

IBGE

Presidente: Edson de Oliveira Nunes

Diretor-Geral: Regis Bonelli

Diretor de Pesquisas e Inquéritos:
Eduardo Augusto de Almeida Guimarães

Diretor de Geociências:
Mauro Pereira de Mello

Diretor de Administração:
Alexandre de Amaral Rezende

Diretor de Informática:
Mario Aloysio Telles Ribeiro

SUMARIO

Artigos

- A demanda de gasolina e óleo diesel no Brasil no período 1969-82
Fernando Martins Torres 423
- Avaliação da informação de nascidos mortos no Censo Demográfico de 1980
Alicia M. Bercovich
Heitor C. Vellozo 483
- Invariância das distribuições de variáveis aleatórias contínuas, sob certas transformações decrescentes
Thadeu Keller Filho 511
- Tratores agrícolas: um estudo dos determinantes da demanda interna
Sonia Rocha 529
- Modelo para a estimação do rebanho bovino por sexo e grupos etários — desenvolvimento e aplicações
Jairo Augusto Silva 571

ISSN 0034-7175

R. bras. Estat.	Rio de Janeiro	v. 47	n.º 188	p. 421 a 608	out./dez. 1986
-----------------	----------------	-------	---------	--------------	----------------

~~REVISTA BRASILEIRA~~
DE ESTATÍSTICA

Órgão oficial do IBGE
e da Sociedade Brasileira de Estatística

A Revista não se responsabiliza
pelos conceitos emitidos
em artigos assinados

PUBLICAÇÃO TRIMESTRAL
ISSN 0034-7175

Pedidos de assinatura e número avulso ou atrasado para:

Diretoria de Administração — GEDIT

Av. Brasil, 15.671 — Lucas
21.241 — Rio de Janeiro, RJ — Brasil
Tel: (021) 391-7788

Livraria do IBGE: Av. Franklin Roosevelt, 146/loja — Centro
20.021 — Rio de Janeiro, RJ — Brasil
Tel: (021) 220-9147/(021) 220-8163

Revista brasileira de estatística / Fundação Instituto Brasileiro de
Geografia e Estatística . — ano 1, n. 1(1940, jan./mar.)- . —

Rio de Janeiro : IBGE, 1940-

Trimestral.

Órgão oficial do IBGE e da Sociedade Brasileira de Estatística.

Continuação de : Revista de economia e estatística.

Índices : autor-assunto, v. 22-24(1961-1963) no v. 25, n. 1 ; v. 25-26
(1964-1965) no v. 27, n. 1 ; v. 27-28(1966-1967) no v. 29, n. 1 ; . Índices
anuais de autor-assunto, publicados no n. 1(jan./mar.) do ano seguinte
(período 1968-1977, v. 29-38).

ISSN 0034-7175 = Revista brasileira de estatística.

1. Estatística — Periódicos. I. IBGE.

IBGE. Biblioteca Central
RJ-IBGE/81-41

CDU 31(05)

A DEMANDA DE GASOLINA E ÓLEO DIESEL NO BRASIL NO PERÍODO 1969-82*

Fernando Martins Torres **

SUMÁRIO

- 1 — *Introdução*
- 2 — *A política brasileira de preços dos derivados do petróleo*
- 3 — *As demandas de gasolina e óleo diesel*
- 4 — *Conclusão*
- 5 — *Bibliografia*

1 — INTRODUÇÃO

O petróleo é sem dúvida nenhuma a principal fonte utilizada pela economia mundial no atendimento de suas necessidades energéticas.

O mercado e o nível de produção dessa fonte energética eram regulados pelas grandes corporações petrolíferas transnacionais sem interferência dos países exportadores.

Ao final da década de 50, os governos desses países exportadores, sentindo a necessidade de uma ação coordenada em defesa de interesses comuns, criaram a Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), fato que iria modificar radicalmente, no início da década de 70, a indústria do petróleo, onde, inclusive, fatores políticos iriam se sobrepôr em algumas ocasiões às influências econômicas.

* Dissertação aprovada pela Comissão Examinadora instituída pela Coordenação do Curso de Mestrado em Engenharia de Produção do Centro Tecnológico da Universidade Federal Fluminense (UFF), como requisito para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Produção.

** Estatístico formado pela Escola Nacional de Ciências Estatísticas (ENCE), Economista formado pela Universidade Federal Fluminense (UFF) e funcionário da Gerência de Planejamento da Petrobrás Distribuidora S.A.

A influência da OPEP no que se refere ao petróleo ficou evidenciada em outubro de 1973, quando tal fonte energética foi utilizada como elemento de pressão junto aos países ocidentais, tendo sido denominado o primeiro choque do petróleo, havendo naquela oportunidade embargo no seu abastecimento e quadruplicação de preços por aquela Organização.

Em fins de 1979, outro evento semelhante ao ocorrido em 1973 iria acontecer, que passou a ser conhecido como o segundo choque do petróleo, desorganizando igualmente a economia mundial e elevando novamente os preços dessa matéria-prima de vital importância.

Como não poderia deixar de ser, a economia brasileira foi atingida em cheio por esses episódios, já que importava naquela oportunidade a maior parte do petróleo consumido dentro de sua fronteira geográfica, conforme demonstrado pela tabela 1.

A tabela 1 demonstra o declínio da produção nacional em relação ao consumo até 1979, quando atingiu seu mais baixo nível, sendo a partir de então revertida tal tendência, pela conjugação do aumento da produção e diminuição do consumo.

TABELA 1

Produção nacional e consumo de petróleo bruto no período 1969-83

ANOS	PRODUÇÃO NACIONAL E CONSUMO DE PETRÓLEO BRUTO		
	Produção (barris/dia)	Consumo (barris/dia)	Participação produção/ consumo (%)
1969.....	175 258	477 555	26,7
1970.....	166 911	508 890	32,8
1971.....	174 298	565 922	30,8
1972.....	171 469	636 235	27,0
1973.....	174 093	765 782	22,7
1974.....	182 084	825 698	22,0
1975.....	177 250	809 182	20,4
1976.....	172 422	877 463	19,7
1977.....	166 416	895 575	18,6
1978.....	166 076	1 031 163	16,1
1979.....	171 084	1 104 851	15,5
1980.....	187 669	1 095 356	17,1
1981.....	220 065	1 015 878	21,7
1982.....	267 643	1 018 256	26,3
1983.....	329 596	961 474	34,3

FONTE — Petróleo Brasileiro S/A (PETROBRÁS).

Em 1969 a produção de petróleo nacional alcançava 175.258 barris por dia para um consumo de 477.555 barris por dia, quando em 1979 tal produção era de 171.084 barris por dia para um consumo de 1.104.851 barris por dia, verificando-se, portanto, ao longo desses anos, estagnação da produção e mais do que duplicação do consumo.

As perspectivas para os próximos anos são de crescimento considerável da produção nacional, cuja meta de produção para 1985 é de 600 mil barris/dia, correspondendo a mais de 60% do consumo.

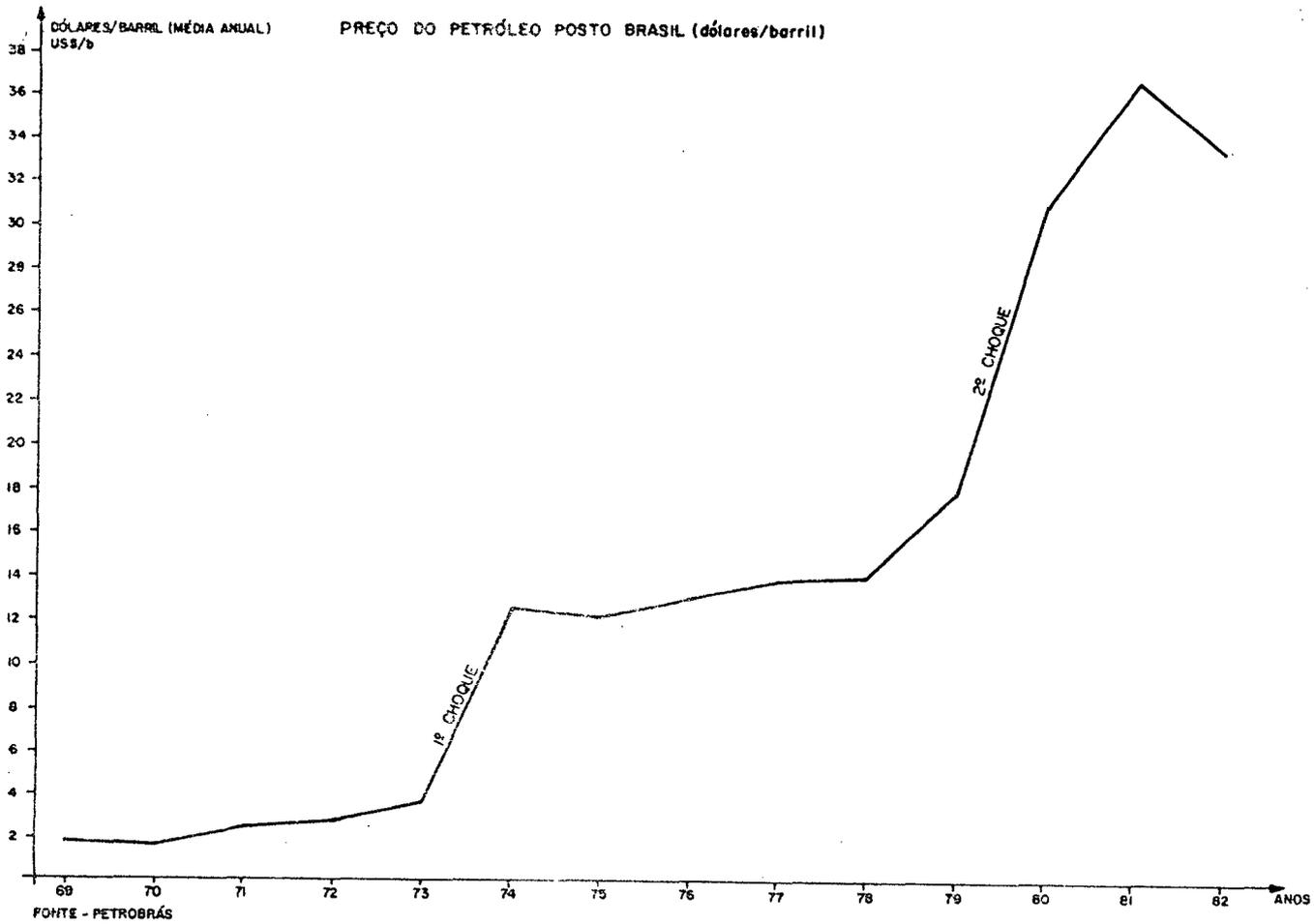


GRÁFICO 1

O gráfico 1 mostra a evolução a preços correntes, em US\$ por barril, do petróleo posto Brasil para o período 1969-82, destacando-se as elevações abruptas de preços ocorridas quando dos choques do petróleo em 1973 e 1979.

Além dos saltos havidos por ocasião dos choques do petróleo, observa-se, pelo gráfico em questão, a ascensão gradativa dos preços do petróleo bruto no horizonte em análise, culminando seu preço em US\$ 36,59 por barril em 1981, com queda para US\$ 31,93 por barril em 1982.

A estratégia perseguida por nossas autoridades governamentais foi então de diminuir a demanda desse insumo importado, a qual como já mencionado, além de ocorrer em alta escala e a um custo penoso para a sociedade nacional, coloca a economia como um todo na dependência de uma fonte energética externa, da qual não se tem nenhuma segurança quanto ao abastecimento para pleno funcionamento do País, no caso de perturbações da ordem internacional.

Através da tabela 2, denominada participação do petróleo na demanda nacional de energia primária, pode-se medir a grande dependência nacional de tal fonte energética, que individualmente representa a maior parcela da energia primária consumida.

TABELA 2

Participação do petróleo na demanda nacional de energia primária no período 1969-82

ANOS	PARTICIPAÇÃO DO PETRÓLEO NA DEMANDA NACIONAL DE ENERGIA PRIMÁRIA		
	Demanda total (1 000 TEP)	Petróleo (1 000 TEP)	Participação (%)
1969.....	56 889	21 993	38,7
1970.....	61 161	23 311	38,1
1971.....	65 582	26 186	39,9
1972.....	70 096	28 740	41,0
1973.....	77 995	34 240	43,9
1974.....	84 354	36 947	43,8
1975.....	90 316	39 300	43,5
1976.....	109 491	46 794	42,7
1977.....	116 501	47 901	41,7
1978.....	125 469	53 405	42,4
1979.....	133 666	55 576	41,1
1980.....	139 814	54 318	38,9
1981.....	139 106	52 593	37,8
1982.....	145 809	52 029	35,7

FORNTE — Ministério das Minas e Energia (MME).

NOTA — Tonelada Equivalente de Petróleo (TEP).

Da referida tabela, verifica-se que em 1969 sua participação correspondia a 38,7% da demanda total energética, crescendo de importância até 1973, quando alcançou 43,9%, diminuindo a partir de então progressivamente para chegar em 1983 a 35,7%.

Por outro lado, o impacto da elevação dos preços do petróleo a partir de 1973 pode ser medido na Balança Comercial e na Conta Petróleo, gerando instantaneamente graves desequilíbrios no comércio exterior.

Assim, através da tabela 3 e do gráfico 2, é mostrada a evolução dessas contas no período 1969-83 e a participação percentual da importação de petróleo nas exportações e importações da Balança Comercial, que envolve intervalos de tempo antes e depois dos acontecimentos anteriormente citados, que ficaram conhecidos como “choques do petróleo”.

TABELA 3

Evolução da balança comercial (exportação e importação) petróleo e derivados (exportação e importação) no período 1969-83

ANOS	EVOLUÇÃO DA BALANÇA COMERCIAL E PETRÓLEO E DERIVADOS			
	Balança comercial (US\$ 1 000) (FOB)		Petróleo e derivados (US\$ 1 000) (FOB)	
	Exportação	Importação	Exportação	Importação
1969.....	2 311 000	1 993 000	4 901	209 002
1970.....	2 739 000	2 507 000	16 173	239 300
1971.....	2 882 000	3 245 000	22 607	351 508
1972.....	3 991 000	4 235 000	49 861	424 564
1973.....	6 199 000	6 192 000	97 479	837 249
1974.....	7 951 000	12 641 000	283 431	3 022 821
1975.....	8 670 000	12 210 000	253 314	2 834 609
1976.....	10 128 000	12 383 000	342 934	3 625 503
1977.....	12 120 000	12 023 000	284 840	3 811 883
1978.....	12 659 000	13 683 000	281 915	4 217 148
1979.....	15 244 000	18 084 000	322 785	6 479 924
1980.....	20 132 000	22 955 000	516 749	9 401 048
1981.....	23 293 000	22 091 000	1 314 904	10 983 682
1982.....	20 175 000	19 397 000	1 601 751	10 214 090
1983.....	21 899 000	15 429 000	1 354 741	7 825 647

FONTES — Balança Comercial — Banco Central do Brasil; Petróleo e Derivados — PETROBRÁS.

Cabe comentar, a partir dos dados apresentados na tabela 3, os saltos havidos nas importações da Balança Comercial e da Conta Petróleo e Derivados nos períodos de 1973-74 e 1979-80, épocas de acontecimento dos “choques do petróleo”, sendo que à época do segundo choque, basicamente o acréscimo de importações havidas na Balança Comercial coincidiu com o aumento das importações de petróleo e derivados.

Ainda pelo seu exame, verifica-se em 1981/82 um acréscimo considerável nas exportações de petróleo e derivados, tendo tais exportações elevadas participações de gasolina, decorrentes da disponibilidade gerada pela queda de consumo desse produto.

Através do gráfico 2, elaborado a partir dos dados integrantes da tabela 3, constata-se que até 1973 a participação percentual das importações de petróleo e derivados oscilava em torno de 10% do valor das exportações e importações da Balança Comercial.

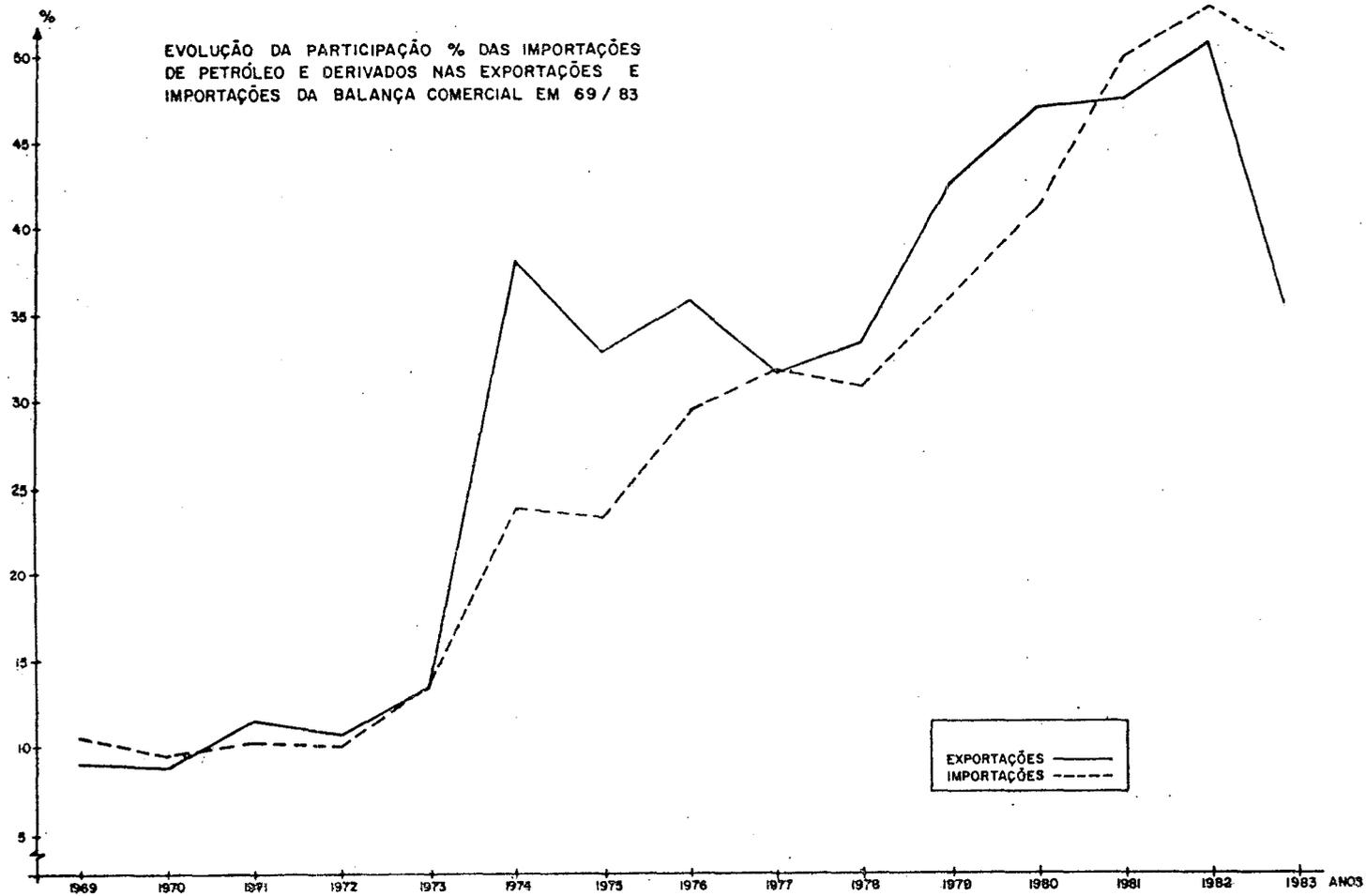


GRÁFICO 2

A partir desse ano, a participação percentual das importações de petróleo e derivados nas exportações e importações da Balança Comercial aumenta consideravelmente devido à elevação dos preços do petróleo, tendo alcançado, em 1982, 50,6% das exportações e 52,7% das importações da Balança Comercial, caindo para 35,7 e 50,7%, em 1983.

Cabe ressaltar que se forem abatidas das importações de petróleo e derivados as exportações desses produtos, em especial a partir de 1981, as relações acima para 1983 diminuem para 30 e 41,9%, respectivamente.

Nesse particular, a expectativa para os próximos anos é de que as exportações de derivados contribuam significativamente para minimização dos dispêndios com petróleo.

Outrossim, para se ter uma idéia da importância da gasolina e do óleo diesel na demanda nacional de derivados do petróleo, a tabela 4 compara a participação percentual desses produtos no consumo nacional de derivados do petróleo no período 1969-82.

Pela análise da tabela 4, podemos concluir que a gasolina e o óleo diesel apresentam tendências definidas opostas de consumo ao longo do período, invertendo praticamente suas posições relativas quando comparadas entre os anos de 1969 e 1982.

Nota-se que inversamente à elevação do consumo de óleo diesel, o consumo de gasolina revela uma tendência firme de queda, não sendo porém os acréscimos verificados no consumo de óleo diesel suficientes para aumentar o consumo conjunto desses dois produtos, de inquestionável importância, conforme demonstrado, no panorama energético nacional.

Conforme exposto, verifica-se que em 1969 a gasolina representava 31,4% do consumo e o óleo diesel 21,3%, quando, em 1982, o óleo diesel respondia por 31,6% do consumo e a gasolina por 20,9%.

A queda da demanda de derivados do petróleo, um dos principais objetivos governamentais, começou a apresentar sinais de sucesso efetivo a partir de 1979, principalmente pela redução de consumo dos produtos energéticos, com destaque para a gasolina e óleos combustíveis, cabendo ressaltar não ser este último produto objeto de análise por parte deste estudo.

Como pode ser observado pela tabela 4, o óleo diesel, apesar de ser um produto energético, não experimentou queda de demanda.

Tal fato carece de uma análise mais profunda, mas uma hipótese que deve ser averiguada para isto é a política de preços adotada para esse produto, já que é utilizado como combustível em transportes coletivos, de mercadorias e como insumo industrial, ainda que em menor escala, com características diversas da gasolina, utilizada basicamente no transporte individual.

TABELA 4

Evolução do consumo nacional total de derivados do petróleo e participação percentual da gasolina e óleo diesel no período 1969-82

ANOS	EVOLUÇÃO DO CONSUMO NACIONAL TOTAL DE DERIVADOS DO PETRÓLEO E PARTICIPAÇÃO DA GASOLINA E ÓLEO DIESEL				
	Total (1) (m ³)	Gasolina		Óleo diesel	
		m ³	%	m ³	%
1969.....	27 835 126	8 747 029	31,4	5 931 869	21,3
1970.....	29 683 829	9 704 851	32,7	6 515 478	21,9
1971.....	33 186 231	10 616 705	32,0	7 157 542	21,6
1972.....	37 215 210	12 004 002	32,3	8 178 320	22,0
1973.....	44 603 000	13 928 608	31,2	9 711 773	21,8
1974.....	47 956 535	14 322 242	29,9	10 748 742	22,4
1975.....	50 533 426	14 618 813	28,9	11 995 745	23,7
1976.....	54 710 614	14 724 041	26,9	13 797 460	25,2
1977.....	56 263 797	14 103 278	25,1	14 806 904	26,3
1978.....	61 866 008	15 246 397	24,6	16 184 042	26,1
1979.....	65 729 437	15 646 104	23,8	17 600 011	26,8
1980.....	64 221 887	13 690 913	21,3	18 752 174	29,2
1981.....	59 256 382	12 088 686	20,4	18 460 039	31,2
1982.....	59 414 880	12 429 473	20,9	18 788 444	31,6

FONTE — Petróleo Brasileiro S/A (PETROBRÁS).

(1) Corresponde à soma de GLP, gasolinas (A, B e C), gasolina de aviação, querosene iluminante, querosene de aviação, nafta, óleo diesel (inclusive consumo próprio das refinarias, *bunker* a navios nacionais, fornecimento interno e vendas diretas a consumidores), óleo combustível, lubrificantes (inclusive rerrefinados), solventes, parafinas, asfaltos, graxas, óleo sinal e óleo mineral isolante.

Assim, a tabela 5 comprova a utilização maciça da gasolina e diesel no segmento de transportes no período 1977-82, que engloba a demanda nos postos de revenda e nas modalidades de transportes marítimo, terrestre e aéreo.

TABELA 5

Demanda de gasolina e diesel no segmento de transportes — 1977-82

ANOS	DEMANDA DE GASOLINA E DIESEL NO SEGMENTO DE TRANSPORTES					
	Gasolina (m ³)			Óleo diesel (m ³)		
	Total	Transportes (1)	Outros	Total	Transportes (1)	Outros
1977.....	14 103 278	12 203 438	1 899 840	14 806 904	9 950 248	4 856 656
1978.....	15 246 397	14 255 310	991 087	16 164 042	11 240 180	4 923 862
1979.....	15 646 104	14 626 155	1 019 949	17 600 011	12 636 964	4 963 047
1980.....	13 690 913	13 043 398	647 515	18 752 174	14 190 272	4 561 902
1981.....	12 088 686	11 614 796	473 890	18 460 039	13 635 339	4 824 700
1982.....	12 429 473	11 469 336	960 137	18 788 444	14 200 831	4 587 613

FONTE — Conselho Nacional do Petróleo (CNP).

(1) — Engloba o consumo em postos de revenda e transportes marítimo, terrestre e aéreo.

A criação da Comissão Nacional de Energia (CNE), em julho de 1979, com a finalidade de estabelecer diretrizes visando à racionalização do consumo e ao incremento da produção nacional de petróleo, bem como a substituição dessa fonte energética por outras alternativas de

origem nacional, foi de grande importância, pois através desse órgão a coordenação, o acompanhamento e a execução de planos visando a eliminação em nosso País dos efeitos da crise do petróleo tornou-se possível.

O Programa de Mobilização Energética instituído pela CNE estabeleceu uma série de medidas a serem aplicadas, visando a redução do consumo e a economia dos derivados de petróleo mais importantes, que no caso da gasolina e óleo diesel foram as seguintes:

GASOLINA — o somatório de várias medidas possibilitou a redução da demanda de gasolina, com queda no consumo *per-capita* da frota de automóveis.

MEDIDAS INICIAIS:

- a — política de preço para desencorajar o consumo;
- b — medidas na área tributária;
- c — contenção de financiamentos para veículos;
- d — limitação da velocidade máxima nas estradas.

MEDIDAS COMPLEMENTARES:

a — estabelecer para toda gasolina comercializada no País o nível mínimo de 80 octanas, para permitir melhor rendimento dos motores ciclo OTTO;

b — instar junto à indústria automobilística para redução no consumo específico, por veículo, de 5% a partir dos modelos do ano de 1984.

ÓLEO DIESEL — por ser combustível utilizado no transporte de carga e coletivo, cujo aumento de preços implica reflexos imediatos na inflação e sem um produto substituto à altura, as medidas para redução de seu consumo não foram tão eficazes quanto as verificadas para com a gasolina.

MEDIDAS IMPLEMENTADAS:

- a — política de preços (especialmente em 1980/81);
- b — racionalização no transporte coletivo de passageiros;
- c — restrição, via tributação, na produção de veículos leves e utilitários com motor diesel;
- d — incentivos para veículos utilitários, leves e de transporte médio a álcool;
- e — restrição do uso de diesel para aquecimento, na indústria;
- f — incentivos para substituição do diesel na irrigação;
- g — incentivos para modificar o perfil da frota de transporte, visando maior eficiência;
- h — estabelecimento de quotas de consumo e controle pelo Conselho Nacional do Petróleo (CNP).

Paralelamente a essas medidas, nos segmentos industriais de siderurgia, celulose e papel e cimento, foram assinados protocolos para a substituição, racionalização e redução do consumo de derivados do petróleo, viabilizados pelo Programa CONSERVE cujos objetivos são:

- promover a redução do consumo de qualquer tipo de energia no setor industrial;
- fomentar a substituição de energéticos importados utilizados na indústria por fontes alternativas nacionais;
- estimular o desenvolvimento de processos e de produtos industrializados que proporcionem maior eficiência energética;
- apropriar recursos financeiros a programas, projetos e estudos de substituição de energéticos importados e redução do consumo de energia nas unidades industriais.

Já o Programa de Assistência à Indústria em Conservação de Energia, criado no final do ano de 1981, tem por objetivo promover a conservação de energia na indústria, através da implementação de modificações para obtenção de maior eficiência energética e racionalização do uso de combustíveis.

No caso específico do óleo diesel, como medida adotada, cabe registrar a proibição do uso desse produto para geração de calor na indústria.

A substituição de derivados de petróleo por outras fontes de energia proporcionou a criação de programas com essa finalidade, destacando-se o Programa Nacional do Alcool (PROALCOOL), substituindo a gasolina da seguinte maneira:

- pela adição de álcool anidro à gasolina, na proporção de 20%;
- pelo uso do álcool hidratado como combustível em veículos especialmente fabricados (automóveis, utilitários, caminhões leves e médios e tratores).

A substituição de óleo diesel ainda não foi possível nos volumes desejados, em face de problemas de ordem técnica e econômica que atrasaram a produção e comercialização de veículos de transporte leve e médio e tratores movidos por outros combustíveis.

A substituição do óleo diesel se daria, principalmente:

- pela mudança da frota de veículos utilitários, caminhões leves e médios e tratores agrícolas com motor ciclo OTTO a álcool em substituição a veículos similares com motor ciclo DIESEL;
- pelo uso do álcool aditivado em motores ciclo DIESEL, permitindo seu uso na frota existente;

- pela substituição do óleo diesel por óleo vegetal transesterificado (sem glicerina), cuja utilização em larga escala depende dos custos de produção;

- pela substituição do óleo diesel por gás metano nas frotas de ônibus urbanos;

- pela substituição de motores diesel estacionários utilizados na geração de energia elétrica, com a ampliação da distribuição de energia elétrica nas zonas rurais.

Modificações nos meios de transporte para economizar energia e substituir derivados de petróleo também estão sendo aplicadas, destacando-se:

- aumento do transporte por navegação e ferrovia;

- aumento do uso de transporte coletivo de passageiros urbanos e intermunicipais em substituição ao transporte individual, pelo aperfeiçoamento do sistema de transporte de massa nos grandes centros urbanos;

- política de preços dos combustíveis, resultando que veículos individuais menos econômicos estão sendo substituídos por modelos menores e mais eficientes;

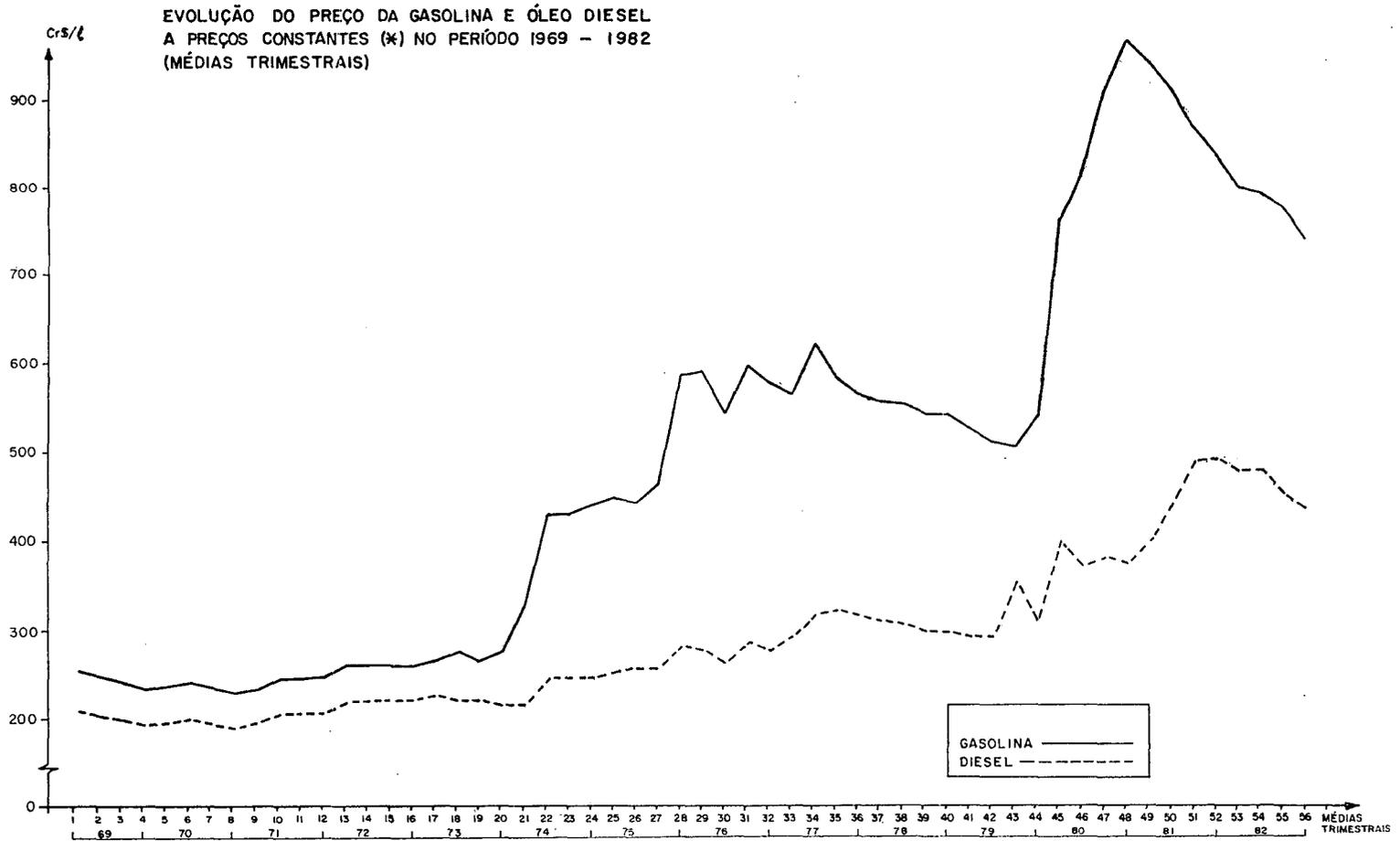
- mudança no perfil da frota de transporte de carga, com aumento da utilização de veículos de carga pesados, possibilitando um menor consumo por tonelada/quilômetro de carga transportada;

- economia de óleo diesel através de equipamentos acessórios e melhoria de sua eficiência, pela correta regulagem de bombas injetoras, uso de turbocompressores, uso de pneus radiais e uso de defletores aerodinâmicos;

- eletrificação nos transportes coletivos urbanos, modernização das ferrovias metropolitanas e aumento de sua extensão.

Das medidas implantadas para redução e substituição de derivados do petróleo, objetivando queda de consumo, a política de preços adotada, em especial para a gasolina, foi sem dúvida a principal, pois sua simplicidade e rapidez de implementação permitem, conforme o caso, ajustamento instantâneo ou gradual da demanda aos níveis esperados.

Pelo gráfico 3 é ilustrada a evolução do preço da gasolina e óleo diesel a preços constantes (deflacionados pelo Índice do Custo de Vida do Rio de Janeiro (ICV/RJ)) no período 1969-82, tomando-se por base médias aritméticas trimestrais ponderadas pelo número de dias de vigência de seus valores, verificou-se até 1973 um diferencial constante entre o preço da gasolina e do óleo diesel, que logo após o choque do petróleo se altera, com a disparada dos preços da gasolina em relação ao preço do diesel, cuja tendência crescente de preços é bem mais suave.



* OBTIDOS DEFLACIONANDO-SE O PREÇO DA GASOLINA E ÓLEO DIESEL PELO ÍNDICE DO CUSTO DE VIDA/RJ (BASE 1977 = 100)

GRÁFICO 3

Novamente, por ocasião do segundo choque do petróleo (2.º semestre de 1979) o preço real da gasolina sofre nova escalada de aumento até início de 1981, quando atingiu o maior valor do período em análise, apresentando, após, queda real de valor.

Da análise do gráfico em questão, pode-se concluir que a política de redução do consumo de derivados do petróleo teve como estratégia básica a elevação de preços desses derivados, em especial da gasolina, até subsidiando os demais, cujo consumo se dá através de veículos de transporte individual, sendo que para o óleo diesel tal tratamento foi mais suave, já que o seu aumento de preços traz reflexos inflacionários imediatos pelas suas características de combustível utilizado no transporte de carga e coletivo.

Este estudo tem por escopo, através da utilização de técnicas econométricas, avaliar a sensibilidade da demanda de gasolina e óleo diesel à política de preços utilizada para contenção do consumo de derivados do petróleo.

O Capítulo 2 procura descrever a política brasileira de preços dos derivados do petróleo empreendida a partir da criação do CNP, bem como sua evolução ao longo dos anos.

Ainda nessa etapa, a composição e quantificação do preço de venda desses produtos é detalhada pelos principais itens de custo, permitindo revelar a influência de cada um no preço final ao consumidor.

O Capítulo 3 trata das especificações econométricas das equações de demanda de gasolina e óleo diesel, dos resultados obtidos para suas elasticidades renda e preço a partir dos modelos de ajustamento instantâneo e parcial para cada Unidade Federada (UF) e Brasil, bem como a verificação da ocorrência ou não de variações sazonais no consumo desses produtos.

Finalmente, na Conclusão são sumarizados os principais resultados obtidos nesta pesquisa.

2 — A POLÍTICA BRASILEIRA DE PREÇOS DOS DERIVADOS DO PETRÓLEO

2.1 — A evolução dos instrumentos legais da política de preços

Através do art. 4.º do Decreto-Lei n.º 395, de 29-04-38, foi criado o CNP, cuja organização e respectivas atribuições foram determinadas pelo Decreto-Lei n.º 538, de 07-07-38.

Dentre as incumbências do CNP, contidas no art. 10.º do Decreto-Lei n.º 538, seu item *c* expressa:

“estabelecer, sempre que julgar conveniente, na defesa dos interesses da economia nacional e cercado a indústria da refinação de

~~petróleo de garantias capazes de assegurar-lhe êxito, os limites, máximo e mínimo, dos preços de venda dos produtos refinados-importados em estado final ou elaborados no País — tendo em vista, tanto quanto possível, a sua uniformidade em todo o Território da República”.~~

Por força do art. 1.º do Decreto n.º 79.706, de 1977, com nova redação dada pelo Decreto n.º 83.940, de 1979, o reajustamento dos preços estabelecidos pelo CNP somente poderá ter efetiva aplicação depois de aprovado pelo Ministro de Estado Chefe da Secretaria de Planejamento da Presidência da República (SEPLAN).

A composição dos preços dos derivados de petróleo elaborados no País, destinados ao mercado interno de consumo, encontra regência básica na Lei n.º 4.452, de 05-11-64, alterada pelo Decreto-Lei n.º 1.785, de 13-05-80, e no Decreto-Lei n.º 61, de 21-11-66, alterado pelo Decreto-Lei n.º 1.599, de 31-12-77.

No início da indústria do petróleo no Brasil e até o advento da Lei n.º 4.452, os derivados produzidos no País tinham os seus preços fixados em paridade com o similar importado.

Posteriormente, com o crescimento do parque de refino e a conseqüente redução das importações, o CNP passou a fixar os preços dos combustíveis tomando como base o custo CIF do petróleo importado no trimestre anterior à data do reajuste e a taxa de câmbio prevista para o período de vigência dos novos preços.

Na mesma ocasião (Lei n.º 4.452, de 05-11-64), foram também fixadas as alíquotas do imposto único sobre lubrificantes e combustíveis, incidentes sobre o preço “ex-refinaria” e não mais sobre o custo de importação, como era feito anteriormente. Através da Lei n.º 4.452 foram também definidas as diversas parcelas que compunham o preço de venda ao consumidor, a serem acrescidas ao preço ex-refinaria, tais como:

- custo da distribuição e revenda;
- outros custos, as chamadas alíneas, a serem especificadas adiante.

Em 21-11-66, após exaustivo estudo dos custos das permissionárias de refino (Manguinhos, Ipiranga e União) foi publicado o Decreto-Lei n.º 61, definindo:

- a — que o preço de realização das refinarias levaria em conta:
 - o custo médio de processamento de um barril de petróleo, de modo a espelhar proporcionalmente os níveis dos preços internacionais de seus similares, com as adaptações necessárias à manutenção da rentabilidade do parque refinador às características do mercado consumidor nacional;

— os custos do refino e o lucro capaz de assegurar o êxito econômico do parque interno.

b — os preços de realização dos combustíveis então tabelados eram fixados de acordo com a seguinte escala de relação, em que a gasolina automotiva “a” era igual a 100:

GLP	— 105
Gasolina “B”	— 118
Querosene	— 135
Óleo diesel	— 100
Óleo combustível	— 72

c — os reajustes do preço de realização não poderiam ocorrer com interregno menor que três meses.

Como o preço base do Decreto-Lei n.º 61/66 foi estabelecido a partir dos custos das permissionárias de refino, a PETROBRAS, beneficiando-se das economias de escala, auferia uma receita muito superior aos seus custos. Devido a isto, o Governo determinou um novo levantamento de custos, que resultou nos valores constantes do Decreto-Lei n.º 1.599 de 31-12-77.

Em relação ao Decreto-Lei n.º 61/66 as principais inovações do Decreto-Lei n.º 1.599 foram as seguintes:

a — a fixação de um prazo máximo de seis meses para reajustamento do preço de realização;

b — a adoção de um valor médio de realização, que representava a média dos preços de realização dos diversos derivados, ponderada pelas respectivas vendas.

A composição do preço de venda dos derivados de petróleo, entre custos de produção e comercialização, fiscais e parafiscais constantes do quadro 1, pode ser esquematizada e comentada da seguinte forma.

QUADRO 1

Derivados de petróleo, composição do preço de venda

(continua)

CUSTOS DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO

I — Realização da refinaria (art. 1.º do Decreto-Lei n.º 61, de 1966, com a redação dada pelo Decreto-Lei n.º 1.599, de 1977).

II — Encargos da distribuição (art. 13.º, item I, alíneas a, b e c da Lei n.º 4.452, de 1964).

III — Encargos da revenda (art. 13.º, item I, alínea d da Lei n.º 4.452, de 1964).

IV — Fundo de reajuste de preços (Decreto-Lei n.º 1.785, de 1980).

CUSTOS FISCAIS E PARAFISCAIS

V — Imposto único (art. 1.º do Decreto-Lei n.º 61, de 1966 e art. 1.º do Decreto-Lei n.º 1.785, de 1980).

VI — PIS/PASEP (Leis Complementares n.º 7, de 1970, e n.º 08, de 1970).

VII — Fundo de liquidez da Previdência Social (Decreto-Lei número 651, de 1938, alterado pelo Decreto-Lei n.º 1.785, de 1980).

VII — Programa de mobilização energética (art. 13.º, item II, da Lei n.º 4.452, de 1964, alterado pelo Decreto-Lei n.º 1.785, de 1980).

IX — FINSOCIAL — Fundo de Investimento Social, Decreto-Lei n.º 1.940, de 25 de maio de 1982.

I — REALIZAÇÃO DA REFINARIA

De acordo com o Decreto-Lei n.º 1.599/77, o preço médio ponderado de realização da refinaria é formado pela soma dos custos do refino e do lucro desmembrado em quatro grupos a saber:

GRUPO 1

O valor da parcela GRUPO 1 destina-se a dar cobertura aos custos das matérias-primas (petróleo e produtos químicos) e outros correlatos.

O valor original da parcela "GRUPO 1" foi fixado em Cr\$ 1,3150 por litro à temperatura de 20°C (referido à data de 08-05-77), pelo Decreto-Lei n.º 1.599.

Seu valor é corrigido em função da taxa cambial a partir da taxa de Cr\$ 13,365 por US\$ e do custo CIF do petróleo bruto a partir da base de US\$ 13,6745 por barril.

GRUPO 2

A parcela GRUPO 2 destina-se a dar cobertura aos custos com pessoal empregado em refino.

O valor original da parcela "GRUPO 2" foi fixado em Cr\$ 0,0671 por litro a 20°C (referido a 08-05-77) pelo Decreto-Lei n.º 1.599.

Seu valor é corrigido de acordo com os percentuais e critérios fixados em deliberação do Conselho Nacional de Política Salarial (CNPS).

GRUPO 3

Dá cobertura a outros custos variáveis internos cuja evolução está desvinculada da variação cambial.

GRUPO 4

A parcela GRUPO 4 destina-se a cobrir os custos referentes a depreciação e amortização, bem como remunerar os capitais investidos.

O valor original da parcela "GRUPO 4" foi fixado em Cr\$ 0,1932 por litro a 20°C (referido a 08-05-77), pelo Decreto-Lei n.º 1.599.

Seu valor é corrigido apenas no 2.º semestre de cada ano, proporcionalmente à variação nominal das Obrigações Reajustáveis do Tesouro Nacional (ORTN's) no ano imediatamente anterior.

II — ENCARGOS DA DISTRIBUIÇÃO

(art. 13.º, item I, alíneas a, b e c da Lei n.º 4.452, de 1964)

Constituem-se nas seguintes parcelas:

- parcela referente às despesas gerais de distribuição;
- parcela referente à remuneração patrimonial das empresas que exercem a atividade de distribuição;
- parcela de ressarcimento das despesas de transferência de produtos por vias internas.

III — ENCARGOS DA REVENDA

(art. 13.º, item I, alínea d da Lei n.º 4.452, de 1964)

Correspondente à seguinte parcela:

- parcela referente às despesas gerais e à remuneração patrimonial dos postos e estabelecimentos de revenda dos produtos aos consumidores.

IV — FUNDO DE REAJUSTE DE PREÇOS

Criado pelo Decreto-Lei n.º 1.785, de 13-05-80, de natureza contábil e administrado pelo CNP, a cuja conta serão levadas as seguintes despesas e receitas, correspondentes à alínea "a" (item II do art. 13.º da Lei 4.452, de 05-11-64) com as alterações havidas pelo art. 4.º do Decreto-Lei n.º 1.785:

Despesas

- ressarcimento dos fretes de cabotagem e despesas conexas;
- ressarcimento da diferença entre o custo do petróleo importado e o custo CIF médio, base de cálculo do GRUPO 1, componente do preço de realização;
- ressarcimento das diferenças cambiais relativas a petróleo importado;
- ressarcimento das diferenças entre o valor de importação dos derivados de petróleo e o correspondente preço de faturamento vigente no País;

— transferências por rodovias, ferrovias, fluviais, lacustres ou por oleoduto autorizadas pelo CNP;

— despesas de transferência, estocagem e comercialização de álcool carburante;

— despesas com subsídios, transporte e comercialização do carvão;

— ressarcimento de outros custos que se tornarem necessários nos termos da legislação vigente e nos limites da competência do CNP;

— eventual diferença de preços de faturamento do álcool em relação ao preço de qualquer derivado de petróleo que venha a ter mistura de álcool.

Receitas

— o saldo financeiro existente em decorrência do disposto na alínea "1" do inciso II do art. 13.º, da Lei n.º 4.452, de 05-11-64, acrescida pelo art. 3.º, do Decreto-Lei n.º 1.420, de 09-10-75, em sua redação vigente à data do presente Decreto-Lei, será destinada ao Fundo Especial de Reajuste de Estrutura de Preços dos Combustíveis e Lubrificantes;

— a parcela relativa às diferenças entre os preços de gasolinas automotivas e do álcool anidro nos Centros de Mistura será recolhida pelas empresas distribuidoras de derivados do petróleo à conta do Fundo Especial de Reajuste de Estrutura de Preços dos Combustíveis e Lubrificantes;

— os recursos gerados pela diferença entre o custo de petróleo bruto importado e o preço do petróleo bruto nacional serão recolhidos pela Petróleo Brasileiro S/A (PETROBRAS) à conta do Fundo Especial de Reajuste de Estrutura de Preços dos Combustíveis e Lubrificantes, após deduzida uma parcela equivalente a 6% do valor do petróleo bruto nacional oriundo da bacia sedimentar terrestre no momento da extração, a ser recolhida ao CNP para transferência aos Estados produtores de petróleo.

V — IMPOSTO ÚNICO

O Imposto Único sobre Lubrificantes e Combustíveis Líquidos e Gasosos (IULCLG) é calculado em função das alíquotas definidas no Decreto-Lei n.º 1.785, de 13-05-80. Sua base de cálculo é o custo CIF em cruzeiros da unidade de volume de petróleo bruto importado vigente em 31-01-80, equivalente a Cz\$ 7,87 por litro. Essa base de cálculo será corrigida pelo CNP em períodos não inferiores a 12 meses, segundo o coeficiente da variação nominal das ORTN's ocorrida entre as datas de reajuste. O primeiro reajuste, de 52%, ocorreu em 04-02-81.

O Poder Executivo poderá alterar as alíquotas em até 40% para mais ou para menos (art. 2.º, do Decreto-Lei n.º 1.296, de 26-12-73).

O Imposto Único incorpora-se ao preço de venda dos produtos ao consumidor, sem consideração à pessoa natural ou jurídica do importador, comprador ou consumidor (art. 19.º da Lei n.º 2.975, de 27-11-56).

As alíquotas do Imposto Único são encontradas na tabela 6, em função da unidade litro de derivado.

TABELA 6

PRODUTOS	ALÍQUOTA (%)
gasolina automotiva tipo A	29,0
gasolina automotiva tipo B	41,0
óleo diesel	6,5
gases liquefeitos de petróleo	4,0
gasolina de aviação	zero
querosene de aviação	zero
querosene e signal oil	6,5
óleo combustível	zero
aguarrrás mineral e sucedâneos	1,5
solvente para borracha e sucedâneos	1,5
hexanos	1,5
nafta para recondicionamento de petróleo	zero
nafta para indústria petroquímica	zero
nafta para geração de gás	1,5
nafta para outros fins	29,0
gasóleos p/indústria petroquímica e para fabricação de vaselinas	zero
gasóleos para outros fins	29,0
nafta para fertilizantes	zero
óleos lubrificantes simples, compostos ou emulsivos a granel ou embalados no País	78,0
óleos lubrificantes simples, compostos ou emulsivos embalados importados	92,0
diluentes petroquímicos derivados de petróleo não incorporáveis ao produto final	29,0

FONTE — Conselho Nacional do Petróleo (CNP).

Além de incidir sobre os produtos anteriores, o Imposto Único grava também os óleos lubrificantes de origem vegetal para fins automotivos e industriais produzidos no País, com as especificações definidas pelo CNP (Lei n.º 6.560, de 18-09-78), cuja alíquota aplicável é de 5% sobre o preço de venda do produto.

Isenções

São isentos de Imposto Único os seguintes produtos:

a — combustíveis utilizados na geração de energia elétrica (Portaria MME-216, de 13-09-65);

b — óleos lubrificantes básicos utilizados na produção de óleos brancos (Decreto-Lei n.º 714, de 29-07-69);

c — combustíveis e lubrificantes destinados às missões diplomáticas estrangeiras cujos países concedam reciprocidade de tratamento (Decreto n.º 56.435, de 08-06-65);

d — petróleo bruto, importado e nacional (Parecer Normativo CST-243 de 05-08-70);

e — combustíveis e lubrificantes utilizados por navios nacionais e afretados com prerrogativas de bandeira brasileira quando em viagens internacionais (Decreto n.º 59.607, de 28-11-66);

f — combustíveis e lubrificantes utilizados na navegação marítima de cabotagem (Lei n.º 5.963, de 10-12-73);

g — combustíveis e lubrificantes utilizados por empresas cujos projetos industriais, programa ou listas de importação estejam previamente aprovados pelo Conselho de Não Ferrosos e de Siderurgia (CONSIDER) (Decreto-Lei n.º 1.356, de 06-11-74);

h — até 31-12-85, os alcóois etílico e metílico para fins carburantes (Decreto-Lei n.º 1.690, de 01-08-79).

Recolhimento do Imposto Único

O recolhimento do Imposto Único varia de acordo com a origem do produto, assim:

a — produtos nacionais: é integralmente recolhido à repartição arrecadadora no Estado em que estiver localizada a refinaria vendedora, no prazo de 50 dias a contar da data de entrega do produto ao primeiro comprador (Decreto-Lei n.º 1.628, de 15-06-78);

b — produtos importados: 1/3 do valor do imposto é recolhido na ocasião do desembarço alfandegário e o restante 60 dias após aquela formalidade, exceto no caso do GLP quando o recolhimento se fará integralmente no prazo de 70 dias da data do desembarço alfandegário (art. 11.º do Decreto-Lei n.º 61, de 21-11-66).

O produto da arrecadação do Imposto Único tinha sua destinação definida em lei. A partir de 1981 a arrecadação do Imposto Único passou a integrar a receita orçamentária da União, sendo desconhecida sua destinação específica. Ficou contudo resguardada a parcela destinada aos Estados e Municípios equivalentes a 40% da arrecadação total, correspondendo aos Estados 32% e aos Municípios 8%.

VI — PIS/PASEP

PIS — (Lei complementar n.º 7, de 07-09-70 e Lei complementar n.º 17, de 12-12-73).

Programa de Integração Social (PIS), destinado a promover a integração do empregado na vida e no desenvolvimento das empresas privadas.

O Fundo de Participação é constituído de duas parcelas:

a — a primeira, mediante dedução do Imposto de Renda (IR) devido pelas empresas na proporção de 5%, processando-se o seu recolhimento ao Fundo juntamente com o pagamento do IR;

b — a segunda, com recursos próprios da empresa, calculados com base no faturamento, na proporção de 0,75% a partir de 1976.

PASEP — (Lei complementar n.º 8, de 03-12-70).

As autarquias, empresas públicas, sociedades de economia mista e fundações, da União, dos Estados, dos Municípios, do Distrito Federal e dos territórios contribuirão para o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PASEP) com 0,8% de sua receita orçamentária, inclusive transferências e receita operacional.

VII — FUNDO DE LIQUIDEZ DA PREVIDÊNCIA SOCIAL

(Decreto-Lei n.º 1.785 de 1980)

O produto da arrecadação de uma parcela correspondente a 6% do preço ex-refinaria da gasolina “A”, que incidirá sobre os preços dos combustíveis automotivos derivados do petróleo e álcool hidratado, deverá ser recolhido pelas empresas refinadoras ao Banco do Brasil S/A, à conta do Tesouro Nacional, como Receita Orçamentária da União, para repasse ao Fundo de Liquidez da Previdência Social.

A parcela acima referida será corrigida em períodos não inferiores a 12 meses, de acordo com o coeficiente de variação nominal das ORTN's ocorrida entre as datas de reajustes.

VIII — PROGRAMA DE MOBILIZAÇÃO ENERGÉTICA

(Decreto-Lei n.º 1.785 de 1980)

O Programa de Mobilização Energética tem como objetivo racionalizar a utilização da energia obtendo a diminuição do consumo dos insumos energéticos e substituir progressivamente os derivados de petróleo por combustíveis nacionais.

Os recursos financeiros do Tesouro Nacional destinados ao Programa de Mobilização Energética instituído pela CNE tem sua origem a partir:

- de uma parcela incidente sobre o preço da gasolina “A”, equivalente a 35% do seu preço de realização, cujos recursos serão destinados da seguinte forma:

- 81% ao Programa de Mobilização Energética, para aplicação nas seguintes proporções:

- 1/3 no Programa de Transportes Alternativos para Economia de Combustíveis, sob a supervisão do Ministério dos Transportes;

- 1/3 no Programa de Desenvolvimento do Carvão e outras Fontes Alternativas de Energia, sob a supervisão do Ministério das Minas e Energia;

— 1/3 no Programa Nacional do Alcool, sob a supervisão do Ministério da Indústria e Comércio;

● tal parcela será corrigida em períodos não inferiores a 12 meses, segundo o coeficiente de variação nominal das ORTN's ocorrida entre as datas de reajustes;

● os recursos gerados, serão recolhidos pelas empresas refinadoras, ao Banco do Brasil S/A, à conta do Tesouro Nacional, como Receita Orçamentária da União para transferência aos órgãos beneficiários;

● caso o preço de venda da gasolina "A" não comporte a alocação integral da parcela de 35%, o CNP poderá, excepcionalmente, alocar parcelas compensatórias em outros produtos, desde que seja mantido o nível original de arrecadação.

IX — FINSOCIAL

(Decreto-Lei n.º 1.940 de 25-05-82)

— Artigo 1.º

§ 1.º — A contribuição social de que trata este artigo será de 0,5%, e incidirá sobre a receita bruta das empresas públicas e privadas que realizam venda de mercadorias, bem como das instituições financeiras e das sociedades seguradoras.

Uniformização de Preços dos Derivados

Visando propiciar uniformidade de preços em todo o Território Nacional a partir de 1976, a gasolina e óleo diesel tiveram seus preços finais ao consumidor unificados a um único valor.

Convém lembrar que tal unificação não foi de encontro à política de reajuste gradual dos preços à nova realidade energética ditada pelos preços internacionais do petróleo, sendo prevista quando da criação do CNP, em 1938.

Neste aspecto, os grandes beneficiários são os consumidores do interior, que teriam de pagar adicionalmente o ônus do frete de transferência dos derivados a suas localidades, produzidos em maior parte pelas refinarias junto ao litoral.

Premissas Básicas dos Preços dos Derivados Energéticos Ditadas pela Comissão Nacional de Energia

A partir da premissa de que a conservação ou o uso mais econômico dos derivados energéticos é em função de seus preços, a CNE, através da Resolução n.º 4 de 1980, estabeleceu a seguinte política de preços para esses produtos, constante do quadro 2.

QUADRO 2

Política de preços dos energéticos — permissas básicas (Resolução n.º 4/80 da Comissão Nacional de Energia)

1 — A política de preços dos energéticos deverá ter flexibilidade, de maneira a permitir ao Governo condições de estimular a produção e o consumo dos energéticos nacionais;

2 — Ajuste gradual e persistente dos preços de todos os derivados de petróleo, para transferir os impactos externos ao mercado interno e permitir a mais rápida adaptação à nova realidade energética. Tal procedimento deve buscar sintonia com a política anti-inflacionária;

3 — Os preços dos derivados de petróleo como um todo modificar-se-ão de acordo com o preço internacional do petróleo e a política de desvalorização cambial;

4 — A política de preços dos energéticos nacionais substitutos deverá garantir uma adequada remuneração do capital aplicado, como instrumento de mobilização prioritário do setor privado, ainda que recorrendo a subsídios, quando necessário;

5 — Evitar que subsídios conjunturais se transformem em fatores inflacionários.

A premissa n.º 1, recomendando preço competitivo para o energético nacional substituto, ensejou que através de maiores aumentos no preço da gasolina, seria viabilizado o uso do álcool.

O ajuste gradual dos preços dos derivados do petróleo à nova realidade energética, igualmente recomendado pela CNE, constituiu-se em medida imperativa diante da atual situação econômico-financeira do País.

Nesse particular, cabe observar que o óleo diesel ainda permanece com preço favorecido, sendo seu consumo destinado majoritariamente ao transporte de carga e transporte coletivo de passageiros.

SITUAÇÃO ATUAL

• Através do Decreto-Lei n.º 2.102, de 28-12-83, foi alterado o Decreto-Lei n.º 1.785, de 13-05-80, referente ao Imposto Único sobre Lubrificantes e Combustíveis em seu art. 4.º, item IV, alínea “b” e parágrafos 1.º e 2.º, que passaram a vigorar com a seguinte redação:

“Art. 4.º

IV

b) por uma parcela equivalente a até 6% do preço ex-refinaria da gasolina “A”, que incidirá sobre os preços dos combustíveis automotivos.

§ 1.º — O produto da arrecadação de que trata este artigo deverá ser recolhido pelas empresas refinadoras e/ou distribuidoras ao Banco do Brasil S/A, à conta do Tesouro Nacional, como receita orçamentária da União, para repasse ao Fundo de Liquidez da Previdência Social.

§ 2.º — O Ministro-Chefe da Secretaria de Planejamento da Presidência da República, juntamente com o Ministro das Minas e Energia, providenciarão as medidas necessárias ao cumprimento do disposto neste artigo”.

Em decorrência, os consumidores de combustíveis automotivos passaram a contribuir um pouco mais para a diminuição do “rombo” da Previdência Social. Até a estrutura de preços vigente a partir de 18-04-84, a alíquota em questão, incidente sobre o preço ex-refinaria (preço de realização dos derivados acrescido do Imposto Único), alcançou um máximo de 4%.

Agora, pretende-se alcançar os 6% permitidos por lei, sendo que a arrecadação adicional será destinada a diminuir o déficit da Previdência Social.

Finalmente, cabe ressaltar que com tal mecanismo, a cada reajuste do preço de realização dos combustíveis automotivos, a arrecadação da Previdência Social será elevada.

● Emenda Constitucional n.º 23, de 01-12-83, a vigorar a partir de 01-01-84 (*Emenda Passos Porto*).

Art. 1.º — Os dispositivos da Constituição Federal, abaixo enumerados, passam a vigorar com as seguintes alterações:

.....
.....
.....

“Art. 26

I — sessenta por cento do produto da arrecadação do imposto sobre lubrificantes e combustíveis líquidos ou gasosos, mencionado no item VIII do art. 21, bem como dos adicionais e demais gravames federais incidentes sobre os referidos produtos;

.....

§ 3.º — Aos Estados, Distrito Federal e Territórios serão atribuídos dois terços da transferência prevista no item I; aos Municípios, um terço”.

.....

.....

Art. 4.º — A participação dos Estados, do Distrito Federal, dos Municípios e dos Territórios, na distribuição prevista no item I do art. 26 será de:

- I — quarenta e quatro por cento, no exercício de 1984;
- II — quarenta e oito por cento, no exercício de 1985;
- III — cinquenta e dois por cento, no exercício de 1986; e
- IV — cinquenta e seis por cento, no exercício de 1987.

A repercussão financeira das alterações procedidas na arrecadação do IULCLG permitem estimar as seguintes transferências para os Estados e Municípios, com base em dados fornecidos pelo Ministério da Fazenda (MF).

TABELA 7

Repercussão financeira estimada
(base: exercício de 1983 Cr\$ bilhões)

ALTERAÇÃO	GANHOS		PERDAS
	Estados	Municípios	União
IULCLG.....	16,8	25,3	42,1

O aumento de arrecadação de 40 para 60% do IULCLG determinado pela Emenda Constitucional n.º 23, bem como a sua extensão a demais gravames federais incidentes sobre tais produtos, gerou amplas modificações na estrutura de preços de derivados.

Como até 60% dos gravames (impostos + alíneas) terão que ser repassados aos Estados, Territórios, Distrito Federal e Municípios, para manter o sistema petróleo em equilíbrio e ainda gerar os recursos programados pelo Tesouro Nacional, seria necessário um aumento adicional de preços para atender a nova situação.

De forma a não onerar demasiadamente o consumidor, o Governo instituiu o IOF sobre operações de câmbio com petróleo, tributo não abrangido pela Emenda Constitucional, como forma de arrecadar recursos para ressarcimento (antiga alínea a) e para o Tesouro Nacional (antigas alíneas b, c e d).

Com isto, de fato, o Governo aumentou a tributação sobre os derivados de petróleo, mantendo-a no Tesouro Nacional, sem repasse aos Estados, Territórios, Distrito Federal e Municípios.

A SEPLAN, em sua estratégia de combate à inflação, vem reajustando os derivados de petróleo abaixo dos níveis necessários à cobertura dos custos envolvidos a cada estrutura de preços, com compensações

parciais de uma estrutura para outra e postergação das datas de vigências das mesmas, o que vem acarretando desequilíbrios nos fluxos de caixa das empresas do setor.

Devido a isto, o preço real da gasolina e óleo diesel vem diminuindo, estando seus preços ainda abaixo dos praticados nos países constantes na tabela 8.

TABELA 8

Preços da gasolina e óleo diesel

PAÍSES	PREÇOS DA GASOLINA E ÓLEO DIESEL EM 31-07-84	
	Gasolina (Cr\$/l)	Óleo diesel (Cr\$/l)
Brasil.....	890,00	610,00
França.....	1 026,00	835,00
Alemanha.....	943,00	970,00
Suécia.....	940,00	633,00
Itália.....	1 320,00	681,00
Suíça.....	986,00	994,00
Espanha.....	1 018,00	678,00

FONTE — Petróleo Brasileiro S/A (PETROBRÁS).

2.2 — A estrutura de custos

Os itens de custo constantes da seção anterior são agora quantificados, procurando-se mostrar a importância de cada um na formação do preço final de venda ao consumidor.

Primeiramente é demonstrada a evolução do custo CIF do petróleo bruto, seguindo-se então a composição do preço de venda da gasolina e do óleo diesel entre custos e encargos fiscais e parafiscais.

A partir do primeiro choque do petróleo e até 31-12-82, o custo CIF médio do petróleo importado, expresso em Cr\$, evoluiu 32.234%, conforme demonstra a tabela 9, correspondendo ao preço do barril em US\$ uma variação de 944% e à taxa cambial uma variação de 2.998%.

De maneira a minimizar tais efeitos na economia, o CNP teve como diretriz subsidiar, dentre outros combustíveis, o óleo diesel, mediante a aplicação de mecanismos que onerassem o preço das gasolinas, a qual é consumida em automóveis de passeio e por indivíduos que desfrutam de maior nível de renda.

Ainda neste sentido, o MF reduziu as alíquotas do Imposto Único, de forma a não onerar tanto o preço de venda dos derivados do petróleo.

Devido a isto, após 1973, ao preço médio de produção, distribuição e revenda determinado para todos os derivados, de maneira a atender a estrutura do mercado consumidor e levando em conta a finalidade

TABELA 9

**Evolução do custo CIF do petróleo
(Valores adotados nas estruturas de preços)**

DATA	EVOLUÇÃO DO CUSTO CIF DO PETRÓLEO					
	Custo CIF		Taxa cambial		Custo CIF	
	US\$/barril	Índice	Cr\$	Índice	Cr\$/barril	Índice
31-12-73.....	3,38	100	6,13	100	20,72	100
31-12-74.....	10,05	297	6,89	112	69,24	334
31-12-75.....	12,06	357	8,36	136	100,82	487
31-12-76.....	12,89	381	11,83	193	152,49	736
31-12-77.....	13,67	404	13,37	218	182,77	882
31-12-78.....	13,76	407	18,41	300	253,32	1 223
31-12-79.....	22,46	664	31,15	508	699,63	3 377
31-12-80.....	33,72	998	61,36	1 001	2 069,06	9 986
31-12-81.....	36,87	1 091	108,64	1 772	4 005,56	19 332
31-12-82.....	35,28	1 044	189,90	3 098	6 699,67	32 334

FONTE — Conselho Nacional do Petróleo (CNP).

de utilização do produto, tendo ainda em mente o aspecto político-social, passou-se a onerar o preço final da gasolina em benefício do óleo diesel.

Comparativamente ao aumento do petróleo bruto, com variação de 32.334% no período de 1973-82, os preços finais da gasolina e diesel evoluíram respectivamente em 18.622 e 15.011%, demonstrando a alteração na escala de relação dos preços de venda desses produtos, e a preocupação governamental em minimizar, tanto quanto possível, o efeito da escalada de preços do petróleo bruto no mercado interno.

Assim, a tabela 10 adiante fornece uma visão comparativa dos custos da gasolina e óleo diesel, para cada um dos itens anteriormente mencionados, que compõem a estrutura de preços desses produtos.

TABELA 10

Gasolina e óleo diesel composição do preço de venda

PARCELAS	COMPOSIÇÃO DO PREÇO DE VENDA EM 31.05.83			
	Gasolina		Diesel	
	Cr\$/l	%	Cr\$/l	%
CUSTOS				
TOTAL DOS CUSTOS.....	158,49	75,5	106,42	81,9
— Petróleo.....	119,35	56,9	69,78	53,7
— Salário.....	12,79	6,1	12,65	9,7
— Outros Custos.....	7,21	3,4	5,58	4,3
— Remuneração Patrimonial.....	3,76	1,8	3,90	3,0
— Fundo de Reajuste de Preços.....	15,38	7,3	14,51	11,2
ENCARGOS FISCAIS E PARAFISCAIS				
TOTAL DOS ENCARGOS.....	51,51	24,5	23,58	18,1
— Imposto Único.....	15,21	7,2	3,40	2,6
— Fundo de Previdência Social.....	4,18	2,0	4,18	3,2
— Fundo de Mobil. Energética.....	24,80	11,8	11,64	9,0
— PIS/PASEP.....	4,39	2,1	2,82	2,0
— FINSOCIAL.....	2,93	1,4	1,74	1,3
Preço de Venda.....	210,00	100,0	130,00	100,0

FONTE — Conselho Nacional do Petróleo (CNP).

Constata-se que o item custos corresponde a 75,5% na gasolina quando no óleo diesel é 81,9%, representando o petróleo bruto respectivamente 56,9 e 53,7% desses custos, sendo que os encargos fiscais e parafiscais representam 24,5% na gasolina e 18,1% no óleo diesel.

3 — AS DEMANDAS DE GASOLINA E ÓLEO DIESEL

Este Capítulo trata das demandas de gasolina e diesel, sendo dividido em duas seções, a primeira compreendendo a especificação das equações de demanda e a descrição do modelo econométrico utilizado para determinação das elasticidades-preço e renda de tais produtos.

A segunda seção refere-se à evidência empírica no período 1969-82 das demandas de gasolina e diesel, descrevendo os dados estatísticos coletados, o tratamento realizado nos mesmos para torná-los processáveis pelos modelos econométricos escolhidos, sendo finalmente analisados os resultados alcançados para os produtos em questão.

3.1 — As equações de demanda e a especificação do modelo econométrico

3.1.1 — As equações de demanda

A demanda por um bem é afetada por várias circunstâncias, dentre as quais cabe mencionar:

- o preço do bem sob consideração;
- os gastos e preferências dos consumidores;
- o número de consumidores em questão;
- a renda dos consumidores;
- o preço dos bens complementares e substitutos àquele sob exame;
- a variedade de bens disponíveis para os consumidores.

A teoria do consumidor afirma que a quantidade demandada por um bem ou serviço é função do preço do bem, dos preços dos outros bens disponíveis e da renda do consumidor.

Algebricamente podemos representar tal expressão funcional da seguinte maneira:

$$q_d = f(p_d, p_1, \dots, p_n, y)$$

onde:

- q_d — é a quantidade demandada de gasolina;
- p_d — refere-se ao preço da gasolina;
- p_i — preço do i -ésimo bem ou serviço, para $i = 1, \dots, n$;
- y — renda do consumidor.

À equação de demanda, mostrada anteriormente, adicionamos as seguintes proposições: o consumidor reage somente a variações na escala de preços relativos de tais bens e a demanda é função da renda real do consumidor.

Desse modo, a quantidade demandada de gasolina é função do seu preço real $\frac{p_g}{p}$, dos preços reais $\frac{p_j}{p}$ $j = 1, 2, \dots, n$, dos bens que lhes são complementares ou substitutos e da renda real $\frac{y}{p}$, onde p é um índice de preços dos bens e serviços que compõem a cesta do consumidor, resultando na equação:

$$q_g = f \left(\frac{p_g}{p}, \frac{p_1}{p}, \frac{p_2}{p}, \dots, \frac{p_n}{p}, \frac{y}{p} \right)$$

A teoria econômica não sugere nenhuma forma funcional para a equação de demanda, geralmente sendo mais usadas as funções lineares e lineares dos logaritmos das variáveis.

A forma logarítmica da equação de demanda possui a seguinte expressão:

$$\begin{aligned} \log q_{gt} = & \alpha_0 + \alpha_1 \log \frac{p_{gt}}{p_t} + \alpha_2 \log \frac{p_{1t}}{p_t} + \alpha_3 \log \frac{p_{2t}}{p_t} + \dots \\ & + \alpha_{n+1} \log \frac{p_{nt}}{p_t} + \beta \log \frac{y_t}{p_t} + \zeta_t \end{aligned}$$

O índice t refere-se ao período de tempo ao qual correspondem as observações das variáveis e os coeficientes das variáveis preços e renda são as elasticidades da quantidade demandada com respeito às variáveis que o coeficiente está multiplicado.

A perturbação aleatória ζ_t , com média zero, variância constante e serialmente independente foi introduzida para representar outros fatores que afetam a demanda e que foram deixados fora do modelo.

Freqüentemente não se inclui os preços de todos os bens adquiridos pelos consumidores na equação de demanda, introduzindo-se a informação *a priori*, não testada, de que as elasticidades-preço cruzadas são nulas, resultando na equação seguinte:

$$\log q_{gt} = \alpha_0 + \alpha_1 \log \frac{p_{gt}}{p_t} + \beta \log \frac{y_t}{p_t} + \zeta_t$$

Convém lembrar que a gasolina destina-se ao consumidor final e quando seu preço aumenta, o decréscimo experimentado em sua quantidade procurada é resultante da combinação do efeito-substituição e do efeito-renda. O efeito-substituição leva o consumidor a substituir os

bens relativamente mais caros pelos bens relativamente mais baratos quando seus preços se elevam. Um aumento real no preço da gasolina em relação ao álcool hidratado leva o consumidor a substituir a gasolina por esse outro combustível.

O efeito-renda decorre do decréscimo na renda real do consumidor quando o preço de um bem aumenta. A renda do consumidor compra menos bens e serviços que antes, reduzindo-se, então, as quantidades adquiridas de diferentes bens.

Geralmente o efeito-substituição prevalece sobre o efeito-renda, quando os bens são considerados normais, isto é, tem elasticidades-renda positivas. Para os bens inferiores, cujas elasticidades-renda são negativas, é possível que o efeito-renda prepondere nos chamados bens de Giffen.

A demanda de óleo diesel em sua maior parte serve como insumo às empresas prestadoras de serviços de transporte, bem como à indústria, ainda que em menor quantidade. Devido a isto, o óleo diesel para a empresa é considerado como um fator de produção, havendo portanto de sua parte a busca na eficiência máxima de sua utilização para minimização dos custos de produção.

A teoria econômica, no modelo que trata da empresa que minimiza o custo de produção, afirma que a quantidade demandada de um fator de produção aumenta (diminui) quando o preço do fator diminui (aumenta), sendo ainda função da quantidade a ser produzida. Em símbolos:

$$q_{od} = f \left(\frac{p_{od}}{p}, \frac{p_1}{p}, \dots, \frac{p_n}{p}, \frac{y}{p} \right)$$

onde:

q_{od} — quantidade demandada de óleo diesel;

p_{od} — preço do óleo diesel;

p_i — preço dos outros i -ésimos fatores de produção, para $i = 1, \dots, n$;

y — nível de produção;

cuja forma logarítmica, de modo análogo a da gasolina, tem como expressão:

$$\log q_{od} = \alpha_0 + \alpha_1 \log \frac{p_{odt}}{p_t} + \alpha_2 \log \frac{p_{1t}}{p_t} + \\ + \alpha_{n+1} \log \frac{p_{nt}}{p_t} + \beta \log \frac{y_t}{p_t} + \zeta_t$$

3.1.2 — A especificação do modelo econométrico

Admite-se que a relação entre consumo e renda (nível de produção) e preço da gasolina ou diesel seja explicada por:

$$C^* = a_0^* \cdot R^{*\alpha_1} \cdot P^{*\alpha_2} \cdot e^u \quad (1)$$

em que:

C^* = consumo em 10 mil litros de gasolina ou diesel;

P^* = preço real, em Cr\$ por litro de gasolina ou diesel no Município de São Paulo (deflacionado pelo ICV-RJ);

R^* = arrecadação de Imposto sobre Circulação de Mercadorias (ICM) a nível estadual, como aproximação da renda estadual (deflacionada pelo ICV-RJ) em Cr\$ 10.000,00;

u = perturbação aleatória em que $E\{u\} = 0$, com variância constante.

Cabe observar que o preço no Município de São Paulo foi escolhido por ser o Município onde ocorre o maior consumo do País, se comparado aos demais, e ainda pelo fato de não ser possível o estabelecimento de um preço médio ponderado por UF, como seria desejável. Tais considerações não geram distorções nos dados, haja vista os preços em todas as UF's sofrerem os mesmos reajustes percentuais em períodos idênticos.

Por hipótese, admite-se que o consumo cresça com a elevação da renda real por Estado e decresça com o crescimento do preço real desses produtos.

A forma multiplicativa da equação anteriormente descrita foi escolhida por estimar diretamente as elasticidades-preço (α_1^*) e renda (α_2^*).

De modo a se evidenciar possíveis particularidades a nível estadual, o modelo (1) estima os consumos de gasolina e diesel, por UF, usando uma técnica econométrica onde são consideradas observações de *cross-section* (Estados) com observações de séries temporais (médias trimestrais), para o período 1969-82.

A estimação do modelo (1) através do método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) resultaria em valores iguais para α_0^* , α_1^* , α_2^* nas UF's, ao longo do ano. Como deseja-se verificar possíveis peculiaridades estaduais ao longo das estações do ano (variações sazonais), incluiu-se variáveis *dummies* de maneira que tais aspectos, caso existentes, pudessem ser revelados.

Pelo acréscimo na forma logarítmica do modelo (1) das variáveis *dummies* sazonais para cada Estado resulta:

$$C_{i,t} = a_0 + a_1 R_{i,t} + a_2 P_{i,t} + \sum_{k=1}^3 a_{k+2} D_k + u_{i,t} \quad (2)$$

onde:

$C_{i,t}$ = logaritmo do consumo de gasolina (óleo diesel), no Estado i , no trimestre t ;

a_0 = logaritmo de a_0^* ;

$R_{i,t}$ = logaritmo da renda real, no Estado i , no trimestre t ;

$P_{i,t}$ = logaritmo do preço real de gasolina (óleo diesel), no Estado i , no trimestre t ;

D_k = 1 quando a observação é correspondente ao trimestre k
0 quando não é.

De maneira a se evitar multicolinearidade perfeita, decorrente da inclusão do intercepto (a_0) no modelo, utilizam-se três variáveis *dummies*, equivalentes ao número de trimestres no ano menos 1. A constante a_0 estimada corresponde ao trimestre excluído, sendo que os coeficientes *dummies* introduzidos servem para comparar o efeito de cada trimestre em relação àquele que foi excluído por Estado.

O modelo (2) pressupõe que o consumo atual é igual ao desejado para a gasolina ou óleo diesel, pois admite-se que o ajustamento do consumo é instantâneo, isto é, quando o preço ou a renda se modifica, o consumo igualmente se modifica no mesmo período.

Caso suponha-se que tais consumos ainda não são os desejados, deve-se adicionar ao modelo a variável dependente defasada como variável explicativa, numa avaliação de ajustamento parcial.

Tal modelo de ajustamento parcial, denominado de defasagem distribuída com ajustamento parcial ou de persistência de hábito, supõe que o consumo real ($C_{i,t}$) esteja se modificando na direção do consumo desejado ($C_{i,t}^d$) e que tal esforço de ajustamento só tenha sucesso parcial dentro de um período, por razões diversas tais como restrições tecnológicas, persistência de hábitos, resistências institucionais, custos de ajustamento, etc.

A relação entre o nível real de consumo $C_{i,t}$ e o nível desejado $C_{i,t}^d$ pode ser especificada da seguinte maneira:

$$C_{i,t} = \delta C_{i,t-1} + (1 - \delta) \cdot C_{i,t}^d \text{ para } 0 \leq \delta < 1 \quad (3)$$

onde temos o mecanismo de ajustamento parcial, em que δ é chamado de "coeficiente de ajustamento".

Já que o consumo desejado é expresso por:

$$C_{i,t}^d = a_0 + a_1 R_{i,t} + a_2 P_{i,t} + \sum_{k=1}^3 a_{k+2} D_k + u_{i,t} \quad (4)$$

segue-se que substituindo-se em (3) resulta:

$$C_{i,t} = (1 - \delta) a_0 + \delta C_{i,t-1} + (1 - \delta) a_1 R_{i,t} + (1 - \delta) a_2 P_{i,t} + \\ + \sum_{k=1}^3 (1 - \delta) a_{k+2} D_k + (1 - \delta) u_{i,t} \quad (5)$$

finalmente expresso por:

$$C_{i,t} = b_0 + b_1 C_{i,t-1} + b_2 R_{i,t} + b_3 P_{i,t} + \sum_{k=1}^3 b_{k+3} D_k + u_{i,t} \quad (6)$$

Desse modo as elasticidades renda e preço no modelo de ajustamento parcial, face ao mecanismo de ajustamento parcial introduzido, corresponderão a: $b_2 = (1 - \delta) \cdot a_1$ e $b_3 = (1 - \delta) \cdot a_2$.

3.2 — A evidência empírica

Os dados e modelos utilizados, para comprovação da hipótese formulada, de que o consumo desses derivados energéticos apresenta crescimento com a elevação da renda real por UF e que decresça com o aumento do preço real desses produtos, é a seguir descrita.

O consumo de gasolina ou diesel a nível estadual, correspondente no modelo à variável (C), teve seus dados coletados a partir de uma série histórica mensal, abrangendo o período 1969-82, calculando-se após médias trimestrais de tais volumes para sua utilização.

Os dados dos Estados da Guanabara e Rio de Janeiro foram somados constituindo-se numa única UF, bem como Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, para efeito de tabulação estatística dos dados observados e resultados alcançados.

De maneira análoga, a arrecadação de ICM a nível estadual, correspondente no modelo à variável (R), aproximação da renda estadual, teve o mesmo tratamento acima, sendo ainda deflacionada pelo ICV/RJ médio do trimestre, para que fosse possível seu uso a partir de quantias reais.

Cabe ressaltar que, pelo fato de não existirem nas contas nacionais dados estatísticos correspondentes à renda estadual, procurou-se, alternativamente, outra variável, sendo escolhida a arrecadação de ICM, para a qual admitiu-se possuir características semelhantes às da renda estadual.

Quanto ao preço de tais derivados, correspondentes no modelo à variável (P), utilizou-se para todas as UF's os preços no Município de São Paulo, calculados a partir da média aritmética ponderada do número de dias de vigência de seus preços em intervalos trimestrais, sendo então deflacionados pelo ICV/RJ médio do respectivo trimestre.

Inicialmente, numa formulação de ajustamento instantâneo, foi testado o modelo

$$C_t = a_0 + a_1 R_t + a_2 P_t + a_3 D_1 + a_4 D_2 + a_5 D_3 + u_t$$

para a gasolina ou diesel, resultando nas tabelas e análises das estimativas alcançadas a seguir, sendo que as tabelas em questão detalham, para cada UF, os valores do intercepto a_0 , equivalente ao 4.º trimestre, da elasticidade-renda a_1 , da elasticidade-preço a_2 e das variações sazonais trimestrais do ano a_3 , a_4 e a_5 , correspondentes ao 1.º, 2.º e 3.º trimestres, de maneira que tais variações, caso significativas, possam ser reveladas.

O valor observado da estatística de Student (T) é igualmente especificado para cada parâmetro do modelo acima, por UF e seu agregado (Brasil), servindo para que, através de um teste de hipóteses unicaudal, seja verificada a significância ou não de tais parâmetros, comparativamente ao valor teórico desta estatística, a um nível de 5%.

Devido à suspeição da presença de perturbações auto-regressivas, reforçada pelo curto intervalo de tempo entre as observações (trimestrais), testou-se a estatística de Durbin-Watson para cada UF e o Brasil como um todo, tendo-se chegado, a partir de seus valores, a conclusão de ocorrer autocorrelação positiva nas observações em estudo, indicando ainda a necessidade de reestimação da equação do modelo.

O método escolhido para reestimar as equações de regressão de ajustamento instantâneo por produto e Estado devido a evidência de perturbações auto-regressivas positivas, foi considerar que um processo auto-regressivo de terceira ordem da forma:

$$u_t = p_1 u_{t-1} + p_2 u_{t-2} + p_3 u_{t-3} + e_t$$

seria satisfatório, resultando a partir de sua aplicação novas estimativas para os parâmetros das equações de regressão.

Ao se eliminar a autocorrelação pelo processo auto-regressivo anteriormente descrito, cujos parâmetros e valores da estatística T também constam das tabelas de resultados, verificou-se a ocorrência de mudanças significativas nos coeficientes das variáveis. Neste caso, a autocorrelação poderia ser resultado de um problema de especificação, com a ausência de uma variável explicativa importante no modelo.

A partir deste fato, incluiu-se a variável explicativa defasada de um período, C_{t-1} , para captar o efeito mencionado, resultando no modelo de ajustamento parcial:

$$C_{i,t} = b_0 + b_1 C_{i,t-1} + b_2 R_{i,t} + b_3 P_{i,t} + \sum_{k=1}^3 b_{k+3} D_k + u_{i,t}$$

Tal modelo de regressão, denominado de defasagem distribuída com ajustamento parcial, supõe que o atual nível de consumo ainda não

é o desejado, sendo que o coeficiente (b_1) da variável defasada C_{t-1} mede o grau de ajustamento entre o nível atual e o nível de consumo.

Pelo fato do teste de Durbin-Watson não ser aplicável a equações de regressão em que o valor defasado da variável dependente é uma das variáveis explicativas, testou-se a estatística h (ver Chamada 1) de Durbin a um nível de 5%, com o objetivo de se verificar a ocorrência de perturbações auto-regressivas nos dados, tendo-se chegado à conclusão de existir autocorrelação positiva nas observações em análise, com indicação da necessidade de reestimação das equações do modelo.

Uma das propostas sugeridas pela literatura econométrica para tratamento de modelos que incluam entre regressores a variável dependente defasada, nos quais a variável dependente defasada e a distúrbância aleatória estão correlacionadas, consiste em se utilizar o método de variáveis instrumentais em que se estima o valor da variável dependente defasada a partir de outras variáveis independentes e suas defasagens, finalmente usando estes valores para se estimar os parâmetros do modelo.

Na equação de demanda agora definida por:

$$C_{i,t} = b_0 + b_1 C_{i,t-1} + b_2 R_{i,t} + b_3 P_{i,t} + \sum_{k=1}^3 b_{k+3} D_k + u_t$$

e admitindo-se que $u_t = p_1 u_{t-1} + p_2 u_{t-2} + p_3 u_{t-3} + e_t$ seja um processo auto-regressivo de terceira ordem, em que C_{t-1} e u_t são correlacionados, a aplicação do método de MQO conduziria a estimativas inconsistentes. Para resolver este problema aplicou-se o método da variável instrumental, que estima numa primeira etapa o valor de C_{t-1} a partir de um conjunto de instrumentos e numa segunda etapa usa estas estimativas para fazer a regressão antes descrita simultaneamente com o processo auto-regressivo, cujos resultados encontram-se nas tabelas seguintes.

3.2.1 — A demanda de gasolina

A seguir são apresentadas as análises e estimativas dos modelos de regressão de ajustamento instantâneo e parcial para a demanda de gasolina por Estado e Brasil.

Inicialmente a regressão de ajustamento instantâneo, aqui repetida por conveniência,

$$C_t = a_0 + a_1 R_t + a_2 P_t + a_3 D_1 + a_4 D_2 + a_5 D_3 + u_t$$

foi ajustada aos dados observados para cada UF e Brasil, constando as estimativas de cada parâmetro na tabela 11.

¹ A estatística h possui distribuição $N(0,1)$, sendo calculada a partir da expressão:

$$h = \left(1 - \frac{D.W.}{2}\right) \cdot \sqrt{\frac{n}{1 - n \bar{v}^2(C_{t-1})}}$$

A estatística de Durbin-Watson calculada para cada UF e também integrante da tabela 11, revelou a existência de autocorrelação positiva entre as observações.

TABELA 11

Gasolina

(continua)

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	REGRESSÃO: $C_t = a_0 + a_1.R_t + a_2.P_t + \sum_{k=1}^3 a_k.D_k + u_t$							R ²	D.W.
	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅			
BRASIL	5,866	0,869	-0,353	-0,088	-0,042	-0,044	0,74	0,74	
T	10,88	8,99	-5,27	-2,35	-1,10	-1,16			
AM	5,080	0,721	-0,233	-0,059	0,001	-0,058	0,81	0,56	
T	13,90	7,24	-2,04	-1,90	0,01	-1,00			
AC	-0,805	-0,025	0,878	-0,158	-0,151	-0,096	0,51	1,42	
T	-0,74	-0,10	3,94	-0,95	-0,91	-0,58			
PA	6,023	0,777	-0,329	-0,068	0,017	0,044	0,84	0,77	
T	28,33	7,91	-3,64	-1,75	0,42	1,15			
MA	4,484	0,578	-0,014	-0,102	-0,047	-0,018	0,65	0,71	
T	13,91	5,08	-0,16	-1,34	-0,56	-0,26			
PI	2,896	0,167	0,439	-0,193	-0,191	-0,030	0,65	0,47	
T	5,73	1,48	3,41	-2,18	-2,13	-0,34			
CE	6,340	0,230	0,031	-0,134	-0,144	-0,057	0,59	0,89	
T	28,15	3,34	0,47	-2,61	-2,62	-1,13			
RN	5,998	0,428	-0,148	-0,090	-0,045	0,016	0,75	1,03	
T	24,98	5,80	-1,90	-2,25	-0,94	0,35			
PB	6,397	0,535	-0,269	-0,071	0,014	0,011	0,56	0,65	
T	28,45	5,44	-3,26	-1,43	0,23	0,20			
PE	7,513	0,430	-0,283	-0,080	-0,063	-0,047	0,38	0,34	
T	31,91	3,90	-2,85	-1,57	-1,14	-0,89			
AL	5,478	0,108	0,140	-0,066	-0,175	-0,139	0,39	0,21	
T	14,66	0,81	1,05	-0,89	-1,91	-1,42			
SE	5,877	0,713	-0,339	-0,001	-0,006	-0,028	0,84	0,80	
T	20,86	8,57	-3,86	-0,01	-0,15	-0,71			
BA	6,463	0,546	-0,197	-0,030	0,016	-0,037	0,67	0,24	
T	27,25	4,89	-1,73	-0,58	0,28	-0,73			
MG	6,817	0,726	-0,390	-0,108	-0,057	-0,021	0,67	0,47	
T	26,94	6,99	-4,24	-2,55	-1,34	-0,50			
ES	6,023	0,282	-0,005	5,51x10 ⁻⁵	-0,069	-0,038	0,54	0,28	
T	11,55	2,74	-0,03	0,00	-0,93	-0,52			
RJ	3,747	1,058	-0,263	-0,150	-0,040	-0,049	0,73	0,60	
T	6,70	9,04	-5,00	-4,51	-1,20	-1,50			
SP	5,539	0,805	-0,260	-0,091	-0,037	-0,035	0,76	0,56	
T	12,73	10,12	-5,32	-2,68	-1,09	-1,03			

TABELA 11

Gasolina

(conclusão)

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	REGRESSÃO: $C_t = a_0 + a_1.R_t + a_2.P_t + \sum_{k=1}^3 a_k.D_k + u_t$							
	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	R ²	D. W.
PR	6,916	0,739	-0,426	-0,072	-0,077	-0,064	0,56	0,67
T	21,16	7,68	-5,99	-1,47	-1,59	-1,32		
SC	6,152	0,619	-0,230	-0,079	-0,116	-0,084	0,71	0,42
T	25,97	5,98	-2,24	-1,55	-2,25	-1,64		
RS	6,942	0,596	-0,288	-0,075	-0,038	-0,107	0,43	0,43
T	17,63	5,10	-3,37	-1,43	-0,73	-2,05		
GO	5,690	0,513	-0,041	-0,152	-0,237	-0,073	0,50	0,13
T	14,39	3,35	-0,29	-1,78	-2,43	-0,83		
MT	4,494	0,383	0,224	-0,168	-0,191	-0,068	0,78	0,31
T	11,29	3,86	1,81	-2,37	-2,58	-0,93		
DF	6,012	0,316	0,017	-0,121	-0,006	-0,046	0,78	0,78
T	18,41	8,81	0,25	-1,93	-0,09	-0,74		

A reestimação do modelo de ajustamento instantâneo, através do processo auto-regressivo anteriormente descrito, resultou em novas estimativas constantes da tabela 12, que inclui em suas três últimas colunas os coeficientes estimados para o processo em questão.

Somente as estimativas da tabela 12, referentes ao modelo de ajustamento instantâneo no qual se levou em conta a autocorrelação nos resíduos foram comentadas, cujos principais aspectos são destacados a seguir.

Conforme esperado, as elasticidades-renda (a_1) de quase todos os Estados (menos Acre e Alagoas) indicam que a sensibilidade do consumo a aumentos verificados na renda estadual tem resposta positiva e significativa estatisticamente, cabendo registrar que para Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo e Brasil tais estimativas são respectivamente 0,462, 0,753, 0,474 e 0,624.

Relativamente à hipótese de que a sensibilidade do consumo a elevações no preço tem resposta negativa, representando a elasticidade-preço (a_2), verificou-se que as UF's mais importantes correspondem à expectativa formulada.

Nas UF's mais expressivas da Região Sudeste, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, as elasticidades-preço estimadas são significativas, tendo por coeficientes respectivamente -0,283, -0,175 e -0,168, cabendo ao Brasil, -0,308, estando portanto tais Estados abaixo da média nacional.

TABELA 12

Gasolina

(continua)

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	REGRESSÃO: $C_t = a_0 + a_1.R_t + a_2.P_t + \sum_{k=1}^3 \frac{a_k}{k+2} D_k + u_t$									
	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	R ²	ρ ₁	ρ ₂	ρ ₃
BRASIL	7,797	0,624	-0,308	-0,092	-0,054	-0,047	0,64	0,629	0,221	-0,021
T	11,08	6,08	-3,93	-6,29	-3,54	-3,24		4,71	1,42	-0,16
AM	4,430	0,442	0,053	-0,073	-0,015	-0,048	0,64	0,751	0,022	-0,163
T	9,00	4,15	0,41	-2,60	-0,50	-1,82		5,70	0,13	-1,24
AC	-0,693	0,005	0,851	-0,148	-0,149	-0,094	0,37	0,313	-0,102	0,099
T	-0,52	0,02	3,25	-1,00	-0,85	-0,63		2,36	-0,74	0,74
PA	5,881	0,545	-0,153	-0,088	-0,019	0,027	0,71	0,436	0,218	0,009
T	17,33	5,25	-1,55	-3,42	-0,66	1,13		3,26	1,52	0,07
MA	5,055	0,264	0,093	-0,178	-0,163	-0,031	0,54	0,644	-0,120	0,146
T	8,40	2,24	0,77	-3,49	-2,41	-0,78		4,87	-0,77	1,11
PI	3,961	0,153	0,268	-0,185	-0,184	-0,028	0,39	0,853	-0,195	0,091
T	4,52	1,69	1,70	-4,33	-3,47	-0,66		6,41	-1,12	0,68
CE	6,757	0,186	-0,006	-0,139	-0,157	-0,061	0,50	0,437	-0,016	0,241
T	14,98	2,58	-0,07	-3,76	-3,26	-1,72		3,37	-0,11	1,86
RN	5,885	0,302	-0,056	-0,099	-0,086	-0,020	0,65	0,411	0,176	-0,068
T	16,46	3,44	-0,56	-3,33	-2,03	-0,51		3,08	1,24	-0,51
PB	6,624	0,346	-0,178	-0,090	-0,056	-0,038	0,51	0,638	-0,068	0,139
T	14,43	3,07	-1,65	-2,96	-1,03	-0,95		4,82	-0,43	1,05
PE	8,250	0,231	-0,231	-0,089	-0,100	-0,079	0,59	0,600	0,112	0,115
T	17,30	2,88	-2,64	-4,29	-3,59	-3,31		4,52	0,73	0,87
AL	6,913	-0,014	-0,017	-0,072	-0,214	-0,195	0,68	0,949	-0,144	0,067
T	10,43	-0,19	-0,14	-3,24	-5,59	-4,75		7,12	-0,79	0,51
SE	5,693	0,554	-0,221	-0,017	-0,033	-0,044	0,70	0,406	0,381	-0,186
T	14,75	5,62	-2,07	-0,58	-1,28	-1,48		3,09	2,87	-1,42
BA	7,424	0,372	-0,195	-0,043	-0,016	-0,038	0,58	0,725	0,291	-0,185
T	16,71	4,60	-2,12	-2,37	-0,74	-2,30		5,52	1,83	-1,41
MG	7,875	0,462	-0,283	-0,106	-0,064	-0,019	0,56	0,480	0,255	0,099
T	15,94	4,78	-3,25	-5,63	-3,40	-1,03		3,61	1,78	0,74
ES	6,530	0,111	0,031	0,010	-0,070	-0,030	0,29	0,778	-0,060	0,110
T	10,30	2,07	0,27	0,40	-2,27	-1,22		5,86	-0,36	0,83
RJ	5,355	0,753	-0,175	-0,131	-0,055	-0,049	0,65	0,656	0,187	-0,220
T	8,87	6,18	-2,73	-7,03	-3,43	-3,02		5,03	1,20	-1,69
SP	7,705	0,474	-0,168	-0,096	-0,053	-0,40	0,60	0,529	0,183	0,057
T	13,91	5,45	-2,59	-6,15	-3,20	-2,61		3,97	1,23	0,43
PR	8,056	0,381	-0,244	-0,073	-0,059	-0,054	0,32	0,505	0,200	-0,03
T	15,95	3,64	-2,62	-2,82	-2,28	-2,12				

TABELA 12

Gasolina

(conclusão)

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	REGRESSÃO: $C_t = a_0 + a_1.R_t + a_2.P_t + \sum_{k=1}^3 a_k D_k + u_t$									
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	R^2	ρ_1	ρ_2	ρ_3
SC	6,804	0,605	-0,331	-0,074	-0,111	-0,082	0,46	0,587	0,075	0,178
T	12,50	5,00	-2,73	-3,07	-4,12	-3,59		4,46	0,49	1,35
RS	8,228	0,316	-0,201	-0,084	-0,051	-0,098	0,40	0,558	0,133	0,113
T	13,50	2,89	-2,07	-3,70	-2,01	-4,31		4,20	0,88	0,85
GO	7,440	0,315	-0,183	-0,141	-0,166	-0,042	0,56	0,887	-0,045	0,067
T	10,78	3,47	-1,53	-6,95	-4,39	-1,73		6,65	-0,25	0,50
MT	5,917	0,222	0,100	-0,156	-0,145	-0,041	0,51	0,595	0,138	0,131
T	9,18	2,64	0,81	-5,99	-4,19	-1,42		4,49	0,90	0,99
DF	6,156	0,206	0,065	-0,123	-0,020	-0,049	0,45	0,427	0,117	0,197
T	9,74	3,98	0,55	-3,39	-0,49	-1,36		3,26	0,82	1,50

Nesse particular, a elasticidade-preço avaliada para Santa Catarina foi $-0,331$, a mais alta verificada para todo o conjunto de Estados sob análise, estando ainda acima da média nacional.

No que se refere a possíveis flutuações sazonais no consumo decorrentes da introdução das variáveis *dummies*, verifica-se, através dos valores calculados (a_3 , a_4 , a_5), uma grande incidência de coeficientes negativos e significativos estatisticamente para a_3 (1.º trimestre) e a_4 (2.º trimestre), sugerindo que a sensibilidade do consumo nesses trimestres possui resposta negativa dos consumidores.

Os valores estimados para a sazonalidade no 1.º trimestre (a_3) e 2.º trimestre (a_4) são estatisticamente significativos nos Estados onde ocorre maior consumo de gasolina, correspondendo a Minas Gerais ($-0,106$ e $-0,064$), Rio de Janeiro ($-0,131$ e $-0,055$) e São Paulo ($-0,096$ e $-0,053$) com o Brasil ($-0,092$ e $-0,054$).

Uma amostra das estimativas das elasticidades-renda (a_1) e preço (a_2) estatisticamente significativas dos principais Estados representando aproximadamente 80% do consumo de gasolina, extraídas das tabelas 11 e 12, respectivamente, constam da tabela 13, permitindo o seu confronto e a verificação de modificações expressivas nos seus valores, sugerindo a ausência de uma variável explicativa importante no modelo.

Conforme pode ser verificado a partir das estimativas da tabela 13, o Rio de Janeiro com 0,753 é o Estado que apresenta a maior elasticidade-renda desses Estados, acima da média nacional, seguido por Santa Catarina com 0,605.

TABELA 13

Estimativas para o modelo de ajustamento instantâneo da elasticidade-renda e preço da gasolina nos Estados mais representativos

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	ESTIMATIVAS PARA O MODELO DE AJUSTAMENTO INSTANTÂNEO DA ELASTICIDADE-RENDA E PREÇO DA GASOLINA			
	Elasticidade-renda (s ₁)		Elasticidade-preço (s ₂)	
	Estimativas da tabela 11	Estimativas da tabela 12	Estimativas da tabela 11	Estimativas da tabela 12
BRASIL.....	0,869	0,624	-0,353	-0,308
São Paulo.....	0,805	0,474	-0,260	-0,168
Rio de Janeiro.....	1,058	0,753	-0,263	-0,175
Minas Gerais.....	0,726	0,462	-0,390	-0,283
Rio Grande do Sul.....	0,596	0,316	-0,288	-0,201
Paraná.....	0,739	0,381	-0,426	-0,244
Bahia.....	0,546	0,372	-0,197	-0,195
Santa Catarina.....	0,619	0,605	-0,230	-0,331
Pernambuco.....	0,430	0,231	-0,283	-0,231

No que se refere a elasticidade-preço, para os valores ajustados da tabela 13, novamente o Estado de Santa Catarina, com -0,331, volta a se destacar, agora com o maior valor absoluto, seguido de Minas Gerais com -0,283, sendo que o Rio de Janeiro tem por coeficiente -0,175.

O modelo de regressão de ajustamento parcial para gasolina

Através da equação de regressão de ajustamento parcial,

$$C_t = b_0 + b_1 C_{t-1} + b_2 R_t + b_3 P_t + \sum_{k=1}^3 b_{k+3} D_k + u_t$$

supõe-se que o nível de consumo de gasolina ainda não é o desejado, sendo que o coeficiente b_1 da variável C_{t-1} mede o grau de ajustamento entre o nível atual e o nível desejado de consumo.

Os resultados obtidos para os parâmetros do modelo acima, referentes a demanda de gasolina, constam da tabela 14, cabendo ressaltar que pelo fato do teste de Durbin-Watson não ser aplicável à equações de regressão em que o valor defasado da variável dependente é uma das variáveis explicativas, testou-se a estatística h de Durbin, a um nível de significância de 5%, para verificação de autocorrelação nas observações.

Os valores estimados da estatística h demonstraram a existência de autocorrelação positiva entre as observações e o termo aleatório, necessitando de um tratamento específico para sua eliminação.

TABELA 14

Gasolina

(continua)

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	REGRESSÃO: $C_t = b_0 + b_1 C_{t-1} + b_2 R_t + b_3 P_t + \sum_{k=1}^3 \frac{b_k}{k+3} D_k + u_t$									
	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	R^2	D.W.	H
BRASIL	1,318	0,774	0,243	-0,141	-0,125	-0,040	-0,027	0,92	2,47	-1,99
T	2,66	11,86	3,29	-3,56	-6,28	-2,06	-1,38			
AM	0,941	0,859	0,069	-0,040	-0,114	0,007	-0,044	0,95	2,21	-0,96
T	2,43	11,94	0,95	-0,66	-3,79	0,24	-1,52			
AC	-0,650	0,307	-0,096	0,647	-0,166	-0,124	-0,074	0,54	1,98	—
T	-0,62	2,21	-0,38	2,70	-1,02	-0,78	-0,46			
PA	2,088	0,688	0,282	-0,159	-0,114	0,023	0,070	0,93	2,51	-2,33
T	4,43	8,69	3,55	-2,79	-4,64	0,90	3,03			
MA	1,416	0,747	0,150	-0,044	-0,230	-0,061	0,117	0,84	2,15	-0,75
T	3,25	8,30	1,71	-0,81	-4,47	-1,15	2,48			
PI	0,802	0,815	0,059	0,029	-0,200	-0,083	0,089	0,87	1,99	0,05
T	2,13	9,46	0,86	0,33	-3,69	-1,51	1,62			
CE	2,994	0,560	0,080	0,005	-0,201	-0,149	-0,011	0,71	2,05	-0,42
T	3,94	4,64	1,28	0,10	-4,41	-3,33	-0,27			
RN	2,447	0,627	0,169	-0,083	-0,175	-0,133	-0,018	0,84	2,36	-2,40
T	3,68	5,58	2,31	-1,33	-4,89	-3,28	-0,50			
PB	2,275	0,682	0,181	-0,118	-0,191	-0,124	-0,044	0,77	2,04	-0,22
T	3,68	6,97	2,13	-1,89	-4,77	-2,59	-1,12			
PE	1,871	0,788	0,155	-0,148	-0,182	-0,128	-0,067	0,84	2,35	-1,50
T	3,68	11,57	2,63	-2,94	-6,58	-4,59	-2,55			
AL	0,823	0,927	0,044	-0,055	-0,238	-0,303	-0,149	0,91	2,01	-0,04
T	2,55	16,27	0,81	-1,00	-7,51	-8,19	-3,83			
SE	1,740	0,761	0,205	-0,142	-0,111	-0,108	-0,061	0,95	2,27	-1,24
T	3,81	9,68	2,98	-2,68	-4,26	-4,24	-2,70			
BA	0,929	0,897	0,103	-0,101	-0,094	-0,042	0,004	0,95	2,29	-1,17
T	2,66	16,62	2,06	-2,29	-4,53	-1,90	0,21			
MG	1,693	0,772	0,213	-0,160	-0,102	-0,006	0,029	0,89	2,51	-2,28
T	3,19	10,25	2,77	-2,81	-4,17	-0,24	1,20			
ES	0,839	0,903	0,014	-0,026	-0,011	-0,115	0,007	0,93	2,57	-2,32
T	2,21	16,09	0,34	-0,45	-0,40	-4,10	0,26			
RJ	0,975	0,719	0,358	-0,123	-0,130	-0,053	-0,020	0,91	2,35	-1,50
T	2,23	10,66	3,79	-3,78	-6,77	-2,89	-1,09			

TABELA 14

Gasolina

(conclusão)

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	REGRESSÃO: $C_t = b_0 + b_1 C_{t-1} + b_2 R_t + b_3 P_t + \sum_{k=1}^3 b_{k+3} D_k + u_t$									
	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	R^2	D.W.	H
SP	1,132	0,801	0,199	-0,103	-0,126	-0,025	-0,023	0,94	2,40	-1,66
T	2,85	13,35	3,23	-3,85	-7,67	-1,52	-1,43			
PR	2,155	0,719	0,229	-0,171	-0,098	-0,034	-0,053	0,84	2,62	-2,75
T	4,00	9,76	3,08	-3,56	-3,41	-1,19	-1,90			
SC	1,911	0,734	0,185	-0,114	-0,086	-0,121	-0,058	0,88	2,44	-2,03
T	3,87	9,12	2,39	-1,78	-2,73	-3,95	-1,87			
RS	1,676	0,792	0,161	-0,126	-0,148	-0,057	-0,114	0,81	2,64	-2,87
T	2,93	10,41	2,10	-2,52	-4,83	-1,97	-3,94			
GO	0,705	0,937	0,121	-0,129	-0,121	0,024	0,054	0,95	2,71	-2,77
T	2,76	22,38	2,44	-3,05	-4,69	0,77	2,01			
MT	0,618	0,945	0,047	-0,065	-0,142	0,031	0,061	0,97	3,03	-4,23
T	2,17	16,27	1,10	-1,27	-5,09	0,98	2,11			
DF	1,754	0,763	0,079	-0,044	-0,149	0,017	-0,061	0,90	2,67	-3,47
T	3,09	8,11	2,09	-0,95	-3,53	0,41	-1,48			

O método recomendado para eliminação da autocorrelação consistiu na substituição da variável defasada C_{t-1} pelo seu valor estimado \hat{C}_{t-1} , resultando na equação de demanda.

$$C_t = b_0 + b_1 \hat{C}_{t-1} + b_2 R_t + b_3 P_t + \sum_{k=1}^3 b_{k+3} D_k + u_t$$

em virtude de que C_{t-1} e u_t são correlacionados, eliminou-se a seguir a autocorrelação através de um processo auto-regressivo de terceira ordem da forma $u_t = p_1 u_{t-1} + p_2 u_{t-2} + p_3 u_{t-3} + e_t$.

Apenas as estimativas da tabela 15, referentes ao modelo de ajustamento parcial não autocorrelacionado foram objeto de análise, podendo-se destacar os seguintes resultados alcançados:

- os coeficientes de ajustamento (b_1) da variável consumo de gasolina defasada de um período são estatisticamente significativos para quase todos os Estados e Brasil, exceção feita ao Estado do Acre;

- o coeficiente de ajustamento estimado para o Brasil é 0,752, sendo que nos Estados da Região Sudeste, onde em média se verifica 60% do consumo de gasolina, São Paulo tem por coeficiente 0,782, Rio de Janeiro 0,749 e Minas Gerais 0,721; como o de Minas Gerais corresponde o menor coeficiente desses três Estados, o ajustamento entre o nível atual e o nível desejado de consumo é mais rápido para esse Estado;

● a elasticidade-renda (b_2) é positiva e significativa estatisticamente para a maioria dos Estados, alcançando em São Paulo 0,212, Rio de Janeiro 0,336, Minas Gerais 0,259 com o Brasil 0,254;

● quanto a elasticidade-preço (b_3), os coeficientes dos Estados mais importantes são estatisticamente significativos, estando de acordo com a hipótese de que aumentos de preços implicam em queda de consumo, estimando-se para São Paulo -0,114, Rio de Janeiro -0,121, Minas Gerais -0,194 com o Brasil -0,154;

● no tocante a variações sazonais, o 1.º, 2.º e 3.º trimestres apresentam coeficientes negativos e significativos estatisticamente, com predominância de valores significativos no 1.º trimestre, com São Paulo -0,126, Rio de Janeiro -0,130 e Minas Gerais -0,104, situando-se o Brasil em -0,125.

TABELA 15

Gasolina

(continua)

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	REGRESSÃO: $C_t = b_0 + b_1 C_{t-1} + b_2 R_t + b_3 P_t + \sum_{k=1}^3 b_k D_k + u_t$										
	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	R^2	ρ_1	ρ_2	ρ_3
BRASIL	1,563	0,752	0,254	-0,154	-0,125	-0,046	-0,029	0,83	0,299	-0,235	0,449
T	1,88	7,65	2,77	-3,00	-6,57	-1,88	-1,60		2,46	-1,89	3,69
AM	1,088	0,868	0,128	-0,112	-0,113	0,010	-0,045	0,92	0,690	-0,456	-0,048
T	2,29	9,03	1,59	-1,56	-4,44	0,32	-1,88		5,08	-2,98	-0,36
AC	-0,470	0,263	-0,011	0,630	-0,155	-0,144	-0,088	0,38	0,319	-0,153	0,099
T	-0,34	0,59	-0,04	1,36	-0,96	-0,75	-0,56		2,36	-1,09	0,73
PA	1,441	0,804	0,229	-0,154	-0,119	0,029	0,076	0,92	0,248	-0,362	0,164
T	2,62	8,58	2,83	-2,65	-4,25	0,79	2,84		1,85	-2,80	1,22
MA	1,490	0,749	0,132	-0,048	-0,234	-0,072	0,113	0,64	0,526	-0,456	0,306
T	1,98	5,03	1,18	-0,57	-3,55	-0,81	1,76		4,06	-3,39	2,36
PI	1,508	0,620	0,056	0,109	-0,190	-0,105	0,054	0,58	0,564	-0,345	0,293
T	2,00	3,62	0,58	0,77	-3,03	-1,23	0,82		4,33	-2,40	2,26
CE	3,500	0,502	0,116	-0,033	-0,187	-0,145	-0,015	0,44	0,484	-0,342	0,351
T	2,40	2,22	1,60	-0,40	-3,59	-2,24	-0,28		3,80	-2,52	2,75
RN	1,411	0,824	0,134	-0,105	-0,199	-0,143	-0,014	0,77	0,379	-0,315	0,115
T	1,55	5,16	1,64	-1,42	-4,97	-2,73	-0,35		2,80	-2,28	0,85
PB	3,514	0,501	0,236	-0,155	-0,159	-0,099	-0,043	0,52	0,502	-0,300	0,358
T	3,19	2,93	2,15	-1,74	-3,40	-1,52	-0,95		3,95	-2,17	2,82

TABELA 15

Gasolina

(conclusão)

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	REGRESSÃO: $C_t = b_0 + b_1 C_{t-1} + b_2 R_t + b_3 P_t + \sum_{k=1}^3 b_k D_k + u_t$										
	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	R^2	ρ_1	ρ_2	ρ_3
PE	2,588	0,699	0,173	-0,166	-0,167	-0,124	-0,068	0,67	0,406	-0,259	0,353
T	2,68	5,95	2,31	-2,48	-5,36	-3,18	-2,39		3,19	-1,93	2,77
AL	0,831	0,935	0,052	-0,071	-0,238	-0,305	-0,148	0,81	0,620	-0,657	0,376
T	1,70	10,77	0,85	-1,04	-4,68	-4,30	-2,65		4,91	-5,37	2,99
SE	1,350	0,840	0,160	-0,133	-0,118	-0,116	-0,064	0,88	0,514	-0,381	0,272
T	2,59	8,72	2,28	-2,06	-4,21	-3,30	-2,59		3,92	-2,74	2,08
BA	1,171	0,889	0,142	-0,138	-0,090	-0,036	0,003	0,85	0,573	-0,399	0,252
T	1,92	9,43	2,08	-2,13	-3,64	-1,05	-0,13		4,35	-2,79	1,92
MG	2,067	0,721	0,259	-0,194	-0,104	-0,017	0,024	0,75	0,292	-0,215	0,412
T	2,51	6,58	2,92	-2,87	-4,58	-0,56	1,00		2,35	-1,70	3,33
ES	0,162	1,014	-0,023	-0,018	-0,026	-0,140	0,011	0,89	0,184	-0,317	0,419
T	0,33	13,13	-0,55	-0,30	-0,91	-3,65	0,40		1,49	-2,68	3,39
RJ	0,819	0,749	0,336	-0,121	-0,130	-0,058	-0,019	0,82	0,414	-0,297	0,216
T	1,20	7,97	3,10	-2,98	-6,24	-2,23	-0,96		3,11	-2,14	1,63
SP	1,299	0,782	0,212	-0,114	-0,126	-0,026	-0,023	0,86	0,383	-0,260	0,301
T	1,89	8,60	2,64	-2,99	-7,03	-1,11	-1,36		2,95	-1,92	2,32
PR	1,337	0,854	0,109	-0,109	-0,109	-0,037	-0,054	0,79	0,211	-0,288	0,451
T	1,83	9,29	1,54	-2,22	-4,18	-1,08	-2,12		1,74	-2,43	3,72
SC	2,011	0,736	0,212	-0,157	-0,091	-0,129	-0,063	0,74	0,280	-0,274	0,496
T	2,42	5,57	2,15	-1,99	-3,06	-3,34	-2,17		2,37	-2,32	4,26
RS	0,527	0,956	0,078	-0,092	-0,167	-0,071	-0,115	0,79	0,142	-0,260	0,380
T	0,70	9,72	0,99	-1,77	-5,84	-2,05	-4,31		1,13	-2,13	3,02
GO	0,577	0,962	0,100	-0,124	-0,126	0,023	0,055	0,92	0,174	-0,256	0,360
T	1,62	16,80	1,72	-2,47	-4,85	0,58	1,96		1,37	-2,06	2,83
MT	0,114	1,069	0,022	-0,116	-0,145	0,046	0,073	0,98	-0,068	-0,273	0,285
T	0,46	20,76	0,62	-2,72	-6,06	1,41	2,90		-0,52	-2,18	2,19
DF	1,270	0,851	0,060	-0,059	-0,150	0,023	-0,063	0,85	0,259	-0,245	0,275
T	1,68	6,78	1,33	-1,00	-3,57	0,43	-1,52		1,98	-1,86	2,10

Finalmente, a tabela 16 apresenta de forma resumida, para os Estados que representam 80% do consumo de gasolina, suas elasticidades-preço e renda no curto e longo prazos. As elasticidades de longo prazo são obtidas dividindo-se as elasticidades de curto prazo por 1 menos o coeficiente estimado da variável dependente defasada.

TABELA 16

Elasticidades-renda e preço de gasolina no modelo de defasagem distribuída com ajustamento parcial

$$C_t = b_0 + b_1 \cdot \hat{C}_{t-1} + b_2 \cdot R_t + b_3 \cdot P_t + \sum_{k=1}^3 b_{k+3} \cdot D_k + u_t$$

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	ELASTICIDADES-RENDA E PREÇO DE GASOLINA			
	Elasticidade-renda		Elasticidade-preço	
	Curto prazo (b ₂)	Longo prazo $\left(\frac{b_2}{1-b_1}\right)$	Curto prazo (b ₃)	Longo prazo $\left(\frac{b_3}{1-b_1}\right)$
BRASIL.....	0,254	1,024	-0,154	-0,621
Pernambuco.....	0,173	0,575	-0,166	-0,551
Bahia.....	0,142	1,084	-0,138	-1,053
Minas Gerais.....	0,259	0,928	-0,194	-0,695
Rio de Janeiro.....	0,336	1,339	-0,121	-0,482
São Paulo.....	0,212	0,972	-0,114	-0,523
Paraná.....	0,109	0,747	-0,109	-0,747
Santa Catarina.....	0,212	0,803	-0,157	-0,595
Rio Grande do Sul.....	0,078	1,773	-0,092	-2,091

3.2.2 — A demanda de óleo diesel

Repetindo com o óleo diesel o mesmo processo de estimação e análise de resultados efetuado para a gasolina, a partir do modelo de ajustamento instantâneo $C_t = a_0 + a_1 \cdot R_t + a_2 \cdot P_t + \sum_{k=1}^3 a_{k+2} \cdot D_k + u_t$, agora estimado para a demanda de óleo diesel, derivam-se as tabelas 17 e 18, das quais são ressaltados os aspectos considerados mais expressivos.

A estatística de Durbin-Watson, calculada para as estimativas do modelo de ajustamento instantâneo, por UF, constantes da tabela 17, demonstrou estarem as observações autocorrelacionadas ao termo aleatório.

TABELA 17

Óleo diesel

(continua)

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	REGRESSÃO: $C_t = a_0 + a_1 \cdot R_t + a_2 \cdot P_t + \sum_{k=1}^3 a_{k+2} \cdot D_k + u_t$							R ²	D.W.
	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅			
BRASIL	1,371	0,939	0,291	-0,164	-0,059	-0,035	0,95	0,87	
T	3,85	12,70	3,34	-4,69	-1,68	-1,01			
AM	6,014	0,932	-0,497	-0,059	0,011	-0,006	0,80	0,72	
T	6,79	8,00	-2,19	-0,74	0,14	-0,07			
AC	-3,698	0,654	1,411	-0,140	-0,192	-0,115	0,78	1,47	
T	-2,38	3,00	4,42	-1,00	-1,37	-0,82			

TABELA 17

Óleo diesel

(conclusão)

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	REGRESSÃO: $C_t = a_0 + a_1.R_t + a_2.P_t + \sum_{k=1}^3 a_k . D_k + u_t$							R ²	D.W.
	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅			
PA	2,349	1,063	0,218	-0,078	0,053	0,056	0,90	0,40	
T	2,62	6,14	0,80	-1,03	0,67	0,74			
MA	-4,877	0,252	1,918	-0,227	-0,232	-0,096	0,91	0,82	
T	-8,56	2,14	12,93	-2,74	-2,58	-1,25			
PI	-3,820	0,346	1,569	-0,255	-0,225	-0,107	0,82	0,49	
T	-3,70	2,88	6,72	-2,23	-1,96	-0,93			
CE	0,528	0,375	0,894	-0,085	-0,043	-0,016	0,88	0,79	
T	1,05	4,18	6,17	-1,33	-0,63	-0,25			
RN	-0,663	0,426	0,979	-0,083	-0,062	0,006	0,91	0,79	
T	-1,02	4,55	5,82	-1,36	-0,89	0,09			
PB	-1,121	0,454	1,020	-0,137	-0,064	-0,012	0,91	0,66	
T	-2,16	4,19	6,58	-2,27	-0,75	-0,17			
PE	2,097	0,501	0,543	-0,105	-0,113	-0,072	0,92	0,74	
T	5,96	6,36	4,51	-2,39	-2,42	-1,55			
AL	-0,452	0,615	0,823	-0,062	-0,105	0,002	0,88	0,47	
T	-0,46	3,59	2,82	-0,75	-0,99	0,02			
SE	2,229	0,593	0,380	-0,007	-0,025	-0,057	0,89	0,59	
T	3,01	5,60	2,00	-0,13	-0,43	-1,01			
BA	5,237	0,929	-0,358	-0,004	0,092	-0,011	0,91	0,79	
T	12,07	10,50	-2,34	-0,08	1,84	-0,25			
MG	2,091	1,121	-0,014	-0,159	-0,043	0,008	0,96	1,090	
T	7,79	16,02	-0,13	-4,41	-1,18	0,24			
ES	4,933	0,367	0,206	-0,078	-0,018	-0,004	0,78	0,63	
T	6,82	5,27	1,17	-1,18	-0,28	-0,07			
RJ	2,903	0,875	0,044	-0,141	-0,034	-0,020	0,74	0,56	
T	4,96	6,50	0,42	-2,95	-0,70	-0,42			
SP	1,247	0,792	0,439	-0,147	-0,048	0,009	0,94	0,89	
T	3,37	11,07	5,86	-4,05	-1,32	0,26			
PR	0,743	0,767	0,627	-0,175	-0,052	-0,007	0,89	0,74	
T	1,66	7,79	5,07	-2,87	-0,85	-0,11			
SC	1,830	0,932	0,202	-0,201	-0,107	-0,042	0,85	0,75	
T	4,77	12,36	1,58	-4,67	-2,49	-0,97			
RS	3,494	0,926	-0,062	-0,269	-0,121	-0,248	0,90	1,16	
T	11,27	10,64	-0,57	-6,31	-2,82	-5,83			
GO	-0,821	1,000	0,722	-0,439	-0,556	-0,233	0,92	0,63	
T	-1,25	7,37	3,24	-5,96	-6,61	-3,10			
MT	-0,778	0,711	0,998	-0,381	-0,360	-0,129	0,94	0,66	
T	-0,98	7,13	4,72	-5,44	-4,95	-1,83			
DF	3,585	0,263	0,361	-0,104	0,004	0,032	0,89	0,70	
T	9,41	10,76	4,55	-2,33	0,09	0,72			

A reestimação do modelo de ajustamento instantâneo através do processo auto-regressivo de terceira ordem resultou em novas estimativas constantes da tabela 18, que inclui em suas três últimas colunas os coeficientes estimados para o processo em tela.

Apenas as estimativas da tabela 18, referentes ao modelo de ajustamento instantâneo não autocorrelacionado foram objeto de análise, cujos aspectos mais relevantes são a seguir comentados.

Assim, a partir do exame da tabela 18, verifica-se que a elasticidade-renda (a_1) para cada UF e Brasil está de acordo com a hipótese formulada de que o crescimento do produto real resulta em aumento na demanda de óleo diesel.

TABELA 18

Óleo diesel

(continua)

UNI- DADES DA FEDE- RAÇÃO	REGRESSÃO: $C_t = a_0 + a_1 R_t + a_2 P_t + \sum_{k=1}^3 a_k D_k + u_t$									
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	R^2	ρ_1	ρ_2	ρ_3
BRASIL	3,422	0,753	0,226	-0,164	-0,066	-0,036	0,82	0,274	0,349	0,151
T	4,93	7,83	1,95	-7,86	-3,47	-1,70		2,07	2,71	1,14
AM	4,936	0,758	-0,185	-0,048	0,014	-0,002	0,64	0,596	0,105	-0,178
T	4,27	5,28	-0,66	-1,00	0,31	-0,03		4,53	0,68	-1,36
AC	-4,074	0,542	1,504	-0,148	-0,171	-0,096	0,66	0,227	0,091	-0,022
T	-2,20	2,27	4,04	-1,17	-1,37	-0,76		1,70	0,67	-0,17
PA	2,708	0,743	0,382	-0,106	0,003	0,026	0,73	0,718	0,235	-0,201
T	2,63	4,74	1,53	-2,97	0,07	0,76		5,49	1,47	-1,54
MA	-2,885	0,189	1,625	-0,238	-0,250	-0,093	0,78	0,481	0,243	-0,076
T	-2,87	1,53	7,56	-4,04	-3,80	-1,91		3,61	1,68	-0,57
PI	-1,151	0,191	1,181	-0,231	-0,226	-0,105	0,54	0,701	0,169	-0,137
T	-0,75	1,92	4,11	-4,45	-4,40	-2,01		5,29	1,06	-1,04
CE	1,693	0,189	0,841	-0,119	-0,104	-0,045	0,65	0,413	0,227	0,068
T	2,04	2,48	4,97	-3,06	-2,34	-1,19		3,10	1,61	0,51
RN	0,302	0,302	0,892	-0,090	-0,101	-0,029	0,72	0,441	0,390	-0,129
T	0,32	2,86	4,28	-2,17	-2,08	-0,53		3,33	2,89	-0,97
PB	0,630	0,311	0,812	-0,142	-0,100	-0,042	0,69	0,505	0,160	0,080
T	0,73	2,55	4,21	-4,09	-1,72	-0,89		3,79	1,08	0,60
PE	3,321	0,333	0,486	-0,112	-0,145	-0,097	0,74	0,383	0,134	0,252
T	5,39	3,97	3,58	-4,52	-4,47	-3,37		2,96	0,97	1,95
AL	1,252	0,443	0,653	-0,084	-0,170	-0,081	0,82	0,645	0,371	-0,245
T	1,13	4,07	2,85	-2,12	-3,30	-1,22		4,98	2,51	-1,89
SE	3,006	0,527	0,279	-0,004	-0,027	-0,058	0,67	0,651	0,060	-0,022
T	3,19	4,19	1,25	-0,13	-0,72	-1,75		4,87	0,38	-0,16

TABELA 18

Óleo diesel

(conclusão)

UNIDADES DA FEDE- RAÇÃO	REGRESSÃO: $C_t = a_0 + a_1.R_t + a_2.P_t + \sum_{k=1}^3 a_k.D_k + u_t$									
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	R ²	ρ_1	ρ_2	ρ_3
BA	5,047	0,698	-0,086	-0,026	0,044	-0,018	0,77	0,569	0,110	-0,107
T	7,87	5,98	-0,42	-0,86	1,18	-0,654		4,28	0,72	0,81
MG	2,267	0,995	0,102	-0,159	-0,046	0,008	0,91	0,419	0,034	0,036
T	5,35	10,24	0,70	-5,95	-1,55	0,29		3,14	0,23	0,27
ES	4,527	0,228	0,387	-0,075	-0,021	-0,001	0,50	0,711	-0,184	0,124
T	5,16	3,39	2,09	-1,97	-0,45	-0,02		5,36	-1,14	0,94
RJ	5,732	0,377	0,162	-0,112	-0,059	-0,024	0,44	0,738	-0,023	-0,022
T	7,11	2,41	1,15	-4,64	-2,34	-1,12		5,52	-0,14	-0,17
SP	3,315	0,594	0,363	-0,148	-0,055	-0,008	0,78	0,333	0,220	0,179
T	4,91	6,20	3,26	-6,87	-2,44	0,36		2,53	1,62	1,36
PR	3,055	0,437	0,583	-0,175	-0,033	0,002	0,66	0,416	0,222	0,118
T	3,41	3,72	3,30	-5,28	-0,97	0,07		3,13	1,58	0,89
SC	2,377	0,849	0,184	-0,191	-0,100	-0,038	0,83	0,485	0,176	0,039
T	3,65	8,00	1,05	-7,24	-3,73	-1,46		3,63	1,20	0,29
RS	4,049	0,635	0,180	-0,277	-0,135	-0,245	0,80	0,241	0,386	0,001
T	7,24	6,01	1,27	-8,44	-5,43	-7,48		1,81	3,03	0,01
GO	1,077	0,627	0,705	-0,425	-0,431	-0,176	0,82	0,483	0,215	0,077
T	1,08	4,58	2,96	-11,55	-7,57	-4,36		3,62	1,48	0,58
MT	0,551	0,518	0,915	-0,373	-0,311	-0,097	0,82	0,507	0,174	0,068
T	0,50	4,75	3,81	-9,91	-6,79	-2,49		3,80	1,17	0,51
DF	3,972	0,207	0,330	-0,100	0,001	0,034	0,68	0,590	-0,029	0,134
T	5,88	5,57	2,46	-3,81	0,03	1,29		4,45	-0,19	1,01

No Brasil e Estados mais importantes, tais valores são estatisticamente significativos correspondendo a Minas Gerais 0,995, Rio de Janeiro 0,377, São Paulo 0,594, Paraná 0,437, Rio Grande do Sul 0,635 e Brasil 0,753.

Quanto a elasticidade-preço (a_2), verifica-se para os Estados do Pará, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul que ao nível de 5% não são significativos, sendo que nos demais Estados, onde há significância, a sensibilidade do consumo a elevações no preço tem resposta positiva, com São Paulo igual a 0,363, Paraná 0,583, Pernambuco 0,486 e Brasil 0,226.

A evidência de variações sazonais estatisticamente significativas no consumo de diesel são sentidas principalmente no 1.º trimestre (a_3), com Minas Gerais igual a -0,159, Rio de Janeiro -0,112, São Paulo

—0,148, Paraná —0,175, Santa Catarina —0,191 e Rio Grande do Sul —0,277, com o Brasil —0,164.

Uma amostra das estimativas das elasticidades-renda (a_1) e preço (a_2) dos principais Estados, representando aproximadamente 80% do consumo de óleo diesel, extraídas das tabelas 17 e 18, respectivamente, constam da tabela 19, permitindo o seu confronto e a verificação de modificações expressivas nos seus valores, sugerindo a ausência de uma variável explicativa importante no modelo.

TABELA 19

Estimativas para o modelo de ajustamento instantâneo das elasticidades-renda e preço da demanda de óleo diesel nos Estados mais representativos

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	ESTIMATIVAS PARA O MODELO DE AJUSTAMENTO INSTANTÂNEO DAS ELASTICIDADES-RENDA E PREÇO DE ÓLEO DIESEL			
	Elasticidade-renda (a_1)		Elasticidade-preço (a_2)	
	Estimativas da tabela 17	Estimativas da tabela 18	Estimativas da tabela 17	Estimativas da tabela 18
BRASIL	0,939	0,753	0,291	0,226
São Paulo.....	0,792	0,594	0,439	0,363
Minas Gerais.....	1,121	0,995	—0,014	0,102
Paraná.....	0,767	0,437	0,627	0,583
Rio de Janeiro.....	0,875	0,377	0,044	0,162
Rio Grande do Sul.....	0,926	0,635	—0,062	0,180
Bahia.....	0,929	0,698	—0,358	—0,086
Goiás.....	1,000	0,627	0,722	0,705
Santa Catarina.....	0,932	0,849	0,202	0,184
Pará.....	1,063	0,743	0,218	0,382

Como pode ser visto, a partir das estimativas da tabela 18, a elasticidade-renda (a_1) de Minas Gerais 0,995 é a mais elevada dos Estados acima, seguida de Santa Catarina com 0,849, ambos os Estados acima da média nacional 0,753, sendo que o Estado do Rio de Janeiro com 0,377 tem o menor valor.

Quanto a elasticidade-preço, parte das estimativas mostrou-se não significativa ao nível de 5%, sendo que nos demais Estados onde há significância, como Goiás 0,705, Paraná 0,583 e São Paulo 0,363, verifica-se que a sensibilidade do consumo a elevações no preço tem resposta positiva, com a média nacional igual a 0,226.

Este resultado, contrário àquele indicado pela teoria econômica, pode ser devido a erro de especificação na equação de demanda de óleo diesel. Verificaremos, a seguir, que a inclusão de uma variável adicional no modelo modifica as estimativas para a elasticidade-preço da demanda desse produto.

O modelo de regressão de ajustamento parcial para o óleo diesel

Com base na equação de regressão de ajustamento parcial,

$$C_t = b_0 + b_1 C_{t-1} + b_2 R_t + b_3 P_t + \sum_{k=1}^3 b_{k+3} D_k + u_t$$

supõe-se que a demanda de óleo diesel ainda não é a desejada, sendo que o coeficiente b_1 da variável C_{t-1} mede o grau de ajustamento entre o nível atual e o nível desejado de consumo.

As estimativas dos coeficientes do modelo acima, para o consumo de óleo diesel constam da tabela 20, cabendo observar que pelo fato do teste de Durbin-Watson não ser aplicável a equações de regressão em que o valor defasado da variável dependente é um dos regressores, testou-se a estatística h de Durbin, a um nível de significância de 5%, para avaliação de autocorrelação no termo aleatório.

Os valores estimados de h indicaram a ocorrência de autocorrelação positiva no termo aleatório, necessitando de eliminação através de um processo auto-regressivo.

TABELA 20

Óleo diesel

(continua)

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	REGRESSÃO: $C_t = b_0 + b_1 C_{t-1} + b_2 R_t + b_3 P_t + \sum_{k=1}^3 b_{k+3} D_k + u_t$									
	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	R^2	D.W.	H
BRASIL	0,222	0,956	0,076	-0,063	-0,178	0,029	0,016	0,99	2,88	-3,57
T	1,43	17,46	1,31	-1,62	-13,33	2,04	1,22			
AM	0,529	0,804	0,040	0,121	-0,060	0,041	0,037	0,91	2,13	-0,69
T	0,62	8,29	0,32	0,75	-1,17	0,82	0,74			
AC	-2,239	0,315	0,454	0,914	-0,111	-0,092	-0,040	0,79	2,23	-
T	-1,37	2,23	2,05	2,38	-0,81	-0,66	-0,29			
PA	1,149	0,851	0,266	-0,181	-0,147	0,061	0,080	0,98	1,74	1,08
T	2,82	13,88	2,81	-1,42	-4,29	1,73	2,37			
MA	-0,391	0,897	0,100	0,139	-0,277	-0,077	0,150	0,98	1,90	0,43
T	-0,90	13,13	1,71	0,91	-6,94	-1,72	3,65			
PI	0,291	0,919	0,083	0,006	-0,277	-0,113	0,039	0,96	1,75	1,07
T	0,52	13,59	1,41	0,04	-5,15	-2,11	0,71			
CE	0,123	0,929	-0,017	0,098	-0,186	-0,081	0,030	0,97	2,58	-2,53
T	0,52	13,09	-0,33	1,06	-6,00	-2,51	1,02			
RN	0,336	0,854	0,128	0,039	-0,170	-0,151	0,011	0,97	2,70	-3,22
T	0,90	10,64	2,12	0,31	-4,79	-3,76	0,28			

TABELA 20

Óleo diesel

(conclusão)

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	REGRESSÃO: $C_t = b_0 + b_1 C_{t-1} + b_2 R_t + b_3 P_t + \sum_{k=1}^3 b_{k+3} D_k + u_t$									
	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	R^2	D.W.	H
PB	0,246	0,920	0,080	0,010	-0,233	-0,121	0,005	0,99	2,46	-1,88
T	1,13	16,57	1,69	0,11	-9,56	-4,25	0,18			
PE	0,460	0,904	0,059	0,021	-0,231	-0,205	-0,079	0,99	2,33	-1,37
T	2,53	15,05	1,38	0,34	-11,27	-10,29	-4,17			
AL	0,408	0,913	0,091	0,011	-0,338	-0,437	-0,182	0,98	1,83	0,70
T	0,97	15,61	1,10	0,08	-8,82	-8,72	-3,43			
SE	0,723	0,892	0,104	-0,050	-0,112	-0,136	-0,092	0,97	1,70	1,32
T	1,90	12,25	1,62	-0,49	-3,80	-4,55	-3,28			
BA	0,787	0,904	0,094	-0,083	-0,081	-0,026	0,033	0,98	2,28	-1,20
T	2,04	13,47	1,26	-1,11	-3,54	-1,05	1,53			
MG	0,436	0,943	0,083	-0,080	-0,094	0,087	0,092	0,99	2,29	-1,21
T	2,77	15,19	1,12	-1,76	-5,85	5,00	5,66			
ES	1,090	0,805	0,053	0,033	-0,056	0,031	0,033	0,92	2,55	-2,65
T	1,87	9,34	1,04	0,32	-1,44	0,81	0,85			
RJ	0,341	0,895	0,139	-0,055	-0,103	-0,012	0,028	0,95	2,30	-0,96
T	1,05	14,36	1,66	-1,18	-4,67	-0,57	1,33			
SP	0,144	0,892	0,132	-0,023	-0,122	0,069	0,083	0,99	2,76	-3,09
T	0,86	16,34	2,54	-0,56	-8,31	4,32	5,51			
PR	0,325	0,847	0,162	0,005	-0,129	0,155	0,046	0,97	3,01	-4,29
T	1,48	12,89	2,46	0,07	-4,32	4,65	1,57			
SC	0,537	0,846	0,132	0,003	-0,134	0,032	0,022	0,99	2,52	-2,22
T	2,53	12,54	1,81	0,04	-6,12	1,34	1,00			
RS	1,398	0,722	0,282	-0,094	-0,426	-0,096	-0,277	0,95	2,88	-4,65
T	3,92	7,52	2,69	-1,22	-11,57	-3,23	-9,36			
GO	0,456	0,966	0,071	-0,078	-0,425	0,081	0,073	0,99	2,46	-1,79
T	2,37	24,19	1,31	-1,12	-20,24	2,31	2,97			
MT	0,378	0,972	0,055	-0,067	-0,313	0,153	0,163	0,99	2,54	-2,16
T	1,34	19,12	1,14	-0,71	-12,71	4,18	5,71			
DF	0,471	0,891	0,013	0,034	-0,043	0,098	0,083	0,97	1,63	1,72
T	1,36	11,02	0,51	0,64	-1,74	3,87	3,42			

O método seguido para eliminação da autocorrelação consistiu em substituir a variável defasada C_{t-1} pelo seu valor estimado \hat{C}_{t-1} , porque C_{t-1} e u_t são autocorrelacionados, resultando no modelo de regressão,

$$C_t = b_0 + b_1 \hat{C}_{t-1} + b_2 R_t + b_3 P_t + \sum_{k=1}^3 b_{k+3} D_k + u_t.$$

Eliminou-se, então, a autocorrelação através de um processo autorregressivo da forma

$$u_t = p_1 u_{t-1} + p_2 u_{t-2} + p_3 u_{t-3} + e_t.$$

Exclusivamente os parâmetros ajustados da tabela 21, referentes ao modelo de ajustamento parcial não autocorrelacionado, foram objeto de análise, podendo-se comentar:

- os coeficientes (b_1) da variável consumo de óleo diesel defasado de um período \hat{C}_{t-1} são significativos estatisticamente para todas as UF's e Brasil, com uma amplitude compreendida entre 0,606 para o Acre e 1,065 para Mato Grosso;

- os elevados valores para os coeficientes de ajustamento (b_1) revelam uma grande inércia de ajustamento entre o consumo desejado e o consumo atual de óleo diesel, com São Paulo tendo por coeficiente 0,989, Minas Gerais 0,864, Paraná 1,063 e Rio de Janeiro 0,909, para citar apenas alguns Estados onde ocorrem os maiores níveis de consumo;

- a elasticidade-renda (b_2) não é estatisticamente significativa para os Estados mais importantes como São Paulo, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Bahia, Goiás, Santa Catarina e Pará, que representam aproximadamente 70% do consumo de óleo diesel, sendo que para o Brasil tal coeficiente é significativo, com o valor 0,101;

- já a elasticidade-preço (b_3) é significativa e negativa estatisticamente apenas nos Estados do Pará -0,424, São Paulo -0,068 e Paraná -0,143, sendo que para tais Estados a demanda de óleo diesel é afetada pela variação nos preços;

- quanto a variações sazonais, o 1.º trimestre apresenta valores significativos negativos, sendo que o 2.º e 3.º trimestres apresentam valores significativos positivos e negativos, cabendo destacar que para São Paulo tais valores para cada trimestre são respectivamente -0,115, 0,080 e 0,091, Minas Gerais -0,099, 0,076 e 0,085, com o Paraná -0,119, 0,201 e 0,059.

TABELA 21

Óleo diesel

(continua)

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	REGRESSÃO: $C_t = b_0 + b_1 \hat{C}_{t-1} + b_2 R_t + b_3 P_t + \sum_{k=1}^3 b_{k+3} D_k + u_t$										
	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	R ²	ρ_1	ρ_2	ρ_3
BRASIL	0,161	0,941	0,101	-0,061	-0,176	0,028	0,016	0,99	0,212	-0,254	0,145
T	0,89	17,26	1,70	-1,47	-12,73	1,52	1,15		1,57	-1,90	1,08
AM	1,403	0,764	0,157	-0,067	-0,050	0,047	0,035	0,83	0,560	-0,342	-0,025
T	1,38	5,52	1,05	-0,34	-1,05	0,76	0,73		4,11	-2,30	-0,19
AC	-0,908	0,606	0,331	0,441	-0,102	0,006	0,021	0,77	0,132	-0,107	0,039
T	-0,46	2,03	1,22	0,81	-0,76	0,04	0,14		0,97	-0,78	0,29
PA	2,296	0,733	0,546	-0,424	-0,114	0,082	0,095	0,91	0,915	-0,547	0,242
T	3,71	8,41	4,42	-2,32	-3,60	1,87	3,02		6,93	-3,31	1,84

TABELA 21

Óleo diesel

(conclusão)

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	REGRESSÃO: $C_t = b_0 + b_1 \hat{C}_{t-1} + b_2 R_t + b_3 P_t + \sum_{k=1}^3 \frac{b_k}{k+3} D_k + u_t$										
	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	R^2	ρ_1	ρ_2	ρ_3
MA	-0,182	0,896	0,070	0,12	-0,278	-0,083	0,153	0,92	0,661	-0,555	0,447
T	-0,33	11,34	0,79	0,72	-4,73	-0,99	2,63		5,43	-4,24	3,67
PI	0,125	0,800	0,114	0,146	-0,271	-0,126	0,021	0,83	0,823	-0,437	0,135
T	0,14	7,42	1,23	0,62	-5,28	-1,83	0,39		6,10	-2,65	1,00
CE	0,384	0,911	0,042	0,024	-0,169	-0,062	0,038	0,93	0,452	-0,310	0,285
T	1,06	10,27	0,73	0,19	-5,03	-1,37	1,15		3,46	-2,25	2,18
RN	0,476	0,929	0,117	-0,062	-0,180	-0,149	0,016	0,98	0,353	-0,224	-0,206
T	1,30	12,15	1,97	-0,49	-5,81	-3,74	0,46		2,65	-1,62	-1,55
PB	0,195	0,873	0,065	0,085	-0,234	-0,141	-0,012	0,95	0,419	-0,343	0,422
T	0,61	12,25	1,02	0,79	-8,26	-3,32	-0,39		3,40	-2,69	3,42
PE	0,505	0,900	0,078	0,000	-0,241	-0,213	-0,074	0,97	0,393	-0,463	0,455
T	2,03	13,45	1,59	0,00	-9,49	-6,37	-3,08		3,25	-3,98	3,75
AL	1,027	0,842	0,192	-0,212	-0,324	-0,399	-0,129	0,96	0,703	-0,709	0,317
T	2,18	14,44	2,38	-1,36	-6,45	-5,48	-2,08		5,45	-5,51	2,46
SE	0,853	0,845	0,109	-0,024	-0,105	-0,126	-0,092	0,91	0,735	-0,493	0,181
T	1,40	7,27	1,10	-0,16	-2,99	-2,79	-2,85		5,49	-3,22	1,35
BA	0,682	0,937	0,065	-0,084	-0,085	-0,031	-0,033	0,97	0,381	-0,308	-0,028
T	1,27	10,08	0,64	-0,87	-3,25	-0,88	1,37		2,80	-2,21	-0,20
MG	0,580	0,864	0,195	-0,103	-0,099	0,076	0,085	0,99	0,644	-0,429	0,087
T	2,72	13,55	2,44	-1,55	-6,05	3,36	5,19		4,75	-2,85	0,64
ES	0,313	1,014	-0,007	-0,068	-0,058	0,042	0,046	0,87	0,232	-0,317	0,367
T	0,44	7,73	-0,13	-0,56	-1,40	0,77	1,11		1,84	-2,57	2,90
RJ	0,277	0,909	0,155	-0,088	-0,108	-0,014	0,029	0,89	0,585	-0,442	0,149
T	0,52	9,75	1,28	-1,22	-4,14	-0,41	1,19		4,35	-3,06	1,11
SP	0,004	0,989	0,059	-0,068	-0,115	0,080	0,091	0,99	0,297	-0,390	0,131
T	0,03	18,26	1,16	-1,72	-7,16	3,62	5,57		2,20	-2,99	0,97
PR	0,138	1,063	0,013	-0,143	-0,119	0,201	0,059	0,99	0,174	-0,564	0,185
T	0,99	23,01	0,30	-2,88	-3,49	4,19	1,73		1,30	-5,03	1,38
SC	0,622	0,903	0,112	-0,074	-0,129	0,039	0,023	0,97	0,425	-0,404	0,382
T	2,17	10,35	1,31	-0,85	-5,02	1,08	0,92		3,38	-3,18	3,04
RS	0,815	0,900	0,126	-0,092	-0,460	-0,087	-0,284	0,95	0,315	-0,254	0,211
T	2,04	9,69	1,34	-1,11	-14,11	-2,56	-10,99		2,37	-1,88	1,58
GO	0,554	0,955	0,116	-0,119	-0,429	0,061	0,065	0,99	0,412	-0,344	0,192
T	2,05	18,05	1,64	-1,22	-16,66	1,23	2,13		3,09	-2,51	1,44
MT	0,384	1,065	-0,034	-0,125	-0,308	0,210	0,194	0,99	0,491	-0,513	0,215
T	1,12	17,64	-0,52	-1,23	-9,67	3,81	5,36		3,69	-3,91	1,62
DF	1,358	0,886	0,073	0,065	-0,055	0,082	0,073	0,89	0,750	-0,352	0,025
T	2,66	6,42	2,31	0,71	-2,44	2,71	3,24		5,52	-2,16	0,18

Finalmente, a tabela 22 abrange uma amostra dos Estados que representam 80% do consumo de óleo diesel, e suas elasticidades-preço e renda para os curto e longo prazos. As elasticidades de longo prazo são obtidas dividindo-se as elasticidades de curto prazo por 1 menos o coeficiente estimado da variável dependente defasada.

TABELA 22

Elasticidades-renda e preço do óleo diesel no modelo de defasagem distribuída com ajustamento parcial

$$C_t = b_0 + b_1 \hat{C}_{t-1} + b_2 R_t + b_3 P_t + \sum_{k=1}^3 b_{k+3} D_k + u_t$$

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	ELASTICIDADES-RENDA E PREÇO DO DIESEL			
	Elasticidade-renda		Elasticidade-preço	
	Curto prazo (b ₂)	Longo prazo $\left(\frac{b_2}{1-b_1}\right)$	Curto prazo (b ₃)	Longo prazo $\left(\frac{b_3}{1-b_1}\right)$
BRASIL	0,101	1,712	-0,061	-1,034
Pará.....	0,546	2,045	-0,424	-1,588
Bahia.....	0,065	1,032	-0,084	-1,333
Minas Gerais.....	0,195	1,434	-0,103	-0,757
Rio de Janeiro.....	0,155	1,703	-0,088	-0,967
São Paulo.....	0,059	5,364	-0,068	-6,182
Paraná.....	0,013	-0,206	-0,143	2,270
Santa Catarina.....	0,112	1,155	-0,074	-0,763
Rio Grande do Sul.....	0,126	1,260	-0,092	-0,920
Goias.....	0,116	2,578	-0,119	-2,644

4 — CONCLUSÃO

Os derivados do petróleo, principal fonte energética do País, tiveram, a partir dos “choques” do petróleo ocorridos em 1973 e 1979, novo tratamento por parte das autoridades governamentais, em especial uma nova política de preços, visando a diminuição da demanda desses produtos.

A estratégia empreendida consistiu em limitar o consumo e substituir, tanto quanto possível, os derivados energéticos do petróleo.

A política de preços adotada para a contenção do consumo de gasolina foi sem dúvida a principal limitação, com esse produto até subsidiando os demais, já que a sua utilização se dá em veículos de transporte individual, sendo consumido por parcela da população que desfruta de níveis de renda mais elevados.

Por outro lado, a existência do álcool como substituto para a gasolina vem contribuindo para a redução de seu consumo, cabendo registrar que o álcool adicionalmente conta com incentivos para incremento de sua utilização por parte dos consumidores, o que não acontece com a gasolina.

Já o óleo diesel, devido a suas características de utilização, empregado como combustível em veículos de transporte de mercadorias e passageiros, teve uma política de preços mais suave do que a empreendida para a gasolina.

Cabe destacar, adicionalmente, que o óleo diesel, apesar de ser um produto energético, não experimentou queda em sua demanda, pois não há até o momento um substituto próximo à altura. Todavia, cabe indagar se o consumo de óleo diesel seria sensível a estímulos de preços.

Através de modelos econométricos para a demanda de gasolina ou óleo diesel, em que se admitiu o consumo sendo explicado pela renda dos consumidores ou nível de produção da economia, do nível de preços desses produtos e possíveis variações sazonais no consumo decorrentes das estações do ano, procurou-se avaliar as elasticidades-renda e preço desses derivados do petróleo para cada UF e seu agregado (Brasil), no período 1969-82.

O modelo de regressão que supõe ajustamento instantâneo, estimado para a demanda de gasolina, conforme esperado, indicou que a sensibilidade do consumo a aumentos verificados na renda estadual tem resposta positiva e significativa estatisticamente para a maioria das UF's e Brasil, estando as elasticidades-renda compreendidas no intervalo (0,111; 0,753).

Com relação à elasticidade-preço, verificou-se que a sensibilidade do consumo de gasolina a elevações em seu preço tem resposta negativa, sendo estatisticamente significativa para as UF's mais importantes e Brasil, estando compreendidos tais valores no intervalo (-0,331; -0,168).

No que se refere a variações sazonais no consumo de gasolina para o modelo de ajustamento instantâneo, os 1.º, 2.º e 3.º trimestres indicaram a ocorrência de flutuações negativas em relação ao 4.º trimestre, esperando-se a redução do consumo desse derivado nesses períodos, para os principais Estados e Brasil.

O modelo de defasagem distribuída com ajustamento parcial não autocorrelacionado indicou que a demanda atual de gasolina ainda não é aquela desejada. O coeficiente de ajuste para os principais Estados da Região Sudeste, Minas Gerais (0,721), Rio de Janeiro (0,749) e São Paulo (0,782), detentores de aproximadamente 60% do consumo nacional, a título de exemplo, confirmam o processo de ajustamento gradual em face de novas condições de mercado.

A elasticidade-renda no modelo de ajustamento parcial para os principais Estados é positiva e significativa estatisticamente, confirmando que a sensibilidade do consumo a aumentos na renda estadual tem resposta positiva, estando compreendidos seus valores entre (0,100; 0,336).

As elasticidades-renda reestimadas para o modelo defasado de ajustamento parcial no longo prazo, ou seja, onde o processo de ajustamento se completa, têm maiores valores que no período inicial de ajustamento, estando tais estimativas compreendidas no intervalo (0,575; 1,773).

Para a elasticidade-preço, o modelo de defasagem distribuída com ajustamento parcial indicou que a sensibilidade do consumo a elevações no preço tem resposta negativa estatisticamente significativa nos principais Estados e Brasil, abrangendo o intervalo (-0,194; -0,092).

As elasticidades-preço reestimadas para o modelo de defasagem distribuída no longo prazo, onde o processo de ajustamento se completa, têm seus valores estimados superiores às estimativas do período inicial de ajustamento, estando tais coeficientes entre (-0,482; -2,091).

Finalmente, o modelo que supõe ajustamento parcial, para a demanda de gasolina, indicou a existência de variações sazonais negativas estatisticamente significativas no 1.º, 2.º e 3.º trimestres com relação ao 4.º trimestre, para os principais Estados e Brasil, cabendo registrar que no 3.º trimestre para o Pará, Maranhão, Goiás e Mato Grosso, tais variações foram positivas e estatisticamente significativas.

Para o óleo diesel efetuou-se idêntico processo de estimação e análise de resultados, inicialmente através do modelo de ajustamento instantâneo e a seguir pelo modelo defasado de ajustamento parcial.

A elasticidade-renda (b_1) obtida para o óleo diesel a partir do modelo de ajustamento instantâneo está de acordo com a hipótese formulada de que o crescimento do produto real resulta em aumento na demanda de óleo diesel, estando compreendidas suas estimativas para cada UF e Brasil no intervalo (0,189; 0,995).

Quanto à elasticidade-preço (b_2), verifica-se que os Estados mais importantes não são significativos ao nível de 5%, sendo que nos demais, onde há significância, a sensibilidade do consumo a elevações no preço tem resposta positiva.

Tal resultado, oposto ao indicado pela teoria econômica, pode ser decorrente de erro de especificação na equação de demanda de óleo diesel.

A adição da variável consumo de óleo diesel defasado de um período, com variável explicativa nas equações de regressão por Estado e Brasil, tem por objetivo tentar corrigir tais distorções, já que sua inclusão im-

plica alteração nas estimativas dos coeficientes das elasticidades-preço e renda desse produto.

Em decorrência, o modelo defasado de ajustamento parcial para o óleo diesel supõe que a demanda de óleo diesel ainda não é a desejada, sendo que o coeficiente da variável explicativa consumo de óleo diesel defasada de um período mede o grau de ajustamento entre o nível atual e o nível desejado de consumo, o qual se dá no período limite de ajustamento.

Os elevados coeficientes de ajustamento revelam uma grande inércia dos consumidores em direção da demanda desejada, sendo que os Estados das Regiões Sudeste e Sul aproximam-se da unidade, estando sua amplitude compreendida entre 0,606 para o Acre e 1,065 para Mato Grosso.

A elasticidade-renda (b_2) não é estatisticamente significativa para os Estados mais importantes, representando 70% de demanda de óleo diesel, com o Brasil tendo por coeficiente 0,101 e significativo.

A elasticidade-preço (b_3) agora é afetada pela variação nos preços, não sendo significativamente para parte dos Estados, sendo que para São Paulo ($-0,068$), Paraná ($-0,143$) e Pará ($-0,424$), já é estatisticamente significativa.

Nesse aspecto, cabe ressaltar que a introdução da variável consumo de óleo diesel defasada de um período no modelo foi capaz de inverter os sinais das elasticidades-preço de positivas para negativas, ainda que para parte dos Estados não sejam significativas.

Verifica-se a ocorrência de variações sazonais negativas e significativas no 1.º trimestre, sendo que o 2.º e 3.º trimestres apresentam valores significativos positivos e negativos, estes últimos em maior quantidade, demonstrando que tais flutuações no consumo de óleo diesel de maneira geral tendem a diminuir sua procura ao longo desses períodos.

Finalmente, cabe destacar que Assis, em seu trabalho intitulado *A ineficiência da política de preços para conter o consumo de derivados do petróleo*, utilizando dados regionais anuais para a demanda de gasolina e diesel e da renda interna real para o período 1970-77, conclui haver baixa elasticidade-preço em relação ao consumo de gasolina e que em relação ao consumo de óleo diesel, a estratégia de aumento no preço real não teria êxito.

Tais resultados de Assis são diferentes dos alcançados no presente trabalho, onde se chegou a elasticidades-preço para a demanda de gasolina bem superiores às daquela autora. Quanto ao óleo diesel, suas elasticidades-preço, conforme já mencionado, apresentam valores negativos, indicando que uma política de preços pode afetar o seu consumo, embora a resposta desse consumo não seja tão acentuada.

5 — BIBLIOGRAFIA

- ANUARIO ECONÔMICO FISCAL. Rio de Janeiro, Brasília, Centro de Informações Econômico-Fiscais, v. 1-14, 1970-1983.
- ANUARIO ESTATÍSTICO 1983. Brasília, Conselho Nacional do Petróleo, 1983. 366 p.
- ASSIS, C. A. Projeção de consumo de cimento usando dados de série temporal e cross-section. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, 8 (2) : 437-56, ago. 1978.
- ; RODRIGUES, L. de B. A ineficiência da política de preços para conter o consumo de derivados de petróleo. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, 34 (3) : 417-28, jul/set. 1980.
- BARBOSA, Fernando de H. *Microeconomia*; teoria, modelos econométricos e aplicações à economia brasileira. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1985. 556 p. (Série PNPE, 10).
- BILAS, Richard. *A teoria microeconômica*; uma análise gráfica. Rio de Janeiro, Forense, 1975. 404 p.
- BRASIL. Leis, decretos. Emenda constitucional n.º 23. *Revista de Finanças Públicas*, Brasília, 63 (356) : 5-18, out./nov. 1983.
- . Legislação do petróleo. 5. ed. Rio de Janeiro, PETROBRÁS/SERCOM, 1982, 331 p.
- COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA 1979-1984. Brasília, 1984. 56 p.
- COSTA, Oziel Almeida. Considerações sobre os preços do álcool e derivados do petróleo. *Atualidades do Conselho Nacional do Petróleo*, Brasília, 15 (83) : 24-6, jul./ago. 1983.
- . Política de preços de petróleo e derivados. *Atualidades do Conselho Nacional do Petróleo*, Brasília, 15 (83) : 2-12, jul./ago. 1983.
- ÍNDICES Econômicos. *Conjuntura Econômica*. Rio de Janeiro, 33 (11) : 105, nov. 1979.
- . *Suplemento Especial de Conjuntura Econômica*. Rio de Janeiro, 33 (11), nov. 1979.
- . *Conjuntura Econômica*. Rio de Janeiro, 34 (12) : 91, dez. 1980.
- . *Conjuntura Econômica*. Rio de Janeiro, 35 (12) : 129, dez. 1981.
- . *Conjuntura Econômica*. Rio de Janeiro, 36 (12) : 127, dez. 1982.
- . *Conjuntura Econômica*. Rio de Janeiro, 37 (12) : 136, dez. 1983.

- JOHNSTON, J. *Métodos econométricos*. São Paulo, Atlas, 1971, 318p.
- KMENTA, J. *Elementos de econometria*. São Paulo, Atlas, 1978, 684p.
- SAS User's guide. 1979 edition. North Carolina, 1979, 495p.
- SANTIAGO, Ricardo. A política de fixação dos preços do álcool e dos combustíveis derivados do petróleo. *Atualidades do Conselho Nacional do Petróleo*, Brasília, 25 (82) :21-4, maio/jun. 1983.
- WONNACOTT, R. J., WONNACOTT, T. H. *Econometria*. 2. ed. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1978. 464p.

RESUMO

A partir do primeiro choque do petróleo, ocorrido em outubro de 1973, das medidas governamentais implantadas para a contenção e mesmo diminuição das demandas de gasolina e óleo diesel, a política de preços adotada foi sem dúvida a principal, pois sua simplicidade e rapidez de implementação permitem, conforme o caso, ajustamento instantâneo ou gradual da demanda de cada produto aos níveis esperados.

Através de técnicas econométricas é medido o impacto, nas demandas de gasolina e óleo diesel, da política de preços utilizada para contenção do consumo de derivados do petróleo.

Modelos econométricos de ajustamento instantâneo e parcial são especificados para as demandas de gasolina e óleo diesel, sendo suas elasticidades-preço e renda determinadas para cada UF e Brasil, bem como é verificada ainda a ocorrência ou não de variações sazonais no consumo desses produtos.

AVALIAÇÃO DA INFORMAÇÃO DE NASCIDOS MORTOS NO CENSO DEMOGRÁFICO DE 1980

Alicia M. Bercovich *
Heitor C. Vellozo *

SUMARIO

- 1 — *Introdução*
- 2 — *Casos de questionários com erro sistemático de declaração*
- 3 — *Fatores que participam na magnitude da proporção de nascidos mortos*
- 4 — *Análise dos índices de masculinidade*
- 5 — *Comparação com os dados da PNAD*
— 81
- 6 — *Conclusões*
- 7 — *Bibliografia*

1 — INTRODUÇÃO

Na análise dos dados do Censo Demográfico de 1980, observou-se que as taxas de natimortos eram superiores aos valores esperados a partir dos dados de 1970 e dos trabalhos de Mortara¹ e Leite² para os Censos de 1940 e 1970, respectivamente.

Com efeito, o nível das taxas diminuiu consideravelmente entre 1940 e 1970, para aumentar novamente em 1980. Como os valores de 1940

* Alicia M. Bercovich, Matemática e Analista Especializada da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística — IBGE. Heitor C. Vellozo Analista Especializado da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística — IBGE.

¹ MORTARA, Giorgio. Determinação da fecundidade feminina segundo a idade, conforme o Censo de 1940, e aplicações ao cálculo da taxa de natalidade, tábua de fecundidade e coeficiente de reprodução, para a população do Brasil. *Revista Brasileira de Estatística, Rio de Janeiro*, 8 (30/31): 255-84, abr./set. 1947.

² LEITE, Valéria M. Observações sobre a declaração de filhos tidos nascidos mortos. *Revista Brasileira de Estatística, Rio de Janeiro*, 34 (135): 417-24, jul./set. 1973.

foram considerados superestimados por Mortara, em 1980 chegaríamos a uma aparente discrepância.

Também os dados das Estatísticas Vitais apresentam, para a maioria dos países e Brasil, valores muito inferiores.

Na tabela 1 figuram as taxas observadas de nascidos mortos por 100 nascimentos, para os Censos Demográficos de 1940, 1970 e 1980.

TABELA 1

Proporções de nascidos mortos por 100 nascimentos
1940 — 1980 — Brasil

GRUPOS DE IDADE	TAXAS DE NATIMORTOS (nascidos mortos por 100 nascimentos)		
	1940	1970	1980
TOTAL.....	7,54	3,64	6,42
15 a 19 anos.....	5,37	3,27	4,44
20 a 24 anos.....	6,52	2,90	4,74
25 a 29 anos.....	6,94	2,92	5,04
30 a 34 anos.....	7,13	3,14	5,45
35 a 39 anos.....	7,46	3,39	5,96
40 a 44 anos.....	7,75	3,79	6,48
45 a 49 anos.....	7,95	4,02	6,85
50 a 54 anos.....	} 8,06	4,11	7,12
55 a 59 anos.....		4,15	7,44
60 anos ou mais.....	7,75	4,07	7,33
Idade ignorada.....	10,59	3,54	6,85

FONTES — Censo Demográfico 1940, 1970, 1980.

Na procura de explicação para as discrepâncias observadas, realizaram-se diversos testes, tanto com o material de coleta como com cruzamentos especiais das variáveis que permitissem descobrir categorias mal declaradas ou com “particularidades”.

Na análise dos questionários detectaram-se alguns erros sistemáticos de registro, mas sua incidência nos valores dos indicadores demográficos não era suficiente para explicar o problema.

As tabulações especiais permitiram comparar variáveis não tabuladas que levam a uma melhor localização do fato observado. Com efeito, descobriu-se que a causa da alta taxa de natimortalidade observada alocava-se no número de mulheres que declararam, num Censo ou outro, ter tido pelo menos um filho nascido morto. Uma vez filtrada a informação só para as mulheres com pelo menos um filho nascido morto, a taxa de natimortalidade ficava parecida em ambos os Censos. A análise dos índices de masculinidade dos nascidos mortos e dos nascidos vivos leva a rejeitar a hipótese de declaração como nascidas mortas, de crianças que nasceram vivas e morreram nas primeiras horas de vida.

Também a análise realizada por Ferreira³ levaria, por outro método, à rejeição dessa hipótese para o Estado de São Paulo.

A comparação com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) leva a conclusões parecidas.

Compararam-se também com os dados fornecidos pela Pesquisa de Assistência Médico-Sanitária e do Registro Civil, além de dados fornecidos diretamente pelo Serviço de Estatística de alguns hospitais.

O estudo segundo situação rural/urbana leva o problema a uma dimensão que demonstra ser compatível com as reflexões já elaboradas.

Dois exercícios foram executados ao longo do trabalho: no primeiro, tentou-se corrigir o erro sistemático detectado no campo, supondo uma hipótese extrema, e calculando novamente as taxas de fecundidade, mortalidade e natimortalidade. O segundo exercício consistiu em comparar os dados de nascidos mortos acumulados fornecidos no Censo Demográfico com os dados de nascidos mortos nos últimos doze meses fornecidos pela PNAD-81 e padronizados.

2 — CASOS DE QUESTIONÁRIOS COM ERRO SISTEMÁTICO DE DECLARAÇÃO

2.1 — Análise do trabalho de campo e o material de coleta

Tanto no Censo Experimental de Taubaté como durante a supervisão do trabalho de campo, observou-se um erro sistemático por parte de alguns entrevistadores, que consistia em fechar as respostas aos quesitos de fecundidade de modo que o número de filhos sobreviventes mais o número de filhos nascidos mortos coincidissem com o número de filhos nascidos vivos. No Manual do Supervisor alertava-se contra este possível erro e solicitava-se voltar a campo em caso de verificar a existência desse tipo de registro em um dado setor⁴.

Na análise de um lote de questionários de uma Unidade da Federação (UF) o único tipo de particularidade detectado foi esse mesmo erro sistemático. Note-se que é difícil definir uma correção automática para este tipo de registro já que, a rigor, não é uma inconsistência lógica: podem efetivamente existir mulheres para as quais, em um período determinado, o número de filhos mortos coincide com o número de filhos nascidos mortos.

Com intuito de verificar a magnitude do problema, analisaram-se manualmente os questionários do Estado do Amazonas e do Município

³ FERREIRA, Carlos Eugênio Carvalho. A definição dos fatos vitais e sua aplicação prática; a questão dos nascidos mortos. Informe Demográfico, São Paulo, v. 8, 1981.

⁴ CENSO DEMOGRÁFICO 1980; Manual do Supervisor — CD-1.05. Rio de Janeiro, IBGE, 1980.

de São Paulo, além de estimar, para cada UF e o Brasil, o percentual de registros com essa particularidade, no total de mulheres com pelo menos um filho nascido morto.

Numa primeira fase, detectaram-se nos questionários as mulheres para as quais o número de filhos nascidos mortos mais sobreviventes era igual ao número de nascidos vivos. Apareceram 8.356 casos no Município de São Paulo e 1.802 casos no Estado do Amazonas. Analisou-se cada um desses boletins e destacaram-se aqueles que apresentavam rasuras em algum quesito de fecundidade. O número de questionários com rasuras nos quesitos de fecundidade foi 1.421, em São Paulo, e 217, no Amazonas, o que representa 17 e 12,04% dos casos listados, respectivamente.

Quando o valor colocado no quesito antes da rasura era identificável era tabulado. Chegou-se então aos seguintes resultados, que figuram nas tabelas 2 e 3.

AMAZONAS

{1} Número de mulheres com pelo menos um filho nascido morto (valor expandido)	43.237	
{2} Número de mulheres em que NM + SOB = NV (valor expandido) (ver Chamada 5)	7.512	(17,4% de {1})
{3} Número de casos listados	1.802	(23,99%)
{4} Número de casos com rasuras	217	
{5} Número de casos com rasuras identificadas	141	

TABELA 2

Nascidos vivos, nascidos mortos e sobreviventes no Estado do Amazonas, segundo a especificação

ESPECIFICAÇÃO	NASCIDOS VIVOS		NASCIDOS MORTOS		SOBREVIVENTES	
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
Valor publicado.....	515	473	150	124	362	352
Valor original (antes da rasura)..	460	431	107	98	376	346

FONTES — Tabulações Especiais e questionários originais do Censo Demográfico 1980.

^s NM = nascidos mortos; SOB = sobreviventes; NV = nascidos vivos.

SÃO PAULO

{1} Número de mulheres com pelo menos um filho nascido morto	717.910
{2} Número de mulheres em que $NM + SOB = NV$ (valor expandido)	137.725 (19,2% de {1})
{3} Número de casos listados (pertencentes ao Município de São Paulo) representando 33,9% da população do Estado	8.356
{4} Número de casos com rasuras identificáveis nos quesitos de fecundidade	1.421 (17,0% de {3})

TABELA 3

Nascidos vivos, nascidos mortos e sobreviventes no Estado de São Paulo, segundo a especificação

ESPECIFICAÇÃO	NASCIDOS VIVOS		NASCIDOS MORTOS		SOBREVIVENTES	
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
Valor publicado.....	4 452	4 232	1 401	1 044	3 051	3 188
Valor original (antes da rasura)..	3 836	3 872	1 315	995	3 058	3 125

FONTES — Tabulações Específicas e questionários originais do Censo Demográfico 1980.

Note-se que a correção aplicada afetava os registros de nascidos vivos, aumentando sua proporção, aumentava também a quantidade de nascidos mortos, diminuía a quantidade de sobreviventes homens e aumentava a quantidade de sobreviventes mulheres. Esta última particularidade de alterar o índice de masculinidade dos sobreviventes é coerente com a teoria de que, com o intuito de “fechar” o registro no questionário, tenha-se alterado em alguns casos o número de sobreviventes, respeitando a declaração original de nascidos mortos, já que, como será observado mais adiante, o índice de masculinidade dos nascidos mortos é muito elevado. Talvez pelo mesmo motivo, a proporção em que foi aumentada, nas correções, a quantidade de nascidos vivos é maior para os homens (12 e 16,1%) que para as mulheres (9,7 e 9,3%) para Amazonas e São Paulo, respectivamente.

2.2 — Análise da freqüência dos casos estudados

Fizeram-se apurações especiais dos dados (amostra de 25%) dos Censos Demográficos de 1970 e 1980, separando, por grupo de idade, as mulheres com pelo menos um filho nascido morto ($NM \neq 0$), do

total das mulheres que tiveram filhos. Em cada um desses grupos, separou-se o grupo de mulheres em que a soma dos nascidos mortos mais sobreviventes era igual ao número de nascidos vivos (=) e aquelas para as quais essas quantidades não eram coincidentes (\neq). Essa apuração foi feita para o total do Brasil e para cada UF. Os resultados obtidos para o Brasil, por grupo de idade, figuram na tabela 4

TABELA 4

Mulheres que tiveram filhos nascidos mortos, com indicação quando o total de filhos nascidos vivos era igual ou diferente da soma de filhos nascidos mortos mais filhos vivos na data do Censo, segundo grupos de idade nos Censos de 1970 e 1980 — Brasil

GRUPOS DE IDADE	MULHERES			
	Igual (%)		Diferente (%)	
	1970	1980	1970	1980
TOTAL.....	14,01	17,99	86,02	82,01
15 a 19 anos.....	14,98	13,81	85,02	86,19
20 a 24 anos.....	16,74	16,70	83,26	83,30
25 a 29 anos.....	15,65	17,20	84,35	82,60
30 a 34 anos.....	14,53	17,47	85,47	82,53
35 a 39 anos.....	13,71	17,45	86,29	82,55
40 a 44 anos.....	13,16	17,48	86,84	82,52
45 a 49 anos.....	12,80	17,47	87,20	82,53
50 a 54 anos.....	13,29	17,77	86,71	82,23
55 a 59 anos.....	13,28	18,48	86,72	81,52
60 anos ou mais.....	14,20	20,13	85,80	79,87
Idade ignorada.....	13,79	17,67	86,21	82,33

FONTES — Censo Demográfico 1970 e 1980.

Pode-se observar que a proporção de casos em que se dá o tipo de registro enunciado aumentou entre 1970 e 1980, indicando uma possível influência nos valores dos indicadores demográficos, mais acentuada para 1980.

Em compensação, a proporção de registros ignorados diminuiu, como se pode observar no trabalho destes autores⁶.

Na tabela 5, figura, para cada UF, a incidência deste tipo de registro no total de mulheres que tiveram filhos. Pode-se observar que existem grupos de Estados para os quais a frequência é maior: é o caso dos Estados do Norte e Nordeste, para os quais a taxa varia entre 3 e 4%. Já para Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e os Estados do Sul, a proporção oscila entre 1 e 2%, indicando menor incidência do problema.

⁶ BERCOVICH, A.; VELLOZO, H. *Estudo da compatibilidade entre os dados dos Censos Demográficos; sua aplicação às estimativas de fecundidade*. Rio de Janeiro, 1984. Trabalho apresentado no IV Encontro da ABEP, Águas de São Pedro, 1984.

Com o intuito de avaliar a influência destes casos nas estimativas das variáveis demográficas, e a representatividade dos dados achados com a análise dos questionários, procedeu-se à avaliação conjunta de ambas as fontes.

TABELA 5

Proporção de mulheres com filhos nascidos mortos para as quais a soma do número de nascidos mortos mais filhos sobreviventes é igual ao número de nascidos vivos, no total de mulheres que tiveram filhos, segundo as Unidades da Federação, nos Censos de 1970 e 1980

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	PROPORÇÃO DE MULHERES	
	1970	1980
BRASIL	1,43	2,96
Rondônia.....	1,60	3,44
Acre.....	1,75	3,27
Amazonas.....	1,56	3,11
Roraima.....	1,42	2,60
Pará.....	1,54	3,50
Amapá.....	0,81	3,98
Maranhão.....	1,80	4,29
Piauí.....	1,21	4,02
Ceará.....	2,29	3,85
Rio Grande do Norte.....	2,40	3,41
Paraná.....	2,45	3,60
Pernambuco.....	2,08	3,97
Alagoas.....	1,60	4,01
Sergipe.....	0,97	4,06
Bahia.....	1,48	3,85
Minas Gerais.....	1,58	3,01
Espírito Santo.....	1,38	2,86
Rio de Janeiro.....	1,24	2,36
São Paulo.....	1,27	2,52
Paraná.....	1,17	2,81
Santa Catarina.....	1,03	2,27
Rio Grande do Sul.....	0,87	1,86
Mato Grosso do Sul.....	1,02	2,41
Mato Grosso.....	1,02	2,72
Goiás.....	1,11	3,45
Distrito Federal.....	1,08	2,24

FONTES — Censo Demográfico 1970 e 1980.

2.3 — Avaliação conjunta de ambas as fontes

Para estimar a pertinência da correção dos registros, analisaram-se conjuntamente os valores observados (original e publicado), e os valores dos respectivos Estados para as mulheres com pelo menos um filho nascido morto, separando os casos em que o total de filhos nascidos vivos era igual ou diferente da soma de nascidos mortos mais sobreviventes. Para cada um desses grupos, foi calculada a proporção de nascidos vivos por mulher que teve filho no grupo $\left(\frac{NV}{MUL}\right)$ o percentual

de filhos falecidos no total de nascidos vivos (D), e a proporção de nascidos mortos por 100 nascidos vivos. Comparou-se também a estrutura etária da amostra com estrutura etária das mulheres com pelo menos um filho nascido morto. Os resultados obtidos são demonstrados na tabela 6.

TABELA 6

Comparação entre os valores de alguns indicadores deduzidos da amostra analisada e os correspondentes das tabulações especiais de mulheres com pelo menos um filho nascido morto

ESPECIFICAÇÃO	NASCIDOS VIVOS POR MULHER (NV/M)		FILHOS MORTOS (%) (1 - $\frac{SOB}{NV}$)		PROPORÇÃO DE NATIMORTOS (%) (NM/NV)	
	São Paulo	Amazonas	São Paulo	Amazonas	São Paulo	Amazonas
AMOSTRA						
Valor original.....	5,424	6,319	19,78	18,37	30,00	23,00
Valor publicado.....	6,111	7,007	28,16	27,73	28,16	27,73
TABULAÇÃO						
SOB + NM \neq NV.....	4,896	6,090	14,33	14,26	35,85	31,25
SOB + NM = NV.....	6,196	7,313	26,25	24,58	26,25	24,58

FONTES — Tabulações Especiais e questionários originais do Censo Demográfico 1980.

Pode-se observar uma relação entre as magnitudes dos valores da amostra publicados e os valores correspondentes aos casos em que o número de nascidos vivos igualava a soma dos sobreviventes mais natimortos. Pode-se dizer que os valores originais estão mais perto do caso SOB + NM \neq NV que do outro caso. As estruturas etárias são muito parecidas, tanto para Amazonas como para São Paulo, porém, com uma proporção maior de mulheres idosas nas amostras, o que explicaria a observação de uma proporção maior de filhos nascidos vivos e de filhos mortos nos dados tabulares.

Foi feita também a comparação com os mesmos indicadores tabulados para o Brasil, demonstrados na tabela 7.

Da observação conjunta de ambas as tabelas, deduz-se que o comportamento é análogo para os Estados analisados e o Brasil, e que seria lícito ensaiar uma correção dos indicadores de fecundidade e mortalidade, e da proporção de natimortos, pela imputação nos casos de provável erro sistemático, dos valores médios observados no outro grupo, para cada grupo de idade e situação. Essa correção seria o “extremo” de variação do indicador, ficando claro que o valor real seria um valor intermediário entre ambas medidas.

TABELA 7

Valores de alguns indicadores demográficos para mulheres com pelo menos 1 filho nascido morto, Brasil — 1980

ESPECIFICAÇÃO	INDICADORES DEMOGRÁFICOS		
	Nascidos vivos por mulher	Proporção de filhos mortos (%)	Proporção de natimortos (%)
TOTAL			
SOB + NM \neq NV.....	5,901	18,77	32,15
SOB + NM = NV.....	6,735	25,49	25,49
URBANO			
SOB + NM \neq NV.....	5,539	18,44	33,68
SOB + NM = NV.....	6,488	26,28	26,28
RURAL			
SOB + NM \neq NV.....	6,559	19,27	29,81
SOB + NM = NV.....	7,210	24,12	24,12

FONTES — Tabulações Especiais e questionários originais do Censo Demográfico 1980.

2.4 — Correção das estimativas de fecundidade e mortalidade

Calculou-se então a alteração que sofreriam as estimativas de fecundidade e mortalidade se os filhos nascidos vivos e sobreviventes das mulheres cujo registro é duvidoso se distribuíssem na mesma proporção que o resto de mulheres pertencentes ao mesmo grupo etário.

TABELA 8

Taxas específicas de fecundidade e fecundidade total, segundo grupos de idade, Brasil — 1980

GRUPOS DE IDADE	TAXAS ESPECÍFICAS DE FECUNDIDADE			
	Valores calculados a partir dos dados publicados		Valores calculados considerando a correção	
	Taxas específicas de fecundidade	Pi / Fi	Taxas específicas de fecundidade	Pi / Fi
15 a 19 anos.....	0,065	1,236	0,065	1,230
20 a 24 anos.....	0,203	1,119	0,202	1,111
25 a 29 anos.....	0,228	1,100	0,226	1,092
30 a 34 anos.....	0,178	1,150	0,177	1,142
35 a 39 anos.....	0,122	1,253	0,121	1,244
40 a 44 anos.....	0,058	1,322	0,058	1,314
45 a 49 anos.....	0,014	1,365	0,014	1,358
Fecundidade total.....	4,348		4,319	

FONTES — Tabulações Especiais e questionários originais do Censo Demográfico 1980.

As estimativas de mortalidade foram feitas pelo método de Brass, utilizando as equações de Trussel na sua última versão (1983), modelo Oeste, e a estimativa de data de referência, pelo método descrito por Coale e Trussel ⁷.

TABELA 9

Mortalidade — Níveis compatíveis com as estimativas de mortalidade $q(x)$ e data de referência, segundo a idade, Brasil — 1980

IDADE	NÍVEIS COMPATÍVEIS COM AS ESTIMATIVAS DE MORTALIDADE				
	Valores calculados a partir de dados publicados			Valores calculados considerando a correção	
	$q(x)$	Nível	Data de referência	$q(x)$	Nível
1 ano.....	0,1188	13,7	1979,6	0,1135	14,1
2 anos.....	0,1062	16,2	1978,4	0,1002	16,6
3 anos.....	0,0997	17,1	1976,5	0,0943	17,4
5 anos.....	0,1102	17,0	1974,3	0,1052	17,3
10 anos.....	0,1281	16,6	1971,9	0,1240	16,8
15 anos.....	0,1460	16,2	1969,2	0,1426	16,3
20 anos.....	0,1607	16,1	1966,3	0,1579	16,2

FONTES — Tabulações Especiais e questionários originais do Censo Demográfico 1980.

A data de referência resultou semelhante para ambas estimativas.

Pode-se observar que nem a fecundidade nem a mortalidade são muito sensíveis à correção. Como estimamos que essa correção seria extrema, e o valor real deveria ser intermediário, podemos concluir que, no caso de ter existido, o erro sistemático não afetou grandemente as estimativas.

Na tabela 10, pode-se observar a diferença na proporção de nascidos mortos por 100 mulheres (observar que a correção aprofunda ainda mais o problema que estava sendo pesquisado).

Nas tabelas 11, 12, 13 e 14 podem-se observar as estimativas de fecundidade e mortalidade originais e corrigidas para algumas UF's. Da observação dos dados analisados concluiu-se que, se bem pode ter existido erro sistemático em algumas declarações, não é esse problema a causa das altas taxas de natimortalidade, nem compromete outras estimativas demográficas.

ALE, A.; TRUSSEL, J. Estimating the time to which Brass estimates apply. *Population Bulletin of the United Nations*, New York, (10), 1977.

TABELA 10

Proporção de nascidos mortos por 100 nascidos vivos,
segundo grupos de idade

GRUPOS DE IDADE	NASCIDOS MORTOS POR 100 NASCIDOS VIVOS		
	Valores publicados	Valores calculados utilizando a correção	Diferença (%)
15 a 19 anos.....	4,65	4,74	1,9
20 a 24 anos.....	4,98	5,11	2,6
25 a 29 anos.....	5,31	5,46	2,8
30 a 34 anos.....	5,77	5,93	2,8
35 a 39 anos.....	6,34	6,53	2,9
40 a 44 anos.....	6,93	7,04	1,6
45 a 49 anos.....	7,36	6,54	2,4

FONTE — Tabulações Especiais do Censo Demográfico 1980.

TABELA 11

Taxas específicas de fecundidade e fecundidade total. Modificação das estimativas de fecundidade no caso de corrigir os registros em que a soma de nascidos mortos mais sobreviventes é igual ao número de nascidos vivos, segundo Unidades da Federação e grupos de idade, Censo de 1980

GRUPOS DE IDADE	TAXAS ESPECÍFICAS DE FECUNDIDADE			
	Valores calculados a partir dos dados publicados		Valores calculados considerando a correção	
	Taxas específicas de fecundidade	Pi / Fi	Taxas específicas de fecundidade	Pi / Fi
AMAZONAS				
15 a 19 anos.....	0,1078	1,3067	0,107	1,303
20 a 24 anos.....	0,2878	1,1418	0,286	1,135
25 a 29 anos.....	0,3212	1,1179	0,319	1,109
30 a 34 anos.....	0,2725	1,0920	0,271	1,085
35 a 39 anos.....	0,2080	1,1186	0,207	1,111
40 a 44 anos.....	0,1090	1,1007	0,108	1,094
45 a 49 anos.....	0,0446	1,0874	0,044	1,079
Fecundidade total.....	6,7531		6,716	
MARANHÃO				
15 a 19 anos.....	0,1029	1,3069	0,101	1,323
20 a 24 anos.....	0,2931	1,1650	0,292	1,162
25 a 29 anos.....	0,3426	1,1101	0,342	1,102
30 a 34 anos.....	0,2860	1,0814	0,285	1,073
35 a 39 anos.....	0,2184	1,0715	0,218	1,064
40 a 44 anos.....	0,1093	1,0467	0,109	1,042
45 a 49 anos.....	0,0335	1,0399	0,033	1,036
Fecundidade total.....	6,9286		6,901	

FONTE — Tabulações Especiais do Censo Demográfico 1980.

TABELA 12

Taxas específicas de fecundidade e fecundidade total. Modificação das estimativas de fecundidade no caso de corrigir os registros em que a soma de nascidos mortos mais sobreviventes é igual ao número de nascidos vivos, segundo Unidades da Federação e grupos de idade, Censo de 1980

GRUPOS DE IDADE	TAXAS ESPECÍFICAS DE FECUNDIDADE			
	Valores calculados a partir dos dados publicados		Valores calculados considerando a correção	
	Taxas específicas de fecundidade	Pi / Fi	Taxas específicas de fecundidade	Pi / Fi
PERNAMBUCO				
15 a 19 anos.....	0,0712	1,3536	0,071	1,342
20 a 24 anos.....	0,2372	1,1991	0,235	1,188
25 a 29 anos.....	0,2731	1,2065	0,271	1,198
30 a 34 anos.....	0,2274	1,2741	0,225	1,268
35 a 39 anos.....	0,1655	1,3631	0,164	1,362
40 a 44 anos.....	0,0840	1,4160	0,083	1,415
45 a 49 anos.....	0,0215	1,4496	0,021	1,453
Fecundidade total.....	5,3991		5,350	
SÃO PAULO				
15 a 19 anos.....	0,0558	1,1529	0,055	1,148
20 a 24 anos.....	0,1683	1,0406	0,167	1,034
25 a 29 anos.....	0,1825	1,0203	0,181	1,013
30 a 34 anos.....	0,1310	1,0658	0,130	1,058
35 a 39 anos.....	0,0754	1,1770	0,075	1,167
40 a 44 anos.....	0,0287	1,2744	0,029	1,263
45 a 49 anos.....	0,0056	1,3544	0,006	1,342
Fecundidade total.....	3,2366		3,217	

FONTE — Tabulações Especiais do Censo Demográfico 1980.

TABELA 13

Modificação das estimativas de mortalidade no caso de correção dos registros para os quais a soma de nascidos mortos mais sobreviventes é igual ao número de filhos nascidos vivos, segundo Unidades da Federação e idade, Censo de 1980

IDADE	MODIFICAÇÃO DAS ESTIMATIVAS DE MORTALIDADE				
	Valores calculados a partir de dados publicados			Valores calculados considerando a correção	
	q (x)	Nível	Data de referência	q (x)	Nível
AMAZONAS					
1 ano.....	0,0828	16,7	1979,4	0,0801	16,9
2 anos.....	0,0733	18,4	1978,1	0,0681	18,8
3 anos.....	0,0736	18,8	1976,3	0,0679	19,1
5 anos.....	0,0844	18,5	1974,1	0,0797	18,5
10 anos.....	0,0941	18,3	1971,8	0,0891	18,6
15 anos.....	0,1148	17,6	1969,2	0,1097	17,9
20 anos.....	0,1342	17,2	1966,3	0,1300	17,4
MARANHÃO (1)					
1 ano.....	0,1312	12,9	1979,5	0,1026	15,0
2 anos.....	0,1300	14,7	1978,3	0,1218	15,2
3 anos.....	0,1271	15,5	1976,4	0,1199	15,9
5 anos.....	0,1378	15,5	1974,2	0,1312	15,9
10 anos.....	0,1561	15,3	1971,7	0,1512	15,5
15 anos.....	0,1715	15,0	1969,1	0,1669	15,2
20 anos.....	0,1872	14,9	1966,2	0,1844	15,1

FONTE — Tabulações Especiais do Censo Demográfico 1980.

(1) As estimativas de mortalidade para estes Estados pareceriam estar subestimadas devido a uma importante subenumeração do número de nascidos vivos por mulher, fato apontado pela análise dos valores de P_i/F_i das estimativas de fecundidade.

TABELA 14

Modificação das estimativas de mortalidade no caso de correção dos registros para os quais a soma de nascidos mortos mais sobreviventes é igual ao número de filhos nascidos vivos, segundo Unidades da Federação e idade, Censo de 1980

IDADE	MODIFICAÇÃO DAS ESTIMATIVAS DE MORTALIDADE				
	Valores calculados a partir de dados publicados			Valores calculados considerando a correção	
	q (x)	Nível	Data de referência	q (x)	Nível
PERNAMBUCO					
1 ano.....	0,1842	9,0	1979,6	0,1753	10,0
2 anos.....	0,1750	12,3	1978,4	0,1612	12,7
3 anos.....	0,1706	13,2	1976,6	0,1648	13,5
5 anos.....	0,1914	13,0	1974,5	0,1892	13,1
10 anos.....	0,2228	12,2	1972,1	0,2225	12,4
15 anos.....	0,2526	11,8	1969,5	0,2534	11,8
20 anos.....	0,2792	11,5	1966,6	0,2804	11,5
SÃO PAULO					
1 ano.....	0,1082	14,6	1979,6	0,1040	14,9
2 anos.....	0,0936	17,0	1978,3	0,0882	17,4
3 anos.....	0,0827	18,2	1976,5	0,0772	18,5
5 anos.....	0,0850	18,4	1974,2	0,0796	18,8
10 anos.....	0,0955	18,3	1971,8	0,0896	18,6
15 anos.....	0,1066	18,0	1969,1	0,1011	18,3
20 anos.....	0,1207	17,4	1966,1	0,1152	18,1

FONTE — Tabulações Especiais do Censo Demográfico 1980.

3 — FATORES QUE PARTICIPAM NA MAGNITUDE DA PROPORÇÃO DE NASCIDOS MORTOS

Tentou-se, através de tabulações especiais e comparações com outras pesquisas, separar os componentes que influem na proporção de nascidos mortos, e distinguir quais destes eram os predominantes na determinação das diferenças entre 1970 e 1980. Estudou-se então a proporção de mulheres com pelo menos um filho nascido morto, a relação nascidos mortos por nascidos vivos para as mulheres com pelo menos um filho nascido morto, e o número médio de filhos nascidos mortos por mulher que teve pelo menos um filho nascido morto, para diversas pesquisas.

3.1 — Proporção de mulheres com pelo menos um filho nascido morto

Na tabela 15, pode-se observar a proporção de mulheres com pelo menos um filho nascido morto, para o Brasil, nos Censos de 1970 e 1980.

Nas tabelas 16 e 17 observa-se a proporção de mulheres que tiveram filhos nascidos mortos no total de mulheres de 15 anos e mais e no total de mulheres que tiveram filhos, por UF, nos respectivos Censos.

TABELA 15

Proporção de mulheres com pelo menos 1 filho nascido morto no total de mulheres que tiveram filhos, por situação do domicílio segundo grupos de idade, Censos de 1970 e 1980

GRUPOS DE IDADE	MULHERES COM PELO MENOS 1 FILHO NASCIDO MORTO					
	Total (%)		Situação do domicílio			
			Urbana (%)		Rural (%)	
	1970	1980	1970	1980	1970	1980
TOTAL	10,20	16,44	9,68	14,94	10,98	20,15
15 a 19 anos.....	4,12	5,28	4,39	4,76	3,88	6,11
20 a 24 anos.....	5,04	7,35	4,93	6,50	5,16	9,11
25 a 29 anos.....	6,75	9,93	6,28	8,65	7,40	13,14
30 a 34 anos.....	8,75	13,22	8,00	11,56	9,90	17,56
35 a 39 anos.....	10,58	17,06	9,60	14,94	12,09	22,28
40 a 44 anos.....	12,20	19,98	11,16	17,74	13,91	25,54
45 a 49 anos.....	13,08	21,64	11,96	19,41	14,89	27,38
50 a 54 anos.....	13,40	22,61	12,57	20,75	14,71	27,68
55 a 59 anos.....	13,66	23,65	12,88	21,79	14,97	28,58
60 anos ou mais.....	13,73	23,47	13,25	22,20	14,61	26,92
Idade ignorada.....	10,10	17,56	9,29	16,22	11,12	20,45

FONTE — Censo Demográfico 1970 e 1980.

TABELA 16

Percentagem do total de mulheres de 15 anos ou mais que tiveram filhos (vivos e/ou mortos), das que tiveram filhos nascidos mortos, das que não tiveram filhos nascidos mortos e das que não informaram se tiveram filhos

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	MULHERES DE 15 ANOS OU MAIS							
	Tiveram filhos nascidos vivos e/ou mortos (%)		Tiveram filhos nascidos mortos (%)		Não tiveram filhos nascidos mortos (%)		Não informaram se tiveram filhos (%)	
	1970	1980	1970	1980	1970	1980	1970	1980
	BRASIL (1)	63,20	64,94	6,45	10,67	56,75	54,27	3,39
Rondônia.....	70,87	72,54	7,06	14,51	63,81	58,03	8,57	4,78
Acre.....	66,35	70,42	8,13	14,12	58,22	56,30	3,37	3,30
Amazonas.....	65,14	68,17	6,01	12,22	59,12	55,96	5,70	5,41
Roraima.....	64,91	69,87	3,66	12,98	61,24	56,88	3,41	3,40
Pará.....	63,26	67,27	5,85	12,61	57,41	54,53	3,78	3,84
Amapá.....	65,93	70,19	6,02	11,35	59,90	58,84	1,75	1,26
Maranhão.....	65,85	68,03	6,65	16,55	59,20	51,47	4,22	3,74
Piauí.....	61,82	62,60	7,23	14,05	54,59	48,55	0,86	1,56
Ceará.....	59,83	61,56	8,95	12,52	50,87	49,04	2,51	1,99
Rio Grande do Norte.....	62,05	63,93	11,49	12,87	50,56	51,05	3,13	2,29
Paraíba.....	59,12	63,74	15,45	13,42	43,67	50,32	2,11	2,64
Pernambuco.....	61,72	63,62	10,54	13,23	51,18	50,39	3,94	2,01
Alagoas.....	62,29	66,63	13,29	15,34	49,00	51,28	2,45	4,30
Sergipe.....	61,31	64,71	8,29	15,11	53,02	49,60	2,23	3,43
Bahia.....	60,90	63,79	6,54	13,45	54,36	50,34	4,58	5,44
Minas Gerais.....	59,67	61,19	6,10	10,89	53,57	50,30	2,37	1,53
Espírito Santo.....	62,86	65,48	5,25	10,54	57,61	54,94	2,74	2,12
Rio de Janeiro.....	63,15	64,77	4,51	8,19	58,64	56,58	4,52	2,90
São Paulo.....	65,65	66,15	5,09	8,68	60,56	57,47	4,40	1,41
Paraná.....	68,57	67,32	5,31	10,51	63,26	56,82	3,61	1,59
Santa Catarina.....	65,13	66,39	4,33	8,90	60,80	57,48	2,44	1,05
Rio Grande do Sul.....	62,50	65,31	3,98	7,37	58,51	57,94	1,12	2,23
Mato Grosso.....	65,81	68,52	4,47	12,21	61,33	59,31	4,22	2,86
Goiás.....	64,45	66,63	10,07	13,10	54,38	53,53	1,58	2,40
Distrito Federal.....	61,79	60,91	5,39	8,19	56,39	52,72	3,41	1,59

FONTES — Censo Demográfico 1970 e 1980.

(1) Inclusive Fernando de Noronha.

TABELA 17

Mulheres com pelo menos um natimorto no total de mulheres que tiveram filhos, Censo de 1980

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	MULHERES COM PELO MENOS UM NATIMORTO					
	Total (%)		Urbana (%)		Rural (%)	
	1970	1980	1970	1980	1970	1980
BRASIL	10,20	16,44	9,68	14,94	10,98	20,15
Rôndônia.....	9,97	20,01	9,68	20,60	10,31	19,41
Acre.....	12,25	20,05	11,62	19,61	12,54	20,48
Amazonas.....	9,23	17,92	9,95	17,21	8,65	19,19
Roraima.....	5,64	18,58	5,22	19,09	5,98	17,58
Pará.....	9,25	18,93	9,03	18,06	9,45	19,87
Anapá.....	9,13	16,17	9,31	12,85	8,92	21,32
Maranhão.....	10,10	23,33	10,23	23,87	10,05	24,55
Piauí.....	11,69	22,44	12,18	21,62	11,44	23,06
Ceará.....	14,96	20,34	15,80	19,25	14,33	21,73
Rio Grande do Norte.....	18,51	20,14	18,22	18,60	18,80	22,63
Paraíba.....	26,13	21,06	27,00	19,48	25,41	23,06
Pernambuco.....	17,07	20,79	17,36	19,12	16,70	23,86
Alagoas.....	21,33	23,03	22,71	22,05	19,81	24,12
Sergipe.....	13,52	23,35	14,18	21,11	12,92	26,31
Bahia.....	10,73	21,09	11,42	20,21	10,21	22,03
Minas Gerais.....	10,23	17,80	11,00	16,66	9,28	20,42
Espírito Santo.....	8,35	16,10	8,83	15,26	7,92	17,79
Rio de Janeiro.....	7,14	12,65	6,98	12,15	8,67	19,37
São Paulo.....	7,76	13,12	7,42	12,65	9,89	17,33
Paraná.....	7,74	15,71	7,15	14,47	8,14	17,50
Santa Catarina.....	6,65	13,41	6,56	12,75	6,73	14,51
Rio Grande do Sul.....	6,37	11,29	6,32	10,81	6,45	12,42
Mato Grosso.....	6,80	17,82	6,63	17,33	6,94	18,79
Goiás.....	15,61	19,66	15,74	18,48	15,55	21,85
Distrito Federal.....	8,73	13,44	8,73	13,33	8,73	17,35

FONTE — Censo Demográfico 1980.

Finalmente, na tabela 18, figura a proporção de mulheres com pelo menos um filho nascido morto, para as PNAD's, dos anos 1976 e 1978. Esses valores estão representados no gráfico 1.

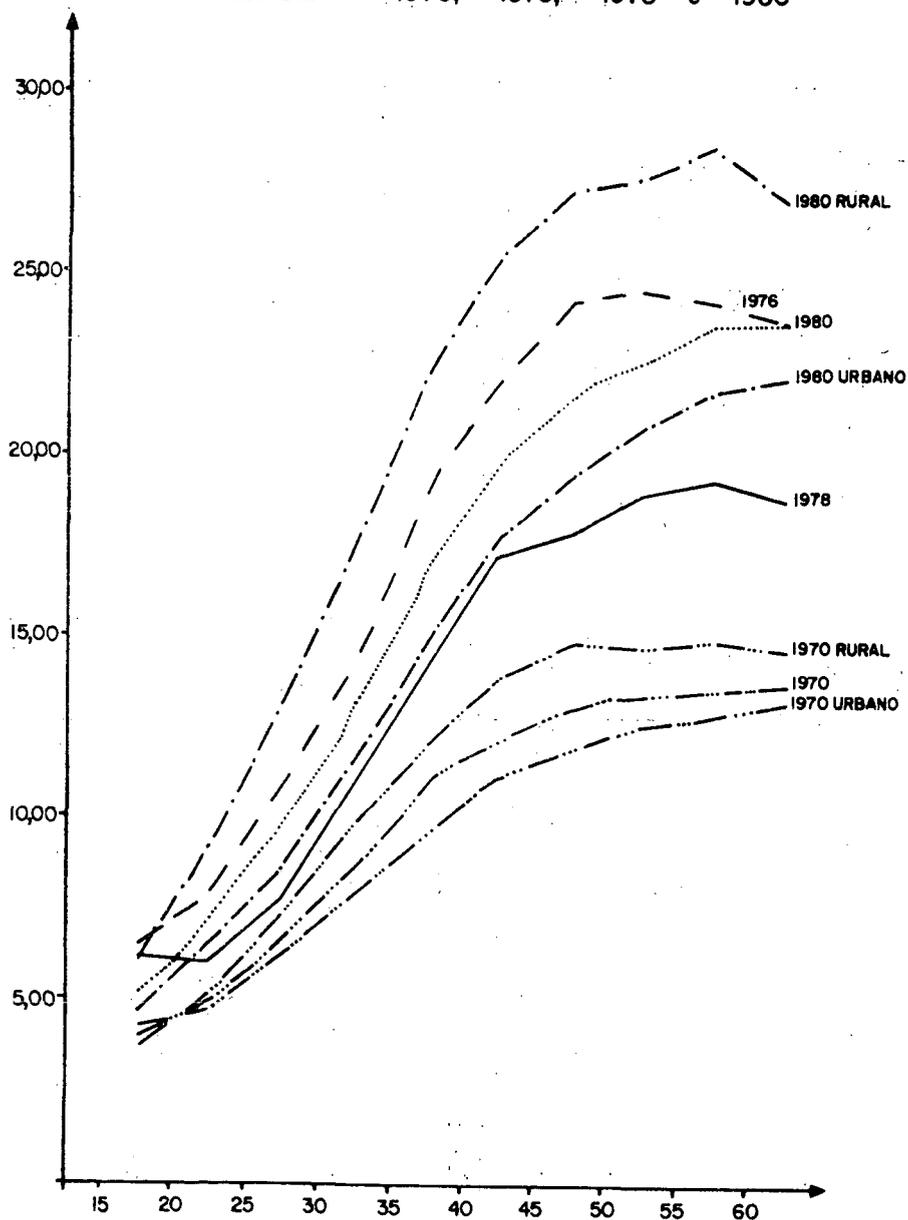
TABELA 18

Proporção de mulheres que tiveram filhos nascidos mortos, no total de mulheres que tiveram filhos, segundo grupos de idade, nas PNAD's — 1976 — 1978

GRUPOS DE IDADE	MULHERES QUE TIVERAM FILHOS NASCIDOS MORTOS	
	PNAD	
	1976 (%)	1978 (%)
TOTAL	18,043	16,718
15 a 19 anos.....	6,562	6,360
20 a 24 anos.....	7,971	6,121
25 a 29 anos.....	10,920	7,811
30 a 34 anos.....	14,355	11,096
35 a 39 anos.....	19,133	14,092
40 a 44 anos.....	22,201	17,205
45 a 49 anos.....	24,211	17,817
50 a 54 anos.....	24,582	18,986
55 a 59 anos.....	24,318	19,390
60 anos ou mais.....	23,609	18,876

FONTES — PNAD's — 76 e 78.

PROPORÇÃO DE MULHERES QUE TIVERAM PELO MENOS UM FILHO
 NASCIDO MORTO NO TOTAL DE MULHERES QUE TIVERAM FILHOS
 BRASIL — 1970, 1976, 1978 e 1980



FONTE - Censo Demográfico 1970 e 1980, PNAD's 1976 e 1978.

GRÁFICO 1

Na análise das quatro tabelas pode-se observar:

- 3.1.1 — A proporção de mulheres que tiveram filhos nascidos mortos cresceu consideravelmente entre 1970 e 1980 (61%), com mais intensidade na situação rural (83%) que na urbana (54%).
- 3.1.2 — Essa proporção tinha uma variação ampla entre as diversas UF's em 1970, diminuindo para 1980. Com efeito, no Nordeste as taxas variavam em 1970 entre 6 e 15%; já em 1980 oscilam entre 12 e 16%.
- 3.1.3 — Os valores calculados a partir das tabulações das PNAD's são mais semelhantes aos valores achados para o Censo de 1980 que para o de 1970.

Essas observações são coerentes com a hipótese de sub-registro do número de mulheres com filhos nascidos mortos, para o Censo de 1970, com maior intensidade que nas outras pesquisas. Também poderia existir a hipótese de má compreensão da definição de nascido morto nas outras pesquisas e, portanto, sobreenumeração, mas essa hipótese deveria sustentar-se para as PNAD's — 76, 77, 78 e Censo de 1980, simultaneamente.

3.2 — Relação entre natimortos e nascidos vivos

Na tabela 19, observa-se a taxa de nascidos mortos por 100 nascidos vivos, para o Brasil, nos Censos Demográficos.

TABELA 19

Proporção de nascidos mortos por 100 nascidos vivos, por situação do domicílio, segundo grupos de idade, Censo de 1970 e 1980 — Brasil

GRUPOS DE IDADE	NASCIDOS MORTOS POR 100 NASCIDOS VIVOS					
	Total (%)		Situação do domicílio			
			Urbana (%)		Rural (%)	
	1970	1980	1970	1980	1970	1980
TOTAL.....	3,78	6,86	3,94	6,63	3,60	7,32
15 a 19 anos.....	3,38	4,65	3,69	4,34	3,11	5,11
20 a 24 anos.....	2,98	4,98	3,16	4,67	2,81	5,50
25 a 29 anos.....	3,01	5,31	3,12	5,01	2,89	5,88
30 a 34 anos.....	3,24	5,77	3,34	5,47	3,12	6,32
35 a 39 anos.....	3,51	6,34	3,64	6,02	3,36	6,91
40 a 44 anos.....	3,94	6,93	4,12	6,61	3,73	7,50
45 a 49 anos.....	4,19	7,36	4,34	7,02	4,01	8,00

FONTES — Censo Demográfico 1970 e 1980.

A taxa global cresceu quase 82%, sendo que na zona rural cresceu mais de 100%.

Os valores da taxa para as PNAD's — 76, 77, e 78 foram de 6,17, 5,76 e 4,50 respectivamente, com o que 1976 e 1977 ficam mais próximos dos valores de 1980 que 1978.

Na tabela 20 analisaram-se as mesmas proporções de nascidos mortos por 100 nascidos vivos, para as mulheres que tiveram pelo menos um filho nascido morto.

TABELA 20

Proporção de natimortos por 100 nascidos vivos para as mulheres que tiveram pelo menos 1 filho nascido morto, por situação do domicílio, segundo grupos de idade, Censos de 1970 e 1980 — Brasil

GRUPOS DE IDADE	NATIMORTOS POR 100 NASCIDOS VIVOS PARA AS MULHERES QUE TIVERAM PELO MENOS 1 FILHO NASCIDO MORTO					
	Total (%)		Situação do domicílio			
			Urbano (%)		Rural (%)	
	1970	1980	1970	1980	1970	1980
TOTAL	27,5	30,8	29,4	32,1	25,3	28,7
15 a 19 anos.....	105,5	102,2	109,1	107,8	102,0	95,9
20 a 24 anos.....	53,4	58,5	56,3	63,2	50,6	53,8
25 a 29 anos.....	37,1	43,2	39,7	46,3	34,4	39,1
30 a 34 anos.....	30,2	34,8	32,7	37,2	27,6	31,5
35 a 39 anos.....	26,5	30,2	28,9	32,0	24,0	27,7
40 a 44 anos.....	25,4	28,4	27,8	29,8	22,8	26,3
45 a 49 anos.....	25,3	28,0	27,4	29,2	23,0	26,3
50 a 54 anos.....	25,7	28,3	27,6	29,4	23,5	26,4
55 a 59 anos.....	25,8	28,7	27,5	29,8	23,7	26,9
60 anos ou mais.....	25,9	29,7	27,1	30,7	24,2	27,9
Idade ignorada.....	26,3	31,7	27,7	33,5	24,9	29,0

FONTES — Censo Demográfico 1970 e 1980.

Os valores correspondentes das PNAD's figuram na tabela 21.

As proporções entre os Censos de 1970 e 1980, e as PNAD's, são semelhantes ao retirar as mulheres que não tiveram filhos natimortos (ver Gráfico 2). O incremento que existe entre 1970 e 1980 é pequeno, sendo mais acentuado na situação rural que na urbana. Da observação

TABELA 21

Proporção de natimortos por 100 nascidos vivos para as mulheres que tiveram filhos nascidos mortos segundo grupos de idade nas PNAD's — 1976 — 1978

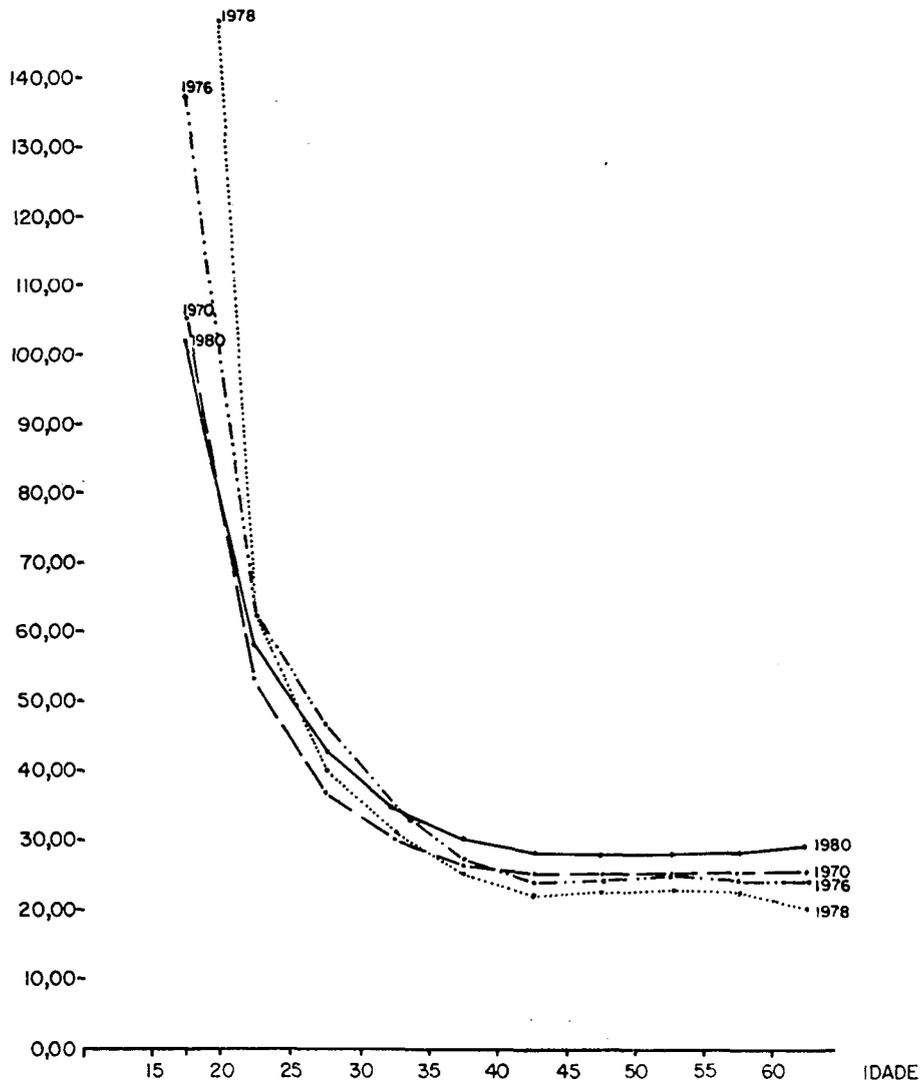
GRUPOS DE IDADE	NATIMORTOS POR 100 NASCIDOS VIVOS PARA MULHERES QUE TIVERAM FILHOS NASCIDOS MORTOS	
	PNAD	
	1976 (%)	1978 (%)
TOTAL.....	26,4	24,9
15 a 19 anos.....	137,8	211,5
20 a 24 anos.....	63,7	62,6
25 a 29 anos.....	40,7	39,8
30 a 34 anos.....	30,5	30,4
35 a 39 anos.....	26,3	25,1
40 a 44 anos.....	24,2	22,1
45 a 49 anos.....	24,0	22,5
50 a 54 anos.....	25,1	22,7
55 a 59 anos.....	24,3	22,6
60 anos ou mais.....	23,8	21,9

FONTES — PNAD's — 76 e 78.

dos dados das PNAD's, podemos deduzir que os primeiros grupos etários têm proporções muito altas, devido talvez a problemas de representatividade da amostra pela baixa frequência de registros. Para as idades a partir de 40 anos, os dados da PNAD-78 parecem subenumerados, enquanto os da PNAD-76 são compatíveis com os dados dos Censos de 1970 e 1980. Na tabela 22, pode-se observar esta mesma situação a nível de UF. É interessante salientar que, a nível de Brasil, o incremento na taxa de natimortalidade é 76%, enquanto retirando as mulheres sem nascidos mortos, esta diferença diminui para 9%. Em São Paulo, o incremento passa de 86,5 para 7,8%, e no Rio Grande do Sul vai de 189 para 2,6%.

As variações intra-regionais são maiores para 1970, como já foi observado para outros indicadores, e mais acentuadas para a taxa global de natimortalidade que para a taxa restrita (excluindo mulheres sem filhos nascidos mortos).

PROPORÇÃO DE NASCIDOS MORTOS POR 100 NASCIDOS VIVOS PARA AS MULHERES QUE TIVERAM PELO MENOS UM FILHO NASCIDO MORTO.



FONTE - Censo Demográfico 1970 e 1980, PNAD's - 1976 e 1978.

GRÁFICO 2

TABELA 22

Taxa de natimortalidade das mulheres que tiveram filhos nascidos vivos e/ou mortos e das mulheres que tiveram filhos nascidos mortos, segundo Unidades da Federação, Censos de 1970 e 1980

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	TAXA DE NATIMORTALIDADE DAS MULHERES			
	Tiveram filhos nascidos vivos e/ou mortos (%)		Tiveram filhos nascidos mortos (%)	
	1970	1980	1970	1980
BRASIL	3,65	6,42	21,58	23,56
Rondônia.....	3,59	7,22	21,65	23,05
Acre.....	3,73	6,82	18,77	21,80
Amazonas.....	3,12	6,58	20,96	23,02
Roraima.....	1,81	7,22	20,28	23,94
Pará.....	3,23	7,03	21,58	23,71
Amapá.....	3,02	5,54	20,98	21,25
Maranhão.....	3,72	8,78	22,50	24,96
Piauí.....	3,47	6,92	19,86	21,37
Ceará.....	4,23	6,26	18,50	20,58
Rio Grande do Norte.....	4,97	6,34	17,97	20,82
Paraná.....	7,91	6,34	21,52	20,38
Pernambuco.....	5,25	7,15	20,11	22,45
Alagoas.....	7,08	7,87	23,10	22,77
Sergipe.....	4,19	8,02	19,40	22,28
Bahia.....	3,56	7,87	20,83	24,05
Minas Gerais.....	3,45	6,51	21,64	23,32
Espírito Santo.....	2,69	5,89	20,65	22,85
Rio de Janeiro.....	3,12	6,03	24,65	26,70
São Paulo.....	3,10	5,78	23,35	25,17
Paraná.....	2,77	5,87	21,92	23,33
Santa Catarina.....	2,13	5,17	19,90	23,13
Rio Grande do Sul.....	2,25	6,51	22,46	23,05
Mato Grosso do Sul.....	} 2,38	6,00	} 21,80	23,18
Mato Grosso.....		7,75		24,18
Goiás.....	5,34	7,29	24,08	23,76
Distrito Federal.....	3,56	5,69	23,09	24,05

FONTES — Censo Demográfico 1970 e 1980.

Observando as tabelas 19 e 20 conjuntamente nota-se:

- 3.2.1 — A proporção de natimortos global (Tabela 19) é maior na situação urbana que na rural para 1970, e inversamente para 1980.
- 3.2.2 — A proporção de natimortos restrita (Tabela 20) é sempre maior na situação urbana, tanto para 1970 como 1980.
- 3.2.3 — O diferencial rural/urbano é maior para 1970 que para 1980.

Estas observações são compatíveis com duas hipóteses possíveis: ou bem a incidência de natimortalidade é mais acentuada nas situações urbanas por características ambientais, ou bem a proporção de nascidos mortos é maior nas situações rurais mas está mais subenumerada. A primeira hipótese parece entrar em contradição com o observado na tabela 15, de que a proporção de mulheres com pelo menos um filho nascido morto é maior na situação rural. A segunda hipótese deve ser analisada com mais profundidade, mas também colide com a observação anterior. Análises a nível de UF, levando em conta a situação do domicílio, estão sendo desenvolvidas.

Dos estudos realizados conclui-se que a maior proporção de nascidos mortos observada no Censo de 1980 e nas PNAD's, deve-se fundamentalmente à proporção de mulheres que declararam ter tido filhos mortos, e não à quantidade que cada uma delas declarava.

4 — ANÁLISE DOS ÍNDICES DE MASCULINIDADE

Com intuito de avaliar por outra via a consistência das informações, analisaram-se os índices de masculinidade dos nascidos vivos e nascidos mortos para as pesquisas que possuíam este dado.

Observe-se, na tabela 23, os valores achados.

TABELA 23

Índice de masculinidade dos filhos nascidos vivos, nascidos mortos e dos filhos sobreviventes segundo a idade da mãe, na PNAD — 1978 e Censo Demográfico 1980

IDADE DA MÃE	ÍNDICE DE MASCULINIDADE					
	Filhos nascidos vivos		Filhos nascidos mortos		Filhos sobreviventes	
	1978	1980	1978	1980	1978	1980
TOTAL.....	103,92	104,21	143,56	142,24	100,94	101,91
15 a 19 anos.....	102,03	104,48	279,75	151,05	100,12	102,47
20 a 24 anos.....	103,07	104,83	148,17	143,16	101,26	102,95
25 a 29 anos.....	102,15	104,69	143,10	146,84	100,01	103,00
30 a 34 anos.....	105,27	104,41	140,09	146,16	103,06	102,84
35 a 39 anos.....	103,34	104,28	149,82	144,34	101,17	102,79
40 a 44 anos.....	103,37	104,48	143,01	142,79	99,81	102,73
45 a 49 anos.....	104,37	104,29	143,00	142,63	101,64	102,24
50 a 59 anos.....	105,01	104,19	136,76	140,80	101,33	102,37
60 anos ou mais.....	103,90	103,50	143,60	138,89	98,68	99,24
Idade ignorada.....	90,82	102,73	200,00	128,06	85,68	99,92

FONTES — PNAD — 78 e Censo Demográfico 1980.

A análise a nível urbano/rural apresenta-se na tabela 24.

TABELA 24

Índices de masculinidade dos nascidos vivos e nascidos mortos, por situação do domicílio, segundo a idade da mãe, Brasil — 1980

IDADE DA MÃE	ÍNDICES DE MASCULINIDADE			
	Nascidos vivos		Nascidos mortos	
	Urbana	Rural	Urbana	Rural
TOTAL	103,70	105,21	144,72	138,01
15 a 19 anos.....	104,89	103,88	151,89	150,02
20 a 24 anos.....	105,05	104,45	145,47	139,89
25 a 29 anos.....	104,53	105,01	148,23	144,67
30 a 34 anos.....	104,29	104,63	148,91	141,82
35 a 39 anos.....	103,87	105,01	147,53	139,57
40 a 44 anos.....	103,92	105,52	147,15	136,14
45 a 49 anos.....	103,69	105,47	145,54	137,86
50 a 54 anos.....	103,60	105,42	144,19	137,37
55 a 59 anos.....	103,27	105,66	141,56	134,65
60 anos e mais.....	102,65	105,43	140,62	135,26
Idade ignorada.....	102,12	103,87	125,06	133,66

FONTE — Tabulações Especiais do Censo Demográfico 1980.

Os índices de masculinidade são compatíveis entre 1978 e 1980, inclusive nas situações urbana e rural, tanto para nascidos vivos como para nascidos mortos. Essa diferença entre os índices de masculinidade dos nascidos vivos e mortos leva a não considerar factível neste caso a hipótese de Mortara⁸ de tratar-se de crianças que nasceram vivas e morreram nas primeiras horas. Nesse caso, o índice de masculinidade dos nascidos aumentaria, fora do esperado para Brasil, e a mortalidade diferencial por sexo seria importante nas primeiras idades. A ênfase colocada no treinamento dos recenseadores, e nos Manuais do Recenseador e do Supervisor, para não incorrerem neste erro deve ter influído para contornar este problema.

Finalmente, apresentam-se os respectivos índices de masculinidade a nível de UF (Tabela 25).

⁸ Mortara, op. cit.

TABELA 25

Índice de masculinidade dos filhos nascidos vivos, dos filhos nascidos mortos e dos filhos vivos na data do Censo, segundo as Unidades da Federação, Censo de 1980

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	ÍNDICE DE MASCULINIDADE		
	Filhos nascidos vivos	Filhos nascidos mortos	Filhos vivos na data do Censo
BRASIL	104,21	142,24	101,91
Rondônia.....	107,51	141,01	106,31
Acre.....	106,16	146,31	104,44
Amazonas.....	103,83	137,58	102,51
Roraima.....	105,61	162,44	104,19
Pará.....	105,51	137,07	104,15
Amapá.....	100,81	145,03	99,92
Maranhão.....	104,30	137,99	102,96
Piauí.....	103,73	150,73	101,56
Ceará.....	103,81	147,59	101,09
Rio Grande do Norte.....	102,36	138,36	100,27
Paraíba.....	107,17	140,49	99,27
Pernambuco.....	103,47	142,13	99,57
Alagoas.....	102,96	141,16	100,22
Sergipe.....	103,99	140,17	101,93
Bahia.....	103,80	138,17	101,85
Minas Gerais.....	104,26	144,91	101,95
Espírito Santo.....	104,56	140,17	102,95
Rio de Janeiro.....	104,03	144,04	101,12
São Paulo.....	104,95	145,26	101,90
Paraná.....	105,01	139,01	102,74
Santa Catarina.....	104,85	130,00	103,19
Rio Grande do Sul.....	104,35	140,29	102,39
Mato Grosso do Sul.....	105,85	144,85	103,98
Mato Grosso.....	105,98	137,39	104,75
Goiás.....	105,15	147,51	103,48
Distrito Federal.....	104,72	150,72	102,19

FONTE — Tabulações Especiais do Censo Demográfico 1980.

Analogamente aos outros indicadores, as variâncias maiores localizam-se entre as UF's do Norte e Nordeste, sendo os valores para o Sul e Sudeste razoavelmente semelhantes. Mais uma vez isto leva a concluir que uma análise aprofundada deve ser efetuada a nível de UF, já que as diferenças intra e inter-regionais são importantes demais para pretender-se dar um único tratamento para todas as UF's. Também é importante notar que os índices de masculinidade de nascidos mortos são compatíveis também a nível de UF, tendo magnitude da ordem observada a nível de Brasil.

Os valores das razões de masculinidade dos nascidos mortos encontrados são um pouco maiores que os apontados por outros estudos⁹

⁹ MORELL, M. G. G. de; SILVA, R. Souza e. *A questão da mortalidade intra-uterina no Brasil*. Trabalho apresentado no IV Encontro Nacional de Estudos Populacionais. Águas de São Pedro, 1984.

para gestações com 7 meses ou mais de duração. Com efeito, os trabalhos realizados sobre mortalidade fetal indicam diferencial por sexo mais acentuado nos primeiros meses de gravidez, diminuindo gradativamente até o fim da gestação. Esse fato levaria a considerar a hipótese de inclusão, entre os nascidos mortos, de mortes fetais correspondentes a menos de 7 meses de gestação.

5 — COMPARAÇÃO COM OS DADOS DA PNAD — 1981

Estudou-se também a coerência entre os dados do Censo de 1980 e a PNAD-81. Como as informações fornecidas por esta última pesquisa referiam-se aos últimos doze meses, e os dados do Censo eram de parturições de nascidos mortos, ensaiou-se o método de Brass com o objetivo de comparar ambas as estimativas: os valores de P/F dariam o afastamento entre as duas pesquisas. Este procedimento não é aconselhável, já que as curvas que dão origem ao método são de fecundidade e não de nascidos mortos, e a forma não é necessariamente a mesma.

Mas o intuito era avaliar a magnitude da relação P_i/F_i , mesmo que o ajuste não tenha sido feito com a melhor curva possível.

Os valores obtidos figuram na tabela 26.

TABELA 26

Estudo da compatibilidade entre a declaração acumulada de nascidos mortos (CD 1980) e a declaração de nascidos mortos no último ano (PNAD-1981). Valores calculados pela técnica de Brass

GRUPOS DE IDADE	P_i	F_i (acumulado)	P_i/F_i
15 a 19 anos.....	0,006	0,001	7,905
20 a 24 anos.....	0,045	0,010	4,456
25 a 29 anos.....	0,106	0,024	4,436
30 a 34 anos.....	0,180	0,038	4,741
35 a 39 anos.....	0,268	0,050	5,389
40 a 44 anos.....	0,343	0,060	5,755
45 a 49 anos.....	0,390	0,064	6,057

FONTE — Tabulações Especiais do Censo Demográfico 1980.

O fator de correção P_2/F_2 , que representa a relação entre a declaração de nascidos mortos pelo Censo e a PNAD, para o grupo de 20 a 24 anos de idade, dá uma diferença de 345%. Qualquer outro grupo considerado acusa diferenças da mesma magnitude, todos superiores a 300%.

Conclui-se que as informações obtidas pelo Censo de 1980 e a PNAD-81 não são compatíveis, e uma análise aprofundada seria aconselhável, com o intuito de garantir a confiabilidade do dado.

Algum tipo de subenumeração era previsível na PNAD-81, pelo encaideamento das questões no questionário, que levam a omitir certas informações, mas a ordem de grandeza da incompatibilidade exige resposta demorada.

6 — CONCLUSÕES

Das análises efetuadas derivam-se diversas conclusões e orientações para futuras pesquisas.

Em primeiro lugar, não parece ser um problema de transcrição (digitação) o que provocou a alta proporção de natimortos no Censo Demográfico de 1980.

O erro sistemático detectado não altera fundamentalmente os indicadores demográficos.

As taxas de natimortalidade observadas dependem diretamente da proporção de mulheres com pelo menos um filho nascido morto. Os diferenciais rural/urbano e intra-regionais precisam de uma segunda etapa de análise.

As PNAD's-76, 77 e 78 são relativamente compatíveis com os dados do Censo de 1980. A mesma coisa não se pode dizer da PNAD-81.

A coerência dos índices de masculinidade dos nascidos mortos, para a PNAD-78 e Censo de 1980, induz a pensar na possibilidade de aceitação dos dados analisados, considerando talvez a inclusão de perdas fetais correspondentes a gestações de duração inferior a 7 meses. Com efeito, a definição de nascido morto como "filho tido nascido morto" excluindo "o feto de menos de 7 meses nascido morto"¹⁰ é bastante arbitrária, e considerando-se a dificuldade na determinação do período de referência para filhos nascidos vivos, parece óbvio que óbitos com menos de 7 meses de gestação podem estar sendo incluídos nas declarações. Porém as informações não deveriam referir-se às gestações de duração muito inferior já que a coerência do índice de masculinidade observado exigiria ter conhecido com facilidade o sexo do nascido morto, para o qual a gravidez precisou ter uma duração mínima. É claro que o problema da inclusão de óbitos fetais com menos de 7 meses de gestação pode ter existido em 1970, porém as taxas observadas parecem muito menores.

¹⁰ CENSO DEMOGRÁFICO 1980; Manual do Recenseador — CD 1.09. Rio de Janeiro, IBGE, 1980.

Talvez como elemento na interpretação dessas discrepâncias possam ser consideradas diferenças na ênfase dada durante a coleta no levantamento dos quesitos de fecundidade, e mudanças conceituais na orientação do procedimento da crítica.

A informação de nascidos mortos foi incorporada no questionário do Censo de 1970, depois de 30 anos, já que a última vez em que se havia pesquisado esse dado separadamente foi no Censo de 1940.

Já na década de 70, essa informação foi levantada em quase todas as pesquisas domiciliares — Censo e PNAD's — permitindo talvez uma maior captação do fenômeno.

7 — BIBLIOGRAFIA

- 1 — BERCOVICH, Alícia; VELLÓZO, Heitor. *Estudo da compatibilidade entre os dados dos Censos Demográficos*; sua aplicação às estimativas de fecundidade. Rio de Janeiro, 1984.
- 2 — BERQUÓ, Elza S.; OLIVEIRA, Maria Coleta A. F. de; CAMARGO, Candido Procópio F. de, editores. *A fecundidade em São Paulo*; características demográficas, biológicas e sócio-econômicas. São Paulo, CEBRAP, Editora Brasileira de Ciências, 1977.
- 3 — CENSO DEMOGRÁFICO 1980; Manual do Recenseador — CD 1.09. Rio de Janeiro, IBGE, 1980.
- 4 — ———; Manual do Supervisor — CD 1.05. Rio de Janeiro, IBGE, 1980.
- 5 — COALE, A.; TRUSSEL, J. Estimating the time to which Brass estimates apply. *Population Bulletin of the United Nations*, New York, (10), 1977.
- 6 — FERREIRA, Carlos Eugênio Carvalho. A definição dos fatos vitais e sua aplicação prática: a questão dos nascidos mortos. *Informe Demográfico*, São Paulo, v. 8, 1981.
- 7 — INDIRECT Techniques for Demographic Estimation; Manual X. New York, United Nations, 1983. (Population Studies, 18).
- 8 — LEITE, Valéria M. Observações sobre a declaração de filhos tidos nascidos mortos. *Revista Brasileira de Estatística*, Rio de Janeiro, 34(135):417-24, jul./set. 1973.
- 9 — MORELL, Maria Graciela C. de; SILVA, Rebeca Souza e. *A questão da mortalidade intra-uterina no Brasil*. Trabalho apresentado no IV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, Águas de São Pedro, 1984.

- 10 — MORTARA, Giorgio. Determinação da fecundidade feminina segundo a idade, conforme o Censo de 1940, e aplicações ao cálculo da taxa de natalidade, tábua de fecundidade e coeficiente de reprodução, para a população do Brasil. *Revista Brasileira de Estatística*, Rio de Janeiro, 8(30/31):255-84, abr./set. 1947.
- 11 — WONG, Laura Lidia Rodriguez. *Estimativas de fecundidade; Censo Demográfico, Estado de São Paulo*. São Paulo, Fundação SEADE, 1984.

INVARIÂNCIA DAS DISTRIBUIÇÕES DE VARIÁVEIS ALEATÓRIAS CONTÍNUAS, SOB CERTAS TRANSFORMAÇÕES DECRESCENTES

Thadeu Keller Filho *

SUMÁRIO

- 1 — *Introdução*
- 2 — *Função de invariância de uma variável aleatória real, do tipo contínuo*
- 3 — *Caracterização e propriedades das funções de invariância*
- 4 — *Função de invariância de uma transformação crescente ou decrescente de variáveis aleatórias*
- 5 — *Função de invariância e simetria das distribuições*
- 6 — *Função de invariância e separatrizes da distribuição*
- 7 — *Função de invariância de algumas distribuições contínuas*
- 8 — *Bibliografia*

1 — INTRODUÇÃO

O estudo das transformações de variáveis aleatórias tem merecido grande destaque na pesquisa teórica, à vista de sua importância no desenvolvimento e nas aplicações da inferência estatística. Um tratamento elementar do assunto poderá ser visto em Papoulis (5) ou em Mood (4).

Tem sido constatado que determinadas transformações apresentam uma notável propriedade de invariância em distribuição, pois, quando

* Estatístico e Professor de Estatística da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/RJ).

aplicadas a certos tipos de variáveis aleatórias, não alteram suas distribuições.

No domínio das distribuições multivariadas, toda uma linha de pesquisa foi desenvolvida para a caracterização de variáveis aleatórias por meio de transformações lineares invariantes em distribuição. São notáveis, a respeito, as contribuições de Marcinkiewicz (3), Linnik (2), Zinger (8) e Rao (6). Uma excelente exposição dos principais resultados relativos a esse tipo de caracterização é apresentada em Kagan (1).

No domínio das variáveis aleatórias unidimensionais, entretanto, o tema não tem recebido a devida atenção dos pesquisadores. A literatura se limita a apresentar alguns casos isolados de transformações de variáveis aleatórias unidimensionais que gozam da propriedade de invariância em distribuição.

O exemplo clássico é o da transformação $Y = 1 - X$, onde X é uma variável aleatória com distribuição uniforme no intervalo $(0, 1)$. É fácil verificar, nesse caso, que Y possui, também, distribuição uniforme no intervalo $(0, 1)$.

Um exemplo menos trivial é o apresentado por Wadsworth & Bryan (7), relativo a uma variável aleatória, X , com a seguinte densidade de probabilidade:

$$f(x) = 6x(1+x)^{-4} \quad x < 0.$$

Wadsworth faz notar que a variável aleatória $Y = 1/x$ possui a mesma distribuição que X .

O objetivo deste trabalho é contribuir para a teoria das transformações de variáveis aleatórias, apresentando um estudo sobre as transformações invariantes em distribuição, no domínio das variáveis aleatórias unidimensionais do tipo contínuo. O estudo se limitará às transformações definidas por funções contínuas e decrescentes, por ser esse o caso de maior interesse teórico¹.

Será demonstrado, basicamente, que, a cada variável aleatória unidimensional, do tipo contínuo, corresponde, univocamente, uma transformação invariante em distribuição, definida por uma função contínua decrescente — à qual daremos o nome de *função de invariância*.

A caracterização e as propriedades relevantes das funções de invariância serão investigadas e, a seguir, serão relacionadas com o estudo da assimetria e das separatrizes das distribuições das correspondentes variáveis aleatórias.

¹ Na verdade, a classe das transformações invariantes em distribuição, contínuas e decrescentes, se reduz ao caso trivial da transformação identidade. Por outro lado, exceção feita às transformações contínuas e decrescentes, as demais classes de transformações invariantes em distribuição não aparentam ser dotadas de propriedades gerais notáveis.

2 — FUNÇÃO DE INVARIÂNCIA DE UMA VARIÁVEL ALEATÓRIA REAL, DO TIPO CONTÍNUO

Considere-se uma variável aleatória real, X , do tipo contínuo, de suporte² $S = (\alpha, \beta)$, onde α e β são elementos da extensão dos reais³. Seja $H(\cdot)$ uma função real, contínua e decrescente em S . Diz-se que X é *invariante sob a transformação* $H(\cdot)$, se a variável aleatória $Y = H(X)$ possui a mesma distribuição que X . Nesse caso, $H(\cdot)$ será denominada *função de invariância de X* .

3 — CARACTERIZAÇÃO E PROPRIEDADES DAS FUNÇÕES DE INVARIÂNCIA

3.1 — Teorema 1

Considere-se uma variável aleatória real, X , do tipo contínuo, de suporte $S = (\alpha, \beta)$, com função de distribuição $F_x(\cdot)$. Represente-se por $F_x^{-1}(\cdot)$ a função inversa de $F_x(\cdot)$ e seja $H(\cdot)$ uma função contínua e decrescente em S . Então, $H(\cdot)$ é função de invariância de X se, e somente se,

$$H(x) = F_x^{-1} [1 - F_x(x)] \quad x \in S \quad (3.1)$$

Demonstração

1 — Suponha-se que $H(\cdot)$ seja definida por (3.1) e considere-se a variável aleatória Y definida pela transformação:

$$Y = H(X) \quad (3.2)$$

Assim, para todo $y \in S$, a função de distribuição de Y tem por expressão:

$$\begin{aligned} F_y(y) &= P \{H(x) \leq y\} = P \{F_x^{-1} [1 - F_x(x)] \leq y\} \\ &= P \{1 - F_x(x) \leq F_x(y)\} = P \{F_x(x) \geq 1 - F_x(y)\} \\ &= P \{x \geq F_x^{-1} [1 - F_x(y)]\} = 1 - P \{x < F_x^{-1} [1 - F_x(y)]\} \\ &= 1 - F_x \{F_x^{-1} [1 - F_x(y)]\} = 1 - [1 - F_x(y)] = F_x(y) \quad y \in S. \end{aligned}$$

Logo, Y possui a mesma distribuição que X e, portanto, $H(\cdot)$ é função de invariância de X .

² Chama-se *suporte* de uma variável aleatória real, X , do tipo contínuo, o conjunto $S = \{x | f(x) > 0\}$, onde $f(\cdot)$ é a função de densidade de X .

³ Chama-se *extensão dos reais* a reunião do conjunto dos números reais com o conjunto $(-\infty, +\infty)$.

2 — Reciprocamente, suponha-se que $H(\cdot)$ é função de invariância de X . Nesse caso, fazendo-se $Y = H(X)$ e representando-se por $F_y(\cdot)$ a função de distribuição de Y , tem-se, para todo $y \in S$:

$$F_x(y) = F_y(y) = P \{Y \leq y\} = P \{H(X) \leq y\}.$$

Como $H(\cdot)$ é uma função contínua e decrescente em S , ela admite uma inversa unívoca em S . Portanto,

$$\begin{aligned} F_x(y) &= P \{X \geq H^{-1}(y)\} = 1 - P \{X < H^{-1}(y)\} = \\ &= 1 - F_x [H^{-1}(y)]. \end{aligned}$$

Fazendo, agora, $x = H^{-1}(y)$, segue-se:

$$F_x [H(x)] = 1 - F_x(x)$$

ou, finalmente,

$$H(x) = F_x^{-1} [1 - F_x(x)] \quad x \in S.$$

3.2 — Corolário 1

A cada variável aleatória real, do tipo contínuo, corresponde, univocamente, uma função de invariância, definida por (3.1).

3.3 — Teorema 2

Seja $H(\cdot)$ a função de invariância de uma variável aleatória real, X , do tipo contínuo, de suporte $S = (\alpha, \beta)$. Verificam-se, então, as seguintes propriedades:

- 1 — $H^{-1}(x) = H(x) \quad x \in S$;
- 2 — $\lim_{x \rightarrow \alpha^+} H(x) = \beta \quad \lim_{x \rightarrow \beta^-} H(x) = \alpha$;
- 3 — $y = H(x)$ admite a reta $y = x$ como eixo de simetria.

Demonstração

1 — Observe-se, inicialmente, que $H(\cdot)$, por ser contínua e decrescente em S , admite uma inversa unívoca em S . Fazendo, então, $y = H(x)$ para $x \in S$, tem-se:

$$x = H^{-1}(y) \quad y \in S \quad (3.3)$$

Podemos escrever, então,

$$y = H(x) = F_x^{-1} [1 - F_x(x)]$$

obtendo-se:

$$F_x(y) = 1 - F_x(x)$$

$$x = F_x^{-1} [1 - F_x(y)] = H(y).$$

Confrontando esse resultado com (3.3), conclui-se:

$$H(y) = H^{-1}(y) \quad y \in S \quad (3.4)$$

$$2 - \lim_{x \rightarrow \alpha^+} H(x) = \lim_{x \rightarrow \alpha^+} F_x^{-1} [1 - F_x(x)] =$$

$$= \lim_{v \rightarrow 0^+} F_x^{-1} (1 - v) = \lim_{y \rightarrow 1^-} F_x^{-1} (y) = \beta \quad (3.5)$$

$$\lim_{x \rightarrow \beta^-} H(x) = \lim_{x \rightarrow \beta^-} F_x^{-1} [1 - F_x(x)] =$$

$$= \lim_{v \rightarrow 1^-} F_x^{-1} (1 - v) = \lim_{y \rightarrow 0^+} F_x^{-1} (y) = \alpha \quad (3.6)$$

3 — Considere-se a função $y = H(x)$ $x \in S$ e faça-se a transformação de coordenadas:

$$x = \frac{\sqrt{2}}{2} W - \frac{\sqrt{2}}{2} V$$

$$y = \frac{\sqrt{2}}{2} W + \frac{\sqrt{2}}{2} V \quad (3.7)$$

que corresponde a uma rotação de eixos de 45° .

No sistema de coordenadas (V, W) , a função $y = H(x)$ escreve-se:

$$\frac{\sqrt{2}}{2} W + \frac{\sqrt{2}}{2} V = H \left(\frac{\sqrt{2}}{2} W - \frac{\sqrt{2}}{2} V \right) \quad (3.8)$$

Assim, no ponto $(-V, W)$ tem-se:

$$\frac{\sqrt{2}}{2} W - \frac{\sqrt{2}}{2} V = H \left(\frac{\sqrt{2}}{2} W + \frac{\sqrt{2}}{2} V \right)$$

e, portanto,

$$H^{-1} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} W - \frac{\sqrt{2}}{2} V \right) = \frac{\sqrt{2}}{2} W + \frac{\sqrt{2}}{2} V$$

ou, tendo em vista a (3.4):

$$H \left(\frac{\sqrt{2}}{2} W - \frac{\sqrt{2}}{2} V \right) = \frac{\sqrt{2}}{2} W + \frac{\sqrt{2}}{2} V.$$

Confrontando esse resultado com (3.8), verifica-se que no novo sistema de coordenadas uma função de invariância assume os mesmos valores nos pontos $(-V, W)$ e (V, W) sendo, portanto, simétrica em relação ao eixo coordenado definido por $V = 0$.

Conclui-se, assim, que no sistema de coordenadas (x, y) , uma função de invariância admite a reta $y = x$ como eixo de simetria, tendo em vista a rotação de 45° efetuada para definir o sistema de coordenadas (V, W) .

4 — FUNÇÃO DE INVARIÂNCIA DE UMA TRANSFORMAÇÃO CRESCENTE OU DECRESCENTE DE VARIÁVEIS ALEATÓRIAS

4.1 — Teorema 3

Considere-se uma variável aleatória, X , do tipo contínuo, de suporte $S = (\alpha, \beta)$, com função de invariância $H_x(\cdot)$ e seja $G(\cdot)$ uma função contínua, crescente ou decrescente em S . Represente-se por $G^{-1}(\cdot)$ a função inversa de $G(\cdot)$ e considere-se a variável aleatória Y , definida pela transformação $Y = G(X)$. Então, a função de invariância de Y tem por expressão:

$$H_y(x) = G \{H_x [G^{-1}(x)]\} \quad x \in S \quad (4.1)$$

Demonstração:

1 — Suponha-se que $G(\cdot)$ seja crescente em S . Então a função de distribuição de Y pode ser relacionada com a função de distribuição de X da seguinte maneira:

$$F_y(x) = P \{G(X) \leq x\} = P \{X \leq G^{-1}(x)\} = F_x [G^{-1}(x)].$$

Segue-se que a função inversa de $F_y(\cdot)$ pode ser expressa do seguinte modo:

$$F_y^{-1}(x) = G \{F_x^{-1}(x)\}.$$

Assim, de acordo com (3.1), a função de invariância de Y escreve-se:

$$\begin{aligned} H_y(x) &= F_y^{-1} [1 - F_y(x)] = G \{F_x^{-1} [1 - F_x(G^{-1}(x))]\} = \\ &= G \{H_x [G^{-1}(x)]\}. \end{aligned}$$

2 — Admita-se que $G(\cdot)$ seja decrescente em S . Nesse caso,

$$F_y(y) = P \{G(X) \leq x\} = P \{X \geq G^{-1}(x)\} = 1 - F_x [G^{-1}(x)].$$

Então, a função inversa de $F_y(\cdot)$ será:

$$F_x^{-1}(y) = G [F_x^{-1}(1 - x)].$$

Segue-se, então, de conformidade com (3.1), que a função de invariância de Y é igual a:

$$\begin{aligned} H_y(x) &= F_x^{-1} [1 - F_y(x)] = G [F_x^{-1} F_y(x)] = \\ &= G \{F_x^{-1} [1 - F_x(G^{-1}(x))]\} = \\ &= G \{H_x [G^{-1}(x)]\}. \end{aligned}$$

4.2 — Corolário 2

Seja X uma variável aleatória real, do tipo contínuo, com função de invariância $H_x(\cdot)$ e considere-se a variável aleatória Y definida pela transformação linear $Y = a + bx$ ($b \neq 0$). Então, a função de invariância de Y tem por expressão:

$$H_y(x) = a + b H_x \left(\frac{x - a}{b} \right) \quad (4.2)$$

5 — FUNÇÃO DE INVARIANCIA E SIMETRIA DAS DISTRIBUIÇÕES

5.1 — Teorema 4

Uma variável aleatória real, X , do tipo contínuo, de suporte $S = (a, \beta)$, possui distribuição simétrica em relação ao ponto x_0 se, e somente se, sua função de invariância tem por expressão:

$$H(x) = 2x_0 - x \quad (5.1)$$

Demonstração

1 — Admita-se que X possua distribuição simétrica em relação a x_0 . Então:

a — existe $\varepsilon > 0$ tal que $S = (x_0 - \varepsilon, x_0 + \varepsilon)$;

b — a densidade de probabilidade, $f(\cdot)$, de X satisfaz à condição:

$$f(x_0 - x) = f(x_0 + x) \quad x \in S \quad (5.2)$$

Representando, então, por $F(\cdot)$ a função de distribuição de X , tem-se:

$$\begin{aligned} F(x) &= \int_{x_0-\varepsilon}^x f(v) \, dv = \int_{-\varepsilon}^{x-x_0} f(x_0 + y) \, dy = \\ &= \int_{-\varepsilon}^{x-x_0} f(x_0 - y) \, dy = - \int_{x_0+\varepsilon}^{2x_0-x} f(v) \, dv = \\ &= \int_{2x_0-x}^{x_0+\varepsilon} f(v) \, dv = 1 - F(2x_0 - x) \quad x \in S \end{aligned} \quad (5.3)$$

Representando, agora, por $H(\cdot)$ a função de invariância de X , tem-se de acordo com (3.1) e (5.3):

$$\begin{aligned} F[H(x)] &= F[F^{-1}(1 - F(x))] \\ &= 1 - F(x) = F(2x_0 - x) \quad x \in S \end{aligned}$$

o que implica

$$H(x) = F^{-1} F(2x_0 - x) \quad x \in S$$

ou seja,

$$H(x) = 2x_0 - x \quad x \in S.$$

2 — Reciprocamente, suponha-se que X admite $H(x) = 2x_0 - x$ como sua função de invariância. Dessa hipótese, resultam as seguintes conseqüências:

a — de acordo com o teorema 2,

$$\beta = \lim_{x \rightarrow \alpha^+} H(x) = 2x_0 - \alpha$$

ou, fazendo $\alpha = x_0 - \varepsilon$, com $\varepsilon > 0$:

$$\beta = x_0 + \varepsilon.$$

Existe, portanto, $\varepsilon > 0$, tal que $S = (x_0 - \varepsilon, x_0 + \varepsilon)$;

b — de acordo com (3.1):

$$2x_0 - x = F^{-1}[1 - F(x)] \quad x \in S$$

seguinte-se:

$$F(2x_0 - x) = 1 - F(x) \quad x \in S$$

logo,

$$\frac{d}{dx} F(2x_0 - x) = \frac{d}{dx} [1 - F(x)] \quad x \in S$$

seguinte-se:

$$f(2x_0 - x) = f(x) \quad x \in S \quad (5.4)$$

onde $f(\cdot)$ representa a densidade de probabilidade de X .

Observando-se, finalmente, que os pontos x e $2x_0 - x$, com $x \in S$ são simétricos em relação a x_0 , conclui-se de (5.4) que X possui distribuição simétrica em relação a x_0 .

5.2 — Teorema 5

Seja X uma variável aleatória real, do tipo contínuo, de suporte $S = (\alpha, \beta)$, com $\alpha \geq 0$. Defina-se a variável aleatória Y por meio da transformação $Y = \log_e X$. Então, a função de invariância de X tem por expressão:

$$H(x) = \frac{e^{2x_0}}{x} \quad x \in S \quad (5.5)$$

se, e somente se, Y possui distribuição simétrica em relação ao ponto x_0 .

Demonstração

1 — Admita-se que a função de invariância de X seja definida por (5.5). Então, aplicando o Teorema 3, para $G(x) = \log_e x$, vem:

$$H_y(x) = \log_e \left\{ \frac{e^{2x_0}}{e^x} \right\} = 2x_0 - x \quad x \in S.$$

Logo, de acordo com o Teorema 4, verifica-se que X possui distribuição simétrica em relação ao ponto x_0 .

2 — Reciprocamente, se Y possui distribuição simétrica em relação a x_0 , tem-se, aplicando o Teorema 4:

$$H_y(x) = 2x_0 - x \quad x \in S.$$

Utilizando o Teorema 3, com $G(x) = e^x$, obtém-se, finalmente:

$$H_x(x) = e^{2x_0} - \log_e x = \frac{e^{2x_0}}{x} \quad x \in S.$$

5.3 — Teorema 6

Sejam X e Y variáveis aleatórias reais, do tipo contínuo, de suportes S_x e S_y , respectivamente, tais que $S_x \subset S_y$. Representem-se por $H_x(\cdot)$ e $H_y(\cdot)$, respectivamente, as funções de invariância de X e de Y e seja $F_y(\cdot)$ a função de distribuição de Y . Então,

$$H_x(x) = H_y(x) \quad x \in S_x \quad (5.6)$$

se, e somente se a variável aleatória

$$W = F_y(X) \quad (5.7)$$

possui distribuição simétrica em relação ao ponto $x = 1/2$.

Demonstração

1 — Admita-se que a função de invariância de X e de Y sejam iguais no suporte de X . Nesse caso, em conformidade com (3.1), vem:

$$H_x(x) - F_x^{-1} [1 - F_x(x)] = H_y(x) = F_y^{-1} [1 - F_y(x)] \quad x \in S_x \quad (5.8)$$

Então, a função de distribuição de W tem por expressão:

$$\begin{aligned} F_w(x) &= P \{W \leq x\} = P \{F_y(X) \leq x\} = \\ &= P \{X \leq F_y^{-1}(x)\} \quad 0 < x < 1. \end{aligned}$$

ou, como $H_x(\cdot)$ é decrescente,

$$\begin{aligned} F_w(x) &= P \{H_x(X) \geq H_x [F_y^{-1}(x)]\} \\ &= P \{F_x^{-1} [1 - F_x(X)] \geq F_y^{-1} [1 - F_y F_y^{-1}(x)]\} \\ &= P \{1 - F_x(X) \geq F_x F_y^{-1}(1 - x)\} \\ &= P \{F_x(X) \leq 1 - F_x F_y^{-1}(1 - x)\} \quad 0 < x < 1. \end{aligned}$$

Observe-se, agora, de acordo com o conhecido teorema da transformação probabilística ⁴, que a variável aleatória $F_x(X)$ possui distribuição uniforme no intervalo $(0, 1)$. Assim,

$$\begin{aligned} F_w(x) &= 1 - F_x F_y^{-1}(1 - x) = 1 - P \{X \leq F_y^{-1}(1 - x)\} \\ &= 1 - P \{F_y(X) \leq 1 - x\} = 1 - P \{W \leq 1 - x\} = \\ &= 1 - F_w(1 - x) \quad 0 < x < 1. \end{aligned}$$

$$\text{Fazendo, agora, } x = \frac{1}{2} + v \quad -\frac{1}{2} < v < \frac{1}{2}$$

$$\text{tem-se: } F_w\left(\frac{1}{2} + v\right) = 1 - F\left(\frac{1}{2} - v\right) \quad -\frac{1}{2} < v < \frac{1}{2}$$

segundo-se que W possui distribuição simétrica em relação ao ponto $1/2$.

⁴ Ver Bibliografia, n. 2, p. 202

2 — Suponha-se, agora, que W possua distribuição simétrica em relação ao ponto $1/2$. Nessa hipótese, de acordo com o Teorema 4, a função de invariância de W tem por expressão:

$$H_w(x) = 1 - x \quad 0 < x < 1 \quad (5.9)$$

Por outro lado, considerando-se a transformação (5.7), tem-se $X = F_y^{-1}(W)$, seguindo-se, de acordo com o Teorema 3:

$$H_x(x) = F_y^{-1} [H_w(F_y(x))] \quad x \in S_x$$

e, lembrando a (5.9):

$$H_x(x) = F_y^{-1} [1 - F_y(x)] \quad x \in S_x$$

ou, finalmente, de acordo com (3.1):

$$H_x(x) = H_y(x) \quad x \in S_x.$$

5.4 — Corolário 3

Duas variáveis aleatórias reais, do tipo contínuo, X e Y , de mesmo suporte, possuem a mesma função de invariância, se e somente se, as variáveis aleatórias

$$W = F_x(Y) \quad \text{e} \quad V = F_y(X)$$

possuem distribuição simétrica em relação ao ponto $1/2$.

6 — FUNÇÃO DE INVARIÂNCIA E SEPARATRIZES DA DISTRIBUIÇÃO

6.1 — Teorema 7

Seja X uma variável aleatória real, do tipo contínuo, e represente-se por Q_p ($0 < p < 1$) a separatriz de ordem p de X . Então, $H(\cdot)$ é a função de invariância de X se, e somente se, $H(Q_p) = Q_{1-p}$, qualquer que seja $P \in (0, 1)$.

Demonstração

1 — Suponha-se que $H(\cdot)$ seja a função de invariância de X . Então, representando-se por $F(\cdot)$ a função de distribuição de X , e por S seu suporte, tem-se, de acordo com (3.1):

$$F [H(x)] = 1 - F(x) \quad x \in S$$

de sorte que

$$F [H(Q_P)] = 1 - F(Q_P) = 1 - P = F(Q_{1-P})$$

para todo $P \in (0, 1)$, o que implica

$$H(Q_P) = Q_{1-P} \text{ para todo } P \in (0, 1).$$

2 — Reciprocamente, admita-se que $H(Q_P) = Q_{1-P}$ para todo $P \in (0, 1)$. Nessa hipótese, sendo $F(\cdot)$ a função de distribuição de X , tem-se, para todo $P \in (0, 1)$:

$$F [H(Q_P)] = F(Q_{1-P}) = 1 - P = 1 - F(Q_P)$$

seguinto-se

$$H(Q_P) = F^{-1} [1 - F(Q_P)] \quad 0 < P < 1$$

$$\text{portanto, } H(x) = F^{-1} [1 - F(x)] \quad x \in S$$

e, de acordo com (3.1), $H(\cdot)$ é a função de invariância de X .

6.2 — Corolário 4

Seja X uma variável aleatória real, do tipo contínuo, de mediana \bar{x} e função de invariância $H(\cdot)$. Então, \bar{x} é a única raiz real da equação:

$$H(x) = x.$$

7 — FUNÇÃO DE INVARIÂNCIA DE ALGUMAS DISTRIBUIÇÕES CONTÍNUAS

7.1 — Distribuição uniforme

Se X é uma variável aleatória com distribuição uniforme no intervalo (a, b) , sua densidade de probabilidade tem por expressão:

$$f(x) = 1/(b - a) \quad a < x < b.$$

Notando que $f(x)$ é simétrica em relação ao ponto $x_0 = (a + b)/2$, segue-se do Teorema 4 que a função de invariância de X é

$$H(x) = a + b - x \quad a < x < b.$$

7.2 — Distribuição normal

Se X possui distribuição normal, de média μ e variância σ^2 , seu suporte é o intervalo $S = (-\infty, +\infty)$ e sua densidade de probabilidade

é simétrica em relação ao ponto $x_0 = \mu$. Logo, de acordo com o Teorema 4, a função de invariância de X tem por expressão:

$$H(x) = 2\mu - x \quad -\infty < x < +\infty.$$

7.3 — Distribuição exponencial

Se X possui distribuição exponencial, de parâmetro $a > 0$, sua função de distribuição tem por expressão:

$$F(x) = 1 - e^{-ax} \quad x > 0$$

cuja inversa é

$$F^{-1}(x) = -\frac{1}{a} \log_e (1 - x) \quad 0 < x < 1.$$

Aplicando, agora, o Teorema 1, obtém-se a função de invariância de X :

$$\begin{aligned} H(x) &= F^{-1} [1 - F(x)] \\ &= -\frac{1}{a} \log_e (1 - e^{-ax}) \quad x > 0. \end{aligned}$$

7.4 — Distribuição de Pareto

Se X possui distribuição de Pareto, de parâmetro $a > 0$, sua função de distribuição tem por expressão:

$$F(x) = 1 - x^{-a} \quad x > 1$$

cuja inversa é

$$F^{-1}(x) = (1 - x)^{-\frac{1}{a}} \quad 0 < x < 1.$$

Aplicando o Teorema 1, segue-se que a função de invariância de X é:

$$H(x) = (1 - x^{-a})^{-\frac{1}{a}} \quad x > 1.$$

7.5 — Distribuição logística

Se X possui distribuição logística, de parâmetro $a > 0$ e b , sua densidade de probabilidade tem por expressão:

$$\begin{aligned} f(x) &= a^{-1} \left[\exp \left(-\frac{x-b}{a} \right) \right] \left[1 + \exp \left(-\frac{x-b}{a} \right) \right]^{-2} \\ &-\infty < x < +\infty. \end{aligned}$$

Notando que $f(x)$ é simétrica em relação ao ponto $x_0 = b$, segue-se, do Teorema 4, a função de invariância de X :

$$H(x) = 2b - x \quad -\infty < x < +\infty.$$

7.6 — Distribuição logaritmo-normal

Se X possui distribuição logaritmo-normal, de parâmetro de posição a e parâmetro de escala $b > 0$, então $z = a + b \log_e X$ possui distribuição normal de média zero e variância 1. Portanto, fazendo $Y = \frac{z - a}{b}$, tem-se que $Y = \log_e X$ possui distribuição simétrica em relação ao ponto $x_0 = -\frac{a}{b}$. Aplicando, agora, o Teorema 5, segue-se que a função de invariância de X é

$$H(x) = \frac{e^{-\frac{2a}{b}}}{x} \quad x > 0.$$

Em particular, se $a = 0$, tem-se:

$$H(x) = \frac{1}{x} \quad x > 0.$$

7.7 — Distribuição de Cauchy

Se X possui distribuição de Cauchy, de parâmetro de posição a e parâmetro de escala $b > 0$, sua densidade de probabilidade tem por expressão:

$$f(x) = \frac{1}{\pi} \left[1 + \left(\frac{x - a}{b} \right)^2 \right]^{-1} \quad -\infty < x < +\infty.$$

Notando que $f(x)$ é simétrica em relação ao ponto $x_0 = a$, segue-se do Teorema 4 que a função de invariância de X é:

$$H(x) = 2a - x \quad -\infty < x < +\infty.$$

7.8 — Distribuição de Cauchy, truncada na origem

Se X possui distribuição de Cauchy truncada na origem, sua função de distribuição tem por expressão:

$$F(x) = \frac{2}{\pi} \operatorname{Arctg} x \quad x > 0$$

cuja inversa é

$$F^{-1}(x) = \operatorname{tg} \frac{\pi x}{2} \quad 0 < x < 1.$$

Aplicando o Teorema 1, segue-se que a função de invariância de X é:

$$H(x) = \operatorname{tg} \left[\frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{2}{\pi} \operatorname{Arctg} x \right) \right] \quad x > 0$$

ou seja,

$$H(x) = \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{2} - \operatorname{Arctg} x \right) = \operatorname{tg}(\operatorname{Arctg} x) = \frac{1}{x} \quad x > 0.$$

Se recorrermos, agora, ao Teorema 5, podemos verificar que a variável aleatória $Y = \log_e X$ possui distribuição simétrica em relação ao ponto $x_0 = 0$.

7.9 — Distribuição de Burr

Se X possui distribuição de Burr, de parâmetros $a > 0$ e $b > 0$, sua função de distribuição é:

$$F(x) = 1 - (1 + x^a)^{-b} \quad x > 0$$

cuja inversa é:

$$F^{-1}(x) = \left[(1 - x)^{-\frac{1}{b}} - 1 \right]^{1/a} \quad 0 < x < 1.$$

Aplicando, agora, o Teorema 1, obtém-se a função de invariância de X :

$$\begin{aligned} H(x) &= F^{-1}(1 - F(x)) \\ &= \left\{ [1 - (1 + x^a)^{-b}]^{-\frac{1}{b}} \right\}^{1/a} \quad x > 0. \end{aligned}$$

Em particular, para $b = 1$ obtém-se:

$$H(x) = \frac{1}{x}$$

de sorte que, nesse caso, de acordo com o Teorema 5, $Y = \log_e X$ possui distribuição simétrica em relação ao ponto $x_0 = 0$.

7.10 — Distribuição de Weibull

Se X possui distribuição de Weibull, de parâmetros $a > 0$ e $b > 0$, sua função de distribuição tem por expressão:

$$F(x) = 1 - e^{-ax^b} \quad x > 0$$

cuja inversa é:

$$F^{-1}(x) = \left[-\frac{1}{a} \log_e (1 - x) \right]^{1/b} \quad 0 < x < 1.$$

Aplicando, agora, o Teorema 1, obtém-se a função de invariância de X :

$$H(x) = F^{-1} [1 - F(x)] = \left\{ -\frac{1}{a} \log_e (1 - e^{-ax^b}) \right\}^{1/b} \quad x > 0.$$

7.11 — Distribuição em função de potência de 1.^a espécie

Se X possui distribuição em função de potência, de 1.^a espécie, de parâmetro $a > 0$, sua função de distribuição tem por expressão:

$$F(x) = x^a \quad 0 < x < 1$$

cuja inversa é

$$F^{-1}(x) = x^{1/a} \quad 0 < x < 1.$$

Utilizando o Teorema 1, segue-se a função de invariância de X :

$$H(x) = F^{-1} [1 - F(x)] = (1 - x^a)^{1/a} \quad 0 < x < 1.$$

7.12 — Distribuição em função de potência de 2.^a espécie

Se X possui distribuição em função de potência, de 2.^a espécie, de parâmetro $a > 0$, sua função de distribuição tem por expressão:

$$F(x) = 1 - (1 - x)^a \quad 0 < x < 1$$

cuja inversa é

$$F^{-1}(x) = 1 - (1 - x)^{1/a} \quad 0 < x < 1.$$

Aplicando, agora, o Teorema 1, obtém-se a função de invariância de X :

$$H(x) = 1 - [1 - (1 - x)^a]^{1/a} \quad 0 < x < 1.$$

7.13 — Distribuição de Laplace

Se X possui distribuição de Laplace, de parâmetro $a > 0$, sua densidade de probabilidade tem por expressão:

$$f(x) = \frac{a}{2} e^{-a|x|} \quad -\infty < x < +\infty.$$

Notando que $f(x)$ é simétrica em relação ao ponto $x_0 = 0$, segue-se do Teorema 4 que a função de invariância de X é igual a

$$H(x) = -x \quad -\infty < x < +\infty.$$

7.14 — Distribuição beta de 2.^a espécie de parâmetros iguais

Se X possui distribuição beta de 2.^a espécie, com os dois parâmetros de forma iguais a $p > 0$, então sua densidade de probabilidade tem por expressão:

$$f(x) = \frac{1}{\beta(p, p)} x^{p-1} (1+x)^{-2p} \quad x > 0.$$

Efetuando-se a transformação $Y = \log_e X$, a densidade de probabilidade de Y é igual a:

$$fy(x) = f(e^x) e^x = \frac{1}{\beta(p, p)} e^{px} (1+e^x)^{-2p} \quad -\infty < x < +\infty.$$

Note-se, agora, que:

$$\begin{aligned} fy(-x) &= \frac{1}{\beta(p, p)} e^{-px} (1+e^{-x})^{-2p} = \\ &= \frac{1}{\beta(p, p)} e^{-px} e^{2px} (1+e^{-x})^{-2p} e^{-2px} \\ &= \frac{1}{\beta(p, p)} e^{px} (1+e^x)^{-2p} = f_x(x) \quad -\infty < x < +\infty \end{aligned}$$

logo, Y possui distribuição simétrica em relação ao ponto $x_0 = 0$. Aplicando, então, o Teorema 5, conclui-se que a função de invariância de X é:

$$H_x(x) = \frac{1}{x} \quad x > 0.$$

8 — BIBLIOGRAFIA

- 1 — KAGAN, A. M. et alii, *Characterization problems in mathematical statistics*. New York, John Wiley, 1974.
- 2 — LINNIK, Yu. V. Linear forms and statistical criteria. *Ukrain. Mat. Zhurnal*, 5:207-43, 1953.
- 3 — MARCINKIEWICZ, J. Sur une propriété de la loi de Gauss. *Math. Zeitschrift*. 44:622-38, 1938.
- 4 — MOOD, A. M. et alii, *Introduction to the theory of statistics*. Tokyo, McGraw-Hill, 1965.
- 5 — PAPOULIS, A. *Probability, random variables and stochastic process*. New York, McGraw-Hill, 1965.

- 6 — RAO, C. R. Characterization of the distribution of random variables in linear structural relations. *Sankhyā*, series A, 28:251-60, 1966.
- 7 — WADSWORTH, G. P. & BRYAN, J. *Introduction to probability and random variables*. New York, McGraw-Hill, 1960.
- 8 — ZINGER, A. A. On a class of limit distribution for normed sums of independent random variables. *Teoriia Veroiatn. Prim.* 10: 672-92, 1965.

RESUMO

Define-se, associada univocamente a cada variável aleatória real, X , do tipo contínuo, uma função real, $h(\cdot)$, contínua e decrescente — denominada *função de invariância de X* — tal que a transformação $y = h(X)$ define uma variável aleatória com a mesma distribuição que X . Investigam-se, a seguir, as principais propriedades das funções de invariância e relaciona-se o seu estudo com a caracterização da assimetria das distribuições e com os valores das separatrizes das variáveis aleatórias correspondentes. Finalmente, utiliza-se a teoria para determinar a função de invariância de um elenco de importantes variáveis aleatórias reais do tipo contínuo.

TRATORES AGRÍCOLAS: UM ESTUDO DOS DETERMINANTES DA DEMANDA INTERNA

Sonia Rocha *

SUMÁRIO

- 1 — *Introdução*
- 2 — *Informações estatísticas disponíveis relativas a tratores agrícolas*
- 3 — *As variáveis utilizadas na análise*
- 4 — *A análise de regressão*
- 5 — *Anexos*
- 6 — *Bibliografia*

1 — INTRODUÇÃO

O estudo da demanda interna por tratores agrícolas teve como objetivo inicial lançar luz sobre alguns aspectos comportamentais do produtor que são sempre tema central de discussão em épocas de mudança de política agrícola. De fato, o exame de fatores que podem afetar a decisão quanto à aquisição e/ou à reposição destes equipamentos é relevante para a compreensão do fenômeno mais geral de modernização da agricultura, do qual dependem as melhores perspectivas de rápido aumento da produção agrícola brasileira.

O estudo da contribuição de alguns fatores, geralmente considerados como determinantes do nível de demanda por tratores, pode servir como subsídio para os setores de produção e vendas destes equipamentos. Habitualmente, estes setores costumam atribuir importância ao crédito rural abundante e barato para a viabilização das vendas. A

* Economista e Analista Especializada da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística — IBGE. A autora agradece a Kátia de Fátima Dias pela colaboração prestada a este trabalho.

comparação inicial entre a evolução do valor do crédito rural e do número de tratores vendidos no período 1969-84 não deu respaldo a essa crença disseminada. Assim, de 1969-77 a venda de tratores cresce muito mais rapidamente do que o valor real dos financiamentos vinculados ao crédito rural. Os anos de 1978 e 1979 apresentam-se como um período de transição, quando é instável o comportamento das duas variáveis e da relação entre elas. Finalmente, entre 1980-1983 a queda do valor dos créditos concedidos é acompanhada por uma queda muito mais marcante da venda de tratores.

No período mais recente, a partir do terceiro trimestre de 1983, verificou-se uma retomada da venda de tratores, apesar do relativo aperto creditício. Embora já se reconheça nos setores de produção e vendas que o crédito rural não tem sido variável determinante desta recente expansão das vendas internas, é total o desconhecimento por parte dos agentes destes setores em relação a quais seriam e qual a possível importância relativa dos fatores que afetariam a demanda.

A nível macroeconômico, a investigação quanto aos determinantes que influenciaram as vendas de tratores no período 1969-83, permite uma visão das possíveis evoluções futuras. De fato, movimentos de retração ou expansão do setor produtor de tratores têm efeitos sobre o desempenho da indústria mecânica e impactos para trás sobre os seus fornecedores. Estas considerações são significativas, pois a fabricação de tratores vem apresentando uma tendência à expansão de sua participação no conjunto da indústria mecânica, que passou de 3,04% em 1978 a 7,07% em 1983 (ver Chamada 1). Neste sentido, rápidas e súbitas expansões de vendas, como a que se deu a partir do último trimestre de 1983, pegando de surpresa a indústria metalúrgica e de autopeças, chegam a ocasionar problemas conjunturais graves de insuficiência de oferta de insumos, afetando preços, e conseqüentemente, custos e nível de produção de outros setores consumidores.

Finalmente, tendo em vista a importância da mecanização agrícola como fator que contribui para a melhoria da produtividade agrícola, empreendeu-se o presente estudo visando trazer subsídios à compreensão das determinantes que influenciam as variações na demanda interna por tratores.

Os aspectos operacionais da análise foram estabelecidos a partir de características do produto — tratores agrícolas — e de seu mercado.

Primeiramente cabe destacar que aos tratores agrícolas propriamente ditos foram assimilados os cultivadores motorizados. De fato, a evolução gradativa da potência desses últimos ao longo do tempo tornam-nos substitutos de tratores de baixa potência na realização de determinadas funções.

¹ Ver Bibliografia, n. 6.

O período de análise, por sua vez, foi delimitado a partir do que pode ser considerada a consolidação da indústria fabricante de tratores no País. O início da produção em 1960 e a expansão gradativa do número de unidades produzidas tornavam, nos primeiros anos da década, a demanda interna bastante dependente das importações. O estabelecimento do início do período de análise em 1969 permite tanto eliminar as instabilidades associadas à instalação da indústria e à conseqüente dependência das importações, cujos dados se prestam mal à presente análise, como conduz a que, a própria organização do setor, torne viável a montagem de uma base fidedigna de dados de vendas discriminados por classes de potência. Como se verá adiante, a informação da distribuição por potência dos tratores vendidos é relevante para a análise.

A verificação empírica da relação causal entre demanda interna por tratores agrícolas e seus determinantes foi realizada através de uma análise de regressão múltipla. A partir de um conjunto de variáveis escolhidas em função de hipóteses de comportamento do consumidor baseadas em pressupostos da teoria econômica, testou-se a contribuição de cada uma delas através da mensuração do grau de dependência e do nível de significância dos resultados, o que conduziu à definição de um modelo final com características estatísticas aceitáveis. Foi possível, a nível de teste, partir de um amplo elenco de possíveis determinantes. De fato, na medida em que foram utilizados dados disponíveis, não foi necessária a realização de pesquisa direta, implicando, pois, custo zero para a construção das variáveis explicativas.

Maior esforço de coleta e crítica de informações se deu para a construção da variável dependente, a demanda interna de tratores. Apesar de os dados de produção, comércio exterior, tamanho da frota, vendas internas serem disponíveis, existem problemas de conceituação, classificação e qualidade do trabalho de coleta que tornam difícil a sua compatibilização. Embora a inclusão da descrição das características dos dados estatísticos disponíveis não fosse essencial ao presente estudo, optou-se por apresentá-la pela relevância que possa ter uma instituição como a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cuja responsabilidade precípua é quanto à fixação de normas e realização de levantamentos de dados estatísticos. Neste sentido, parece de particular interesse a comparação realizada entre os dados censitários e os dados de produção fornecidos pela associação dos fabricantes de tratores. A descrição e a crítica dos dados estatísticos, que extrapolam as necessidades de entendimento da análise de regressão, são apresentados no Capítulo 2. Por conseguinte, este Capítulo poderá ser deixado de lado por aqueles que se interessem apenas pela escolha dos determinantes e derivação da função de demanda.

Os Capítulos 3 e 4 estão vinculados à análise de demanda propriamente dita. No Capítulo 3, utilizando os subsídios do Capítulo 2, são

construídas as duas variáveis dependentes, além de ser especificado o conjunto de determinantes que, a nível preliminar, parecem ser relevantes. Por fim, no Capítulo 4, são descritos os resultados obtidos e discutidas as questões relativas à sua validade e aplicabilidade.

2 — INFORMAÇÕES ESTATÍSTICAS DISPONÍVEIS RELATIVAS A TRATORES AGRÍCOLAS

Considerando os objetivos deste trabalho, duas abordagens alternativas existem para a construção de uma série de dados estatísticos relativos à demanda interna por tratores agrícolas.

A primeira alternativa é o recurso à informação anual de produção de vendas, cuja fonte é a própria indústria fabricante de tratores, complementada por dados de comércio exterior. Assim, poder-se-ia utilizar como *proxy* da demanda interna de tratores (produção-exportação + importação) ou (vendas internas pelos fabricantes nacionais + importação).

A primeira alternativa tem como origem da informação o consumidor — no caso, o produtor rural. O meio de obtenção desta informação é o Censo Agropecuário, realizado decenalmente até 1970 e, a partir de então, a cada cinco anos. A fonte censitária informa o tamanho da frota existente, segundo classes de potência do motor, não fornecendo, no entanto, as aquisições anuais de tratores, nem mesmo as realizadas no ano censitário. No entanto, como se verá adiante, a utilização de hipótese sobre a duração da vida útil dos tratores permite a estimação dos volumes anuais de compra de tratores de primeira mão compatíveis com o tamanho da frota verificado no levantamento censitário.

Examinaram-se as duas alternativas que fornecem visões distintas da questão estudada. Os dados censitários permitem definir um perfil do utilizador de trator em termos de características do produtor e de seu estabelecimento, que poderia fornecer subsídios à construção de variáveis explicativas da demanda interna. Tal enfoque é impossível a partir das informações anuais dos fabricantes ou de órgãos de governo, que não coletam informações quanto aos usuários dos equipamentos, nem mesmo em relação ao comprador inicial. A informação anual, no entanto, apresenta, sem dúvida, uma vantagem ponderável quanto à periodicidade decenal ou quinquenal da informação.

2.1 — Os dados anuais

Os dados de produção e vendas (inclusive exportação) resultam de trabalho de coleta realizado por diferentes organismos junto aos fabricantes. No caso especificamente de operações de comércio exterior

— importação e exportação — existem registros sistemáticos realizados por órgãos do governo vinculados ao planejamento e controle dessas operações.

Tendo em vista o objetivo de construir uma variável que reflita a demanda interna de tratores agrícolas, é relevante obter dados relativos à distribuição por potência do motor. Como se verá adiante, a potência, servindo como critério de ponderação do número de tratores, permite construir uma série “transformada”, que tem vantagens ponderáveis enquanto expressão numérica do fenômeno a ser estudado.

2.1.1 — Produção

Como ponto de partida, examinaram-se as informações coletadas e publicadas por diversas fontes acerca da produção de tratores.

Dados oriundos de diferentes fontes e publicados no *Anuário Estatístico do Brasil*, do IBGE (Anexo 1) não permitem construir a série que se deseja, pois são agregados ao longo do tempo segundo classificações incompatíveis². Mesmo no caso de itens de classificação conceitualmente compatíveis, as informações não correspondem³.

De qualquer modo, a classificação adotada para alguns anos por classe de potência é inadequada, estabelecendo uma distinção insatisfatória entre tratores médios e pesados, e destes últimos entre si.

Dados publicados pelo Conselho de Desenvolvimento Industrial (CDI) não se prestam à construção da série, pois, embora apresentem em separado os tratores agrícolas de rodas, não estabelecem diferenciação de potências, além de serem disponíveis apenas para uns poucos anos.

Finalmente, os dados da Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) têm como característica básica assimilar tratores de rodas a tratores agrícolas. Os dados fornecidos não estabelecem discriminação da produção por classe de potência o que, tendo em vista o objetivo da análise, representa uma desvantagem em comparação aos dados da mesma fonte relativos a vendas internas, como se verá adiante.

2.1.2 — Exportação

Os dados referentes à exportação são divulgados tanto por associação de fabricantes (ANFAVEA), como por órgãos do governo — Carteira de Comércio Exterior (CACEX), do Banco do Brasil (BB) e

² Utilizou-se o trabalho de compilação realizado por Kátia de Fátima Dias, da Divisão de Estudos Rurais (DAG/SUEGER/DEGEO), que visa reunir um conjunto de séries estatísticas básicas para os trabalhos e pesquisas realizadas naquela Divisão.

³ Os tratores agrícolas de menos de 55 c.v. produzidos em 1975 seriam $5.352 + 18.468 = 23.820$ ou 13.921 (ver Anexo 1a).

diversos setores do Ministério da Fazenda (MF) — que, ao longo dos anos, têm sido responsáveis pelo controle das operações de comércio exterior (ver Anexo 2a).

Nas estatísticas do governo, o produto tratores aparece inicialmente agregado a outros produtos devido à pequena participação de cada um deles na pauta de exportação. Foram criados itens de classificação especificamente para tratores quando o produto começou a ganhar certa expressão no comércio exterior, no início da década de 70. A partir de 1973 é possível distinguir “tratores agrícolas de quatro rodas” sem que se tenha, no entanto, diferenciação por classe de potência.

A ANFAVEA dispõe de uma série de dados de exportação desde 1960 (Anexo 3b), distinguindo tratores de rodas, cultivadores motorizados e tratores de esteira. Para os anos em que são disponíveis tanto os dados da ANFAVEA como os da CACEX, transcritos no *Anuário Estatístico do Brasil*, os registros de número de unidades exportadas não correspondem. Em alguns casos o número de unidades exportadas, segundo a segunda fonte, parece muito elevado em relação à produção nacional do mesmo ano ⁴.

2.1.3 — Importação

A fonte dos dados é o MF, e, como no caso dos dados de exportação, a classificação adotada não se mantém ao longo do tempo, dificultando a construção de uma série suficientemente longa para atender ao objetivo que se tem em vista.

Tomando-se o período a partir de 1969, são apresentadas pelo menos duas classificações (ver Anexo 3) bastante diferenciadas entre si. Considerando os itens dessas classificações que podem ser associados a tratores para a agricultura, temos:

- anos 1964-70 — “tratores para a agricultura inclusive a vapor”;
- anos 1973-81 — “tratores agrícolas de quatro rodas”.

Cabe notar que, conforme os dados publicados no *Anuário Estatístico do Brasil*, não se identificariam importações de tratores agrícolas nos anos de 1971 e 1972, e as importações em anos mais recentes estariam limitadas muitas vezes aos tratores florestais ⁵.

Apesar dos problemas de classificação e compatibilização estatística, procurou-se obter, por somatório dos itens relevantes, uma série

⁴ Assim, parece pouco provável que tenham sido exportadas 45.126 unidades em 1981, ou 70% da produção total naquele ano.

⁵ A venda de tratores florestais está vinculada às atividades de desmatamento e de exploração madeireira que, além de serem geograficamente localizadas, sofrem influências diferentes daquelas que atingem as atividades voltadas para a lavoura e pecuária, utilizadoras dos tratores agrícolas propriamente ditos. Por essa razão, não serão incluídos na variável de demanda interna.

de importação de tratores agrícolas, que é apresentada na última coluna da direita da tabela do anexo 3. Foi impossível recuperar a distribuição por potência dos tratores importados.

Não se depreende da série obtida nenhuma tendência de evolução ao longo do tempo, ou qualquer processo de substituição de importações acompanhando o fortalecimento da indústria nacional. É possível, no entanto, que o próprio processo de modernização da agricultura brasileira venha exigindo equipamentos especializados de uso específico, para os quais o tamanho do mercado interno não justifique sua fabricação no País. Se assim for, parte das oscilações apresentadas pela série estariam vinculadas à política de comércio exterior, restringindo as importações, e não a variáveis explicativas relacionadas ao comportamento do setor agrícola.

As oscilações seriam também explicadas pelos problemas estatísticos de classificação. Parte dos tratores destinados a uso agrícola não aparecem em itens de nomenclatura que permitam a sua identificação. Assim, quando é suprimido o item "tratores de horta", como seriam classificados os cultivadores? O item "tratores não-especificados" incorpora, provavelmente, uma parcela de tratores agrícolas.

Deste modo, a série obtida é, sem dúvida, apenas uma indicação do número mínimo de unidades de tratores importados destinados ao setor agrícola.

2.1.4 — Vendas internas

Devido aos problemas mencionados anteriormente, quanto às séries de dados anuais de produção e de comércio exterior, optou-se por solicitar à ANFAVEA uma série relativa às vendas internas. Evitar-se-iam, assim, os problemas de classificação e compatibilização das nomenclaturas entre dados de produção e exportação, não se podendo deixar de utilizar, no entanto, os dados de importação. Foram solicitados, então, o número de unidades vendidas anualmente no mercado interno por fabricantes e por modelo.

A especificação do pedido da ANFAVEA foi definida de maneira a contornar dois outros problemas.

Primeiramente, era desejável que se obtivessem elementos de modo a, eventualmente, construir uma série "transformada" de unidades vendidas, que levasse em conta a modificação do "mix" de tratores comercializados no mercado interno ano a ano em termos de potência de motor. Assim, ter-se-iam duas alternativas de variável refletindo as vendas internas: por um lado, uma série resultante do somatório simples das unidades vendidas; por outro lado, uma série de dados "transformados", na qual unidades de tratores de potências diferentes tivessem pesos diferentes. Conceitualmente a segunda alternativa é atraente, pois permite levar em conta que a aquisição de um cultivador

motorizado ou de um trator pesado tem, na verdade, implicações diferentes em termos de investimentos e de características da frota.

Para a construção da segunda série, os dados fornecidos deveriam ser passíveis de serem transformados por um sistema de conversão, que permitisse incorporar aos dados algumas características de demanda relacionadas às variáveis explicativas escolhidas. Este sistema, por sua vez, deveria ser quantificável. A essas condições atendiam dois indicadores: preço e potência.

Quanto à utilização do preço de venda como variável básica do sistema de conversão havia algumas restrições teóricas, uma vez que ele não se vincula, necessariamente, à capacidade de trabalho do equipamento. Na verdade o estabelecimento de preços pelos fabricantes se relaciona a estratégias de *marketing* e a peculiaridades de mercado, como condição de receptividade relativa de um determinado modelo. Por outro lado, haveria a dificuldade prática de recuperar os preços para anos passados, especialmente no caso de fabricantes que encerraram suas atividades.

A informação de potência, ao contrário, é um dado físico que independe de condições de mercado. Para anos passados, a informação, mesmo para modelos que já saíram de linha, é mais facilmente recuperável, principalmente quando se utiliza para o sistema de conversão a potência definida em termos de intervalos.

O segundo problema a contornar a partir de uma informação detalhada de vendas internas obtida junto à ANFAVEA era o que pode e deve ser considerado como trator agrícola.

De fato, a ANFAVEA não realiza um levantamento próprio sobre a produção e a venda de tratores agrícolas, limitando-se a reunir as informações fornecidas pelos produtores. As informações obtidas são divulgadas tal e qual, ou agregadas segundo categorias de produtos, classes de potência ou simplesmente total de unidades. Examinando dados de produção de tratores, segundo fabricantes, publicados no Boletim da ANFAVEA, detectaram-se alguns problemas ligados ao fato da divulgação resultar de uma simples transcrição dos dados coletados junto aos fabricantes:

a — são incluídos equipamentos que, reconhecidamente, não são tratores agrícolas, embora possam ser eventualmente utilizados para realização de trabalhos nos estabelecimentos agropecuários. É o caso da pá carregadeira Massey Ferguson-Perkins 65 ou do trator Ford 6600 TLB ou a empilhadeira da VALMET⁶;

b — os registros da ANFAVEA se referem somente aos fabricantes associados. Neste sentido, não são consideradas as vendas da Müller S/A — Indústria e Comércio, uma das três fabricantes de tratores pesados.

⁶ Esses três equipamentos são listados nas estatísticas mensais de produção (conforme Bibliografia, n. 5).

As informações que puderam ser obtidas junto à ANFAVEA (Anexo 4) não corresponderam à especificação do pedido feito e, neste sentido, não atenderam de forma ideal aos objetivos da análise. Ao invés das informações por fabricante e por modelo, foram fornecidas as vendas anuais de unidades agregadas por classes de potência, a saber:

— para os anos de 1969-78:

- até 50 c.v.
- de 51 a 100 c.v.
- de 101 a 150 c.v.
- 150 c.v. e mais

— de 1979-84:

- até 49 c.v.
- de 50 a 99 c.v.
- de 100 a 199 c.v.
- acima de 200 c.v.

2.2 — Os dados censitários

No âmbito deste trabalho, o exame das informações censitárias tem dois objetivos. Por um lado, garantir a cobertura da totalidade das informações estatísticas disponíveis quanto a tratores, dando suporte à escolha dos dados a utilizar para a construção da variável representativa da demanda interna por tratores agrícolas.

O segundo objetivo, não menos importante, embora desvinculado do caminho seguido nos Capítulos 3 e 4, é fornecer elementos de realimentação crítica aos setores que, no IBGE, são encarregados da elaboração das estatísticas censitárias. Assim, com base nas informações censitárias decenais e quinquenais relativas ao tamanho da frota, realizaram-se interpolações que foram cotejadas com as informações anuais. Esse cotejo permitiu que se fizessem considerações sobre a duração da vida útil dos tratores utilizados nos trabalhos agrícolas e sobre as condições de compatibilidade entre dados anuais e dados censitários.

2.2.1 — Características gerais

O Censo Agropecuário investiga tradicionalmente a existência de tratores nos estabelecimentos agropecuários, divulgando posteriormente informações sobre características da frota — como potência dos tratores em cavalos-vapor (c.v.) — e dos estabelecimentos que utilizam tratores na data de referência do levantamento censitário.

A respeito da conceituação adotada pelo Censo para a investigação de tratores, vale destacar que têm sido considerados aqueles que estejam efetivamente no estabelecimento agropecuário na data do levanta-

tamento, inclusive os obtidos por empréstimo ou aluguel. Este procedimento, que visa evitar múltipla contagem, parece não estar sendo eficaz neste sentido, como se verá mais adiante. Além do mais, apesar de talvez permitir uma melhor caracterização do equipamento, inviabiliza o estabelecimento da relação entre uso e propriedade do trator quando são investigadas no Censo as características do estabelecimento e do produtor vinculadas à sua utilização.

O levantamento censitário ainda exclui, explicitamente, os tratores de empreiteiros e do governo que estejam eventualmente realizando serviços nos estabelecimentos agropecuários no momento da coleta. Deste modo, o tamanho da frota obtido implica necessariamente uma subestimação difícil de ser quantificada.

Os dados dos Censos Agropecuários revelam uma rápida expansão da frota de tratores após a instalação da indústria fabricante no País. Segundo o Recenseamento de 1960, existiam nos estabelecimentos agropecuários 61.345 tratores. Este contingente se expandiu em média em 10,5% ao ano naquela década, atingindo já 165.870 em 1970. No período entre 1970 e 1975 se verificaram as mais altas taxas médias de expansão anual da frota, da ordem de 14% ao ano, elevando o total de tratores a 323.113 em 1975. Este ritmo de crescimento arrefeceu no quinquênio seguinte (11,03% ao ano), atingindo a frota o total de 545.205 tratores em 1980.

A expansão da frota de tratores foi um dos elementos do intenso processo de mudança por que vem passando a agricultura brasileira. De fato, o aumento do número de tratores utilizados na atividade primária não se deu em função da expansão da área dos estabelecimentos⁷, reproduzindo o modo de exploração e o nível tecnológico antes existente. O aumento do número de tratores em uso tem sido, na verdade, um dos indicadores da modernização que afetou diferentemente o universo de estabelecimentos agropecuários, reforçando a heterogeneidade de nível tecnológico e, por consequência, da produtividade entre eles.

2.2.2 — Estimativas a partir dos dados censitários e cotejo com dados anuais

Tendo em vista a importância dos Censos como fonte de informação, privilegiando o conhecimento do universo de usuários de tratores agrícolas, procedeu-se ao exame da compatibilidade numérica entre a frota existente nos anos censitários e os dados anuais de vendas internas e importação. Para tal, foi feita uma estimativa da frota para os anos intercensitários por interpolação estabelecendo-se, ainda, hipótese de duração média da vida útil dos tratores agrícolas. O procedimento adotado é apresentado junto com as séries de dados relevantes no anexo 5a e b.

⁷ A área dos estabelecimentos cresceu a uma taxa anual de 1,9% no período 1960-85.

Inicialmente considerou-se como sete anos a duração média da vida útil dos tratores agrícolas, que é o prazo mínimo aventado por todas as fontes consultadas. Obteve-se que a reposição teria que ter sido da ordem de 292 mil tratores para ser compatível com a frota de 165.870 tratores em 1970, 323.113 em 1975 e 545.205 em 1980. Adicionando-se a estes 292 mil o somatório dos incrementos anuais líquidos da frota no decênio, obtido pela soma das diferenças das estimativas da frota ano a ano (379 mil), tem-se que a totalidade de tratores novos incorporados no período teria que ter sido da ordem de 671 mil. Especificando:

- 1 — estimativa da reposição necessária — 292 mil;
- 2 — estimativa do incremento líquido da frota — 379 mil;
- 3 — estimativa do total de tratores novos (1 + 2) — 671 mil.

O cotejo deste total — 671 mil tratores novos incorporados à frota entre 1970 e 1980 — com os dados de produção, exportação e importação, ou, alternativamente, com vendas internas mais importação, levanta algumas questões sobre a compatibilidade dessas estatísticas de origens diversas. Assim, a rigor, o número de tratores novos não poderia ser superior à produção líquida da exportação e acrescida da importação, $\Delta T < P - X + M$ ou das vendas internas de tratores realizadas pelos fabricantes nacionais mais o número de tratores importados $\Delta T < VI + M$.

Considerando os dados disponíveis referentes a essas variáveis, tem-se para o período 1970-80:

1 — vendas internas totais (ANFAVEA)	454.151
2 — importação (MF)	7.583
3 — total	461.734

É evidente que o total obtido a partir dos dados censitários (671 mil) é incompatível com os números de vendas internas e importação (461 mil). Tal pode ser devido a duas causas: uma superestimativa implícita nos dados censitários e/ou a hipótese inadequada quanto à vida útil dos tratores.

a — Superestimativa implícita nos dados censitários

Por sua própria natureza, o dado de vendas internas da ANFAVEA não pode se distanciar significativamente do dado verdadeiro de vendas internas. De fato, tal informação resulta da agregação dos dados fornecidos pelos fabricantes que, além de poucos, tem tamanho organizacional, permitindo um controle estrito da produção e das vendas,

assim como das estatísticas a elas referentes. Ademais, a própria variável utilizada como padrão de medida — número de unidades produzidas — não apresenta dificuldades conceituais para registro estatístico.

Os dados relativos a comércio exterior, ao contrário, mesmo referindo-se a unidades transacionadas, podem conter erros devido a inadequações da nomenclatura, que nem sempre permite separar, de forma inequívoca, os tratores agrícolas dos demais. É importante notar, no entanto, que os erros possíveis não são de montante capaz de explicar a diferença entre a estimativa censitária e o número obtido através de vendas internas mais importações, dada a pequena participação relativa dessas últimas no segundo total.

Resta, portanto, considerar a hipótese de superestimação dos dados censitários, que poderia ser explicada por duas causas principais. Primeiramente é possível que se verifique múltipla contagem, associada à declaração indevida do item trator nos estabelecimentos que usam o equipamento ou que têm a sua propriedade, mas não o detinham fisicamente na data do Censo. É possível, ainda, que tenham sido incluídos na frota tratores utilizados na realização de trabalhos não-agrícolas nos estabelecimentos agropecuários.

É importante lembrar finalmente que o problema da distinção conceitual entre cultivadores e microtratores não pode ter levado a uma eventual superestimação do número de tratores do Censo. De fato, para fins de obtenção do tamanho da frota, os cultivadores motorizados (ou motocultivadores) foram associados aos tratores de quatro rodas, enquanto que nos dados censitários é razoável supor que os cultivadores nem sempre tenham sido computados no conjunto tratores. Neste sentido, o problema conceitual teria justamente o papel de afetar para menos a contagem censitária em relação ao total obtido a partir de vendas internas mais importação.

b — Hipótese inadequada quanto à duração da vida útil dos tratores agrícolas

A estimativa do número de tratores novos incorporados à frota no período 1970-80, a que nos referimos, pressupõe, como já foi dito, uma duração da vida útil de sete anos⁸. É possível, no entanto, que o parâmetro assim definido se situe sensivelmente abaixo da real vida útil média de trator nos estabelecimentos agropecuários. Alterando-se o parâmetro de vida útil para mais, mantendo-se iguais as demais condições do problema, obtém-se, naturalmente, uma estimativa mais baixa do número de tratores novos incorporados à frota no período, aproximando-se, portanto, da informação de produção e comércio exterior.

⁸ O prazo de depreciação definido para fins fiscais é de quatro anos a uma taxa constante de 25% ao ano. É evidente que tal prazo implica um forte estímulo à mecanização agrícola.

Assim, estabelecendo-se a duração da vida útil em dez anos, que, segundo alguns técnicos ligados ao setor, representaria uma melhor estimativa, ter-se-iam os seguintes números para o decênio 1970-80:

1 — estimativa da reposição necessária	154 mil
2 — estimativa do incremento líquido da frota	379 mil
3 — estimativa do total de tratores novos	533 mil

Por conseguinte, com o parâmetro de vida útil fixado em dez anos, a estimativa do total de tratores novos se aproxima do total obtido a partir dos dados de vendas internas mais importação, subsistindo, no entanto, uma diferença da ordem de 22% a mais ou 122 mil tratores.

Repetindo o procedimento de estimação para períodos progressivamente maiores de vida útil, chega-se a uma compatibilidade entre dados censitários e as estatísticas de produção e comércio exterior quando se utiliza 15 anos. Para esta duração, o total de tratores incorporados à frota (vendas internas mais importação) no período 1970-80 — 461 mil — é próxima à estimativa obtida a partir do tamanho da frota nos anos censitários — 469 mil.

2.2.3 — Duração da vida útil e compatibilização entre dados censitários e anuais

A respeito das considerações feitas anteriormente cabe notar que, mesmo levando em conta uma duração média da vida útil de 15 anos, subsiste uma diferença a mais, de fato, entre a informação censitária e os dados de produção e comércio exterior. Na verdade, como foi visto anteriormente, parte dos tratores que foram efetivamente produzidos e destinados a uso no setor agrícola não se acham cobertos pelos levantamentos censitários, como é o caso dos tratores agrícolas de empreiteiros e do governo. Embora seja difícil avaliar o número destes tratores, sua participação na frota total pode não ser desprezível, pois são usados com frequência nos trabalhos de derrubada e primeira preparação da terra para plantio nas áreas de fronteira agrícola. Na verdade, o recurso à prestação de serviços nestes casos substitui, com vantagem, o investimento em equipamento de grande potência que será dispensável na exploração subsequente do estabelecimento.

Portanto, para que dados censitários e de produção e comércio exterior sejam compatíveis, deve-se aceitar que a vida útil é superior a 15 anos. Tal implicaria que, mesmo em períodos caracterizados por crédito fácil e juros baixos, como foi a década de 70, os tratores não seriam sucateados mais rapidamente, havendo, ao contrário, um ativo mercado de revenda entre os estabelecimentos mais capitalizados — que adquiririam com maior frequência equipamentos novos — e os demais estabelecimentos. Além do mais, uma vida útil dessa duração só seria

possível com baixa intensidade de utilização do equipamento, o que não parece possível se configurar como a regra para o setor agrícola brasileiro como um todo.

Consultas a especialistas ligados ao setor não permitiram dirimir as dúvidas quanto ao que seria razoável considerar como duração média da vida útil de um trator agrícola. Naturalmente esta é vinculada à intensidade de uso e à qualidade dos cuidados de manutenção e, por consequência, teria que levar em conta, implicitamente, condições médias predominantes quanto a essas duas variáveis. Alguns consideram que 13 anos seria o limite máximo de vida útil, pressupondo uma utilização anual de 200 horas, sendo o limite mínimo sete anos, com 1.500 horas por ano de utilização. Recomendam, ainda, 900 horas por ano com utilização econômica mínima do trator⁹. Outros julgam que após sete anos com uso de intensidade adequada, os custos de manutenção se elevam, desestimulando um prolongamento da utilização do equipamento.

De qualquer modo, do conjunto de informações reunidas, parece evidente que dificilmente poder-se-ia aceitar que, em média, a vida útil dos tratores atinja mais de 15 anos, o que torna compatíveis os dados censitários como os de produção e comércio exterior. Assim, ou existe uma superestimação dos dados censitários ou uma subestimação dos dados anuais.

3 — AS VARIÁVEIS UTILIZADAS NA ANÁLISE

3.1 — A construção da variável dependente

O exame dos dados estatísticos disponíveis relativos a tratores agrícolas (Capítulo 2) evidenciou que são os dados de vendas internas os que melhor se ajustam às necessidades de componente básico para a construção de uma variável *proxy* da demanda interna por tratores agrícolas.

Na verdade, por razões de periodicidade, os dados censitários já estavam de início descartados como opção para a construção da variável dependente e, seu exame no Capítulo 2, se deu devido aos motivos anteriormente apontados. Não faria sentido recorrer a estimativas para os anos intercensitários quando se dispõe como alternativas de dados mensais consolidados anualmente.

Além do mais, os dados censitários trariam o problema da superestimação discutida anteriormente (conforme 2.2.2 e 2.2.3). Vale ressaltar, no entanto, que o que ficou caracterizado foi a incompatibilidade

⁹ Ver Bibliografia, n. 4.

com os dados anuais em face do limite máximo da vida útil média, considerado aceitável. O julgamento quanto à referida superestimação está, de fato, associado a uma confiabilidade maior dos dados de vendas internas, devido a características conceituais e forma de coleta¹⁰.

Em relação à alternativa *produção-exportação + importação*, a variável dependente construída a partir de *vendas internas + importação*, tem a vantagem de apresentar, ano a ano, uma decomposição por classes de potência do motor quase perfeitamente compatível para o período de 15 anos, de 1969-83. Além do mais, permite limitar o recurso aos dados de comércio exterior, de nomenclatura precária, como já se viu, àqueles relativos à importação.

Os dados de vendas internas apresentam, no entanto, dois inconvenientes que cabe registrar.

Primeiramente, a ANFAVEA tem por norma fornecer dados relativos a tratores de quatro rodas, que são correntemente associados a tratores agrícolas. Na verdade, no conjunto de tratores de quatro rodas estão incluídos modelos que se destinam a uso não-agrícola, como pás carregadeiras e/ou retroscavadeiras, empilhadeiras, etc.

Visando a examinar o efeito da inclusão das vendas referentes a alguns tratores industriais na variável dependente, procurou-se verificar através de dados da pesquisa industrial do IBGE, que distingue tratores agrícolas e não-agrícolas para o período curto de 1975-82, se haveria uma evolução semelhante das duas séries. Se tal se verificasse, a inclusão indevida dos tratores não especificamente agrícolas — que correspondem a pouco mais de 10% do total — não teria efeitos expressivos sobre o resultado da análise. Como o cálculo da regressão entre as séries de tratores agrícolas e não-agrícolas produziu um coeficiente r de 0,91, concluiu-se que a inclusão da parcela de tratores não-agrícolas nos dados da ANFAVEA não poderia prejudicar de modo expressivo a construção da variável dependente.

O segundo inconveniente dos dados de vendas está relacionado à cobertura não-universal do conjunto de fabricantes. Assim, foi necessário incorporar aos dados fornecidos as informações de vendas internas da Müller, que não é associada à ANFAVEA. Os dados relativos a unidades vendidas de tratores pesados TM14, TM25, TM28 e TM31, com potência variando entre 140 e 310 c.v., foram obtidos diretamente junto àquela empresa¹¹.

Contornados os dois inconvenientes, considerou-se como uma primeira alternativa da variável de demanda interna o somatório simples

¹⁰ Poder-se-ia conceber, alternativamente, que houvesse uma subestimação dos dados da ANFAVEA devido à sonegação de informações por parte de seus associados, visando manter sigilo quanto às condições de mercado para seus concorrentes. Os contatos realizados com produtores e revendedores realizados no curso deste trabalho permitem descartar esta possibilidade.

¹¹ As vendas do TM 22, comercializado pela Massey Ferguson-Perkins como MF 4780, estariam, conforme informação da ANFAVEA, incluídas nos totais fornecidos por aquela Associação.

das unidades vendidas, qualquer que fosse a classe de potência dos tratores.

É evidente, no entanto, a relevância de obter como segunda alternativa uma variável que reflita de algum modo as diferenciações de capacidade de trabalho de unidades pertencentes a classes de potência diversas.

A informação de venda por modelo permitiria estabelecer um critério de conversão levando em conta a especificidade de cada conjunto de tratores. Como se pode dispor somente da informação de vendas por faixas de potência, aplicou-se um procedimento de conversão necessariamente menos preciso.

Para proceder à conversão, optou-se por eleger, para cada classe de potência, um trator com motor de potência próxima ao ponto médio de classe. Com base no conjunto de modelos de tratores agrícolas atualmente disponíveis no mercado, as escolhas feitas foram as seguintes:

- até 50 c.v. (ou até 49 c.v.) — Agrale T.4200, de 36 c.v.;
- de 50 a 99 c.v. — Massey Ferguson-Perkins MF275, de 73 c.v.;
- de 100 a 150 c.v. — Massey Ferguson-Perkins MF296, de 115 c.v.;
- de 100 a 199 c.v. — Müller TM14, de 140 c.v.;
- mais de 150 c.v. — Müller TM22, que é comercializado pela Massey Ferguson-Perkins como MF48/80, de 215 c.v.;
- mais de 200 c.v. — Müller TM28, de 280 c.v.

Para as classes com limite superior em aberto escolheu-se, portanto, dois modelos. O TM22, menos possante, será utilizado como modelo típico da classe para o período até 1978, quando os tratores pesados tinham, em média, menos potência de motor. A adoção do TM28 como equipamento típico da classe de mais de 200 c.v., a partir de 1979, tem por objetivo levar em conta as potências crescentes dos tratores pesados fabricados e vendidos nos últimos anos.

Como exemplo da categoria de cultivadores motorizados, cujos dados foram fornecidos à parte pela ANFAVEA, adotou-se o Yanmar TC11 de 13 c.v.

Para estabelecer a conversão do número de unidades vendidas por classe de potência, precisava-se de uma medida da capacidade de trabalho dos equipamentos selecionados. A idéia subjacente é que o dado de potência do motor não se presta diretamente como base para conversão. O estabelecimento de um padrão de capacidade de trabalho para equipamentos tão diferenciados em porte e função não se faz, no entanto, sem dificuldade. Optou-se por investigar o desempenho dos equipamentos numa operação básica — aração — em condições médias

de solo e topografia. Para equipamentos com potência inferior a 50 c. v., considerou-se a utilização nesta operação de um arado o mais adequado possível às características do trator. Para equipamentos de mais de 50 c. v. foi sempre levada em conta a operação realizada por grade aradora. De fato, esta opção foi necessária para comparar adequadamente os tratores médios — de 50 a 100 c. v. — que são utilizados tanto com arados como com grades aradoras — e os tratores de mais de 100 c. v. que, rotineiramente, tracionam grades aradoras para o preparo de áreas já anteriormente trabalhadas.

Definidos os implementos, o desempenho de cada trator foi medido a partir da área passível de ser arada por hora, tomando por base a largura do implemento e a velocidade normalmente desenvolvida pelo trator ao tracioná-lo. As informações de desempenho originalmente obtidas junto a revendedores e fabricantes dos equipamentos selecionados foram compatibilizadas pela crítica de cada informante aos dados fornecidos pelos demais. Os resultados finais estão apresentados na tabela 1. Os coeficientes de conversão foram estabelecidos a partir das medidas de desempenho comparado, arbitrando-se como unidade a ponderação para os tratores da classe de potência de 50 a 100 c. v., que representam hoje a maior parte da frota brasileira, isto é, 60% do total conforme os dados do Censo Agropecuário de 1980 e 80% das vendas em 1984.

TABELA 1

Equipamentos selecionados, por tipo e desempenho, e fatores de conversão, segundo as classes de potência

CLASSES DE POTÊNCIA	EQUIPAMENTOS SELECIONADOS		FATORES DE CONVERSÃO
	Tipo	Desempenho (ha/h)	
Até 49-50 c.v.....	Agrale T. 4 200	0,09	0,44
De 50-51 a 99-100 c.v.....	Massey Ferguson-Perkins MF 275	0,80	1,00
De 101 a 150 c.v.....	Massey Ferguson-Perkins MF 296	1,10	1,38
Mais de 150 c.v.....	Müller TM 22	2,10	2,62
De 100 a 199 c.v.....	Müller TM 14	1,70	2,12
Mais de 200 c.v.....	Müller TM 28	3,00	3,75
Cultivadores motorizados.....	Yanmar TC 11	0,09	0,11

FONTE — Censo Agropecuário 1980 e 1985.

Os fatores de conversão permitiram que se construísse a partir dos dados originais de vendas internas da ANFAVEA uma série “transformada”.

As duas alternativas de vetores de vendas internas — soma simples ou “transformada” através dos fatores de conversão — foi adicionado o número anualmente importado de tratores (conforme Anexo 3). De

fato, a não disponibilidade de informação por potência relativa às importações tornou inviável que se adotasse o procedimento de conversão adotado para vendas internas. As duas *proxies* de demanda interna a serem utilizadas como alternativas de variável dependente na análise de regressão múltipla são apresentadas na tabela 2.

TABELA 2

Demanda interna de tratores — 1969-83

ANOS	DEMANDA INTERNA DE TRATORES	
	Série simples	Série transformada
1969.....	12 063	9 887
1970.....	16 981	13 918
1971.....	24 882	20 416
1972.....	35 280	28 400
1973.....	46 640	39 767
1974.....	55 172	46 976
1975.....	68 340	61 281
1976.....	66 399	63 455
1977.....	54 293	49 667
1978.....	45 174	40 597
1979.....	55 786	54 729
1980.....	57 360	58 341
1981.....	32 954	32 714
1982.....	29 950	29 080
1983.....	25 629	27 899

FONTE — Censo Agropecuário 1980 e 1985.

3.2 — A escolha das variáveis explicativas

Quando se trata de levantar hipóteses sobre que fatores seriam capazes de influenciar a demanda por tratores no mercado interno brasileiro são mencionadas imediatamente três ou quatro categorias de determinantes, o destaque sendo dado em função da situação econômica conjuntural e da própria experiência do analista.

Assim, até muito recentemente, havia consenso quanto ao fato de que as mudanças introduzidas na sistemática de concessão do crédito rural, com redução gradual do subsídio, teriam resultados desastrosos sobre as vendas internas de tratores. Os revendedores de tratores, em particular, consideravam que escassez e/ou encarecimento do crédito representavam a maior ameaça ao bom andamento dos seus negócios.

Além do crédito, o papel explicativo de outras possíveis variáveis não era mencionado. As variáveis de preços, tanto relações de trocas

como preços de produto, tão caras aos economistas nas análises de demanda, não era, pelo menos por fabricantes e revendedores, atribuída nenhuma importância como determinante.

Embora reconhecendo-se as peculiaridades do período coberto pela análise, 1969-83, que, além de curto, tem a fase final de quatro a cinco anos marcada por significativa instabilidade econômica e conseqüente alteração no comportamento dos agentes envolvidos direta ou indiretamente na venda de tratores agrícolas, procurou-se examinar de forma sistemática um conjunto de determinantes passíveis de afetar o mercado destes equipamentos. Foram consideradas na análise de regressão, além do crédito rural, determinantes de alcance mais geral, como o desempenho da economia medido pelo Produto Interno Bruto (PIB), até aqueles mais específicos, como o preço de trator. Na verdade, para cada tipo de determinante examinou-se um conjunto de variáveis que poderiam captar de modo diferente o efeito sobre a demanda interna de tratores. Os quatro determinantes básicos, assim como o conjunto de variáveis vinculado a cada um são examinados a seguir.

3.3.1 — Produto

O grau de vitalidade apresentado pela economia, medido pelo PIB, talvez seja o fator de conceituação mais genérico, cujo efeito sobre a demanda por tratores mereça ser testado.

De fato, a expansão do PIB, que reflete o crescimento de um ou mais setores produtivos, implica um efeito multiplicador afetando em cascata renda, demanda e novas expansões do produto. Uma parte desse efeito se dá no mesmo período em que é medido. Outra parte se prolonga no tempo afetando a demanda em períodos subseqüentes. Similamente uma diminuição do PIB tem conseqüências depressivas sobre renda, demanda e sobre as próprias perspectivas de evolução subseqüente do produto.

Para efeitos de análise de regressão foram considerados tanto o PIB global como o produto do setor agropecuário.

O PIB global fornece uma medida ponderada do grau de dinamismo da economia, independentemente do setor em que se tenha originado e da dimensão do efeito multiplicador. Sua consideração como variável independente se baseia no fato de que, qualquer que tenha sido a causa e a origem do crescimento (ou da retração) do produto real, pode-se esperar, dado o caráter genérico do PIB, que haja um efeito no mesmo sentido sobre a demanda por tratores.

Embora o PIB global e o produto do setor agropecuário possam, em função do efeito multiplicador, apresentar evoluções no mesmo sentido, isto não se dá obrigatoriamente. De fato, evoluções em sentido contrário

do PIB global e do produto agropecuário podem ocorrer¹² e isto por três razões principais:

- a — a participação do produto agropecuário no PIB global é de apenas 9,6%, não tendo atingido 12% desde 1970;
- b — a evolução do produto agropecuário é fortemente dependente do desempenho de alguns produtos, como o café e a soja, que podem apresentar flutuações marcadas em função de acidentalidades e de fatores exógenos à economia interna;
- c — o desempenho do setor terciário (comércio, transporte e comunicações, intermediários financeiros e governo) está mais vinculado à indústria que à agricultura.

De qualquer modo, considerando o período 1969-83 predomina a evolução das duas variáveis no mesmo sentido e apresentando alta correlação entre elas ($r = 0,98$). Deste modo, não caberia incluir ambas as variáveis na análise, mas, na fase exploratória, se justifica investigar qual das duas melhor explica a evolução da demanda de tratores.

3.2.2 — Área de lavouras

A consideração de variáveis relativas à evolução da área de lavouras como determinante da demanda interna por tratores agrícolas se justifica pela hipótese de que exista uma relação entre aquisição de tratores e um aumento da carga de trabalho para um dado contingente de mão-de-obra. Esta hipótese tem alguns pressupostos, a saber:

- a — haveria uma componente da variação da área de lavouras, vinculada a condições conjunturais de custos e preços (disponibilidade e custo de financiamentos, preços mínimos, preços de mercado, etc.) que modificam as condições de rentabilidade da exploração agrícola;
- b — nos estabelecimentos agrícolas que operam em moldes empresariais, a resposta em termos de aumento da área cultivada a mudanças realizadas ou esperadas na rentabilidade estaria, no curto prazo, vinculada à mecanização, devido à relativa inelasticidade da oferta de mão-de-obra;
- c — embora haja outros componentes da expansão da área de lavouras — por exemplo, criação de pequenos estabelecimentos explorados de forma rudimentar por unidades familiares em áreas de fronteira —

¹² O que se verificou nos últimos anos exemplifica três possíveis comportamentos do produto agropecuário em relação ao PIB global. Em 1984 ambos evoluíram no mesmo sentido — + 4,2% o produto agropecuário e + 4,5% o PIB global —; em 1983, o produto agropecuário se expandiu em + 2,2% enquanto que o PIB global se contraiu em -3,2%, devido, principalmente, ao mau desempenho da indústria. Em 1982 se deu situação inversa, com o produto agropecuário se reduzindo em -2,5%, devido ao café e à soja, enquanto que o PIB global apresentava um pequeno crescimento (+ 0,9%).

que não teriam impacto evidente sobre a demanda de tratores, a inclusão de variável de área numa análise exploratória se justifica: ela permite captar um aspecto puramente físico de evolução da atividade primária de forma independente de um sistema de preços, que é considerado implicitamente na variável PIB agropecuário.

Optou-se por considerar duas variáveis do determinante área: área total das lavouras e área das lavouras temporárias. Tal escolha reflete a hipótese de que o uso de tratores se dá principalmente nas atividades de lavoura, sendo que, embora a pecuária utilize maquinaria na preparação de pastos, seu papel é nitidamente secundário em termos de influência sobre a demanda de tratores agrícolas. Os dados censitários de 1980 dão respaldo a essa hipótese: dos cerca de 550 mil tratores em uso, 66% estavam vinculados a estabelecimentos cuja atividade principal era a lavoura e apenas 25% àqueles voltados predominantemente à pecuária.

Quanto a testar alternativamente a área total de lavoura e a área voltada exclusivamente para a lavoura temporária na sua relação com a demanda de tratores, isto se justifica pelo fato de a lavoura temporária poder, por sua própria natureza, responder mais rapidamente a estímulos conjunturais¹³. Na verdade, uma ou duas vezes no espaço de um ano se realizam decisões de plantio, que redundam em expansão ou retração da área utilizada para lavouras temporárias. Já no caso da lavoura permanente, que implica de fato um plano plurianual de produção, devido ao investimento realizado durante o período de maturação da cultura, a flexibilidade do produtor para reagir a estímulos/desestímulos conjunturais é bastante mais reduzida. Naturalmente os impactos são diferentes em termos de aquisição de tratores como de outros itens de investimentos.

A variável área total da lavoura, que resulta da adição das áreas de lavoura temporária e permanente, incorpora, pois, o efeito dos aspectos conjunturais amortecidos. Cabe, no entanto, notar que a contribuição da área das lavouras permanentes é reduzida, inferior a 15% do total, para o período 1969-83, o que contribui para a correlação entre a área total de lavoura e a área de lavoura temporária se apresente elevada ($r = 0,98$).

Finalmente, é relevante lembrar que as variáveis utilizadas foram obtidas da Produção Agrícola Municipal (PAM), levantamento anual realizado pelo IBGE e que se refere à área colhida. A informação relativa à área colhida não reflete perfeitamente as expectativas dos produtores quanto à rentabilidade da sua atividade e neste sentido é uma variável explicativa da demanda de tratores menos adequada que seria a área plantada, para a qual não existem estatísticas disponíveis no País.

¹³ Algumas lavouras incluídas dentre as temporárias têm características de permanentes neste particular. É o caso do arroz irrigado, cuja infra-estrutura implica uma imobilização que inviabiliza mudanças intempestivas da produção.

3.2.3 — Crédito rural

As condições de concessão do crédito rural é atribuído por revendedores e fabricantes de tratores, de forma unânime, o papel de principal determinante da demanda.

Na verdade, pode-se julgar que a influência sobre a demanda decorreria de dois elementos associados ao crédito rural. Por um lado, o nível de subsídio existente, dado pelo diferencial entre a taxa de juros cobrada nas diferentes formas de financiamento às diversas categorias de produtores e as taxas de juros de mercado. Por outro lado, pela efetiva disponibilidade em volume do crédito a taxas subsidiadas. Pareceu razoável considerar o valor total do crédito concedido como *proxy* adequado ao incentivo, consolidando os componentes de nível de subsídio e disponibilidade de recursos.

Inicialmente, foram construídas três variáveis relativas ao determinante crédito rural.

A primeira variável, o crédito total, considerando de forma agregada as modalidades de crédito rural de custeio, investimento, comercialização, permitiria medir de forma global o incentivo à atividade. Poder-se-ia imaginar que as oscilações desta variável teriam efeito sobre a demanda de tratores ao regular a disponibilidade de recursos à agricultura, afetando, via subsídio, a rentabilidade global do setor. De fato, na medida em que, reconhecidamente, o crédito rural é mal distribuído entre o universo de produtores, a variação do valor total concedido (valores constantes) não reflete adequadamente variação da rentabilidade no setor agrícola como um todo. Para os fins de análise de regressão, no entanto, este fato não representa obstáculo significativo. Na verdade os produtos que participam do mercado de máquinas agrícolas fazem parte do segmento mais moderno da agricultura e têm, sem dúvida, acesso ao crédito rural.

Construíram-se ainda variáveis relativas a modalidades específicas do crédito rural: custeio e investimento. O objetivo era verificar em que medida elas poderiam, eventualmente, explicar melhor a evolução da demanda de tratores do que a variável de crédito total.

O crédito de custeio, que absorve a maior parte do crédito total, poderia afetar a demanda de tratores na medida que alterasse a nível de desembolso de recursos próprios para financiamento das despesas correntes, modificando a disponibilidade desses recursos para investimento. O crédito de investimento, ao contrário, teria uma vinculação direta com a aquisição de tratores.

Os dados utilizados foram os do Banco Central do Brasil (BACEN), referentes ao total das operações realizadas no âmbito da política oficial de crédito rural ano a ano. Neste sentido, os dados englobam tanto

os financiamentos concedidos pelo BB e outros bancos oficiais, como pela rede privada. Os dados foram deflacionados pelo Índice Geral de Preços (IGP) (d.i.).

3.2.4 — Preços

O determinante de preços foi examinado por diversas óticas.

Inicialmente considerou-se o preço do produto, que é incluído tradicionalmente como variável explicativa básica nas funções de demanda. Dadas as dificuldades de construir uma série ponderada com base nos diferentes preços e quantidades comercializadas de tratores agrícolas ao longo do período 1969-83, optou-se por utilizar como *proxy* informações já disponíveis referentes à evolução de preço de tratores da faixa entre 36 a 45 c. v. A série de dados anuais para tratores nesta faixa é disponível desde meados da década de 60, permitindo assim cobrir, sem solução de continuidade, o período em estudo.

A existência de uma série longa para tratores desta faixa de potência se justifica por serem altamente representativos da frota brasileira de tratores na época de implantação da pesquisa de preços. Apesar de tratores deste tipo virem progressivamente perdendo participação no mercado¹⁴, os seus preços têm, na maior parte do período, um comportamento evolutivo semelhante aos de equipamentos de outras classes de potência, o que permite usar a referida série como *proxy* aceitável da evolução global do preço de tratores.

Deve-se ainda chamar a atenção para o fato de que o levantamento de preços é realizado a nível de Unidade da Federação (UF), não existindo dados consolidados para o País como um todo. Tomou-se por base, então, os dados relativos aos preços verificados no Paraná. De fato, para as UF's para as quais existe uma série temporal suficientemente longa relativa a preço de trator de 36-45 c. v., o Paraná parece representar melhor uma situação média de mercado de tratores no Brasil. Vale ressaltar, no entanto, que excetuando-se períodos excepcionais de escassez, não deve haver diferença da evolução do preço de venda do mesmo trator nos diferentes mercados, já que os preços são fixados a nível nacional.

Os preços tomados como referência foram médias anuais das informações básicas coletadas pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) (IBRE-CEA) e utilizados na construção dos índices de preços para o setor agropecuário por aquela Fundação.

Como variável de preços, testou-se também a influência dos preços recebidos pelos produtores. Não se trata de uma *proxy* de renda dos

¹⁴ Em consequência da evolução da composição da frota, a pesquisa de preços da Fundação Getúlio Vargas (FGV) passou a incorporar paulatinamente tratores de outras faixas de potência, sem, por isso, abandonar aqueles com a especificação inicialmente escolhida. Verificou-se, assim, ampliação progressiva do elenco de produtos na pesquisa de preços.

produtores, já que o aspecto ligado ao *quantum* produzido não é levado em conta¹⁵. A consideração da variável se justifica pelo fato de não existir correlação elevada entre preços recebidos e produto do setor agropecuário¹⁶ e que, por conseguinte, interessa verificar em que medida uma melhoria dos preços é capaz de afetar positivamente a demanda por tratores.

Foram consideradas duas alternativas. O índice mais global, relativo à evolução dos preços recebidos pelos produtores nas atividades agropecuárias como um todo, incluindo tanto os produtos das lavouras como os produtos animais. E o índice mais diretamente vinculado aos principais consumidores potenciais de tratores, os produtores voltados para atividade de lavouras.

Como os preços do trator, os preços recebidos são construídos pela FGV, resultando de consolidação anual de informações coletadas em 17 UF's. Na verdade, as séries disponíveis devem ser vistas com cautela, pois parece existir problemas de compatibilidade ao longo do tempo: revisão de índices, por exemplo, não cobriram aparentemente os dados para todo o período de 1969-83, causando descompassos entre dados revisados ou não. Mesmo reconhecendo a provável existência destes problemas afetando a qualidade dos dados, utilizaram-se tentativamente as séries disponíveis face à impossibilidade de recorrer a uma melhor alternativa.

Na verdade, é possível que nem o preço do trator, ou, de modo mais geral, os preços pagos pelos produtores para a realização da sua produção, nem os preços recebidos na comercialização sejam, cada um de per si, tão explicativos do comportamento da demanda como relações de trocas, que refletiriam simultaneamente preços pagos e preços recebidos. Com o objetivo de testar esta hipótese construíram-se três variáveis de relação de trocas.

A primeira relação é aquela divulgada pela FGV, incorporando o conjunto ponderado de despesas e receitas da agropecuária, refletindo, pois, o comportamento da relação de trocas entre agricultura e indústria.

A partir de variáveis construídas para serem testadas no seu efeito individual sobre a demanda de tratores, estabeleceram-se ainda duas outras relações de trocas. A primeira é resultado da evolução conjunta dos preços recebidos na agropecuária e do preço de trator da faixa de 36 a 45 c. v. A segunda relação, de âmbito mais restrito, examina a relação entre preços recebidos na lavoura e o preço do trator na faixa de potência selecionada.

¹⁵ O índice construído a partir do produto do setor agropecuário é na verdade um índice de *quantum*, já que o sistema de preços, referente a um determinado ano-base, é constante.

¹⁶ A correlação entre as duas variáveis, computado para o período 1969-83 foi de -0,59 para os preços recebidos na agropecuária e -0,60, para os preços recebidos na lavoura.

As relações de trocas globais, assim como as variáveis simples — preços recebidos, são divulgadas pela FGV para algumas UF's, não se dispondo de informação consolidada para o País como um todo. Utilizou-se, então, para as três opções as informações relativas ao Paraná¹⁷

4 — A ANÁLISE DE REGRESSÃO

4.1 — Testes e derivação de um modelo para o período 1969-83

Uma vez reunidos os dados básicos relativos às variáveis inicialmente definidas, estes foram transformados de modo a adequá-los às necessidades de um tratamento simultâneo na análise de regressão. Os dados em valor foram deflacionados e expressos em números-índices. Dados físicos, como os de área, foram somente convertidos em números-índices, com base 1977 = 100, de modo a serem diretamente comparáveis aos índices de preços pagos, recebidos e relações de trocas divulgados pela FGV, que foram utilizados tal e qual publicados. Os dados associados às variáveis explicativas são apresentados no anexo 6.

Recorreu-se, então, ao procedimento STEPWISE, opção MAXR¹⁸, do pacote SAS para a realização da análise de regressão. O procedimento escolhido introduz, passo a passo, variáveis explicativas selecionadas a partir de sua contribuição para elevar o mais possível o coeficiente de correlação múltipla (R^2). Se não forem estabelecidas restrições no programa, ao final, todas as variáveis propostas terão sido incluídas, independentemente de seu poder explicativo em relação à variável dependente, o grau de confiabilidade dado pela estatística F ou o nível de correlação entre elas. Para fornecer subsídios suplementares, recorreu-se ao procedimento CORR, também do SAS, para obter uma matriz de correlação que permitisse verificar o grau de multicolinearidade do elenco de variáveis tentativamente proposto e descrito no Capítulo 3, Item 3.2.

A análise exploratória realizada inicialmente implicou de fato a realização de quatro procedimentos de regressão múltipla. Por um lado, adotou-se como variável dependente alternativamente o número total de tratores vendidos anualmente (Y_1) e o número total convertido através da informação do número vendido por faixa de potência (Y_2). Em termos de conjunto de variáveis explicativas, estabeleceram-se também duas opções: os determinantes de PIB, área, crédito e preços

¹⁷ Naturalmente, as restrições feitas anteriormente sobre as variáveis de preços recebidos são válidas para as relações de trocas que as utilizam na sua construção.

¹⁸ MAXR, para "Maximum R^2 Improvement", é uma técnica que permite avaliar todos os subconjuntos de variáveis independentes, escolhendo o melhor modelo de regressão com uma, duas, três variáveis e assim por diante.

simples ou, alternativamente, o mesmo conjunto para o qual as três variáveis de preços simples foram substituídas pelas três relações de trocas. Em resumo, os quatro modelos propostos incluíram, cada um, dez variáveis explicativas, a saber:

— Variáveis dependentes Y_1 ou Y_2 (Modelo I e II, respectivamente) :

- a — PIB total (1)
 - agropecuário (2)
- b — Área de lavoura total (3)
 - de lavoura temporária (4)
- c — Crédito rural total (5)
 - de custeio (6)
 - de investimento (7)
- d — Preços recebidos — agropecuária (8)
 - recebidos — lavoura (9)
 - do trator (10)

— Variáveis dependentes Y_1 ou Y_2 (Modelo III e IV, respectivamente) :

- a — PIB total (1)
 - agropecuário (2)
- b — Área total de lavoura (3)
 - de lavoura temporária (4)
- c — Crédito rural total (5)
 - de custeio (6)
 - de investimento (7)
- d — Relações de trocas — preços recebidos na agropecuária/preços pagos na agropecuária (8)
 - preços recebidos na agropecuária/preço do trator (9)
 - preços recebidos na lavoura/preço do trator (10)

Os objetivos da análise exploratória realizada inicialmente, foram os seguintes:

— escolher dentre variáveis relativas a um mesmo determinante, geralmente altamente correlacionadas, a de melhor poder explicativo em relação ao comportamento das variáveis dependentes;

— escolher entre as variáveis simples de preços ou as compostas de relações de trocas, as de melhor poder explicativo em relação ao comportamento das variáveis dependentes;

— obter indicações relativas a novas variáveis que poderiam ser testadas.

Os resultados obtidos foram conclusivos em relação a alguns aspectos. Em primeiro lugar, vale destacar que uma única variável, o crédito para investimento (X_7), foi capaz de explicar 90% da soma dos quadrados dos desvios. Esta variável, além de ter elevado poder de explicação em relação às duas alternativas de variável dependente, mostrou-se significativa ao nível de 0,01%. Cabe notar, ainda, que o poder explicativo desta variável foi praticamente o mesmo ($R^2 = 0,904$) para os quatro modelos propostos.

Em segundo lugar, a introdução de outras variáveis não resultou em equações de regressão aceitáveis para os três primeiros modelos testados. Assim, somente com a inclusão de sete variáveis explicativas obteve-se grau aceitável de significância de F (ver Chamada 19). É verdade que deste modo houve significativa contribuição ao acréscimo de R^2 , que passou de um nível já elevado de 0,904 com apenas uma variável, para 0,964, 0,980 e 0,974, respectivamente. No entanto, alguns coeficientes apresentaram sinais incompatíveis com o que seria de se esperar com base em raciocínio econômico trivial devido a multicolinearidades. Para o quarto modelo, foi obtido com a inclusão de três variáveis explicativas um $R^2 = 0,966$ com F significativos. Houve, no entanto, problema de sinal de um coeficiente devido à alta correlação entre duas das variáveis explicativas incluídas.

Este exercício permitiu melhor especificar o modelo, a partir do desempenho das variáveis testadas. Assim, possibilitou que fosse escolhida a melhor variável explicativa dentre as opções fortemente correlacionadas, pois ligadas a um mesmo determinante. É o caso de preços recebidos na agropecuária e preços recebidos na lavoura com correlação 0,96; crédito de custeio e crédito total, como correlação 0,94; preços recebidos pela agropecuária/preço do trator e preços recebidos pela lavoura/preço do trator, com correlação 0,97. A multicolinearidade das variáveis incluídas nas diferentes etapas do modelo explica, na verdade, a ocorrência de coeficientes com sinais opostos aos que seriam de se esperar isoladamente. Assim, preços recebidos pela lavoura, crédito rural total, área de lavoura temporária aparecem, na maior parte das vezes, com sinal negativo sugerindo, indevidamente, uma relação inversa com a demanda de tratores.

¹⁹ Refere-se aqui ao grau de significância de F para as variáveis explicativas, já que o F para a regressão, para qualquer dos modelos testados e para qualquer número de variáveis, é sempre inferior a 1%.

A eliminação criteriosa de variáveis permitiu que se afinasse o modelo, chegando a uma formulação aceitável. No processo testaram-se algumas hipóteses suscitadas pelos primeiros resultados. As conclusões essenciais são as seguintes:

— a melhor variável de produto, o PIB global, não apresentou contribuição relevante na explicação da demanda de tratores. Deste modo, fica descartada a hipótese de que uma variável de caráter global, refletindo de modo agregado o desempenho da economia, tivesse uma relação significativa com a evolução da venda de tratores no mercado interno;

— a melhor variável de área, a área total de lavouras, apesar do seu caráter específico voltado para a expansão e retração física de uma atividade, aparentemente vinculada ao uso de tratores, também não teve papel explicativo relevante. Foi testada uma variável de área defasada em um ano — visando, eventualmente, captar a relação entre área colhida e compra de tratores no período imediatamente anterior, relacionando, pois, a compra de equipamentos ao plantio — sem que se obtivesse melhor resultado;

— nenhuma outra variável de crédito, além do crédito de investimento, apresentou desempenho aceitável na explicação da demanda. Foi construída, inclusive, uma nova variável agregando crédito de custeio e comercialização, que apresentou uma correlação de 0,62 com a variável de crédito de investimento, mas que se mostrou incapaz de melhorar o grau de explicação do modelo;

— as variáveis simples de preços foram abandonadas diante da evidência do melhor desempenho global das variáveis, representando relações de trocas;

— dentre as variáveis de relações de trocas, a de melhor desempenho — preços recebidos na agropecuária/preço do trator — combina o caráter genérico do numerador ao preço simples que, intuitivamente, poder-se-ia supor ter relevância para a explicação da demanda de tratores.

A escolha do modelo final foi orientada pela contribuição de variáveis para o acréscimo R^2 , assim como os seus níveis de significância, dados pelos F . Eventual correlação entre variáveis conduziram ao estreitamento do elenco logo na fase inicial, eliminando o problema de sinal dos coeficientes. A melhor formulação obtida é um modelo de duas variáveis tal que:

$$Y_2 = - 5,752 + 0,723 X_7 + 0,414 X_{12}$$

onde:

Y_2 — é a demanda de tratores transformada através da distribuição por potência;

X_7 — é o valor do crédito de investimento;

X_{12} — é a relação de trocas entre preços recebidos pela agropecuária e o preço do trator.

Para este modelo o R^2 atingiu 0,93 sendo que os F 's foram significativos a nível de 0,01% para X_1 e 3% para X_2 .

Deste modo ficou evidente que um modelo simples pode explicar muito bem o comportamento da demanda por tratores. Na verdade, uma só variável permite atingir um coeficiente de correlação de 0,90. É importante notar que, no caso de modelo univariado, é irrelevante se a variável dependente é simples ou transformada pela distribuição de potência dos tratores.

O modelo obtido veio, em parte, confirmar o conhecimento intuitivo dos fabricantes e revendedores, de que o crédito rural era a variável explicativa básica. Por outro lado, ficou evidente que o crédito rural total não é relevante, nem mesmo crédito de custeio ou custeio mais comercialização. A variável de crédito relevante é a de investimento, o que, aparentemente, não era percebido pelos agentes com que foram mantidos contatos. Cabe, em especial, destacar que o crédito de investimento e os das demais modalidades tiveram evoluções bastante diferenciadas no período analisado. É especialmente notável que após atingir um pico em 1979, como os demais tipos de crédito, o crédito rural para investimento caiu muito mais fortemente no período subsequente, como pode ser visto no anexo 6, acompanhando de perto a evolução da demanda de tratores neste período. Na verdade, as séries não permitem ainda detectar o fenômeno mais recente de retomada da demanda de tratores, apesar de o crédito de investimento se manter em patamares relativamente baixos. Esse desenvolvimento, que refletiria alteração da relação comportamental expressa pelo modelo, terá suas implicações discutidas mais adiante.

Para um modelo de duas variáveis, mantendo o grau de significância a níveis aceitáveis, a variável dependente teve que ser, forçosamente, o número de tratores transformado pela distribuição de potência (Y_2). Para esta variável, a relação de trocas entre preços recebidos pelo setor agropecuário e o preço do trator (X_{12}) pode reduzir sensivelmente a soma dos quadrados dos resíduos, obtida a partir do ajustamento linear. Na verdade, o coeficiente de correlação parcial, que mede a contribuição de X_{12} na explicação de Y_2 depois que X_7 já foi considerada ($r_{Y_2 X_{12} \cdot X_7}$) é de 0,32, permitindo, pois, elevar significativamente o coeficiente de correlação múltipla, inicialmente de 0,900 e que passa a 0,932.

Assim, contrariamente à crença disseminada entre fabricantes e vendedores de tratores agrícolas, ficou evidente que para o período 1969-83, variáveis de preços tiveram um papel relevante como fator explicativo da demanda. Na verdade, mesmo um modelo de regressão linear simples²⁰ é passível de captar a relação entre as duas variáveis, que apresentam um coeficiente de regressão $r^2 = 0,7306$.

4.2 — Considerações sobre os resultados obtidos

Os resultados obtidos em relação a que variáveis teriam sido significativas para a explicação do comportamento da demanda interna de tratores no período 1969-83, suscita duas classes de comentários. O primeiro comentário se relaciona à validade estatística do procedimento utilizado na derivação do modelo. O segundo, à aplicabilidade do resultado obtido, isto é, em última análise, à estabilidade das relações expressas pela função de demanda.

O procedimento utilizado de, a partir de uma ampla gama de variáveis explicativas e através de testes sucessivos, selecionar variáveis, definir variáveis combinadas e estabelecer mudanças nas variáveis iniciais, como defasá-las no tempo ou expressá-las sob outras formas funcionais, é questionado por alguns estatísticos. Segundo eles, a formulação do modelo inicial deve ser considerada como definitiva para que os testes de significância sejam válidos. A utilização de resultados já obtidos para redefinir o modelo seria inadequada, na medida em que esses ensaios e erros implicariam que, a cada passo, dever-se-ia utilizar nos testes de significância valores mais altos — sem que se saiba em quanto — do que os valores tabulados para avaliar o nível de significância dos coeficientes finalmente obtidos.

Na verdade, o procedimento de testes sucessivos para a seleção de variáveis e construção de modelos foi largamente divulgado e incorporado à prática de trabalho em estatística e econometria. A corrente metodológica predominante atualmente reconhece os testes de significância como elementos de evidência empírica que podem, como quaisquer outros, serem utilizados para o aperfeiçoamento do resultado final²¹. O que se exige, na verdade, é que haja uma formulação criteriosa de hipóteses e um exame cuidadoso pelo analista a cada etapa, de modo que o resultado obtido não seja derivado de um procedimento mecânico de seleção de variáveis.

De qualquer modo, na derivação da função de demanda, a substituição de variáveis foi, de fato, limitada. Desde o primeiro teste, o

²⁰ A reta de regressão simples é dada por:

$$Y_1 = 5,0598 + 1,2756 X_{11}$$

²¹ Ver Bibliografia, n. 3.

crédito para investimento apresentou-se como variável explicativa básica a pesquisa, limitando-se a constatar se haveria, dentre as propostas, alguma outra variável que permitisse aumentar R^2 a nível de significância aceitável. Em particular, não se buscou realizar transformações funcionais das variáveis, já que os gráficos de trabalho mostraram ser o modelo linear a opção de ajustamento mais adequada.

Uma vez posta de lado a restrição quanto ao procedimento estatístico de obtenção do modelo, pode-se aceitar que a relação funcional obtida explica, de forma adequada, o comportamento da demanda interna de tratores no período 1969-83. Neste sentido, o valor de crédito para investimento e a relação de trocas entre preços recebidos pelos agricultores e preço do trator seriam as variáveis que melhor explicariam a evolução da demanda no período em estudo.

No entanto, em que medida o modelo obtido serviria aos objetivos mencionados por Lindley²² de projeção do comportamento futuro da variável dependente ou de controle de seu nível através de ação sobre as variáveis independentes?

No que tange aos objetivos de projeção, a utilização do modelo parece questionável devido ao papel fundamental exercido pelo crédito para investimento como variável explicativa e às mudanças aparentemente definitivas que vêm se implantando no que concerne ao volume de disponibilidade, forma de distribuição e montante de subsídio do crédito rural. As quedas de valor real dos empréstimos que vêm se verificando desde 1980, como resultado tanto do questionamento da sua eficácia, como mecanismo de incentivo à expansão da produção e das inequidades de sua distribuição, como da escassez de recursos por parte do setor público, com conseqüente realização de corte de despesas e eliminação ou redução dos subsídios, parece vir alterando o comportamento do comprador de tratores. É possível que tenha sido percebida uma irreversibilidade da nova orientação da política de crédito rural e que os agricultores tenham julgado desejável, e sobretudo rentável, prosseguir com a mecanização utilizando recursos próprios.

De fato, parece haver alguma evidência empírica neste sentido. A partir do último trimestre de 1983, verificou-se uma retomada da demanda de tratores não relacionada à disponibilidade e ao custo do crédito rural. Assim, enquanto que a venda de tratores evoluiu em + 74,44% entre 1983 e 1984, o crédito rural em termos reais decrescia em 23% (ver Chamada 23). A evolução do crédito de investimento, quando se consi-

²² Ver Bibliografia, n. 2.

²³ A venda interna de tratores e cultivadores motorizados foi de 25.629 unidades em 1983 e de 44.708 unidades em 1984. A preços de 1984, o saldo do crédito rural passou de Cr\$ 17.931 bilhões em dezembro de 1983 a Cr\$ 13.813 bilhões em dezembro de 1984.

deraram as atividades do BB²⁴, foi ainda mais fortemente negativa, reduzindo-se em 46% no mesmo período.

Para 1985 a perspectiva é que essa tendência de evolução de crédito rural se mantenha. Na verdade, está prevista para este ano uma oferta global de recursos da ordem de Cr\$ 32,3 trilhões, isto é, um acréscimo de 133,7% em relação a 1984, quando os níveis inflacionários já são estimados em mais de 200%. Além do mais, em termos reais, as aplicações compulsórias dos bancos comerciais (Resolução 904, de 05-04-84), respaldadas em percentuais sobre depósitos à vista, tendem a reduzir-se pela própria diminuição tendencial dos haveres monetários. Não há possibilidade de reversão desta tendência caso se mantenham a política monetária contracionista, que reduz a participação do governo no setor, as taxas de inflação elevadas, que levam os agentes a manter haveres financeiros não-monetários em detrimento dos monetários, e a sistemática de financiamento do setor.

Diante deste quadro, a realização de vendas de tratores com base em recursos próprios dos produtores tem sido, sem dúvida, viabilizada pela formação de consórcios patrocinados por fabricantes e revendedores. De fato, trata-se de uma modalidade de vendas inexistente anteriormente e que foi posta em prática como resposta às novas condições da política de crédito rural.

Caso sejam realmente irreversíveis as novas condições de crédito rural, tal como declaram reiteradamente as autoridades²⁵, é provável que outras variáveis passem a ter um papel mais importante na explicação da evolução das vendas internas. Em particular, parece razoável supor que a relação de trocas preços recebidos/preços do trator, segunda mais importante variável explicativa do modelo derivado a partir do comportamento no período 1969-83, venha a ter maior destaque e isso por duas razões.

Primeiramente, porque variáveis que funcionem como *proxy* de renda de produtor, tal como os preços recebidos, tenderão a se tornar mais importantes na medida em que seja eliminado ou reduzido o subsídio ao crédito. De fato, este afetava indiretamente a renda do produtor de uma forma não-captada pelas outras variáveis testadas para a construção do modelo.

Em segundo lugar, na ausência de subsídios à compra, o preço do produto passa a ganhar relevância como elemento do cálculo econômico

²⁴ A preços de dezembro de 1984, o saldo de empréstimo de crédito rural do BB, relativo à modalidade de investimento caiu de Cr\$ 3.175 bilhões no final de 1983, para Cr\$ 2.066 bilhões ao final de 1984. Os dados referentes aos bancos comerciais não se achavam disponíveis em junho de 1985. O BB respondeu em 1984 por 60% do crédito rural total. Fonte: *Boletim do Banco Central do Brasil* (conforme Bibliografia, n. 1).

²⁵ Comenta-se, esporadicamente, a realização de estudos visando aumentar a taxa de juros cobrada, que passaria a ser mais diferenciada conforme produtos, produtores, regiões. Os limites mencionados variam de um mínimo de 3 a 25% ao ano (mais correção monetária). A taxa mais elevada se situaria praticamente aos níveis da taxa de juros de mercado.

do produtor e da decisão quanto à composição da sua estrutura de custos. É provável que o preço do trator, tanto como variável simples, como combinada a preços recebidos, passe a ter maior influência como fator explicativo da demanda interna.

De um modo mais geral, pode-se questionar a estabilidade de relações comportamentais derivadas para o período 1969-83, com base em constatações quanto a mudanças estruturais que se operaram na economia brasileira no período a partir de 1980. Na verdade, a recessão teve efeitos profundos, alterando significativamente o comportamento dos agentes econômicos. No setor privado é evidente a preocupação com a racionalização da forma de operação, em particular, redução dos custos através de saneamento administrativo e reexame das alternativas tecnológicas. Neste contexto de preços que se aproximam mais dos preços reais e de uma atitude mais severa em relação à eficiência das atividades produtivas, é provável que a mecanização do setor rural, e, em particular, a aquisição de tratores, se dê em moldes diferentes e atendendo a determinantes diversos do que no passado.

As mesmas restrições à estabilidade provável da relação comportamental derivada para o período 1969-83, que invalidam a aplicação do resultado, tal e qual para a projeção de níveis de demanda interna de tratores no futuro, também desacreditam seu uso como instrumento, através da manipulação das variáveis explicativas, para que se atinja um determinado nível de consumo julgado necessário. Na verdade, além das restrições já mencionadas, o mercado de tratores não desempenha um papel suficientemente importante a nível macroeconômico, a ponto de influenciar a política do governo em relação a decisões de impacto tão geral como crédito rural e preços recebidos pelos agricultores. O controle da variável preço do trator — única de alcance limitado ao setor — é passível de ser realizado pelo poder público, e, caso ganhe poder explicativo, como é razoável esperar, poderia ser mais diretamente controlada. Vale lembrar, no entanto, que uma política de controle de preços industriais é difícil de administrar, tanto por razões econômicas como políticas, e, neste sentido, o governo deveria limitar o controle de preços a um conjunto de produtos reduzidos, cujas condições adequadas de oferta sejam essenciais à realização de seus objetivos mais gerais.

A utilidade dos resultados obtidos se limitaria, então, essencialmente, à compreensão do passado. Na verdade, o exame criterioso e o entendimento crítico da experiência pretérita podem fornecer elementos que permitam melhor acompanhar as mudanças estruturais que se anunciam. É neste sentido que as evidências apontam para a probabilidade de que as variáveis de renda e preço venham a ocupar papel de maior destaque como variáveis explicativas da demanda interna de tratores nos próximos anos.

5 — ANEXOS

Anexo 1a

Produção de tratores

1.ª Classificação — 1960-73

ANOS	PRODUÇÃO						
	Tratores de rodas			Tratores de esteira	Microtratores	Cultivadores motorizados	Motoni-veladores
	Leves	Médios	Pesados				
1960.....		(1) 37					
1961.....	(1) 25	(1) 1 573	(1) 80				
1962.....	(1) 1 984	(1) 4 779	(1) 823				
1963.....	3 990	4 179	1 739	—	—	1 110	303
1964.....	4 633	4 393	2 258	—	—	1 890	303
1965.....	2 964	3 087	2 072	—	—	2 383	338
1966.....	4 011	2 753	2 305	—	—	3 187	435
1967.....	2 298	1 837	2 084	73	72	2 169	492
1968.....	3 075	1 667	4 902	106	147	2 465	859
1969.....	2 014	2 302	5 155	91	334	1 947	824
1970.....	2 998	4 269	6 762	185	409	2 047	927
1971.....	3 906	8 787	10 004	843	366	2 190	743
1972.....	3 014	11 790	14 532	1 410	849	2 916	—
1973.....	3 999	13 363	19 744	1 909	2 062	3 018	1 443

FONTE — Anuário Estatístico do Brasil, do IBGE, volumes diversos.

NOTA — Os dados relativos aos períodos de 1960, 1961-64, 1965 e 1966-73, têm como fontes o Grupo Executivo de Máquinas Agrícolas e Rodoviárias, o Grupo Executivo da Indústria Mecânica, o Grupo Executivo da Indústria Automotora e o Conselho de Desenvolvimento Industrial, respectivamente.

(1) Sem especificação de roda ou esteira.

Anexo 1a

Produção de tratores

2.ª Classificação — 1971-75

ANOS	PRODUÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS		
	Leves (até 35 HP)	Médios (de 35 a 55 HP)	Pesados (mais de 55 HP)
1971.....	2 119	8 994	12 435
1972.....	2 886	10 870	17 682
1973.....	5 023	13 870	22 620
1974.....	6 665	18 667	23 743
1975.....	5 352	18 468	36 031

FONTE — IBGE.

Anexo 1a

Produção de tratores

3.ª Classificação — 1975-82

ANOS	PRODUÇÃO DE TRATORES				
	Agrícolas				Não-agrícolas
	Total	Menos de 55 HP	De 55 a 100 HP	Mais de 100 HP	
1975.....	59 061	13 921	43 948	1 192	6 834
1976.....	63 279	11 505	47 673	6 101	8 003
1977.....	53 691	9 238	40 214	4 239	6 405
1978.....	49 474	7 977	36 107	5 390	6 487
1979.....	56 418	7 556	41 932	6 930	6 535
1980.....	59 279	6 437	43 801	9 041	7 793
1981.....	39 838	3 709	30 600	5 529	6 176
1982.....	30 252	2 441	23 084	4 727	4 013

FONTE — IBGE.

NOTA — O trabalho de compilação foi realizado por Kátia de Fátima Dias.

Anexo 1b

Produção de tratores

ANOS	PRODUÇÃO DE TRATORES			
	Total	De rodas	Cultivadores motorizados	De esteira
1960.....	37	37	—	—
1961.....	2 430	1 679	751	—
1962.....	8 826	7 586	1 240	—
1963.....	11 018	9 908	1 110	—
1964.....	13 302	11 537	1 765	—
1965.....	10 804	8 401	2 403	—
1966.....	12 709	9 360	3 336	13
1967.....	8 868	6 295	2 500	73
1968.....	12 388	9 819	2 463	106
1969.....	11 919	9 882	1 946	91
1970.....	16 707	14 457	2 065	185
1971.....	25 448	22 488	2 190	770
1972.....	34 549	30 207	2 916	1 426
1973.....	44 211	39 232	3 018	1 961
1974.....	53 199	46 848	3 673	2 678
1975.....	66 274	59 166	3 166	3 942
1976.....	72 493	65 327	2 535	4 631
1977.....	59 419	52 966	2 979	3 474
1978.....	55 874	48 675	4 218	2 981
1979.....	64 511	55 247	6 062	3 202
1980.....	69 993	58 812	6 896	4 285
1981.....	47 022	39 341	4 548	3 133
1982.....	37 610	30 346	5 364	1 900
1983.....	26 627	22 663	3 213	751
1984.....	49 785	45 842	2 595	1 348

FONTE — ANFAVEA.

NOTA — Dados obtidos por informação direta.

Anexo 2a

Exportação de tratores — 1973-82

ANOS	EXPORTAÇÃO DE TRATORES					
	Para semi-reboque (caminhões tratores)	Agrícolas de 4 rodas	Rodoviários de 2 rodas	De esteira	Unidades de rodas para tratores escavo-carregadores	Rodoviários de 4 rodas
1973.....		316		88	8	26
1974.....		668		175	52	27
1975.....		671	9	176	76	100
1976.....		390	11	44	107	45
1977.....		4 353	40	202	192	115
1978.....		5 700	64	206	673	33
1979.....	1 455	18 397	1 338	5 139	3 648	482
1980.....	4 958	24 302	1 752	6 216	5 031	
1981.....	4 444	25 180	908	5 068	9 526	
1982.....				1 980		

FONTE — Anuário Estatístico do Brasil, do IBGE, volumes diversos.

NOTAS — 1. Os dados tem como fontes a CACEX (Banco do Brasil) e o Ministério da Fazenda.
2. O trabalho de compilação foi realizado por Kátia Fatima Dias.

Anexo 2b

Exportação de tratores — 1960-84

ANOS	EXPORTAÇÃO DE TRATORES			
	Total	De rodas	Cultivadores motorizados	De esteira
1960.....	—	—	—	—
1961.....	—	—	—	—
1962.....	—	—	—	—
1963.....	—	—	—	—
1964.....	2	2	—	—
1965.....	—	—	—	—
1966.....	6	6	—	—
1967.....	41	31	10	—
1968.....	96	7	89	—
1969.....	64	7	57	—
1970.....	117	41	76	—
1971.....	103	98	5	—
1972.....	186	186	—	—
1973.....	474	386	—	88
1974.....	1 080	895	10	175
1975.....	826	649	1	176
1976.....	543	472	27	44
1977.....	4 817	4 584	31	202
1978.....	6 399	6 134	59	206
1979.....	7 978	7 263	193	522
1980.....	8 508	7 743	337	428
1981.....	10 649	10 073	179	397
1982.....	6 627	6 239	59	329
1983.....	2 219	1 895	103	221
1984.....	3 742	3 302	213	227

FONTE — ANFAVEA.

Anexo 3
Importação de tratores

ANOS	IMPORTAÇÃO DE TRATORES											
	Não-agrícolas								Agrícolas			
	De esteira	Unidades de rodas para tratores escavo-carregadeira	Caminhão trator para transporte de minério	Rodoviários de 2 rodas	Florestais de 4 rodas	Rodoviários de 4 rodas	De rodas exclusive a vapor	Outros, inclusive de guincho	Não especificados	Total	De 4 rodas	De horta
1960.....	1 338						12 702	14 040	425		425	—
1961.....	990						6 382	7 372	732		732	—
1962.....								1 085	3 023		1 309	1 714
1963.....								794	2 413		1 083	1 330
1964.....								632	1 341			1 341
1965.....								864	374			374
1966.....								1 820	639			639
1967.....								1 013	342			342
1968.....								2 317	990			990
1969.....								2 180	423			423
1970.....								3 268	60			60
1971.....	2 753	236		126		401		351	—			—
1972.....	3 457	547		299		353		319	—			—
1973.....	31 508	4 277		3 706	127	1 952		—	1 129	1 129		—
1974.....	47 530	6 480	—	2 994	418	1 759		—	1 125	1 125		—
1975.....	38 948	8 531	—	1 869	374	2 389		—	2 686	2 686		—
1976.....	16 343	8 544	—	345	246	745		85	883	883		—
1977.....	5 865	5 282	—	—	—	358		267	—	—		—
1978.....	3 737	1 615	—	407	—	471		683	—	—		—
1979.....	3 113	887	351	142	535			—	—	—		—
1980.....	4 433							—	—	—		—
1981.....	2 547	715						—	—	—		—
1982.....								—	—	—		—
1983.....								—	—	—		—

FONTE — Ministério da Fazenda.

Anexo 4

Vendas de tratores no mercado interno

ANOS	VENDAS DE TRATORES NO MERCADO INTERNO							
	Total	Até 50 cv	De 51 a 100 cv	De 101 a 150 cv	Mais de 150 cv	De 100 a 199 cv	Mais de 200 cv	Cultivadores motorizados
1969.....	6 910	2 408	2 421	—	—	—	—	2 081
1970.....	7 468	2 276	2 949	2	—	—	—	2 241
1971.....	24 882	4 462	18 210	—	—	—	—	2 210
1972.....	35 280	8 565	23 446	650	—	—	—	2 619
1973.....	45 511	10 993	26 822	4 829	—	—	—	2 867
1974.....	54 047	13 614	30 515	6 500	—	—	—	3 418
1975.....	65 654	12 298	43 237	6 956	—	—	—	3 163
1976.....	65 516	6 182	48 254	8 167	3	—	—	2 910
1977.....	54 146	6 735	40 777	3 789	—	—	—	2 845
1978.....	45 689	6 589	30 417	4 415	—	—	—	4 008
1979.....	55 689	7 059	35 540	—	—	6 704	221	6 165
1980.....	57 220	5 337	37 969	—	—	7 372	316	6 226
1981.....	32 831	3 049	20 572	—	—	4 297	189	4 724
1982.....	29 819	2 558	17 983	—	—	4 004	112	5 157
1983.....	25 542	1 806	15 891	—	—	4 679	170	2 996
1984.....	44 518	3 110	33 310	—	—	5 358	174	2 566

FONTE — ANFAVEA.

NOTA — Exclui vendas da Valmet e Massey Ferguson em 1969 e 1970, e os da Müller.

Anexo 5a

Frota de tratores agrícolas e incremento líquido anual

ANOS	FROTA DE TRATORES AGRÍCOLAS	INCREMENTO LÍQUIDO ANUAL
1950.....	8 372	—
1951.....	10 217	1 845
1952.....	12 469	2 252
1953.....	15 217	2 748
1954.....	18 571	3 354
1955.....	22 664	4 093
1956.....	27 659	4 995
1957.....	33 755	6 096
1958.....	41 195	7 440
1959.....	50 274	9 079
1960.....	61 345	11 071
1961.....	67 755	6 410
1962.....	74 835	7 080
1963.....	82 655	7 820
1964.....	91 292	8 637
1965.....	100 832	9 540
1966.....	111 371	10 539
1967.....	123 009	11 638
1968.....	135 864	12 855
1969.....	150 062	14 198
1970.....	165 870	15 808
1971.....	189 523	23 653
1972.....	216 548	27 026
1973.....	247 427	30 879
1974.....	282 712	35 285
1975.....	323 113	40 401
1976.....	358 752	35 639
1977.....	398 322	39 570
1978.....	442 256	43 934
1979.....	491 037	48 781
1980.....	545 205	54 168

FONTE — IBGE.

NOTAS — 1. Os dados relativos aos anos censitários têm como fonte o Censo Agropecuário.
2. Os dados relativos aos intervalos intercensitários foram obtidos por interpolação.

Anexo 5b

Procedimento de cálculo do número de tratores novos incorporados à frota num dado período ²⁶

Seja:

$$r_t = d_{t-7} + r_{t-7}$$

onde:

r_t — reposição no ano t

d_t — demanda adicional no ano t

Suponha-se como sete anos a vida útil de um trator agrícola e uma taxa de reposição constante igual a α , tal que

$$r_t = \alpha K_{t-1}$$

onde:

K_t é a frota de tratores agrícolas no ano t .

Fazendo

$$\sum_{t=0}^6 r_t = \alpha \sum_{t=0}^6 K_{t-1} \quad (1)$$

$$\sum_{t=0}^6 r_t = \alpha \sum_{t=0}^6 K_{t-8}$$

Então:

$$\sum_{t=0}^6 d_{t-7} = \alpha \left[\sum_{t=0}^6 K_{t-1} - \sum_{t=0}^6 K_{t-8} \right]$$

Como para um determinado período tem-se Σd e ΣK , pode-se obter α , o que permite calcular Σr_t . Somando Σd_t e Σr_t referentes ao mesmo período, tem-se o total de veículos novos incorporados à frota naquele período. A comparação com os dados de vendas mais importação, permite testar a compatibilidade entre as informações censitárias e a dos fabricantes, tendo por base a hipótese de duração de vida útil média dos tratores.

Assim, para o período 1970-80, tem-se:

$$\sum_{t=0}^6 d_{t-7} = \sum_{t=0}^6 r_t - \sum_{t=0}^6 r_{t-7} = \alpha \left[\sum_{t=0}^6 K_{t-1} - \sum_{t=0}^6 K_{t-8} \right]$$

²⁶ Agradeço à Jairo Augusto Silva a colaboração na explicitação deste procedimento.

$$\alpha (2.543.619 - 1.092.247) = 136.057$$

$$\therefore \alpha = 0,0937$$

Substituindo α na equação da forma de (1):

$$\Sigma r_t = 0,0937 (3.115.560) = 292.064$$

A reposição de tratores no período 1970-1980 seria estimada pois em cerca de 292.064. Adicionando a estes os acréscimos líquidos anuais da frota (Σd_t) para o mesmo período — 379.336 — tem-se como 671.400 a estimativa de tratores agrícolas novos incorporados à frota no referido período.

Considerando outras hipóteses de duração de vida útil tem-se:

a— Vida útil de 10 anos

$$\Sigma d_{t-10} = \alpha [\Sigma K_{t-1} - \Sigma K_{t-11}]$$

$$104.525 = \alpha (3.115.560 - 999.020) = \alpha (2.416.540)$$

$$\therefore \alpha = 0,0494$$

$$\Sigma r_t = 0,0494 (3.115.560) = 153.861$$

$$\Sigma d_t = 379.336$$

$$\text{Então:} \quad \Sigma r_t + \Sigma d_t = 533.197$$

b — Vida útil de 15 anos

$$\Sigma d_{t-15} = \alpha [\Sigma K_{t-1} - \Sigma K_{t-16}]$$

$$92.460 = \alpha (3.736.698 - 599.686)$$

$$\therefore \alpha = 0,029$$

$$\Sigma r_t = 0,029 (3.115.560) = 90.351$$

$$\Sigma d_t = 379.336$$

$$\text{Então:} \quad \Sigma r_t + \Sigma d_t = 469.687$$

Anexo 6

Variáveis dependentes e explicativas utilizadas na análise de regressão
(em números índices; 1977 = 100) — 1969-83

VARIÁVEIS	ÍNDICES DAS VARIÁVEIS (BASE: 1977 = 100)							
	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Y ₁ — Total de tratores vendidos (variável simples).....	22,22	31,28	45,83	64,98	85,90	101,62	125,87	122,30
Y ₂ — Total de tratores vendidos (variável transformada)...	19,91	28,02	41,11	57,18	80,07	94,58	123,38	127,76
X ₁ — Produto interno bruto total.....	48,40	52,70	59,00	65,60	74,50	81,70	86,10	94,50
X ₂ — Produto da agropecuária.....	63,30	63,90	71,10	74,00	76,70	82,90	86,90	89,40
X ₃ — Área total de lavoura.....	73,30	76,08	79,80	81,71	82,51	88,36	91,94	94,54
X ₄ — Área de lavoura temporária.....	74,81	78,40	82,80	85,20	80,52	87,38	90,59	96,44
Crédito rural								
X ₅ — Total.....	25,19	29,96	34,62	42,94	60,60	74,94	109,41	112,06
X ₆ — De custeio.....	24,74	28,26	31,86	37,81	54,73	71,36	101,41	100,01
X ₇ — De investimento.....	29,17	33,53	42,10	58,54	82,66	93,51	140,93	149,75
Preços recebidos								
X ₈ — Na agropecuária.....	40,80	43,77	46,29	48,91	60,04	66,16	64,43	68,65
X ₉ — Na lavoura.....	36,99	39,70	42,10	43,26	53,14	55,65	59,54	78,25
X ₁₀ — Preço do trator.....	119,08	120,08	110,09	110,06	122,09	116,08	124,02	101,00
X ₁₁ — Preços recebidos na agropecuária/preços pagos na agropecuária.....	38,00	44,00	48,00	50,00	56,00	44,00	40,00	56,00
X ₁₂ — Preços recebidos na agropecuária/preço do trator..	34,00	36,20	41,70	44,20	48,80	56,60	51,80	67,90
X ₁₃ — Preços recebidos na lavoura/preço do trator.....	30,09	32,08	37,09	39,01	43,02	47,06	47,09	77,04
X ₁₄ — Crédito de custeio e de comercialização.....	23,91	28,82	32,23	37,94	53,54	69,00	99,31	99,99
X ₁₅ — Área total de lavoura (defasada no tempo).....	76,71	80,36	82,27	83,08	88,97	92,58	95,20	100,69

VARIÁVEIS	ÍNDICES DAS VARIÁVEIS (Base: 1977 = 100)							
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	
Y ₁ — Total de tratores vendidos (variável simples).....	100,00	84,20	102,75	105,65	60,70	55,16	47,20	
Y ₂ — Total de tratores vendidos (variável transformada)....	100,00	81,74	110,19	117,46	65,87	58,55	56,17	
X ₁ — Produto interno bruto total.....	100,00	105,00	111,70	119,70	117,80	118,90	115,20	
X ₂ — Produto da agropecuária....	100,00	97,40	102,30	108,60	115,60	112,70	115,20	
X ₃ — Área total de lavoura.....	100,00	99,31	101,95	104,97	103,29	108,46	96,01	
X ₄ — Área de lavoura temporária.....	100,00	98,71	101,31	104,31	102,31	109,93	95,38	
Crédito rural								
X ₅ — Total.....	100,00	101,71	126,72	121,18	105,10	101,78	76,82	
X ₆ — De custeio.....	100,00	102,58	134,79	145,00	130,35	138,45	101,02	
X ₇ — De investimento.....	100,00	104,71	130,50	93,70	66,96	55,02	52,87	
Preços recebidos								
X ₈ — Na agropecuária.....	100,00	84,42	82,15	77,07	63,04	54,76	54,33	
X ₉ — Na lavoura.....	100,00	79,23	72,08	68,37	56,80	48,68	48,24	
X ₁₀ — Preço do trator.....	100,00	109,05	102,07	90,01	101,03	124,02	113,08	
X ₁₁ — Preços recebidos na agropecuária/preços pagos na agropecuária.....	100,00	77,00	69,50	54,60	43,00	41,60	46,10	
X ₁₂ — Preços recebidos na agropecuária/preço do trator.....	100,00	59,90	79,90	85,50	62,20	44,00	47,70	
X ₁₃ — Preços recebidos na lavoura/preço do trator.....	100,00	56,03	70,01	75,08	56,00	39,01	42,03	
X ₁₄ — Crédito de custeio e de comercialização.....	100,00	100,75	125,51	129,98	117,31	116,75	84,50	
X ₁₅ — Área total de lavoura (defasada no tempo).....	100,00	102,65	105,70	95,99	109,21	96,67	106,34	

6 — BIBLIOGRAFIA

- 1 — BOLETIM DO BANCO CENTRAL DO BRASIL. Brasília, v. 21, n. 5, maio 1985.
- 2 — LINDLEY, D. V. The choice of variables in multiple regression. *Journal of the Royal Statistical Society*; series B, methodological, London, p. 31-66, 1968.
- 3 — MADDALA, G. S. *Econometrics*. Tokyo, McGraw-Hill Kogakusha, 1977. p. 122-7.
- 4 — MONTEIRO, Maria José Cyhlar; MINOGA, Peter Eugene. A mecanização na agricultura brasileira. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4: 71-180, out./dez. 1969.
- 5 — NOTÍCIAS DA ANFAVEA. Tratores. São Paulo, 1982. Edição especial.
- 6 — PESQUISA INDUSTRIAL. Rio de Janeiro, IBGE, Brasil, 1978 e 1983.

RESUMO

Visando obter uma função de demanda interna por tratores agrícolas estatisticamente significativa para o período 1969-80, foram examinados quatro conjuntos de determinantes (evolução do produto, da área cultivada, do crédito e dos preços, estes últimos visto também como relações de trocas) através de um procedimento de regressão múltipla. Ficou evidenciado que o valor do crédito de investimento e a relação de trocas entre preços recebidos e preços do trator explicam muito satisfatoriamente a demanda no período ($R^2 = 0,93$). O levantamento de séries estatísticas realizado permitiu que se questionasse a compatibilidade entre as informações censitárias, obtidas junto aos produtores agrícolas, e aquelas sistematizadas pelos fabricantes de tratores, tendo como restrição a hipótese sobre a duração da vida útil.

ABSTRACT

Four groups of possible explanatory variables (economic growth, cultivated area, agricultural loans and prices, this last one encompassing exchange relations) were tested for constructing a statistically significant demand function for tractors used in agricultural activities in Brazil between 1969-80. The evidence is that the value of agricultural loans for investment and the ratio between prices received and price of tractors adequately explain the demand in the period ($R^2 = 0.93$). The task of organizing the relevant statistical series led to question, as a by product, the compatibility between census information, obtained from the rural producers, and data derived from the records of tractor manufacturers. This compatibility could not be firmly denied because it depends not only on the data mentioned, but also on the hypothesis about the duration of service life of the equipment.

MODELO PARA A ESTIMAÇÃO DO REBANHO BOVINO POR SEXO E GRUPOS ETÁRIOS - DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÕES*

Jairo Augusto Silva **

SUMÁRIO

- 1 — *Introdução*
- 2 — *Metodologia e seleção do modelo para a estimação de rebanho bovino*
- 3 — *O modelo*
- 4 — *Os dados*
- 5 — *Estimativa das variáveis dinâmicas*
- 6 — *A aplicação do modelo*
- 7 — *Conclusão*
- 8 — *Bibliografia*

1 — INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a população brasileira tem-se defrontado, periodicamente, com agudas crises de oferta de alimentos, tanto de origem vegetal quanto animal. As explicações para o surgimento dessas crises são as mais variadas, desde a ocorrência de fenômenos de ordem puramente climática, até a de fenômenos complexos, relacionados a

* Ciente de ser este trabalho experimental e ainda necessitado de muitas melhorias, apesar de confessar ter-me surpreendido com alguns dos resultados encontrados e com a riqueza e potencialidade do modelo tal como apresentado.

** Analista Especializado e economista da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística — IBGE. Agradece a diligente colaboração de Kátia de Fátima Dias na elaboração dos quadros e gráficos e a Solange Maria Batista Esteves, no paciente trabalho de datilografia.

aspectos da estrutura de produção existente ou a aspectos institucionais. No geral, as crises de oferta dos produtos de origem vegetal são facilmente explicadas e rapidamente corroboradas ou verificadas nas áreas produtoras ou nos principais canais de distribuição da produção. Tal não ocorre, no entanto, com os produtos de origem animal, em especial a carne bovina, em que as crises de oferta são usualmente consideradas de caráter cíclico, com toda uma série de variáveis explicativas, muitas delas de difícil identificação e aferição.

A bibliografia existente sobre os aspectos cíclicos da oferta de animais bovinos para o abate aponta o abate excessivo de matrizes, consequência dos baixos preços desses animais, como o principal responsável pelas flutuações da oferta no mercado de carne bovina. É claramente uma explicação por demais simplista, dada a extensão dos fenômenos envolvidos, originários, em sua maioria, de fortes relações intersetoriais entre os setores industriais, comerciais, de serviços e agropecuário, responsáveis pela quase totalidade da demanda por animais para o abate. A diferença ou o resíduo dessa demanda deve ficar por conta das próprias unidades familiares ou de setores não bem especificados da economia, evidentemente em regiões de pouca ou atrasada vinculação à economia de mercado.

A melhor compreensão do mercado de animais no País passa, então, necessariamente pelo estudo mais aprofundado dos aspectos estruturais da produção e da demanda, da infra-estrutura de produção e das relações institucionais ou não, econômicas ou não, entre esses setores. São estudos normalmente difíceis, custosos, extensos, mas exequíveis, desde que se disponha de dados suficientes, confiáveis e abrangentes. Infelizmente não é este o caso do Brasil, em que os investimentos no aperfeiçoamento das estatísticas, principalmente as contínuas e em pesquisas diretas mais setorializadas, são ainda considerados como de baixo retorno ou, mais grave ainda, como perfeitamente dispensáveis, segundo críticos não afeitos às atividades de planejamento ou à pesquisa, seja à aplicada, seja à acadêmica.

Os dados relativos à atividade pecuária no Brasil, de responsabilidade da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), são levantados segundo dois tipos de pesquisas metodologicamente bem diferenciadas: as censitárias e as contínuas. As censitárias são indiscutivelmente abrangentes, confiáveis e mais do que suficientes, considerados certos agregados de área. As contínuas, no entanto, ainda são insuficientes e pouco abrangentes no que se refere à totalidade dos fenômenos pesquisados. São duas as pesquisas contínuas mais diretamente ligadas ao mercado de bovinos para o abate ou mais especialmente ao abastecimento de carne bovina no País, ambas com restrições quanto à excelência dos dados. A primeira preocupa-se em levantar o estoque de bovinos existente ao final do ano, em todos os municípios do País, não se preocupando, no entanto, da composição desse rebanho,

conhecimento básico para uma melhor compreensão da atividade. A segunda, a de abates, de periodicidade mensal, procura por amostragem probabilística dos estabelecimentos dedicados ao abate de animais e segundo o cadastro dos Censos Industriais, estimar o total de bovinos abatidos no País, assim como o peso de suas carcaças e conseqüente produção de carne. Esta pesquisa tem o grande inconveniente de não ser abrangente, desde que não considere os abates realizados nos demais setores da economia, também produtores de carne bovina.

Como se observa, as fontes de dados relativos ao produto da atividade pecuária não são satisfatórias ou abrangentes o suficiente para um melhor estudo dessa atividade. Considerando a sua importância no País, quer como a maior fornecedora de proteínas na alimentação do povo brasileiro, como criadora de empregos e fixadora do homem no campo, como geradora do maior fluxo de produção ou de insumos, em termos de valor, entre todos os setores da economia, com efeitos em cadeia na geração, distribuição e consumo da riqueza, ou ainda como responsável por significativas quantidades de divisas rendidas ao País, não resta dúvida de que qualquer esforço para a melhor compreensão da atividade deve ser tentado e qualquer investimento para a melhoria das estatísticas relativas à pecuária deve ser incentivado. A importância da pecuária bovina no País é tão marcante e tão pouco estudada que procurou-se, neste trabalho, atenuar algumas das deficiências ou insuficiências dos dados existentes a fim de possibilitar, ao menos, um ponto de partida para futuros estudos que objetivem a um maior aperfeiçoamento das estatísticas e conseqüentemente maior compreensão do sub-setor. A maneira encontrada para satisfazer tanta pretensão, o que merece pedidos de desculpas, foi a de se tentar a construção de um modelo simples com o qual se pudesse fazer previsões acerca do comportamento provável de certas variáveis básicas e responsáveis pela evolução do rebanho bovino ao longo do tempo, o que evidentemente, exige um conhecimento prévio empírico, intuitivo, ou teórico, mesmo rudimentar, dos fenômenos envolvidos ou causadores dos fatos ou acontecimentos populacionais.

Felizmente, tem-se observado que os fenômenos de caráter biológico, e outros relativos ao comportamento de um rebanho de animais superiores, têm uma profunda similaridade com os ocorridos ou que ocorrem numa população humana, fenômenos estes estudados e pesquisados, exaustivamente, há longo tempo.

Sem qualquer pretensão de originalidade, há diversos trabalhos acerca, e com alguns rudimentos de teoria sobre o crescimento populacional humano. Objetivou-se, então, através de formulação de algumas hipóteses até consensuais, e da construção de relações simples de comportamento e identidades, chegar-se a uma estimativa da provável composição do rebanho bovino entre os anos censitários, com destaque para os componentes responsáveis diretos pela expansão ou retração do mes-

mo. Por simples manipulação dessas relações pode-se então conseguir estimativas mais abrangentes do número de animais abatidos no País e vários outros indicadores, e dados importantes sobre o comportamento da população bovina ao longo do tempo e não devidamente considerados nas estatísticas oficiais existentes.

No Capítulo 2 deste estudo, procurou-se, da melhor maneira possível, sintetizar os fundamentos dos principais métodos de estimativa de uma população humana, selecionando-se o mais favorável, em vários aspectos, ao objetivo do trabalho e apresentando o modelo para a estimação das diversas variáveis responsáveis pela dinâmica da população bovina.

No Capítulo 3 todas essas variáveis serão sucintamente apresentadas e discutidas, devendo-se notar que, algumas dessas, apesar de aparentemente artificiais ou construídas como um artifício para a triangulação do modelo, são altamente expressivas e de importância fundamental na compreensão dos fenômenos das populações animais.

No Capítulo 4 serão ligeiramente apresentados os dados disponíveis para a aplicação do modelo e em seguida, estimadas algumas das suas relações básicas.

Nos Capítulos 5 e 6, procurar-se-á mostrar a imensa valia do conhecimento da composição do rebanho bovino e da real taxa de desfrute desse rebanho, com estimações do rebanho entre os anos censitários, estimativas do abate total de bovinos, estimativas do abate de vacas e considerações e avaliações sobre o ciclo pecuário no País.

2 — METODOLOGIA E SELEÇÃO DO MODELO PARA A ESTIMAÇÃO DE REBANHO BOVINO

A tentativa de estimação do rebanho bovino através de métodos demográficos se justifica pela similaridade existente entre os fenômenos puramente biológicos que ocorrem nas espécies animais superiores, tais como: longo período de gravidez, fecundidade, períodos de lactação, adaptação ecológica, fases da vida, etc.

Os métodos utilizados na estimativa da população humana que, até a década de 40, eram reputados como seguros e confiáveis, atualmente não o são, devido principalmente às modificações significativas ocorridas nas taxas de natalidade e mortalidade em quase todos os países desde então. No entanto, para as populações animais, especialmente para os bovinos, tem-se notado uma evolução das principais variáveis da dinâmica populacional bastante lenta, do que se pode afirmar serem esses métodos, atualmente, perfeitamente válidos para a estimativa dessas populações. Ademais, uma das variáveis mais importantes na estimação dos rebanhos é controlada unicamente pelo homem que, pelo menos em tese, elimina uma série de complexidades relacionadas

às taxas de mortalidade dos animais normalmente encontradas nos estudos de população humana. Diante dessas vantagens e partindo-se dos métodos demográficos na estimação do rebanho bovino, resta então selecionar o melhor deles ou o com menor desvio avaliado “a posteriori”, desde que o período de tempo a ser analisado compreende os dois anos censitários de 1975 e 1980, anos em que se poderá checar a excelência ou não dos métodos adotados.

A bibliografia básica utilizada, relativa às estimativas e projeções da população, consta de uma publicação da Organização das Nações Unidas (ONU) ¹ que sintetiza e classifica esses procedimentos em três tipos básicos: métodos matemáticos, métodos econômicos e métodos das componentes. Os métodos matemáticos se “baseiam em equações que expressam as taxas de crescimento da população, como funções do tempo, não levando em conta fatores particulares que podem influenciar a tendência durante qualquer período específico do tempo”. Contudo, “a característica que realmente distingue uma projeção matemática é a aplicação dos cálculos apenas a valores relativos à população total e não a segmentos dela ou a relações entre a população e seu ambiente” ². “O uso de um método matemático pressupõe que a tendência de crescimento total da população segue um ritmo regular e que as características importantes da composição social e econômica do futuro sejam iguais às do passado” ³.

Os métodos chamados econômicos, por sua vez, partem do pressuposto de que o crescimento populacional é função de variáveis econômicas: como o nível de renda, da distribuição dessa renda, etc., que, em última análise, condicionariam a dimensão ou magnitude das taxas de natalidade e de mortalidade, as migrações e outras variáveis.

O terceiro método, o das componentes, resume-se na projeção da população por classes ou grupos de indivíduos com certa característica comum. Na realidade, o método dos componentes é mais geral e pode englobar tanto os métodos matemáticos quanto os econômicos. Dependendo das variáveis a serem consideradas e se “puderem ser feitas hipóteses plausíveis com respeito a um dos inúmeros setores da população, reduz-se muitíssimo o risco de erro no resultado total” ⁴. Parece claro, portanto, que uma tentativa mais elaborada para se conseguir projeções da população futura deve considerar, preferencialmente, o método das componentes, evidentemente, diante das disponibilidades dos dados e da racionalidade das hipóteses feitas.

¹ MÉTODO para preparar projeções de população por sexo e por idade. Nações Unidas. Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais. Rio de Janeiro, IBGE, 1978. 168 p.

² Ibid.

³ Ibid.

⁴ Ibid.

3 — O MODELO

Para as estimativas do rebanho bovino no Brasil ao final de um ano qualquer, será adotado o método das componentes, procurando-se estimar o número de animais em cada uma das principais faixas etárias do rebanho por sexo, separadamente. O critério para a seleção dessas faixas etárias é simples e relaciona-se com as variáveis dinâmicas ou responsáveis pelo aumento da população bovina. Estas são facilmente identificáveis desde que se considere que a variação nos estoques de animais num determinado período e numa economia fechada, é função do número de animais nascidos no período menos o número de animais vitimados e menos o número de animais abatidos. É claro então que se o abate de animais, e em tese, pode ser considerado como uma variável conhecida, assim como o número de animais vitimados deve, em geral, pouco flutuar, o número de animais por faixas etárias e por sexo deve se relacionar sempre ao número de animais nascidos no período considerado ou, em última análise, ao estoque de animais fêmeas existentes no período.

Sejam então as seguintes identidades:

$$Vt = (1 - \beta_V) (1 - d_t) V t - 1 + (1 - \beta_B) \gamma_t B t - 1 \quad (1)$$

$$Bt = (1 - \beta_b) bt - 1 + (1 - \beta_B) (1 - \gamma_t) B t - 1 \quad (2)$$

$$bt = (1 - \Theta) \frac{Nt - 1}{2} \quad (3)$$

$$\gamma_t = (1 - \beta_B) (1 - \gamma_t - 1) \frac{Bt - 2}{Bt - 1} + \lambda t \left[1 - (1 - \beta_B) (1 - \gamma_t - 1) \frac{Bt - 2}{Bt - 1} \right] \quad (4)$$

$$Nt = \alpha_t V_t \quad (5)$$

$$Nt = (1 - \beta_B) \gamma_t Bt - 1 + (1 - dt - 1) [Vt - (1 - \beta_B) \gamma_t Bt - 1] \quad (6)$$

onde:

Vt é o número de vacas existentes ao final do período t ;

Bt é o número de novilhas existentes ao final do período t ;

bt é o número de bezerras, entre 1 a 2 anos de idade, ao final do período t ;

dt é a taxa de abates de vacas no ano t ;

γ_t é o coeficiente de transformação das novilhas em vacas no período t ;

Θ é a taxa (coeficiente) de mortalidade dos animais entre 0 e 1 ano de idade;

Nt é o número de animais nascidos no ano t ;

λt é o coeficiente de transformação das bezerras existentes no ano $(t - 1)$, em vacas no ano t ;

β é a taxa (coeficiente) de mortalidade dos animais entre 1 e 2 anos de idade (β_b), entre 2 e 3 anos de idade (β_B) e das vacas (β_V), no período t .

Convém uma melhor explicação dessas identidades e equações. A primeira delas diz simplesmente que as vacas existentes ao final de um ano t qualquer deve ser igual ao número de vacas existentes ao final do ano anterior, menos as que foram abatidas e vitimadas e mais uma parcela (γ_t) das novilhas existentes ao final do ano anterior e que se transformaram em vacas no ano (t) , isto é, novilhas prenhes ou vacas novas paridas, menos o número de novilhas que foram vitimadas no ano.

Não foram assim considerados os abates de novilhas que apesar de constarem nas estatísticas oficiais representam uma pequena parcela dos abates de fêmeas podendo ser desprezados no modelo.

A segunda equação, por sua vez, significa que o número de novilhas existentes ao final de um ano t qualquer deve ser igual ao número de bezerras entre 1 e 2 anos existentes no ano anterior $(t - 1)$ excluídas as vitimadas no ano e mais as novilhas existentes neste último ano e que não se transformaram em vacas no ano t excluídas as vitimadas por qualquer causa.

Aqui, novamente não foram considerados significantes, nem nas estatísticas oficiais nem mesmo pela racionalidade econômica, o abate de novilhas e de bezerras no ano t em questão.

A terceira equação diz que o número de bezerras entre 1 e 2 anos de idade deve ser igual à metade do número de animais nascidos no ano anterior menos, evidentemente, os vitimados no ano. Na verdade, apesar de estatisticamente ser provável a equi-probabilidade de nascimento entre machos e fêmeas numa população bovina suficientemente numerosa, sabe-se que por criteriosa seleção de animais pode-se conseguir um desequilíbrio nessa relação, principalmente na pecuária leiteira, o que porém, em se tratando de um estudo abrangente do rebanho nacional como um todo, pode ser relevado e postergado para futuros trabalhos.

Quanto à quarta identidade, ela especifica que o coeficiente de transformação das novilhas em vacas num ano t é igual ao número de novilhas existentes ao final do ano $t - 2$ que não se transformaram em

vacas no ano seguinte ($t - 1$) e mais uma parcela das novilhas existentes nesse último ano excluídas as novilhas remanescentes do ano ($t - 2$). Ambas as parcelas, evidentemente, diminuídas dos animais vitimados nos anos relacionados.

A quinta e a sexta equações se referem ao número de animais nascidos durante o ano t , sendo que a primeira delas é apenas auxiliar e diz que o número de animais nascidos é proporcional ao número de vacas existentes ao final do ano, enquanto que a segunda equação envolve a hipótese de que todas as novilhas existentes ao final do ano anterior e que se transformaram em vacas no ano subsequente, deram crias neste ano e que as vacas já existentes ao início deste mesmo ano tiveram uma taxa complementar à verificada no ano anterior. Esta última equação não será utilizada, desde que, devido à disponibilidade de dados, deverá ser feita a hipótese de constância da taxa de natalidade no período de tempo considerado.

Observando-se as equações do modelo e imaginando-se relativas a um ano conseqüente a um ano censitário, verifica-se que o modelo não é operacional, donde ser necessária a formulação de hipóteses, sempre com o cuidado de não se agredir demasiadamente a lógica nem os fatos, a fim de tornar exequível a sua utilização. Das inúmeras hipóteses testadas, ou melhor dizendo, das combinações de hipóteses testadas, as que menos desvios apresentaram nos dados entre um ano censitário e um outro, foram as hipóteses da constância das taxas de natalidade e das taxas de mortalidade, tal como conceituadas neste trabalho. As taxas de abates de vacas foram consideradas como exógenas e "corrigidas" ou ajustadas, segundo a relação entre os dados oficiais de abates publicados pelo IBGE, os dados estimados a partir dos dados censitários, as relações propostas pelo modelo e a hipótese de constância da taxa de natalidade.

A formulação de todas essas hipóteses, evidentemente, exige uma melhor exploração das variáveis envolvidas, o que se fará a seguir, iniciando-se com as taxas de mortalidade, os coeficientes de transformação (γ_t) e (λ_t), a taxa de natalidade de (α_t) e finalizando com a taxa de abates (d_t), após o que o modelo será mais facilmente absorvido e tornado mais operacional. Note-se que, são a estas variáveis que se pode atribuir a eventual expansão ou retração do rebanho bovino num determinado período de tempo, donde poder-se denominá-las variáveis dinâmicas.

3.1 — As variáveis dinâmicas

3.1.1 — As taxas de mortalidade dos bovinos nas diferentes faixas etárias consideradas

Nas populações humanas a taxa de mortalidade geralmente "diminui rapidamente desde o nascimento até chegar a um mínimo próximo

à idade de 10 anos; ela então aumenta com a idade, a princípio gradualmente e depois mais acentuadamente”⁵. Na população bovina a evolução da taxa de mortalidade é similar à humana, variando, evidentemente, quanto às médias de idade em que ocorrem as mudanças de sentido da taxa e com a particularidade de que os animais são, via de regra, sacrificados ainda em idade em que as taxas de mortalidade estão aproximadamente estabilizadas; isto parece lógico desde que só em casos excepcionais um produtor conservaria um animal em que os sinais de senilidade já se manifestam. Portanto, é perfeitamente plausível uma hipótese de igualdade ou pouca variação nas taxas de mortalidade dos bovinos com idade superior à idade em que se considera como ponto de inflexão dessa taxa. Parece existir também um consenso de que esta idade está ao redor de 1 ano de idade. Coincidentemente, ou muito planejadamente, os Censos Agropecuários de 1975 e 1980 levantaram justamente o número de animais vitimados com menos de 1 ano e dos animais com mais de 1 ano de idade, o que definitivamente favorece a hipótese de taxas de mortalidade diferenciadas apenas para estas duas faixas etárias. Resta, no entanto, uma séria dificuldade que é a inexistência de dados de bovinos vitimados nos anos intercensitários. Duas alternativas surgem então para a resolução desse problema. A primeira é a de se estimar as taxas de mortalidade dos bovinos, ano a ano, por métodos demográficos já suficientemente explorados e a segunda alternativa é a formulação da hipótese de constância ou pouca flutuação dessas taxas ao longo do tempo. A primeira alternativa apesar de aparentemente mais científica e atraente, infelizmente pode levar a desvios tão ou mais significativos do que a segunda alternativa, pelo simples fato de se dispor de dados apenas em dois pontos do tempo, os anos censitários de 1975 e 1980. Ademais, os calendários das pesquisas agrícolas não são, evidentemente, direcionados para a coleta de dados em anos atípicos em que as condições de tempo ou de eventos epidêmicos aumentam as taxas de mortalidade dos animais. Assim, parece sensato, diante da disponibilidade de dados e diante das vantagens operacionais do modelo, supor-se que as taxas de mortalidade dos bovinos nas duas faixas etárias consideradas permaneçam constantes a médio prazo. A título apenas de facilitar a assimilação de tal hipótese, as taxas de mortalidade dos bovinos com mais de 1 ano de idade em 1975 foi de 1,83 contra 1,96% em 1980, enquanto que a dos bovinos com menos de 1 ano foi de 9,17 em 1975 e de 8,7% em 1980.

3.1.2 — As taxas de transformação das novilhas em vacas (γ_t)

Esta taxa significa a magnitude ou a velocidade com que o estoque de vacas é recomposto, diminuindo ou aumentando em um determinado período de tempo. É variável básica no modelo, uma vez que está rela-

⁵ Op. cit., p. 38.

cionada fortemente ao número de animais nascidos em anos passados seguidos e, conseqüentemente, ao abate e descarte de fêmeas em anos ainda mais anteriores. As taxas de transformação (γ_i) dependem ainda da melhoria e precocidade do rebanho o que, infelizmente, somente é conseguido depois de pacientes trabalhos de manejo, seleção e difusão de melhores raças bovinas, o que demanda longo tempo, possivelmente bem além do período de tempo que se pretende testar neste trabalho.

Observe-se que uma análise detalhada do comportamento dessas taxas deve permitir a construção de indicadores bastante seguros sobre a evolução futura do rebanho bovino. Neste trabalho, apesar de uma série de simulações quanto à evolução dessas taxas, não foi possível formar-se uma idéia mais precisa sobre a dimensão e a flutuação das mesmas, devido à precariedade dos dados de abates de vacas e do desconhecimento das taxas de natalidade dos bovinos, como se verá em seqüência.

3.1.3 — A taxa de transformação das novilhas novas em vacas (λ_i)

Por novilhas novas entende-se as novilhas ao final de um ano t qualquer que, no ano anterior, eram ainda bezerras entre 1 e 2 anos de idade. É claro que esta taxa depende das mesmas variáveis que determinam a variável γ_i , como a precocidade do rebanho, número de animais nascidos em anos anteriores, abate de fêmeas ocorrido em anos anteriores, etc. Enfim é uma variável componente da taxa de transformação das novilhas em vacas (γ_i) e portanto básica para o modelo, apesar de se supor que sua importância não seja quantitativamente muito relevante em alguns anos considerados isoladamente, mas que deve se constituir num indicador precioso da melhoria do rebanho bovino nacional.

3.1.4 — A taxa de natalidade (α)

A taxa de natalidade é aqui conceituada como sendo a relação entre o número de animais nascidos num determinado período e o número de vacas existentes ao final deste mesmo período. A razão para esta conceituação que mais logicamente deveria ter como denominador da relação o estoque médio de vacas no período, é que essa taxa foi considerada inicialmente como endógena ao modelo, dados os abates de vacas, e que após hipóteses plausíveis sobre o comportamento da variável γ ou de λ , seria perfeitamente determinada. A convicção que se tem é que a taxa de natalidade do rebanho de vacas como um todo deve variar significativamente ao longo das diversas fases do ciclo pecuário, mas esta variação só pode ser detectada de posse de estatísticas abrangentes relativas ao abate de vacas ao longo do tempo, e não as há; donde a opção por uma conceituação de taxa de natalidade rela-

cionada ao estoque de vacas ao final do ano censitário e a hipótese conseqüente da constância dessa taxa no período considerado neste trabalho, ser praticamente forçada. Aliás, essa opção pode ser encarada como a maior limitação do modelo adotado mas que pode ser perfeitamente atenuada se, mesmo periodicamente, se realizasse uma pesquisa por amostragem probabilística sobre a atividade pecuária em anos anteriores ou posteriores aos Censos Agropecuários em todo o Território Nacional. Isto não exige vultosos gastos nem muitos estudos, desde que a pecuária é sabidamente uma das atividades melhor comportadas estatisticamente, com áreas bem homogêneas em termos de distribuição, de manejo e até certa uniformidade do rebanho. O IBGE, a propósito, realizou uma pesquisa especial de bovinos, logo após o ano censitário de 1970, pesquisa esta, na época, muito pouco aproveitada pelos estudiosos do setor mas que, no mínimo, representa um útil precedente, apesar de ter sido regionalizada e relativamente limitada quanto a alguns aspectos da atividade.

De volta à taxa de natalidade e às hipóteses formuladas, como um atenuante pode-se dizer que, se em regiões em que os pecuaristas estão mais voltados para o mercado as variações na taxa de natalidade devem ser sensíveis ao longo de um ciclo pecuário, nas demais regiões isto não deve ocorrer, donde, no agregado as taxas de natalidade não devam flutuar demasiadamente em períodos curtos de tempo e na média. A preocupação que se percebe ou que se pretende transmitir é que uma pequena variação de um ponto percentual positivo na taxa de natalidade de um rebanho de vacas de cerca de 40 milhões de cabeças representa cerca de 400 mil bezerros nascidos a mais; número bastante expressivo em qualquer população de bovinos. O temor que se teria é que tal variação distorcesse todas as demais estimativas do modelo invalidando parcialmente este trabalho, mas pelos próprios resultados conseguidos isto não aconteceu.

3.1.5 — A taxa de abate (\bar{d}_t)

A taxa de abate de vacas é a última variável condicionante do estoque de animais num período qualquer. No modelo e de início, considera-se que o montante de animais abatidos seja um dado exógeno uma vez que o IBGE realiza, mensalmente, o levantamento dos dados de abate por amostragem probabilística de frigoríficos e matadouros municipais em todo o País. Porém, no desenvolvimento do modelo e no contínuo teste de hipóteses que será feito verificar-se-á que, na realidade, há uma diferença bastante significativa entre os dados levantados pelas pesquisas do IBGE e as estimativas aqui conseguidas. É claro que diante dos enormes problemas que envolvem os levantamentos da pesquisa por amostragem probabilística, desde a dificuldade de obtenção de um cadastro abrangente e confiável dos estabelecimentos de abate de animais,

até a reconhecida existência de um número expressivo de animais abatidos nos próprios estabelecimentos agrícolas e em "estabelecimentos clandestinos", é de se crer que simples simulações matemáticas baseadas em hipóteses verossímeis e plausíveis possam melhor representar as estimativas de abates no País, o que consistiria numa importante e às vezes até fundamental contribuição de um modelo como o aqui apresentado. Outras considerações relativas a este ponto serão ainda levantadas no desenrolar deste trabalho, ficando claro que os dados oficiais de abates de vacas não são compatíveis com o modelo e as hipóteses até aqui apresentadas desde que, adotados, representariam resultados francamente recusáveis.

4 — OS DADOS

Os dados utilizados foram os dos Censos Agropecuários de 1975 e 1980 compreendendo o número de bezerras entre 1 e 2 anos de idade, das novilhas e das vacas, todas estas variáveis representando estoque de animais, ou seja, o número de animais existentes na data básica considerada pelos Censos (31 de dezembro); e as variáveis: número de animais nascidos no ano, número de animais vitimados e número de animais abatidos; variáveis de fluxo e com apenas a última delas, em princípio, considerada como variável exógena e fornecida pelas estatísticas contínuas de abate de animais levantados pelo Departamento de Estatísticas Industriais e Comerciais (DEICOM) do IBGE, para os diversos anos considerados.

Talvez aqui caibam algumas considerações e críticas qualitativas dos dados censitários, diante da compreensível e imaginável dificuldade do produtor pecuarista de fornecer informações aparentemente exigentes de um acompanhamento e contabilidade rigorosa do rebanho bovino no ano censitário. Na verdade, o que se pode dizer, é que uma boa parcela dos pecuaristas possui, mesmo rudimentarmente, uma contabilidade ou "escrita" em que diariamente ou periodicamente anotam os principais acontecimentos ou desempenho de cada um de seus animais. Outra parcela de produtores e possivelmente a maior, mesmo sem qualquer acompanhamento contábil, é perfeitamente capaz de identificar e classificar o seu gado apenas com a poderosa ajuda de sua memória ou do seu aplicado capataz, preocupado e ciente de que cada animal, bezerro ou touro, representa uma parte de seu capital e que um simples descuido de sua parte pode representar um prejuízo, às vezes até irreparável.

É claro que até aqui apenas foram considerados os produtores pecuaristas mais diretamente voltados para o mercado e em grande número estabelecidos em regiões em que o mercado de gado bovino e seus sub-

produtos estejam razoavelmente implantados. Os demais produtores, e os há evidentemente, marginalizados ao mercado, através de insuficiência de infra-estrutura de comercialização na região; quer por questão de nível cultural do produtor, ou ainda por simples desleixo ou razões outras que não a exploração econômica do estabelecimento, não conseguem fornecer dados fidedignos aos recenseadores do IBGE, levando, é claro, a um desvio da realidade ou a um aumento na margem de erro nas estatísticas oficiais. Esses casos no entanto, assim como as informações conscientemente deformadas transmitidas pelos produtores, infelizmente, não estatisticamente avaliáveis mas certamente significativas em nível de estabelecimento, são normalmente assimiláveis e diluídas no imenso número de estabelecimentos pesquisados nos Censos Agropecuários.

Assim, pode-se afirmar que os dados levantados pelos Censos Agropecuários são tão melhores quanto maior o nível de agregação regional adotado e nesta proporção bem mais confiáveis que outros dados levantados, mesmo em pesquisas censitárias, em outros setores da economia brasileira. Isto posto e como neste estudo trabalha-se com dados agregados para o Brasil como um todo, resta apenas analisar-se algumas particularidades das informações coletadas pelos Censos Agropecuários e a sua utilização na estimação das variáveis do modelo proposto.

5 — ESTIMATIVA DAS VARIÁVEIS DINÂMICAS

5.1 — O cálculo das taxas de mortalidade

Feita a hipótese de constância da taxa de natalidade, o cálculo das taxas de mortalidade deve ser feito com o maior cuidado uma vez que elas envolvem geralmente uma variável de estoque. No caso das taxas de mortalidade, aceita-se em princípio a hipótese da constância, tanto da taxa para os bovinos vitimados com menos de 1 ano de idade quanto para os bovinos com mais de 1 ano de idade, dois procedimentos podem ser seguidos. O primeiro seria o de simplesmente considerar-se as relações, tais quais, fornecidas pelas publicações censitárias, ou seja, a taxa de mortalidade dos bovinos com menos de 1 ano de idade seria a relação entre o número de bovinos com menos de 1 ano e o número de bovinos nascidos durante o ano; a taxa de mortalidade dos bovinos com mais de 1 ano de idade seria a relação entre o número desses bovinos vitimados e o estoque de animais ao final do ano. Aparentemente essas relações são perfeitamente aceitáveis conforme o modelo a ser adotado, mas o cálculo dessas taxas, por via indireta, considerando as características dinâmicas das variáveis envolvidas parece ser mais conveniente e mais próximo da realidade.

Assim, sejam as seguintes variáveis censitárias:

\bar{b}_t^* o estoque de bezerros com menos de 1 ano de idade ao final do ano t ;

b_t o estoque de bezerros entre 1 e 2 anos de idade ao final do ano t ;

N_t o número de bezerros nascidos durante o ano t ;

W_t o número de bezerros com menos de 1 ano de idade vitimados no ano t ;

w_t o número de bezerros com menos de 1 ano de idade, nascidos e vitimados no ano t ;

w_{t-1} o número de bezerros com menos de 1 ano de idade vitimados no ano t mas nascidos em $t-1$;

então,

$$1) \quad \bar{b}_t^* = N_t - w_t$$

$$2) \quad b_t = \bar{b}_{t-1}^* - w_{t-1}$$

$$3) \quad W_t = w_t + w_{t-1}$$

ou seja,

$$\bar{b}_{t-1}^* = \bar{b}_t^* + b_t + W_t - N_t$$

Conhecido \bar{b}_{t-1}^* , pela segunda equação conhecemos w_{t-1} e pela terceira conhecemos w_t .

Seja então, Ω_t a taxa de mortalidade dos bezerros com menos de 1 ano de idade no ano t , nascidos neste ano.

$$\text{Então, } \Omega_t = \frac{W_t}{N_t}.$$

Seja também Θ_t a taxa de mortalidade no ano t dos bezerros com menos de 1 ano de idade, qualquer tenha sido o ano de seu nascimento e relacionado ao número de animais nascidos no ano anterior, tal que: $b_t = (1 - \Theta) N_{t-1}$.

Então, se $\bar{b}_{t-1}^* = (1 - \Omega_{t-1}) N_{t-1}$, segue que:

$$(1 - \Theta_t) = \frac{b_t}{\bar{b}_{t-1}^*} \cdot (1 - \Omega_t)$$

É claro que, suposta a pouca variação ou a constância nas taxas de mortalidade dos bezerros com menos de 1 ano de idade e nascidos em um ano dado, presume-se também que eventuais variações nessas

taxas possam ser compensadas por variações nas taxas de mortalidade dos animais nascidos no ano posterior, ou vice-versa. No primeiro caso pode até haver uma possível argumentação para esta hipótese desde que um pecuarista qualquer, que se vê às voltas com um aumento no número de animais vitimados, muito provavelmente tomará suas providências, tentando, quer seja através de tratos sanitários, quer seja através de melhor manejo ou outros procedimentos, diminuir a incidência de vítimas em seu rebanho.

O cálculo da taxa de mortalidade dos animais com mais de 1 ano de idade só aparentemente é mais simples. *A priori*, pode-se afirmar que essa taxa, em condições normais não é sujeita a variações bruscas, que só ocorrem, ou podem ocorrer, em situações calamitosas ou de aparecimento de violentos surtos epidêmicos. Portanto, a longo prazo, pode-se tranquilamente aceitá-la como relativamente pouco variável, mesmo nas condições brasileiras em que mais a imprevidência do que a rigidez das condições físicas do ambiente tende a agravar situações que em outras áreas do mundo não seriam consideradas catastróficas. Parece lógico considerar que as taxas de mortalidade sejam função da idade e fenótipo dos animais, em primeiro lugar, e das condições ambientais e de manejo em segundo lugar. Parece lógico também que os últimos fatores devem afetar indistintamente a todos os animais, donde a diferenciação entre as duas taxas de mortalidade aqui adotadas ser passivelmente aceita.

No cálculo da taxa de mortalidade dos animais com mais de 1 ano de idade, como no caso anterior, o problema se resume na distinção das variáveis envolvidas: de fluxo e de estoque. Como as primeiras são dadas pelos Censos Agropecuários, resta estimar-se o estoque de animais a que devem se referir ou se relacionar as variáveis de fluxo. Parece claro que tanto o estoque de animais ao início do ano quanto ao final do ano, não são satisfatórios, dada a expressividade no número de animais abatidos e vitimados no ano, donde deveu-se recorrer ao cálculo do estoque médio de animais com mais de 1 ano de idade como uma tentativa de diminuição do possível erro derivado de uma situação de forte decréscimo ou acréscimo no rebanho bovino em uma de suas fases do ciclo pecuário e detectado pelos dados dos Censos Agropecuários.

Na estimativa do número médio desses animais em um ano, que seria a média aritmética dos animais existentes ao início e ao final do ano, o primeiro passo seria o cálculo dessa última variável diretamente estimada dos dados censitários. Assim, o estoque de animais ao final do ano t (K_t) seria igual ao estoque ao início do ano (K_{t-1}) mais os animais nascidos no ano (N_t) menos os abatidos (A_t) e os vitimados (v_t), ou: $K_t = K_{t-1} + N_t - A_t - v_t$.

Num ano censitário, apenas a variável abate de animais é que necessita de alguns reparos. À primeira vista, pode-se dizer que o número de animais abatidos (A_t) em um ano e para o País como um todo,

deve ser igual ao número de animais vendidos (X_t) mais exportados e mais abatidos nas fazendas (a_t), menos o número de animais comprados (c_t) (interna ou externamente) pelo produtor. Desprezando-se o comércio exterior de animais vivos, destas variáveis, com exceção do abate nas fazendas, devem ser deduzidos os animais que foram vitimados; assim, o número de animais abatidos deve ser, num ano censitário (t) qualquer: $A_t = v_t(1 - \hat{\beta}) - c_t(1 - \hat{\beta}) + a_t$.

Neste trabalho pela, relativamente, baixa participação do número de animais comercializados ($v_t - c_t$) no total do estoque animal ao início ou ao final do ano, a taxa de mortalidade dos animais vendidos e abatidos será calculada sem maior rigor de maneira tal que a taxa de mortalidade ($\hat{\beta}$) desses animais seja a razão entre o número total de animais vitimados no ano, sem distinção de idade por motivos óbvios, e o estoque médio de animais no ano em consideração. Então, a combinação das duas últimas equações apresentadas resultaria:

$$K_t = K_{t-1} + N_t - (1 - \hat{\beta})(X_t - c_t) + a_t - v_t$$

onde:

a_t é o número de animais abatidos nos estabelecimentos agropecuários no ano t .

Se $\hat{\beta}_t = \frac{v_t}{\frac{K_t + k_{t-1}}{2}}$ segue que A_t e K_{t-1}

são perfeitamente definidos. Como objetiva-se a estimação da taxa de mortalidade dos animais com mais de 1 ano de idade, taxa esta proporcional ao estoque médio desses animais segue-se que:

$$\beta = \frac{S_t}{\frac{K_{t-b^*t} + K_{t-1} - b_{t-1}^*}{2}}$$

onde β é a taxa de mortalidade dos animais com mais de 1 ano de idade em t ;

S_t é o número de bovinos dessa faixa de idade vitimados no ano t ;

K_t e b_t são variáveis já conceituadas anteriormente

Os resultados conseguidos para 1975 e 1980 permitiram a introdução das hipóteses de constância das taxas de mortalidade de bovinos uma vez que pouco variaram entre os dois anos considerados. Assim, as taxas de mortalidade dos animais com menos de 1 ano de idade foram de 9,17 em 1975 e de 8,87% em 1980, consideradas em relação aos nascimentos verificados no ano anterior, e as taxas de mortalidade dos ani-

mais com mais de 1 ano foram de 1,83 e 1,96%, respectivamente. Evidentemente deve-se ter em mente que a hipótese feita só pode ser sustentada razoavelmente num estudo de séries de dados mais longas e em que a tendência das taxas possam ser consideradas como o seu limite inferior, em um estudo de grandes agregados regionais e num país subdesenvolvido ou em desenvolvimento em que as melhorias de qualidade do rebanho e no seu manejo se processam muito lentamente.

Neste trabalho não apenas por comodidade mas principalmente pelo importante subproduto conseguido na estimativa das taxas de mortalidade, que é o número de animais abatidos no ano, serão adotadas as duas taxas obtidas para 1975, supondo-se aceitáveis ou, diante dos dados disponíveis, simplesmente inevitáveis as margens de erro derivadas. De passagem ou relembrando passagem anterior, não se acredita serem estas margens tão significativas a ponto de invalidarem os resultados do modelo.

6 — A APLICAÇÃO DO MODELO

O modelo tal como apresentado tem inúmeras aplicações práticas e teóricas como a elaboração de testes qualitativos para as estatísticas pecuárias, a previsão da evolução do rebanho bovino, estimativas do número total de animais abatidos, estimativas do número de vacas abatidas, estimativas do estoque total de animais, análises e compreensão do ciclo pecuário e muitas outras aplicações possíveis diante da soma de informações úteis conseguidas pelo modelo. Essas informações, na verdade, são derivadas da estimativa da composição do rebanho bovino por faixas etárias e por sexo, tal como será desenvolvido neste tópico, assim como algumas das aplicações acima listadas.

6.1 — A composição do rebanho bovino

Partindo-se das hipóteses de constância das taxas de natalidade e de mortalidade no período intercensitário de 1975-80, por simples combinação das diversas equações do modelo pode-se chegar a estimativa de qualquer um dos componentes do rebanho bovino, mesmo dos animais machos, relegados a um segundo plano nesse trabalho pela sua pouca expressão na explicação dos fenômenos responsáveis pela evolução do rebanho total.

Antes dessas estimativas, no entanto, é necessário mostrar o porquê de ter-se rejeitado os dados oficiais relativos ao abate de vacas e o porquê da necessidade da estimação dessa variável. Assim, pelas equações (1), (5) e (6) do modelo podemos escrever a expressão:

$$(1 - \beta) (1 - d_t) = \frac{\sqrt{t}(1 - \alpha_t)}{N_{t-1}} \text{ que para o ano censitário de 1975}$$

($t = 1975$), fornece imediatamente a taxa de abates (d_t) de vacas no ano censitário desde que N_{74} é conhecido pela Equação (3). O valor encontrado de $d_{75} = 0,14235$ indica que no ano de 1975 cerca de 14,235% do rebanho de vacas foram abatidas representando uma vida média de aproximadamente 7 anos para esses animais. É então inevitável a comparação desse indicador com os dados oficiais de abates de vacas no ano, de apenas 2.180 milhares de cabeças, o que significaria um rebanho total de vacas em 1975, de aproximadamente 15.314 milhares desses animais, número muito distante dos 35.932 milhares de cabeças levantadas pelo Censo Agropecuário desse ano. Parece claro, então, que a subestimação dos dados oficiais relativos aos abates é muito expressiva e que nem mesmo uma variação simulada nas taxas de mortalidade, para mais, poderia atenuar.

Como já comentado anteriormente, esta foi a razão da formulação da hipótese de constância da taxa de natalidade dos bovinos, que permite através das mesmas equações citadas acima estimar-se diretamente o número de vacas abatidas no ano de 1975, número esse sensivelmente superior ao da informação oficial (4.583 milhares contra 2.180 milhares de cabeças). Após o susto inicial com tal disparidade e melhor conhecimento das limitações dos dados oficiais, supôs-se que as diferenças encontradas entre as duas estimativas, representando, em sua maioria, os abates de vacas em estabelecimentos não industriais, devem, no agregado, pouco variar em relação ao total dos abates industriais. Esta hipótese, se coerente à primeira vista, perde um pouco dessa coerência ao observar-se que, ao longo de um ciclo pecuário, muito provavelmente os abates não industriais devem variar significativamente, como poderá ser verificado na análise dos dados a serem apresentados nas próximas páginas. Mas, enfim, não se conseguiu escapar da formulação da hipótese feita aceitando-se os possíveis erros encontrados como inevitáveis.

Encontradas as quantidades de vacas abatidas ano a ano, no período considerado, os componentes do rebanho são facilmente estimados pelas equações do modelo (Quadro 1).

Para facilitar melhor avaliação dos resultados foram apresentados, junto com as estimativas, os dados do Censo Agropecuário de 1980, notando-se a baixa discrepância encontrada entre eles, de -2,2% no rebanho de bezerros, de 0,2% no de novilhas, de 5,6% no de vacas e de 4,7% no número de animais nascidos no ano. São percentuais considerados ótimos em termos estatísticos e podem, através da melhoria de algumas das relações apresentadas, ainda ser mais reduzidos.

As principais informações do quadro 1, se referem, no entanto, à flutuação do número de cada um dos componentes do rebanho analisada ao longo do tempo, às variações na composição do rebanho de fêmeas em um mesmo ano e às relações entre as três faixas etárias e as subseqüentes ou conseqüentes nos anos considerados. São essas últimas relações, que mais despertam a atenção por representarem a

QUADRO 1

Composição do rebanho bovino, por grupos etários e por sexo segundo
estimativas — 1974-80

ANOS	COMPOSIÇÃO DO REBANHO BOVINO			
	b_t	B_t	V_t	N_t
1974.....			32 104 968	18 351 132
1975 (1).....	8 334 167	10 625 493	35 931 987	20 478 874
1976.....	9 300 481	9 534 696	36 960 446	21 067 454
1977.....	9 567 784	9 858 453	35 144 730	20 032 496
1978.....	9 097 758		35 908 613	20 467 909
1979.....	9 295 500	9 381 332	39 140 340	22 309 993
1980 (1).....	10 359 132	10 920 955	42 333 488	24 341 236
1980.....	10 132 083	10 898 706	44 716 365	25 488 328

ANOS	COMPOSIÇÃO DO REBANHO BOVINO		
	n_t	v_t	Δ_t
1974.....			
1975.....	8 825 402	27 106 585	4 582 618
1976.....	9 078 003	27 882 438	7 529 788
1977.....	8 632 041	26 512 689	9 957 530
1978.....	8 819 661	27 088 952	7 550 809
1979.....	9 613 419	29 526 921	5 831 276
1980 (1).....			4 778 115
1980.....	10 982 965	33 733 396	

(1) Resultados censitários.

mecânica do comportamento da evolução ou retração do rebanho de fêmeas e, por extensão, do rebanho bovino total. Repare-se então, que o aumento do número de animais nascidos em 1978 deveu-se ao maior número de vacas existentes neste ano que deveu-se por sua vez, e em parte, ao maior número de novilhas existentes em 1977 do que em 1976, o que ocorreu, também em parte, ao aumento do número de bezerros entre 1 e 2 anos de idade neste último ano em relação a 1975. Situação similar ocorre quando partimos do número de animais nascidos em 1979. Parece claro que, diante das hipóteses adotadas no modelo, esse quadro deverá se repetir ao longo do tempo dependendo exclusivamente da evolução das taxas de abates de vacas, mas esse é um assunto que voltará a ser abordado mais adiante.

6.2 — Estimativas do rebanho bovino

O modelo possibilita uma série de maneiras para se estimar o rebanho bovino no País, seja através da extensão das equações desenvolvidas em que, por certo, hipóteses similares às já formuladas relativas ao abate de animais, deveriam ainda ser desenvolvidas, seja através de simples suposições quanto ao comportamento das variáveis em um grande número de observações. Postergando a maior extensão e com-

plexidade do modelo para futuros trabalhos, é mais prática a aceitação de relações que aparentemente conservam uma certa constância em uma população bovina, ao longo do tempo e em condições similares de sobrevivência. Uma destas relações pode ser a existente entre o número de fêmeas com mais de 1 ano de idade e o estoque de bovinos. Os dados censitários mostram ao menos a sua pouca variação, desde que, em 1970, esta relação era de 0,5342, de 0,5398 em 1975 e de 0,5387 em 1980. Então, uma estimativa do estoque total de animais ao final de um ano através de uma relação aproximada de 0,54 entre o número de fêmeas com mais de 1 ano de idade e o total dos bovinos existentes não deve conter um erro muito significativo.

Os resultados encontrados estão contidos no quadro 2.

QUADRO 2

Estoque total de bovinos ao final do ano — 1976-80

ANOS	ESTOQUE TOTAL DE BOVINOS AO FINAL DO ANO
1976.....	103 325 240
1977.....	101 057 350
1978.....	102 328 610
1979.....	107 068 830
1980.....	121 753 980

Duas observações são importantes no quadro 2. A primeira é que a estimativa para 1980 apresentou um desvio em relação ao dado censitário de apenas 3,1%, o que é em termos estatísticos, um baixo erro, mesmo considerando-se a diferença entre os números absolutos reais e os estimados em cerca de 3,668 milhões de bovinos. A segunda observação é a flutuação do estoque total de animais, relativamente modesta quando na retração e pouco expressiva ao início e bastante significativa ao final da expansão. A primeira vista é até espantoso como um rebanho numeroso, com mais de 100 milhões de bovinos, com acréscimos anuais de 15 a 20 milhões de animais novos, uma taxa de desfrute considerada pelos melhores técnicos como muito baixa, também baixos níveis de consumo e de exportação de carne e de animais, pode apresentar um decréscimo no rebanho de um ano para o outro de mais de 2 milhões de cabeças e três anos depois acrescentar mais de 20 milhões de bovinos ao seu estoque. Na verdade há uma série de hipóteses para a explicação desse fenômeno, excetuando-se, é claro, as que envolvam restrições aos dados censitários, facilmente descartáveis e à metodologia de estimação do estoque de animais, segundo relações globais, aqui apresentadas, mas supostas no trabalho como aceitáveis.

As hipóteses então seriam:

— erros nas suposições básicas do modelo, ou seja, as taxas de natalidade e as taxas de mortalidade dos bovinos variam muito significativamente;

— as estatísticas oficiais sobre o assunto não conjugam com as hipóteses de constância das taxas de natalidade e mortalidade assumidas no modelo.

A primeira hipótese realmente é forte, desde que um dos objetivos do presente trabalho era justamente a avaliação das taxas de natalidade e talvez as de mortalidade, endogenamente ao modelo; no entanto, no grande agregado que é o País, é aceitável ou pelo menos discutível, que essas taxas, responsáveis em grande parte pelo dinamismo da atividade pecuária apresentem um comportamento pouco variável. Isto pode ser suposto, dentro da atual distribuição espacial do rebanho bovino, com as taxas de mortalidade pouco variando no agregado, além mesmo de seu pequeno efeito no estoque de animais. Quanto à taxa de natalidade no entanto, ela certamente deve variar de forma expressiva já que é conceituada como dependente de duas faixas etárias do rebanho de fêmeas, ou seja, do número de novilhas e do número de vacas, mas, em princípio e segundo algumas evidências que serão apresentadas posteriormente, pode-se aceitar que a sua variação é pequena a curto prazo ⁶.

Quanto à segunda hipótese, deve haver na realidade uma subestimação dos dados de abates levantados e publicados pelo IBGE, o que será comentado no próximo tópico.

O que é importante ressaltar, pelos resultados até aqui conseguidos, é que a existência de um ciclo pecuário é inquestionável, quando se considera a população bovina total do País.

6.3 — Os abates de bovinos

Os resultados obtidos pela aplicação do modelo quanto ao abate de bovinos são da maior utilidade, mais por levantar o problema das estatísticas pecuárias no Brasil do que pela pretensão de estimação de dados mais próximos da realidade. Na verdade inúmeros insucessos do planejamento oficial e privado, no campo econômico ou no social, são quase sempre gerados ou passam pela inexistência e/ou pouca fidedignidade dos dados trabalhados. O investimento no contínuo aperfeiçoamento do planejamento, coleta, apuração, crítica e análise das estatísticas deveria ser considerado como um investimento de alto retorno, como o é realmente e até mesmo uma exigência da sociedade.

⁶ Na verdade, e pela lógica, a taxa de natalidade deve variar segundo o ciclo pecuário, sendo menor quando as respectivas de preço de bois são mais atraentes e maior em situação contrária.

Após este preâmbulo, aparentemente deslocado do texto, é evidente a necessidade de se analisar, se bem que sucintamente, a situação das estatísticas oficiais sobre o abate de animais no País.

A pesquisa de abates de animais é realizada mensalmente pelo IBGE desde 1975 e colhe dados de estabelecimentos industriais, inclusive dos matadouros municipais, relativos ao número de cabeças abatidas e pesos das carcaças para diversas espécies de animais. No seu primeiro ano a pesquisa abrangia todos os estabelecimentos de abates, passando, já em 1976, a coletar dados por amostragem probabilística dos estabelecimentos cadastrados em dezembro de 1975. Tal metodologia permaneceu até 1984 quando o cadastro dos estabelecimentos foi atualizado segundo o Censo Industrial de 1980. A grande dificuldade desta pesquisa é justamente a contínua atualização do cadastro de estabelecimentos dedicados ao abate de bovinos, não apenas de maneira preponderante, mas também como uma atividade secundária e até eventual. Ademais e segundo as Folhas de Movimento dos Censos Econômicos de 1970 e 1975, uma parcela não desprezível da produção de carne e dos abates de bovinos era proveniente de empresas não caracterizadas como industriais e classificadas principalmente nos setores comerciais e de prestação de serviços.

A avaliação do total de abates de animais num determinado período de tempo não é dificultada apenas pela disseminação da atividade por diversos setores tradicionais da economia; há ainda os abates nos próprios estabelecimentos agropecuários e os chamados abates "clandestinos" aqui entendidos como os abates realizados sem qualquer cobertura estatística e sem qualquer tipo de fiscalização e controle. Os abates nas fazendas podem ser razoavelmente estimados, sob certas hipóteses, já que são tradicionalmente levantados pelos Censos Agropecuários. Os abates "clandestinos", no entanto, só podem ser estimados indiretamente, através da avaliação do consumo e, acompanhamento da evolução dos estoques de carne bovina ou através de estimativa dos principais componentes do rebanho bovino ao longo do tempo. Tudo leva a crer que esses abates são bastante expressivos e comuns nas pequenas cidades, povoados e até nas periferias das grandes metrópoles.

Como se observa, não são poucas as dificuldades para um levantamento completo dos abates de bovinos num País tão extenso e complexo, donde ser esperado um desvio, eventualmente muito grande, entre os dados das estatísticas oficiais e a situação real da atividade. É então que mais se evidencia a utilidade dos modelos e simulações que, se bem fundamentados, podem ser de grande valia na melhor compreensão da realidade.

No modelo apresentado, a estimativa do número de bovinos abatidos, ano a ano, pode ser deduzida diretamente da relação simples em que os estoques de animais, ao final de um ano qualquer, são iguais

aos estoques existentes no início do ano mais os animais nascidos no ano, menos os abatidos e vitimados. Dispondo-se já dos estoques totais de animais e das taxas de mortalidade, calcula-se facilmente o número de animais abatidos. O quadro 3 apresenta estas estimativas assim como os dados levantados pelo IBGE no período analisado.

QUADRO 3

Número de bovinos abatidos no Brasil — 1975-80

ANOS	NÚMERO DE BOVINOS ABATIDOS NO BRASIL		
	A Abates totais segundo o IBGE ⁽¹⁾ (1 000 cabeças)	B Abates totais estimados (1 000 cabeças)	A/B
1975.....	8 539	—	—
1976.....	10 715	16 031	0,6694
1977.....	12 275	18 863	0,6507
1978.....	11 427	15 878	0,7206
1979.....	10 048	14 156	0,7098
1980.....	9 572	9 532	1,0042

(1) Apenas abates no setor industrial.

O dado para 1980 foi conseguido utilizando-se os dados censitários e o estoque de bovinos estimado para o final de 1979. Se fossem utilizados os dados encontrados através da aplicação do modelo, esse total seria de aproximadamente 7.088 milhares de cabeças, sensivelmente inferior ao adotado e explicável pelo erro cometido, ao redor de 3,1%, na estimativa do rebanho total ao final de 1980. Na verdade a origem desse erro parece estar na quantidade de vacas abatidas no período que, aceitas as hipóteses do modelo, deveriam se situar ao redor de 37.315 milhares de cabeças e não 35.643 milhares como estimado. A alternativa para a explicação dessa diferença seria rejeitar-se as hipóteses referidas, o que inviabilizaria o modelo, além de apresentar resultados não facilmente aceitáveis como um aumento em cerca de 49% no número de vacas vitimadas. Na falta de outras fontes de dados que possam facilitar a resolução desse verdadeiro dilema, deve-se aceitar os resultados apresentados, evidentemente com reservas, principalmente devido aos estatisticamente baixos desvios nas diversas estimativas feitas em relação aos dados do Censo Agropecuário de 1980.

Voltando ao quadro 3, o que se pode notar, além das significativas discrepâncias entre os dados oficiais e as estimativas, é a variação dessas discrepâncias ao longo do período.

A amplitude dessas diferenças na verdade é bem mais atenuada, desde que os dados do IBGE não incluem os abates nos estabelecimentos agropecuários; no entanto, a variação dessa amplitude pode indicar respostas ou comportamentos diferentes dos diversos setores que exercem a atividade do abate à situações conjunturais ou de mercado.

Deve-se notar ainda que a participação dos setores não industriais no abate de bovinos é bastante significativa em todo o período, o que indica a necessidade de esforços e investimentos mais vultosos para a ampliação da pesquisa e melhor conhecimento da atividade. Os dados do ano censitário de 1980, assim como ocorreu com os do ano de 1975, são claramente atípicos, sugerindo mesmo uma maior utilização dos dados censitários na crítica e depuração dos dados das estatísticas contínuas, o que é bom e necessário, desde que, evidentemente não mascare as tendências das variáveis pesquisadas continuamente, mesmo em um segmento apenas da atividade.

É interessante observar ainda, aceitas as estimativas de abates como mais próximas da realidade, a variação ocorrida em alguns indicadores de desempenho da pecuária nacional. Assim, tomando-se a taxa de desfrute do rebanho bovino, normalmente conceituada como a relação entre o número de animais abatidos e o estoque total do rebanho num determinado ponto do tempo, o modelo permite a utilização de um conceito mais aprimorado, qual seja, relacionar-se os abates em um determinado período ao estoque médio de animais no mesmo espaço de tempo.

As taxas de desfrute do rebanho seriam as relacionadas no quadro 4.

QUADRO 4

Taxas de desfrutes do rebanho bovino — Brasil — 1975-80

ANOS	TAXAS DE DESFRUTE DO REBANHO BOVINO (%)	
	Segundo dados oficiais	Segundo o modelo
1975.....	8,40	—
1976.....	10,45	15,64
1977.....	12,01	18,46
1978.....	11,24	15,61
1979.....	9,60	13,52
1980.....	8,37	8,33
Média 76/80.....	10,28	14,17

O quadro é muito esclarecedor. De início mostra claramente a subestimação dos dados oficiais, desde que é difícil aceitar-se num período de cinco anos uma taxa de desfrute de 10,28% do rebanho o que implicaria numa vida média do gado ao redor de 10 anos! Os coeficientes encontrados utilizando-se as estimativas de abates são bem mais coerentes, na média 14,17% indicando uma vida média dos animais ao redor de 7 anos. É ainda uma baixa taxa de desfrute, principalmente ao se considerar que o período analisado compreende uma fase acirrada do ciclo pecuário o que será comentado em outro tópico.

6.4 — O abate de vacas

Juntamente com o número de animais nascidos num determinado período, o abate de vacas explica uma grande parte dos já afamados ciclos pecuários, sendo responsável, parcialmente, pela expansão ou retração do rebanho bovino. Propositamente, empregar-se-á a expressão abate de vacas em vez da já consagrada “abate de matrizes” para realçar um aspecto muito importante e eventualmente esquecido ou ignorado em alguns estudos sobre o assunto. É a vida média do gado bovino; evidentemente com exclusão da possibilidade do abate. Apesar do grande porte e robustez, o bovino vive pouco em comparação a outros animais; em geral ao redor de 20 anos e em condições normais de vida. É claro que esta expectativa de vida depende de uma série de fatores, sendo talvez os mais importantes: a raça, a alimentação, a capacidade de adaptação ao clima, capacidade de resistência às enfermidades, ectoparasitas, endoparasitas, às condições topográficas e até composição do solo. Em suma, depende da adaptabilidade do animal ao meio ambiente e ao manejo que lhe é dispensado. Nas condições brasileiras de criação extensiva, em pastos naturais, sem manejo adequado e complementação alimentar pouco generalizada, o gado bovino deve ter uma expectativa de vida muito inferior à de outras áreas mais desenvolvidas. Esta expectativa de vida é facilmente estimada pelo homem.

O pecuarista, mesmo o mais analfabeto e bronco, de várias gerações, e os há em quase todo o lugar, sabe perfeitamente identificar o animal que já não acompanha aos demais, apresenta dificuldade em subir morros ou alturas à procura de melhor alimento e uma série de outros indicadores, que só a experiência pode ensinar, e relacioná-lo para o próximo lote de animais para o abate. É o que se chama descarte, e num agregado de muitos produtores representa uma oferta significativa de animais para o abate. O pecuarista, no entanto, mesmo analfabeto mas não bronco e não endividado, sabe também que não deve ter pressa. Um animal a ser descartado o pode ser em situações melhores de mercado e tem no mínimo, sem esperar o ciclo pecuário, a famosa entressafra de bovinos em que ele pode auferir ganhos maiores e seguros.

Apenas para esclarecer melhor o raciocínio apresentado, suponha-se que exista um consenso entre os pecuaristas de uma determinada região que uma vaca deve ser descartada sempre após a terceira parição, o que implica que serão descartadas, em média, ao redor dos 7 anos de idade, igualmente por suposição. Isto significa que cerca de 14% do rebanho de vacas poderá ou será descartado em média, por ano. Em termos de Brasil, representaria cerca de 5 milhões de cabeças de 1975 e 6 milhões em 1980 se considerados os estoques de vacas nesses dois anos censitários. É óbvio que o comportamento do pecua-

rista não é este. Ele simplesmente vende as suas vacas para o abate apenas se considerar o preço bom já que um bovino com 7 anos não pode ser considerado velho. Se na região anteriormente suposta, as condições de mercado não forem satisfatórias para a venda, é claro que o pecuarista protelará a transação, desde que o animal ainda apresenta condições de reprodução ou sobrevivência razoável. A consequência lógica desse comportamento é obviamente a ocorrência de anos ou períodos de tempo em que a oferta de vacas para o abate representará um acumulado de anos ou períodos em que o produtor preferiu não sacrificar os animais por um preço não compensatório. No exemplo hipotético apresentado, se os produtores resolvessem prorrogar os abates de vacas por um ano apenas, no ano seguinte os abates deveriam se situar, desprezando-se o número de animais vitimados e a variação nos estoques, ao redor de 30% do plantel de fêmeas ou cerca de 11 milhões de cabeças em 1975 ou 12,6 milhões em 1980.

Todos esses parágrafos anteriores objetivaram a uma melhor compreensão das estimativas de abates de vacas derivadas da aplicação do modelo que, pela significativa diferença dos dados oficiais, poderiam, à primeira vista, ser considerados exagerados como mostra o quadro 5.

QUADRO 5

Abates de vacas por fonte de dados — Brasil — 1975-80

ANOS	ABATES DE VACAS	
	A Dados oficiais (1 000 cabeças) (1)	B Estimativas (1 000 cabeças)
1975.....	2 180	4 583
1976.....	3 582	7 530
1977.....	4 735	9 954
1978.....	3 592	7 551
1979.....	2 774	5 831
1980.....	2 273	4 778

(1) — IBGE, abates no setor industrial.

Observe-se que, pelo próprio método de estimação do total de vacas abatidas adotado, a relação entre os dados oficiais e os estimados é sempre constante, ao redor de 47,57%, resultando logicamente em taxas de crescimento constante entre os diversos anos. Estes aspectos já foram comentados e o que mais interessa aqui é a relação entre o número de vacas abatidas e o estoque médio total de vacas.

Parece que realmente os dados oficiais estão fortemente subestimados. Tomando-se a relação média para o período de cinco anos verifica-se que a vida média das vacas segundo esses dados teria sido de aproximadamente 11,5 anos enquanto que com os dados estimados teria sido de 5,5 anos. O primeiro dado é facilmente rejeitado ao se

QUADRO 6

Relações entre o número de vacas abatidas e o estoque anual médio de vacas — Brasil — 1975-80

ANOS	RELAÇÕES ENTRE O NÚMERO DE VACAS ABATIDAS E O ESTOQUE ANUAL MÉDIO DE VACAS (%)	
	Dados oficiais	Dados estimados
1975.....	0,0640	0,1345
1976.....	0,0983	0,2066
1977.....	0,1313	0,2761
1978.....	0,1011	0,2125
1979.....	0,0739	0,1554
1980.....	0,0558	0,1173
Média do período.....	0,0868	0,1826

considerar que o período analisado foi caracterizado como de acentuado acréscimo no abate de vacas, responsável, segundo muitos autores, pelo já famoso ciclo pecuário que será melhor descrito no próximo tópico.

Como uma espantosa evidência do quadro 6, observe-se o significativo descarte de vacas ocorrido em 1976, 1977 e 1978, principalmente no segundo ano mencionado, em que cerca de 1/3 do rebanho de vacas foi sacrificado, representando, os três anos juntos, uma renovação de cerca de 70% do rebanho.

6.5 — O ciclo pecuário

Muita coisa já se escreveu sobre o ciclo pecuário, mas pouca coisa original ou diferente, levando-se a crer que a explicação apresentada usualmente, para a existência desse ciclo é quase consensual entre os técnicos entendidos ou pesquisadores do fenômeno. Essa explicação se baseia nas expectativas do comportamento dos preços futuros, no mercado de animais, criados pelos produtores. Assim, em períodos de preços declinantes dos animais, o pecuarista tenderia a supor a continuação da tendência decrescente desses preços descartando-se, então, o mais rapidamente de seus animais, inclusive matrizes e animais novos, enviando-os para o abate. Com o correr do tempo esse descarte prematuro e descapitalizante far-se-á sentir na queda da oferta de animais, elevando o seu preço. Então, o pecuarista tenderia a conservar e aumentar o seu estoque de animais, objetivando maior lucro futuro, futuro esse em que o mercado passaria de comprador a ofertante iniciando-se assim um novo ciclo decrescente de preços.

Apesar dessa explicação usual do ciclo pecuário parecer lógica e razoável, não satisfaz e nem responde a uma série de colocações mais sérias cujo conteúdo e discussão não serão abordados, a fim de não se fugir demasiadamente dos objetivos desse trabalho.

Os dados estimados através do modelo apresentado, porém, podem contribuir e fornecer novos elementos para uma melhor explicação do ciclo pecuário, desde que permitem uma mensuração dos animais abatidos segundo o sexo, possibilitando, assim, um estudo diferenciado dos abates de matrizes, em princípio responsabilizados em grande parte pela geração e amplitude dos ciclos pecuários. De início e lembrando que não foram considerados, por hipótese, os abates de bezerras e de novilhas, através de simples cálculos pode-se formar o quadro 7 que permite a comparação entre os estoques totais de animais e os abates totais, os estoques totais de vacas e os abates desses animais e os estoques e abates de bovinos machos.

QUADRO 7

Estoque e abates, segundo o sexo dos animais — Brasil — 1975-80

ANOS	ESTOQUE E ABATES DE BOVINOS SEGUNDO O SEXO (1 000 cabeças)						
	Estoque total de bovinos	Total de abates	Estoque total de vacas	Abate de vacas	Estoque total de bois	Abate de bois	Estoque restante de animais
1975.....	—	—	34 063	3 583	—	—	—
1976.....	102 499	16 031	36 446	7 530	28 019	8 501	38 034
1977.....	102 191	18 863	36 053	9 954	28 812	8 909	37 326
1978.....	101 693	15 878	35 527	7 551	28 187	8 327	37 979
1979.....	104 699	14 156	37 524	5 831	27 897	8 325	39 278
1980.....	114 411	9 532	40 737	4 778	31 605	4 754	42 069

Não se esquecendo que os dados de estoque se referem à média anual e os de abate ao longo do ano, o quadro 7 apresenta vários aspectos importantes, os primeiros relacionados aos estoques totais de animais. Assim, o estoque de animais apresentou o nível mais baixo em 1978, juntamente com o de vacas. Este estoque aliás, acompanha bem aproximadamente a evolução do total. Os estoques de bois, no entanto, são os que apresentam uma singularidade mais interessante que é a sua pouca variação nos quatro primeiros anos do período e uma expressiva taxa de crescimento entre 1979 e 1980, de 13,3%.

Quanto aos abates, são novamente os dos bovinos machos que merecem reparos (os demais abates já foram comentados anteriormente). Como os estoques de bois, os abates pouco variaram entre 1976 e 1979 com um forte decréscimo, porém, em 1980. A participação do abate de bois no abate total, no entanto, variou bastante de 53 em 1976 a 47% em 1977 subindo então para 52 em 1978 e 59% em 1979, decrescendo para 50% em 1980.

O quadro 7 deixa bem claro uma peculiaridade dos abates de bovinos: que os dois fluxos de oferta de animais para o abate, de

vacas e de bois, variam significativamente ao longo do tempo e possuem particularidades bem distintas. Essas particularidades além das relacionadas à evolução dos estoques, podem ser melhor observadas nas taxas de desfrute dos rebanhos, conceituadas como a relação entre o número de cabeças abatidas e o estoque de cada uma das categorias analisadas no quadro 8

QUADRO 8

Taxa de desfrute do rebanho bovino por sexo — Brasil — 1975-80

ANOS	TAXA DE DESFRUTE DO REBANHO POR SEXO (%)			
	Taxa total	Taxa de vacas	Taxa de bois	Taxa média de vacas e bois
1975.....	—	13,45	—	—
1976.....	15,64	20,66	30,34	24,87
1977.....	18,46	27,61	30,92	29,08
1978.....	15,61	21,25	22,54	24,92
1979.....	13,52	15,54	22,84	21,64
1980.....	8,33	11,73	15,04	13,18
Média do período.....	14,17	18,26	26,86	22,51

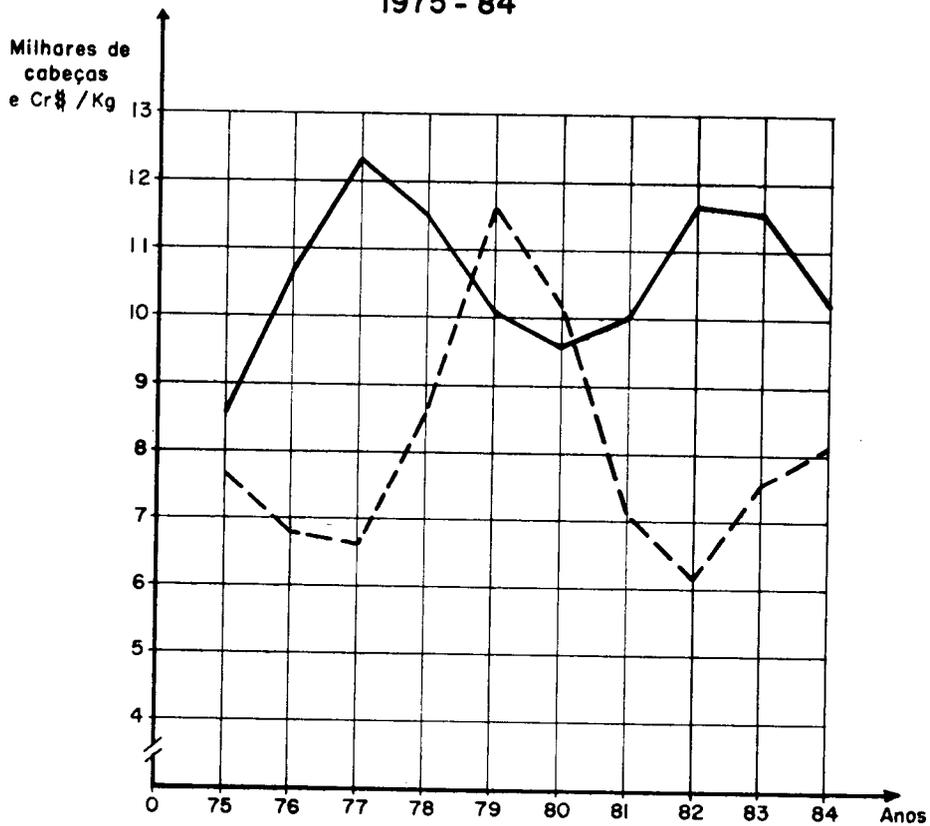
Esses resultados são até certo ponto espantosos, desde que é comum atribuir-se um alto grau de ineficiência à pecuária do País com taxas de desfrute muito baixas e, portanto, vidas médias elevadas para os bovinos, de 5 a 7 anos. A vida média estimada para os bois, ao redor de 3,7 anos, aparentemente contraria o já usual estigma de ineficiência da atividade no País. É claro que ela pode ser ainda melhorada, mas, aparentemente, se encontra longe da ineficiência suposta. Da mesma maneira a taxa de desfrute das vacas e dos bois considerados agregadamente de 22,5% no período, representa uma vida média para esses animais de 4,4 anos o que é bastante razoável considerando-se que as vacas têm um período maior de vida produtiva. Há de se considerar, no entanto, que os dados estimados se referem a um período em que a fase do ciclo pecuário era ascendente em quatro dos cinco anos, tudo indicando que na fase descendente desse ciclo as relações apresentariam resultados muito diferentes, mas não apenas a crédito da ineficiência da atividade mas também por outras limitações, do lado da demanda por animais para o abate.

Aparentemente há duas afirmações contraditórias ou não muito coerentes entre si no parágrafo anterior. São as referentes aos resultados estimados do período médio de vida dos animais, considerados satisfatórios, e à suposição de que piores resultados na fase descendente do ciclo se deveriam a aspectos relacionados à eficiência da produção pecuária e à demanda por animais. Na verdade, a demanda por animais para o abate apresenta aspectos complexos que merecem um

estudo mais aprofundado, desde que vão de reais pressões sobre os preços de compra dos bovinos gerados da estrutura oligopsônica do mercado em algumas regiões do País, ao achatamento da renda real da população, derivado do emprego de políticas convenientes aos Governos da Nação, até à acirrada concorrência internacional existente no mercado da carne bovina. Não se descartando dos aspectos do mercado relacionados à demanda, parece que realmente os dados até aqui analisados não condizem com a suposta ineficiência da pecuária brasileira e esta incompatibilidade deve estar relacionada aos ciclos pecuários e possivelmente significar uma expressiva contribuição à geração e extensão desses ciclos. Então vejamos: para um estudante de economia recém apresentado à teoria da oferta e da procura de bens, o gráfico 1 provavelmente pareceria um verdadeiro absurdo econômico enquanto que, para estudantes mais adiantados pareceria um simples modelo de expectativas, em que a oferta de bovino para o abate seria função das expectativas formadas sobre o comportamento dos preços ofertados no futuro. Parece simples e racional, mas o próprio gráfico mostra que o pecuarista deve ser um eterno radical, pessimista ou otimista demais, quanto aos preços recebidos pelo seu produto. Na verdade, as expectativas dos produtores quanto ao preço pago pelos animais ofertados devem influenciar significativamente as suas decisões, principalmente considerando-se um produtor individual, isolado e dependente da composição etária do seu rebanho. Num agregado de produtores, no entanto, antes mesmo de suas expectativas, os pecuaristas tendem a descartar o gado menos produtivo ou mais custoso para ele, quer seja, a vaca já numa idade mais avançada ou o boi já erado ou o touro já cansado e outros animais, por motivos bem racionais. Fica claro que os produtores assoberbados por dívidas, em geral nos bancos, por empréstimos conseguidos para “tocar” ou expandir as suas atividades, tendem a vender qualquer um dos seus animais ou todos ao mesmo tempo e abandonar a atividade, mas são casos extremos, que ocorreram, ocorrem e ocorrerão, sem muita expressão, no entanto, num agregado de produtores. Assim, expressões geralmente ouvidas como “os pecuaristas estão enviando para o abate suas matrizes e trocando de atividade”, às vezes podem significar algo grave e de responsabilidade de uma política nem sempre favorável à classe produtora, mas, na maioria das vezes, deve significar simplesmente que os pecuaristas estão renovando os seus rebanhos. É esta, aliás, a resposta à aparente contradição verificada nos gráficos 1 e 2 que relaciona o número de animais abatidos e o preço desses animais, ou seja, o ciclo pecuário. Os dados até aqui analisados, apesar do pequeno período de tempo considerado, levam a sugerir uma resposta bem simples à pergunta que salta aos olhos num estudo atento do quadro 7: Por que os estoques de vacas estando crescentes entre 1978 e 1980 o abate desses animais diminuiu? E por que tendo os estoques de bois um grande aumento entre 1979 e 1980 o abate desses animais decresceu neste período?

**Número de cabeças de bovinos abatidos no Brasil
e preços reais do boi gordo em São Paulo.**

1975 - 84



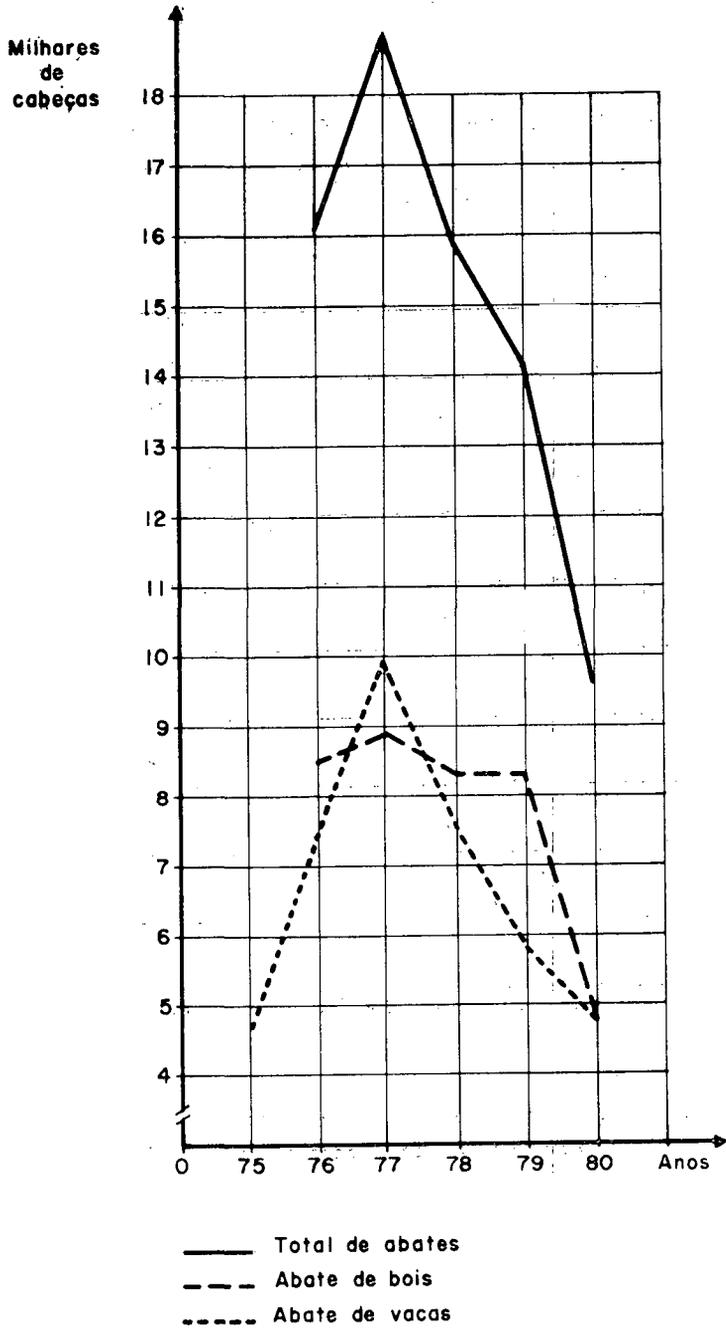
— Cabeças abatidas (milhares) - bovinos - Brasil
 - - - Preço medio do boi gordo para corte. SP - (Cr\$ / Kg)

FONTES - IBGE / DEICOM e Fundação Getúlio Vargas - CEA.

GRÁFICO - 1

Número total de bovinos abatidos por sexo - Brasil
Dados estimados (em milhares de cabeças)

1975 - 80



FONTE - Dados do autor.

GRÁFICO - 2

A resposta às duas perguntas é a mesma: porque os rebanhos 1980 eram compostos por animais relativamente novos em sua grande maioria, donde os produtores ofereceram menos vacas e bois para o abate. Quanto a estes últimos animais, parece evidente que se os dados do quadro 7 apresentam aproximadamente a verdade, a vida média dos bois no Brasil é bem superior à média de 3,7 anos estimada no período considerado. Isto explicaria a aparente contradição entre o grande aumento no estoque e o forte decréscimo nos abates desses animais em 1980. Em outras palavras, a precocidade do rebanho bovino nacional é ainda muito insatisfatória, o que vem confirmar vários estudos sobre o fato. A explicação para a existência do ciclo pecuário seria então, do lado da oferta, o envelhecimento mais ou menos homogêneo das diversas categorias de animais, agravado pela baixa precocidade dos bovinos machos. Um exemplo simples e hipotético pode mostrar mais claramente o processo. Assim, seja um estoque de vacas relativamente novas, com a idade média entre 4 e 6 anos e um estoque de novilhas e bois com uma idade média entre 2 e 3 anos, num determinado ano. É claro que se os bois só fossem encaminhados para o abate aos 5 anos de idade, esses animais seriam abatidos no segundo e no terceiro ano após o de referência. Nestes anos o estoque de vacas teria uma idade média entre 6 e 9 anos e possivelmente uma boa parte delas seria descartada como velhas. A coincidência da oferta maior de bois com a de vacas para o abate deve forçar os preços dos animais para baixo até o ponto em que essa oferta diminuísse significativamente. O pecuarista, numa situação destas possui pouca margem de manobra, podendo apenas prorrogar por pouco tempo o abate de fêmeas que, geralmente, serão encaminhadas para o abate, ainda em um período de baixos preços. Os bois erados claramente representam custos adicionais em sua conservação sem a garantia da sua cobertura nas vendas postergadas. Nestes dois últimos casos a formação de expectativas quanto ao comportamento dos preços pelo pecuarista, pode explicar parcialmente as variações na oferta numa fase do ciclo mas, seguramente, não o pode fazer na explicação do fenômeno do ciclo, no mínimo por não apresentar justificativas suficientes para o alto número de bois abatidos na fase decrescente dos preços e pequeno número na fase ascendente.

De tudo que foi comentado parece, então, que a explicação do ciclo pecuário pelo que pode-se chamar do "envelhecimento homogêneo dos estoques de animais", na falta de maior imaginação, é a mais coerente e que consegue explicar o comportamento diferenciado dos variáveis componentes do ciclo pecuário. Ademais, a existência deste ciclo em quase todos os países, mesmo nos desenvolvidos, vem reforçar a aceitação dessa teoria que infelizmente coloca o fenômeno como praticamente inevitável, mas que pode ser atenuado por políticas de incentivo à maior precocidade do rebanho bovino, políticas que garantam

uma renda permanente para a atividade e políticas de armazenamento e estocagem dos produtos pecuários ao final da fase descendente do ciclo, a fim de garantir o abastecimento interno em níveis de preços compatíveis com a renda da população.

7 — CONCLUSÕES

As conclusões que se podem tirar deste trabalho devem necessariamente começar com a lembrança das diversas restrições apresentadas nas páginas anteriores a algumas das hipóteses adotadas no modelo. É óbvio que as suposições sobre a constância das taxas de mortalidade e de natalidade dos bovinos podem ser facilmente postas em dúvida, não pela simples observação de ocorrências periódicas, ou mesmo contínuas, de perturbações meteorológicas e epidêmicas, como também pelo próprio mecanismo de evolução do rebanho bovino apresentado no modelo. Essas dúvidas são aceitas e facilmente corroboradas pelos desvios apresentados nos dados estimados para 1980 comparados aos dados censitários, porém, é de se realçar que o modelo, tal como apresentado, é fechado, permitindo uma série de hipóteses de trabalho e de alternativas facilmente testáveis em um simples microcomputador. Então, por tentativa ou por aproximações sucessivas, pode-se chegar a resultados bem mais satisfatórios do que os apresentados.

Por isto, deve-se destacar a importância de um modelo de estimação do rebanho bovino por sexo e por idade que permite um entendimento mais profundo do comportamento da população desses animais, além de fornecer estimativas mais abrangentes das variáveis básicas para o desenvolvimento das políticas relativas ao setor, como o número total de animais abatidos no País, por sexo e até mesmo por idade e ainda, como uma outra importante utilização, a construção de sólidos critérios para a crítica qualitativa e quantitativa dos dados levantados pelo IBGE relativos ao setor pecuário nacional.

Dentre as utilizações do modelo, não há como escapar de tecer ligeiras considerações sobre a sua importância na melhor compreensão de um fenômeno, já demasiadamente comentado e pouco estudado, que é o ciclo pecuário. Os resultados conseguidos mostram claramente que, antes de quaisquer outras explicações, é o envelhecimento natural do rebanho aliado à baixa precocidade dos animais destinados ao corte, ou abate, que explicam as acentuadas flutuações na oferta do gado para o corte e em última análise da oferta de carne bovina para a população brasileira.

As flutuações observadas nos preços dos animais e de seus derivados seguem razoavelmente bem, evidentemente no sentido inverso, o comportamento da oferta de bovinos para o abate, porém com um suposto agravante: a provável existência de movimentos especulativos

que eventualmente poderiam distorcer a realidade do mercado de gado e de carne bovina.

Essa suposição é inferida do forte caráter oligopsônico do mercado de carne bovina, que dificilmente poderá ser controlado se não se adotarem três tipos de medidas básicas por parte do Governo. A primeira, e necessária, seria a melhoria das estatísticas nacionais o que exige um relativamente baixo investimento comparado aos benefícios que pode trazer. A segunda seria a adoção de rígidas medidas fiscais, com rigoroso controle dos grandes frigoríficos e abatedouros. A terceira seria, talvez a de mais fácil execução, a implantação de políticas anticíclicas considerando-se sempre os dois fenômenos geradores dos ciclos: o envelhecimento do rebanho e a sua baixa precocidade.

Numa certa ousadia e apenas baseando-se nos resultados conseguidos neste trabalho, propõe-se que o Governo estoque ou facilite a estocagem da carne e outros produtos animais na fase descendente dos preços desses produtos, possibilitando assim ao produtor uma remuneração segura à sua "descapitalização" forçada e que, na fase ascendente dos preços consubstancie com créditos, mesmo subsidiados, a renovação dos estoques do pecuarista.

É claro que essas medidas são as que devem ser tomadas a curto e a médio prazo, e visam precipuamente a garantir um certo nível de "renda permanente" ao produtor. A mais longo prazo; as políticas incentivadoras da pesquisa biológica, zoo-técnica, veterinária, da extensão rural e principalmente do consumo de produtos animais, via melhoria nos níveis de renda da população, possibilitariam uma resposta, acredita-se muito rápida, nos indicadores de precocidade do rebanho nacional.

8 — BIBLIOGRAFIA

AGROANALYSIS. Rio de Janeiro, n.º 1, 2, 3 e 4, v. 9, Fundação Getúlio Vargas, janeiro, fevereiro, março e abril, 1985.

ASPECTOS da administração e tecnologia na bovinocultura de corte; Municípios selecionados de São Paulo. Conselho Nacional de Desenvolvimento da Pecuária, Brasília, 1970/1971. 61 p. (Série de Estudos Econômicos, sem número).

MASCOLO, João Luiz. *Um estudo econométrico da pecuária de corte no Brasil*. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1980. 100 p. (Tese, 3).

MÉTODOS para preparar projeções de população por sexo e idade. Nações Unidas. Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais, Rio de Janeiro, IBGE, 1978 168 p.

RETROSPECTIVA DA AGROPECUÁRIA. Rio de Janeiro, ano 1984, Resumo inserto na *Revista Conjuntura Econômica*. n. 3, v. 39, março de 1985. 9 p.

RESUMO

A utilização de modelos demográficos na estimativa das populações animais tem apresentado melhores resultados do que nas estimativas das populações humanas. As razões para tal são várias, quase todas relacionadas ao menor ou maior dinamismo observado nas variáveis explicativas dos fenômenos demográficos, nas duas populações. No caso das populações animais, mais especificamente do rebanho bovino, a identificação dessas variáveis e a tentativa de sua quantificação permite uma série de inferências quanto à evolução do rebanho ao longo do tempo, inclusive com estimativas bastante razoáveis da composição do rebanho por grupos etários e por sexo, dados importantes e apenas levantados no Brasil, por ocasião dos Censos Agropecuários realizados quinquenalmente.

As vantagens advindas do conhecimento anual da composição do rebanho bovino são inúmeras, não apenas do ponto de vista estatístico, permitindo um melhor acompanhamento de algumas pesquisas realizadas pelo IBGE ou mesmo uma melhor avaliação do produto gerado pela atividade pecuária, como também do ponto de vista econômico e social, desde que a importância dos bovinos como insumo industrial e como principal fornecedor de proteínas animais à população brasileira, é mais do que reconhecida. Nesses últimos aspectos, aliás, é que o conhecimento da composição do rebanho pode contribuir para uma melhor visualização do que se convencionou chamar de "ciclo pecuário", compreendendo uma série de fenômenos de difícil avaliação, dentro das restrições dos dados estatísticos disponíveis.