
dez/01	237,082
jan/02	237,337
fev/02	239,033
mar/02	238,811
abr/02	241,074
mai/02	244,495
jun/02	249,271
jul/02	261,508
ago/02	273,987
set/02	285,125
out/02	292,289
nov/02	298,767
dez/02	311,997
jan/03	316,218
fev/03	334,397
mar/03	337,464
abr/03	345,783

Mês/Ano	Preço
mai/03	350,696
jun/03	353,848
jul/03	361,204
ago/03	356,851
set/03	360,163
out/03	359,106
nov/03	357,271
dez/03	357,411
jan/04	362,334
fev/04	369,495
mar/04	373,245
abr/04	375,717
mai/04	380,571
jun/04	388,144
jul/04	398,032
ago/04	397,105
set/04	398,606
out/04	399,491
nov/04	403,471
dez/04	405,946
jan/05	408,965
fev/05	411,464
mar/05	405,130
abr/05	407,575
mai/05	408,020
jun/05	407,826

## ANEXO H – Oferta de carne bovina do Brasil, de novembro de 1998 a junho de 2005.

**Fonte:** FNP Consultoria e Comércio (2005)

**Und. Medida:** 1.000 t / equivalente carcaça

**Data emissão:** 2005

Mês/Ano	Preço
nov/98	519,084
dez/98	538,385
jan/99	534,353
fev/99	501,638
mar/99	567,069
abr/99	599,784
mai/99	632,500
jun/99	610,690
jul/99	572,522
ago/99	599,784
set/99	545,259
out/99	479,828
nov/99	458,017
dez/99	501,638
jan/00	465,168
fev/00	484,962
mar/00	544,345
abr/00	544,345
mai/00	593,831
jun/00	583,934
jul/00	574,037
ago/00	583,934
set/00	564,140
out/00	546,325
nov/00	574,037
dez/00	583,934
jan/01	559,306

Mês/Ano	Preço
fev/01	574,560
mar/01	594,899
abr/01	605,068
mai/01	605,068
jun/01	584,729
jul/01	569,476
ago/01	584,729
set/01	564,391
out/01	554,222
nov/01	574,560
dez/01	574,560
jan/02	578,671
fev/02	589,097
mar/02	599,524
abr/02	630,803
mai/02	625,590
jun/02	620,377
jul/02	609,950
ago/02	578,671
set/02	609,950
out/02	594,331
nov/02	573,458
dez/02	578,671
jan/03	613,398
fev/03	623,454
mar/03	618,426
abr/03	618,426

Mês/Ano	Preço
mai/03	650,605
jun/03	658,649
jul/03	633,510
ago/03	633,510
set/03	638,538
out/03	643,566
nov/03	628,482
dez/03	623,454
jan/04	651,326
fev/04	691,408
mar/04	691,408
abr/04	686,398
mai/04	676,377
jun/04	711,449
jul/04	726,479
ago/04	736,500
set/04	761,551
out/04	721,469
nov/04	711,449
dez/04	716,459
jan/05	702,539
fev/05	703,755
mar/05	733,807
abr/05	739,663
mai/05	755,585
jun/05	752,995

## ANEXO I – Artigos publicados durante o período de dissertação.

MEDEIROS, André Luiz; MONTEVECHI, José Arnaldo Barra; ALMEIDA FILHO, Renaldo Gonzaga de. Análise do planejamento produtivo de uma indústria de material de defesa através da simulação de eventos discretos. In: XXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2005, Porto Alegre. **XXV ENEGEP**. Porto Alegre: ABEPRO, 2005. v. 1.

MEDEIROS, André Luiz; MONTEVECHI, José Arnaldo Barra; SILVA, Carlos Eduardo Sanches da. Micro e pequenas empresas prestadoras de serviço do Brasil e gestão de desenvolvimento de serviços (GDS): uma análise comparativa. In: VIII SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 2005, São Paulo. **SIMPOI 2005**. FGV/EAESP, 2005. v. 1.

MEDEIROS, André Luiz; MONTEVECHI, José Arnaldo Barra. Modelagem da equação de previsão do preço da arroba de boi gordo através da regressão linear múltipla. In: XII SIMPEP - SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2005, Bauru. **XII SIMPEP**. Bauru: UNESP, 2005. v. 1.

MEDEIROS, André Luiz; MONTEVECHI, José Arnaldo Barra; REZENDE, Marcelo Lacerda. Previsão de futuros: um estudo sobre o boi gordo. In: XXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2005, Porto Alegre. **XXV ENEGEP**. Porto Alegre: ABEPRO, 2005. v. 1.

MEDEIROS, André Luiz; MONTEVECHI, José Arnaldo Barra; ALMEIDA FILHO, Renaldo Gonzaga de. Simulação de eventos discretos na análise do planejamento produtivo de uma empresa de material de defesa. In: VIII SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 2005, São Paulo. **SIMPOI 2005**. FGV/EAESP, 2005. v. 1.

ALMEIDA FILHO, Renaldo Gonzaga de; MONTEVECHI, José Arnaldo Barra; MEDEIROS, André Luiz. Simulação de uma célula de manufatura de uma empresa de material de defesa para análise de desempenho e avaliação de alternativas. In: XII SIMPEP -

SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2005, Bauru. **XII SIMPEP**. Bauru: UNESP, 2005. v. 1.

ALMEIDA FILHO, Renaldo Gonzaga de; MONTEVECHI, José Arnaldo Barra; MEDEIROS, André Luiz. Simulação de uma célula de manufatura de uma empresa de material de defesa para avaliação de desempenho e análise de alternativas. In: VIII SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA, 2005, Rio de Janeiro. **Simpósio de Pesquisa Operacional da Marinha VIII Simpósio de Logística da Marinha**. Rio de Janeiro: Escola de Guerra Naval, 2005. v. 1.

MEDEIROS, André Luiz; MONTEVECHI, José Arnaldo Barra; SILVA, Wesley Alves da. Custo e Mark-up na formação de preços: um estudo de caso no setor de serviços de conservação e limpeza. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 2004, Porto Seguro. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Custos**. Porto Seguro: Fundação Visconde de Cairu, 2004.

MEDEIROS, André Luiz; MONTEVECHI, José Arnaldo Barra; TURRIONI, João Batista; SILVA, Carlos Eduardo Sanches da. Gestão de desenvolvimento de serviços (GSD): uma crítica baseado nas características das micro e pequenas empresas prestadoras de serviço do Brasil. In: XI SIMPEP - SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2004, Bauru. **Anais do XI Simpósio de Engenharia de Produção**. Bauru: UNESP/FEB, 2004.

MEDEIROS, André Luiz; MONTEVECHI, José Arnaldo Barra; TURRIONI, João Batista; SILVA, Larissa Boloni; MENDES, Luciano. Otimização do planejamento produtivo a partir da programação linear: uma aplicação na pecuária leiteira. In: XI SIMPEP - SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2004, Bauru. **Anais do XI Simpósio de Engenharia de Produção**. Bauru: FEB/UNESP, 2004.