

DOCUMENTO PRELIMINAR
GRUPO DE ENERGIA
Nº 7

"Um Modelo Econométrico para a Demanda de Gasolina pelos Automóveis de Passeio"

Ricardo Paes de Barros
Silvério Soares Ferreira

Maio de 1982

Um modelo econométrico para a
demanda de gasolina pelos auto



RJF0478/85 IPEA - RJ

IPEA
08-82

IPEA/INPE
Serv. de
Documentação

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
SOCIALES Y SERVICIOS
SERVICIO DE DOCUMENTACIÓN
F. 478
05/06/85

AGRADECIMENTOS

Este estudo envolveu devido a sua natureza um grande levantamento de informações. Assim, para sua realização, acreditamos ter sido indispensável o cuidadoso trabalho realizado por Christina Coca C. de Lima e George W. Fusco para obter e organizar estas informações. Gostaríamos também de agradecer a eles pelas diversas sugestões que, sem dúvida, permitiram melhoramentos sensíveis.

Para tornar mais racional as diversas tarefas de estimação envolvidas, procuramos ao longo desta pesquisa desenvolver um conjunto de programas. Neste particular gostaríamos de agradecer a Ana Isabel C. Martins e Carmen F. Argolo pelo apoio prestado.

Finalmente, gostaríamos de agradecer aos colegas Lauro R. A. Ramos, Octávio A. F. Tourinho, Ricardo L. Santiago e Sergio Margulis pelas diversas questões e sugestões levantadas e às diferentes empresas e instituições que forneceram informações valiosas necessárias ao alcance dos nossos objetivos.

Naturalmente todos os erros e omissões são de nossa inteira responsabilidade.

UM MODELO ECONÔMETRICO PARA A DEMANDA DE

GASOLINA PELOS AUTOMÓVEIS DE PASSEIO

1^a PARTE: Levantamento e Geração de Dados

Ricardo Paes de Barros
Silvério Soares Ferreira

Maio de 1982

Versão revisada de Setembro de 1981

ipea/INPE
Serv. de
Documentação

LISTA DE DIAGRAMAS, TABELAS E GRÁFICOS

Diagrama 1 - Divisão em categorias dos veículos automotores.....	005
Diagrama 2 - Esquema de estimação.....	009
Diagrama 3 - Esquema de estimação da eficiência média.....	102
Tabela 01 - Automóveis de passeio: estimativa dos novos emplaça- mentos - 1937-1979.....	018
Tabela 02 - Comerciais leves: estimativas dos novos emplacements 1953-1979.....	019
Tabela 03 - Caminhões: estimativas dos novos emplacements -1937- 1979.....	020
Tabela 04 - Ônibus: estimativa dos novos emplacements-1948-1979.	021
Tabela 05 - Estimativas de novos emplacements, segundo as catego- rias e combustíveis utilizados- 1937-1979.....	022
Tabela 06 - Transformações necessárias à linearização.....	033
Tabela 7.1- Taxas de sobrevivência da frota para 1979 (Automóveis de passeio).....	036
Tabela 7.2- Taxas de sobrevivência da frota para 1979 (Comerciais leves).....	037
Tabela 7.3- Taxas de sobrevivência da frota para 1979(Caminhão)..	038
Tabela 7.4- Taxas de sobrevivência da frota para 1979 (Caminhão gasolina).....	039
Tabela 7.5- Taxas de sobrevivência da frota para 1979 (Caminhão diesel).....	040
Tabela 7.6- Taxas de sobrevivência da frota para 1979(ônibus)....	041
Tabela 8.1- Estimativas dos parâmetros da função-distribuição de probabilidade da vida de um veículo automotor (automó- veis).....	049
Tabela 8.2- Estimativas dos parâmetros da função-distribuição de probabilidade da vida de um veículo automotor (comer- ciais leves).....	050
Tabela 8.3- Estimativas dos parâmetros da função-distribuição de probabilidade da vida de um veículo automotor (cami- nhões - agregados).....	051
Tabela 8.4- Estimativas dos parâmetros da função-distribuição de probabilidade da vida de um veículo automotor (cami- nhões-diesel).....	052

Tabela 8.5-	Estimativas dos parâmetros da função-distribuição de probabilidade da vida de um veículo automotor (caminhões-gasolina).....	053
Tabela 09 -	Equações para a vida média.....	054
Tabela 10 -	Estimativas dos parâmetros da função-distribuição de probabilidades da vida de um veículo automotor.....	056
Tabela 11 -	Estimativas da probabilidade de sucateamento realizadas por fabricantes.....	058
Tabela 12 -	Estimativas da vida média.....	063
Tabela 13 -	Estimativa da frota nacional de veículos -1957-1979..	072
Tabela 14 -	Estimativa da idade média dos veículos componentes da frota- 1957-1979.....	075
Tabela 15 -	Sucateamento anual (em %).....	076
Tabela 16 -	Automóveis de passeio por 1000 habitantes, Brasil-1957-1979.....	077
Tabela 17 -	Estimativas da frota nacional de automóveis de passeio- 1957-1979.....	083
Tabela 18 -	Estimativas da frota de veículos comerciais leves...	084
Tabela 19 -	Estimativa da frota de caminhões e ônibus.....	085
Tabela 20 -	Quilometragem média percorrida pelos automóveis de passeio segundo a idade.....	096
Tabela 21 -	Eficiência dos modelos de comerciais leves.....	105
Tabela 22 -	Eficiência dos modelos de caminhões.....	105
Tabela 23 -	Parâmetros utilizados nas estimativas de eficiência média da frota.....	107
Tabela 24 -	Estimativas de eficiência média da frota de automóveis de passeio.....	109
Tabela 25 -	Eficiência média da frota de comerciais leves a gasolina.....	110
Tabela 26 -	Eficiência média da frota de caminhões e ônibus a gasolina.....	111
Tabela 27 -	Valores extremos de α^2	119
Tabela 28 -	Consumo de gasolina por categoria de veículo.....	121
Tabela 29 -	Quilometragem média por veículo segundo as categorias	122
Tabela 30.1-	Renda disponível do setor privado.....	127
Tabela 30.2-	Deflator implícito.....	128
Tabela 30.3-	Renda real disponível do setor privado.....	129

Tabela 31 - Índices de preços relativos de automóveis-1961-1979...	130
Tabela 32.1- Preço médio de gasolina automotiva.....	131
Tabela 32.2- Preço médio de gasolina automotiva.....	132
Gráfico 01 - Estimativas de novos emplacamentos para automóveis de passeio.....	024
Gráfico 02 - Estimativa de novos emplacamentos para veículos comerciais.....	025
Gráfico 03 - Estimativas da função distribuição de probabilidade da vida dos automóveis de passeio.....	043
Gráfico 04 - Estimativas da função distribuição de probabilidade da vida dos comerciais leves.....	044
Gráfico 05 - Estimativas da função distribuição de probabilidade da vida dos caminhões (total).....	045
Gráfico 06 - Estimativas da função distribuição de probabilidade da vida dos caminhões a diesel.....	046
Gráfico 07 - Estimativas de função distribuição de probabilidade da vida dos caminhões a gasolina.....	047
Gráfico 08 - Possibilidade de sobrevivência-categoria:automóveis de passeio.....	059
Gráfico 09 - Possibilidade de sobrevivência-categoria:comerciais leves.....	060
Gráfico 10 - Possibilidade de sobrevivência-categoria:caminhões....	061
Gráfico 11 - Estimativa da frota nacional de veículos.....	073
Gráfico 12 - Estimativa da idade média dos veículos componentes da frota.....	078
Gráfico 13 - Sucateamento anual.....	079
Gráfico 14 - Automóveis de passeio por 1000 habitantes.....	080
Gráfico 15 - Estimativas da frota de automóveis de passeio.....	086
Gráfico 16 - Estimativa da frota de veículos comerciais leves.....	087
Gráfico 17 - Estimativa da frota de caminhões e ônibus.....	088
Gráfico 18 - Eficiência média- automóveis de passeio.....	112
Gráfico 19 - Eficiência média- comerciais leves.....	113
Gráfico 20 - Eficiência média- caminhões.....	114
Gráfico 21 - Eficiência média dos veículos.....	115
Gráfico 22 - Eficiência mediada frota.....	116
Gráfico 23 - Consumo de gasolina.....	123
Gráfico 24 - Quilometragem média por veículo.....	124
Gráfico 25 - Índices de renda e dos preços dos automóveis e da gasolina.....	133

1 - INTRODUÇÃO

As tarefas necessárias ao desenvolvimento de um modelo de análise da demanda de gasolina por automóveis de passeio podem ser agrupadas em três módulos diferentes: a definição teórica do modelo, o levantamento e a geração de dados, e a estimativa e análise do modelo.

Apesar de terem esses módulos um elevado grau de interdependência, é possível tratar cada um com relativa autonomia. Deste modo, e dada a defasagem temporal na finalização de cada uma das partes, fixou-se como meta inicial produzir três relatórios preliminares independentes que após criticados e revisados darão origem ao relatório final da pesquisa.

O objetivo deste primeiro relatório é apresentar de maneira sistemática os resultados e a metodologia da atividade de levantamento e geração de dados.

As razões pelas quais foram estimados esses dados não serão explicitadas no trabalho. Elas estão ligadas à natureza e peculiaridades do modelo utilizado e ficarão transparentes quando confrontadas com a definição teórica do modelo que será o objeto do próximo relatório.

Nesta introdução serão abordados dois tópicos básicos para a compreensão do trabalho desenvolvido. Em primeiro lugar serão

definidos alguns conceitos largamente utilizados ao longo de todo o texto e em seguida enumeradas as séries históricas produzidas, assim como o esquema de interdependência dessas informações que foi utilizado para estimá-las.

Finalmente, é importante destacar que todas as séries históricas obtidas estão agregadas a nível nacional e medidas em bases anuais, procurando na medida do possível cobrir o período (de produção nacional de veículos) 1957-1979. Não foram realizados levantamentos e estimativas para 1980 porque a maioria dos dados necessários às estimativas não tinham ainda sido publicados.

1.1 - Definições Básicas

Ao longo deste relatório serão utilizados repetidamente os seguintes termos: novos emplacamentos, probabilidade de sucateamento, frota, eficiência média da frota e eficiência média dos veículos novos da frota, para os quais parece que maiores explicações merecem ser fornecidas. Para definições mais precisas destes termos e outros que apareçam nesta introdução recomenda-se uma consulta ao capítulo específico onde é estimada a variável.

NOVOS EMPLACAMENTOS e FROTA num ano t , serão definidos respectivamente como o número de veículos novos emplacados no ano t , e o número total de veículos novos e usados emplacados no ano t .

A PROBABILIDADE DE SUCATEAMENTO de um veículo de idade i no ano t será definida como a probabilidade de um veículo emplacado pela primeira vez no ano $t-i$ ser sucateado antes do ano t , ou seja, não ser emplacado no ano t .

A EFICIÊNCIA de um veículo é definida como o número de quilômetros que o veículo é capaz de percorrer com um litro de combustível.^{1/}

Assim, a EFICIÊNCIA MÉDIA DA FROTA e a EFICIÊNCIA MÉDIA DOS VEÍCULOS NOVOS é diretamente compreendida. Entretanto, deve ser ressaltado que não se trata de uma média aritmética, mas sim de uma média harmônica ponderada conforme será visto em detalhes no Capítulo 5.

O interesse principal deste trabalho repousa sobre a parcela da frota de veículos aqui denominada de AUTOMÓVEIS DE PASSEIO. Esta categoria de veículos consiste na agregação das categorias automóveis de passeio e camionetas de uso misto e múltiplo adotadas pela ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES - ANFAVEA.^{2/} Na categoria de camionetas de uso misto e múltiplo a ANFAVEA inclui veículos desde o tipo da BRASÍLIA e o FIAT-147 até veículos como a KOMBI e a VERANEIO, não estando incluídos nesta categoria nem os JIPES nem os PICK-UPS.

1/ Gasolina, Alcool ou Diesel. Na verdade só serão estimadas as eficiências dos veículos movidos a gasolina.

2/ Nos relatórios da ANFAVEA [1], [2] poderá ser encontrada uma relação completa dos modelos por fabricante que pertencem a cada uma destas categorias.

Foram também realizadas estimativas para as categorias aqui denominadas de COMERCIAIS LEVES, CAMINHÕES e ÔNIBUS. A agregação destas categorias será denominada de COMERCIAIS.

A categoria comerciais leves é equivalente à agregação das categorias utilitários e camionetas de carga da ANFAVEA. Para a ANFAVEA os utilitários são os JIPES e as camionetas de carga basicamente os PICK-UPS.

A categoria de caminhões coincide com a categoria de mesmo nome da ANFAVEA e a categoria ônibus inclui as categorias da ANFAVEA: chassis para ônibus e ônibus completo.

Uma visão mais esquemática das relações entre as categorias aqui adotadas e as da ANFAVEA estão apresentadas no Diagrama 1.

Os dados estimados para cada uma destas categorias estarão, via de regra, desagregados por tipo de combustível utilizado (gasolina e diesel). Assim será estimada, por exemplo, a frota de caminhões movidos a diesel e a frota de caminhões^{3/} a gasolina.

Nenhuma tentativa será realizada para estimar-se parâmetros dos veículos movidos a álcool, uma vez que dentro do período de análise 1957-1979 esta frota pode ser considerada desprezível.

^{3/} Será omitido sistematicamente a palavra "MOVIDO" nas identificações de tipo de combustível utilizado.

DIAGRAMA 1

DIVISÃO EM CATEGORIAS DOS VEÍCULOS AUTOMOTORES

CLASSIFICAÇÃO INPES	CLASSIFICAÇÃO ANFAVEA
Automóveis de Passeio	Automóveis de Passeio Camionetas de uso misto e múltiplo
Comerciais Leves	Utilitários Camionetas de carga
Caminhões	Caminhões
Ônibus	Chassis para ônibus Ônibus completo

Os veículos perventura existentes serão enquadrados como movidos a gasolina.

Como não existem automóveis de passeio a diesel, a categoria automóveis de passeio a gasolina será sistematicamente denominada apenas de automóveis de passeio.

Finalmente deve-se observar que as categorias conforme foram definidas englobam veículos bastante heterogêneos. Ao longo do trabalho foi necessário por vezes referir-se a conjuntos de veículos mais homogêneos. Neste âmbito surgem os termos: modelo e classe de veículos.

Modelo será entendido como o conjunto de veículos produzidos no mesmo ano pelo mesmo fabricante, utilizando-se a mesma linha de montagem, recebendo o mesmo nome pelo fabricante e tendo preços iguais a menos de possíveis acessórios. Assim o PASSAT L e o PASSAT LS embora de mesmo ano de fabricação são considerados aqui modelos diferentes por possuírem diferentes nomes.

O termo classe de veículos não será utilizado com uma definição precisa, mas apenas para caracterizar um conjunto de veículos cujos atributos mais importantes (potência, eficiência, conforto, etc.) possam ser considerados aproximadamente semelhantes pelos consumidores, de tal forma que seja razoável assumir um preço único para os veículos pertencentes à classe.

1.2 - Séries Históricas

O objetivo deste trabalho foi obter um conjunto de séries históricas para a categoria automóveis de passeio.^{4/} Procurou-se também estimar o comportamento da probabilidade de sucateamento em função da idade dos veículos. As séries estimadas foram:

- 1 - novos emplacamentos (veículos)
- 2 - frota (veículos)
- 3 - eficiência média dos veículos novos (km/l)
- 4 - eficiência média da frota (km/l)
- 5 - consumo de gasolina (m³)
- 6 - quilometragem média anual por veículo^{5/} (km/veículo ano)
- 7 - índice de preços reais para os veículos novos (Base=1978)

Além destas, procurou-se levantar séries para:

- 8 - índice de preços reais para a gasolina (Base=1978)
- 9 - índice representativo da renda real disponível do setor privado (Base=1978).

Na verdade, neste trabalho, foi estimado um número de séries bem superior às que foram acima citadas. Tal fato ocorreu, devido a essas séries serem úteis ou indispensáveis para a elaboração das séries históricas já mencionadas.

^{4/} Daqui para frente sempre que uma categoria for referida sem especificação da fonte, estará subentendido que a categoria está definida de acordo com a classificação INPES apresentada no Diagrama 1.

^{5/} Quantos quilômetros em média um veículo da frota percorre por ano.

É importante destacar que não foi possível, em função dos dados primários disponíveis e das limitações materiais do trabalho, obter níveis de qualidade e precisão homogêneos para as diferentes estimativas realizadas. Assim, é possível que ao lado de estimativas razoáveis encontremos outras realmente precárias. Desta forma, procurou-se qualificar tanto quanto possível as estimativas obtidas e explicitar ao máximo as metodologias utilizadas nas estimativas.

A estimação das 6 primeiras séries acima mencionadas é interdependente. Um esboço desta interdependência é apresentado no Diagrama 2.

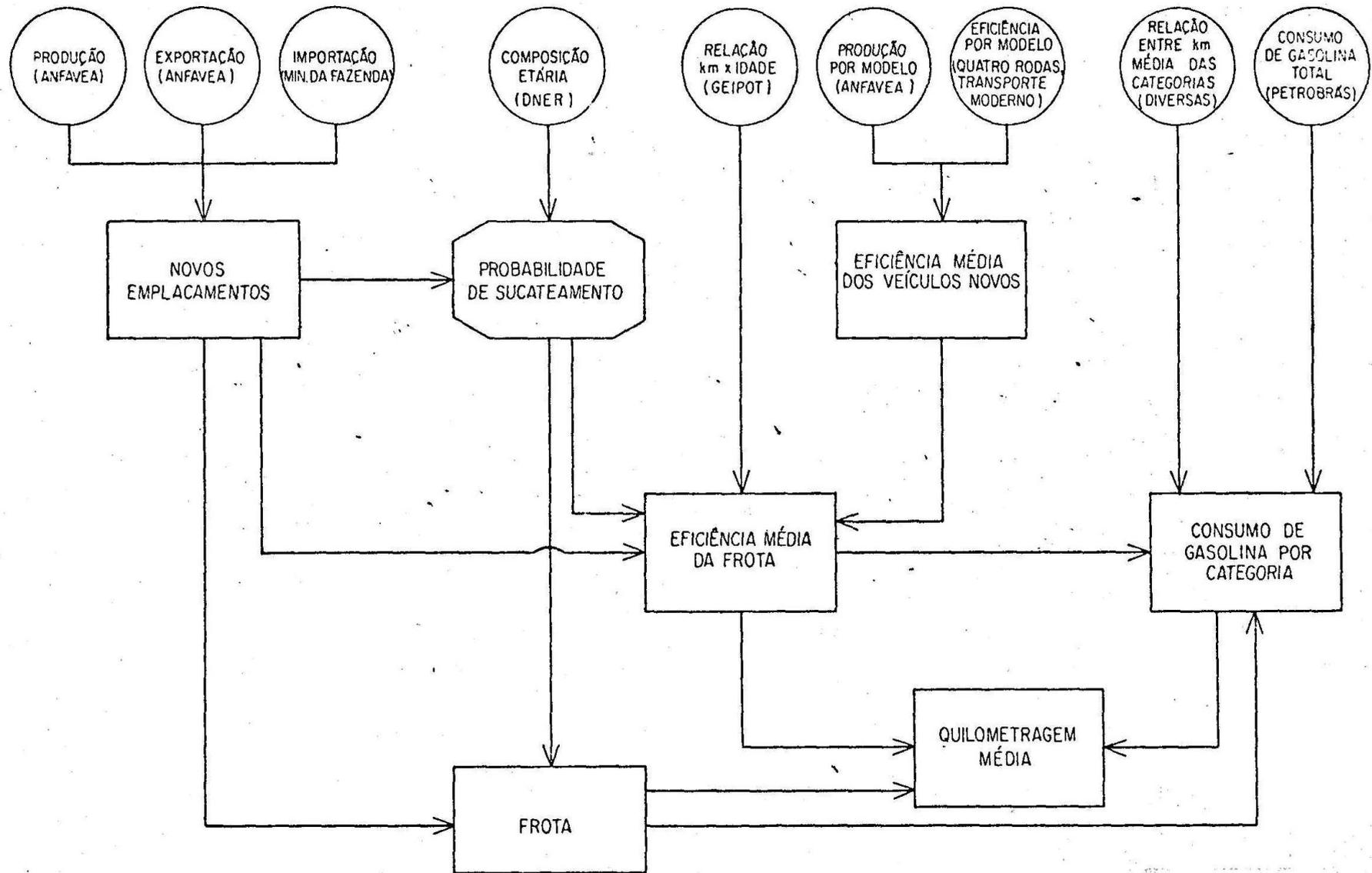
Conforme o diagrama indica, as estimativas para os novos emplacamentos foram obtidas a partir dos dados sobre produção e exportação de veículos obtidos de relatórios da ANFAVEA |1|, |2| e de dados sobre importações do Ministério da Fazenda |15|, desprezando-se as variações de estoque.

*→ isto é possível
+ importante que
importações de veículos*

De posse de estimativas para os novos emplacamentos e utilizando-se a composição etária da frota para 1979 obtida no cadastro de veículos e proprietários do DNER |9|, foi estimada a porcentagem do número total de veículos que teriam em 1979 a idade i e que estão ainda em funcionamento. Finalmente de posse destes dados e postulando que o tempo de vida de um veículo é uma variável aleatória que possui uma função-distribuição de probabilidade lo

Diagrama 2

ESQUEMA DE ESTIMAÇÃO



Legenda:

○ - FONTES PRIMÁRIAS

□ - SÉRIES HISTÓRICAS ESTIMADAS

gística, foram estimados os parâmetros desta distribuição por mínimos quadrados.

Conhecendo-se uma série para os novos emplacamentos e o comportamento da probabilidade de sucateamento, é fácil ver que o valor esperado da frota pode ser diretamente obtido.

Efetuada-se um levantamento nas coleções das revistas Quatro Rodas^{6/} |16| e Transporte Moderno |21|, foi possível obter a evolução da eficiência dos diversos modelos. Ponderando-se estas eficiências^{7/} pela produção dos respectivos modelos, foi obtida a série para a eficiência média dos veículos novos.

É possível estimar a composição etária da frota com base na série de novos emplacamentos e no conhecimento do comportamento da probabilidade de sucateamento. Obtêm-se, desta forma, os pesos necessários para aplicar à série de eficiência média dos veículos novos com a finalidade de estimar a série de eficiência média da frota, no caso em que seja assumido que a eficiência de um veículo fica determinada no instante de sua fabricação, não variando ao longo de sua vida, e que a quilometragem percorrida por um veículo não varia com a sua idade.

6/ Na verdade só foi pesquisada a Revista Quatro Rodas para 1979, pois para os demais anos foi utilizado o levantamento realizado por SUYAMA |19|.

7/ Na verdade pondera-se o inverso das eficiências, a média é harmônica.

Uma vez que uma série de dados da PICR^{8/} em andamento no GEIPOT¹¹, deu subsídios para estimar como a quilometragem de um veículo decai com a idade, foi possível eliminar a segunda restrição feita acima para o cálculo da eficiência média da frota.

Finalmente para obter uma série de quilometragem média para os automóveis de passeio, usou-se um artifício que é sem dúvida o mais questionável ao longo do trabalho, contudo, este pareceu ser o único capaz de levar à estimativa da série desejada.

O problema surge ao querer estimar a quilometragem indiretamente através do conhecimento da frota, da eficiência média da frota e do consumo de gasolina. Entretanto, não é conhecido o consumo de gasolina por categoria de veículos. São disponíveis apenas informações sobre a frota e a eficiência da frota por categoria.

O artifício utilizado consistiu em avaliar o comportamento da relação entre a quilometragem média percorrida pelos veículos das diversas categorias e, com base nessas estimativas e nas séries de frota e eficiência média da frota, calcular a parcela de cada categoria no consumo total de gasolina; a partir disto, estimar a quilometragem média percorrida pelos automóveis de passeio.

A série de índices de preço real para os automóveis novos foi obtida de GUIMARÃES¹². A de índices de preço real para a ga

^{8/} PICR significa Pesquisa sobre o Interrelacionamento de Custos Rodoviários.

solina foi encontrada deflacionando-se a série de preços nominais para a gasolina disponível no anuário da PETROBRÁS |3| com o índice geral de preços (disponibilidade interna) da Fundação Getúlio Vargas|18|.

A série de índices para a renda real do setor privado baseia-se nas estimativas da Fundação Getúlio Vargas, publicadas em Conjuntura Econômica|8|.

1.3 - Organização do Relatório

No Capítulo 2 são estimadas séries de novos emplacamentos para as diversas categorias, desagregadas por tipo de combustível utilizado.

Estudos de como a probabilidade de sucateamento de um veículo varia com a sua idade para cada categoria é o objetivo do 3º Capítulo.

O 4º Capítulo utiliza os dois precedentes para estimar a frota de veículos por categoria e tipo de combustível utilizado.

O 5º Capítulo inicia-se definindo precisamente eficiência média e a seguir estima a eficiência média dos veículos novos a gasolina para as diversas categorias e finalmente utilizando-se dos resultados dos Capítulos 2 e 3 estima a eficiência média da frota a gasolina por categoria.

O 6º Capítulo procura avaliar o consumo de gasolina e a quilometragem média por categoria com base nas estimativas de frota e eficiências obtidas nos dois capítulos precedentes e nos cálculos do consumo total de gasolina fornecidos pela PETROBRÁS|3|.

Finalmente, o Capítulo 7 apresenta um levantamento de séries de índices para o preço real dos automóveis de passeio, para a renda real do setor privado e para o preço real da gasolina.

É importante frisar antes que seja iniciada uma descrição detalhada do trabalho que este relatório não tem o intuito de cobrir dois aspectos significativos da questão.

Em primeiro lugar, não se procurará analisar ou explicar o comportamento das séries obtidas, desde que o objetivo principal da pesquisa que segue deste trabalho e que, na verdade, com ele interage, é exatamente procurar explicar o comportamento dessas séries com base na análise dos seus interrelacionamentos.

Em segundo lugar, não é objetivo deste trabalho analisar e comparar as séries obtidas em outros estudos, apesar de ter isto sido realizado em pequena extensão nos Capítulos 3 e 4.

É fundamental que fique claro ser objetivo principal deste relatório descrever em detalhes a metodologia empregada, os dados primários utilizados e as séries estimadas e, em segundo plano,

apresentar alguns problemas da metodologia. Como foram raras as situações em que houve possibilidades de escolha entre fontes de dados, na maioria das vezes estes eram disponíveis em uma única fonte, foi dada apenas terceira importância à descrição dos critérios de escolha e à análise desses dados alternativos.

2 - NOVOS EMPLACAMENTOS

Infelizmente não foi possível obter dados primários para o número de veículos novos emplacados em cada um dos anos das últimas décadas. Entretanto a existência de informações sobre produção, importação e exportação com um elevado grau de detalhe permite fazer estimativas das séries de novos emplacamentos para várias categorias de veículos automotores.

As categorias de interesse para as quais foram estimadas séries históricas são:

- 1 - Automóveis de Passeio
- 2 - Comerciais Leves
 - 2.1 - Comerciais Leves Movidos a Gasolina
 - 2.2 - Comerciais Leves Movidos a Diesel
- 3 - Caminhões
 - 3.1 - Caminhões Movidos a Gasolina
 - 3.2 - Caminhões Movidos a Diesel
- 4 - Ônibus
 - 4.1 - Ônibus Movidos a Gasolina
 - 4.2 - Ônibus Movidos a Diesel

A base das estimativas é a seguinte identidade:

$$NE_t = P_t + M_t - X_t + E_{t-1} - E_t \quad (1)$$

onde:

NE → novos emplacements

P → produção

M → importação

X → exportação

E → estoque

t → ano

Entretanto, dada a dificuldade para se obter informações históricas sobre as variações de estoque, estimou-se a série de novos emplacements considerando estas variações como nulas, ou seja, foi assumido que:

$$NE_t = P_t + M_t - X_t \quad (2)$$

Esta simplificação pode ter causado distorções para anos em que houve grande variação de estoque. Parece entretanto razoável acreditar-se que variações bruscas de estoque não devem ter ocorrido no período em análise.

Os dados de produção foram coletados em publicações da AN FAVEA [1], [2]. Nessas publicações os dados de produção encontram-se desagregados a nível de modelo de tal forma que foi possível separar-se a produção de veículos a gasolina da de veículos a diesel.

Os dados de importação foram obtidos do Ministério da Fazenda|15|^{1/} e não discriminam o tipo de combustível utilizado pelo veículo importado. Quanto aos dados sobre exportações estes foram obtidos da ANFAVEA |1|,|2|. Apesar de ser possível identificar-se a natureza do combustível utilizado pelos veículos exportados; optou-se pela coleta de dados sem que houvesse esta discriminação, tal identificação demandaria em esforço adicional.

Desta forma para obter os novos emplacamentos discriminados por combustível utilizado, assumiu-se a hipótese de que a porcentagem de novos emplacamentos a gasolina seria igual a da produção de veículos a gasolina.

Este mecanismo só foi utilizado a partir de 1957 ano do início da produção doméstica. Para os anos anteriores, nos quais os novos emplacamentos se igualam às importações, teve-se que estimar subjetivamente esta porcentagem.^{2/}

Os resultados das estimativas,^{3/} assim como os dados primários sobre produção, importação e exportação estão reunidos nas tabelas nºs 1, 2, 3, 4 e 5. As estimativas para novos emplacamen-

1/ Na verdade os dados sobre importações não foram coletados durante este trabalho diretamente na fonte citada, outrossim, cedidos gentilmente pelo GEIPOT. É importante salientar que foram realizados diversos cheques entre os dados cedidos pelo GEIPOT e os encontrados na fonte primária citada e nenhum erro foi detectado.

2/ Estas estimativas foram um dos resultados de uma série de entrevistas realizadas durante o trabalho com profissionais da Indústria Automobilística.

3/ As estimativas foram realizadas para o período 1937-1979; o ano de 1937 foi utilizado como início por que os dados cedidos pelo GEIPOT sobre importações começam a partir desse ano.

TABELA Nº 1

AUTOMÓVEIS DE PASSEIO: ESTIMATIVA DOS NOVOS EMPLACAMENTOS - 1937-1979

Unidade: Veículos

ANO	PRODUÇÃO (1)	IMPORTAÇÃO (2)	EXPORTAÇÃO (3)	NOVOS EMPLACA- MENTOS (4)=(1)+(2)-(3)
1937	-	14.439	-	14.439
1938	-	11.847	-	11.847
1939	-	12.038	-	12.038
1940	-	13.885	-	13.885
1941	-	12.777	-	12.777
1942	-	2.666	-	2.666
1943	-	48	-	48
1944	-	15	-	15
1945	-	58	-	58
1946	-	9.649	-	9.649
1947	-	28.794	-	28.794
1948	-	31.752	-	31.752
1949	-	21.390	-	21.390
1950	-	15.717	-	15.717
1951	-	47.274	-	47.274
1952	-	36.250	-	36.250
1953	-	14.738	-	14.738
1954	-	12.795	-	12.795
1955	-	3.281	-	3.281
1956	-	3.391	-	3.391
1957	1.656	11.909	-	13.565
1958	11.354	31.210	-	42.564
1959	30.471	37.867	-	68.338
1960	62.264	7.207	-	69.471
1961	85.131	724	5	85.850
1962	110.342	133	161	110.314
1963	122.662	415	21	123.056
1964	132.685	379	7	133.057
1965	138.667	153	28	138.792
1966	158.063	569	102	158.530
1967	170.513	1.660	71	172.102
1968	202.829	3.092	28	205.893
1969	280.253	749	16	280.986
1970	343.640	383	171	343.852
1971	437.715	981	303	438.393
1972	516.026	988	7.412	509.602
1973	613.902	1.154	15.686	599.370
1974	747.315	2.161	52.346	697.130
1975	772.064	1.191	59.438	713.817
1976	827.138	75	67.119	760.094
1977	771.983	3	58.988	712.998
1978	919.665	4	82.409	837.260
1979	961.186	16	85.397	875.805

FONTE: DADOS PRIMÁRIOS: PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO: ANFAVEA |1| |2|

IMPORTAÇÃO: MINISTÉRIO DA FAZENDA |15|

TABELA Nº 2

COMERCIAIS LEVES: ESTIMATIVA DOS NOVOS EMPLACAMENTOS - 1953-1979

Unidade: Veículos

ANO	PRODUÇÃO (1)	IMPORTAÇÃO (2)	EXPORTAÇÃO (3)	NOVOS EMPLACAMEN TOS (4)=(1)+(2)-(3)	FRAÇÃO DA PROD. TOTAL A GASOLINA (5)	NOVOS EMPLACAMEN TOS A GASOLINA (6)=(4)x(5)	NOVOS EMPLACA MENTOS A DIESEL (7)=(4)-(6)
1953	-	380	-	380	1	380	0
1954	-	531	-	531	1	531	0
1955	-	353	-	353	1	353	0
1956	-	243	-	243	1	243	0
1957	10.381	437	-	10.818	1	10.818	0
1958	18.957	365	-	19.322	1	19.322	0
1959	25.983	118	-	26.101	1	26.101	0
1960	29.090	594	84	29.600	1	29.600	0
1961	29.960	4	16	29.948	1	29.948	0
1962	41.182	3	31	41.154	1	41.154	0
1963	27.499	1	24	27.476	1	27.476	0
1964	26.528	-	43	26.485	1	26.485	0
1965	21.561	4	46	21.519	1	21.519	0
1966	31.493	2	121	31.374	1	31.374	0
1967	23.168	1	92	23.077	1	23.077	0
1968	29.188	90	37	29.241	0,990	28.949	292
1969	27.131	82	36	27.177	0,969	26.335	842
1970	29.924	337	94	30.167	0,981	29.594	573
1971	35.062	163	82	35.143	0,986	34.651	492
1972	47.337	317	2.048	45.606	0,988	45.059	547
1973	60.884	77	2.867	58.094	0,989	57.455	639
1974	70.893	59	4.520	66.432	0,991	65.835	597
1975	69.299	48	4.192	65.155	0,988	64.374	781
1976	63.400	15	3.241	60.174	0,978	58.851	1.323
1977	33.771	5	980	32.796	0,927	30.400	2.394
1978	43.424	-	2.002	41.422	0,893	36.990	4.432
1979	60.578	4	3.963	56.619	0,730	41.332	15.287

FONTE: DADOS PRIMÁRIOS: PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO: ANFAVEA |1| |2|
IMPORTAÇÃO: MINISTÉRIO DA FAZENDA |15|

Tabela Nº 3

CAMINHÕES: ESTIMATIVA DOS NOVOS EMPLACAMENTOS -1937-1979

Unidade: Veículos

ANO	PRODUÇÃO (1)	IMPORTAÇÃO (2)	EXPORTAÇÃO (3)	NOVOS EMPLACAMEN- TOS (4) = (1) + (2) - (3)	FRAÇÃO DA PROD. TOTAL A GASOLINA (5)	NOVOS EMPLACA- TOS A GASOLINA (6) = (4) x (5)	NOVOS EMPLACA- MENTOS A DIESEL (7) = (4) - (6)
1937	-	186	-	186	0,85	158	28
1938	-	240	-	240	0,85	204	36
1939	-	684	-	684	0,85	581	103
1940	-	205	-	205	0,85	174	31
1941	-	12.352	-	12.352	0,85	10.499	1.853
1942	-	5.112	-	5.112	0,85	4.345	767
1943	-	672	-	672	0,85	571	101
1944	-	2.092	-	2.092	0,85	1.778	314
1945	-	7.760	-	7.760	0,85	6.596	1.164
1946	-	18.768	-	18.768	0,85	15.953	2.815
1947	-	37.035	-	37.035	0,85	31.480	5.555
1948	-	35.187	-	35.187	0,85	29.909	5.278
1949	-	18.793	-	18.793	0,85	15.974	2.819
1950	-	32.750	-	32.750	0,75	24.562	8.188
1951	-	61.649	-	61.649	0,75	46.237	15.412
1952	-	49.217	-	49.217	0,75	36.913	12.304
1953	-	10.443	-	10.443	0,75	7.832	2.611
1954	-	26.565	-	26.565	0,75	9.924	6.641
1955	-	9.271	-	9.271	0,75	6.953	2.318
1956	-	15.132	-	15.132	0,75	11.349	3.783
1957	18.007	31.759	-	49.766	0,619	30.806	18.960
1958	30.014	42.135	-	72.149	0,603	43.506	28.643
1959	38.353	53.495	-	91.848	0,751	68.978	22.870
1960	39.791	12.887	-	52.678	0,762	40.141	12.537
1961	28.878	6	-	28.884	0,777	22.443	6.441
1962	30.743	66	11	38.798	0,776	30.108	8.690
1963	22.851	41	120	22.772	0,696	15.850	6.922
1964	22.249	54	5	22.298	0,701	15.631	6.667
1965	22.653	31	17	22.667	0,673	15.255	7.412
1966	32.299	49	11	32.337	0,633	20.470	11.867
1967	28.561	51	2	28.610	0,647	18.511	10.099
1968	41.990	84	3	42.071	0,585	24.612	17.459
1969	40.569	70	6	40.633	0,520	21.130	19.503
1970	38.388	89	87	38.390	0,452	17.353	21.037
1971	38.868	162	197	38.833	0,420	16.310	22.523
1972	53.557	138	3.136	50.559	0,434	21.943	28.616
1973	69.202	107	5.754	63.555	0,435	27.647	35.908
1974	79.413	240	6.896	72.757	0,433	31.504	41.253
1975	78.688	535	7.968	71.255	0,273	19.453	51.802
1976	83.891	286	9.032	75.145	0,133	9.995	65.150
1977	101.368	91	8.347	93.112	0,032	2.980	90.132
1978	86.269	152	10.129	76.292	0,015	1.145	75.147
1979	93.051	205	14.270	78.986	0,029	2.291	76.695

FONTE: PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO: ANFAVEA | 1 | | 2 |

IMPORTAÇÃO: MINISTÉRIO DA FAZENDA | 15 |

 Nota: Os percentuais utilizados para o período 1937-1956 se referem a uma estimativa da relação entre importação de caminhões a gasolina e importação total de cami-
nhões.

TABELA Nº 4

ÔNIBUS: ESTIMATIVA DOS NOVOS EMPLACAMENTOS - 1948-1979

Unidade: Veículos

ANO	PRODUÇÃO (1)	IMPORTAÇÃO (2)	EXPORTAÇÃO (3)	NOVOS EMPLACAMEN- TOS (4)=(1)+(2)-(3)	FRAÇÃO DA PROD. TOTAL A GASOLINA (5)	NOVOS EMPLACAMEN- TOS A GASOLINA (6)=(4)x(5)	NOVOS EMPLACA- MENTOS A DIESEL (7)=(4)-(6)
1948	-	961	-	961	0,500	480	481
1949	-	710	-	710	0,500	355	355
1950	-	260	-	260	0,500	130	130
1951	-	579	-	579	0,500	290	289
1952	-	408	-	408	0,500	204	204
1953	-	125	-	125	0,500	62	63
1954	-	143	-	143	0,500	72	71
1955	-	47	-	47	0,500	24	23
1956	-	60	-	60	0,500	30	30
1957	498	94	-	592	0,418	247	345
1958	658	100	-	758	0,219	166	592
1959	1.307	431	-	1.738	0,251	436	1.302
1960	1.896	77	-	1.973	0,291	574	1.399
1961	1.615	111	275	1.451	0,110	160	1.291
1962	927	81	320	688	0,173	119	569
1963	1.179	35	121	1.093	0,115	126	967
1964	2.245	25	42	2.228	0,030	67	2.161
1965	2.306	1	127	2.180	0,013	28	2.152
1966	2.754	1	207	2.548	0,016	41	2.507
1967	3.245	-	35	3.210	0,007	22	3.188
1968	5.696	-	6	5.690	0,001	6	5.684
1969	5.679	1	12	5.668	0,001	6	5.662
1970	4.058	-	110	3.948	0,006	24	3.924
1971	4.393	-	197	4.196	0,003	13	4.183
1972	5.230	1	932	4.299	0,007	30	4.269
1973	6.362	2	199	6.165	0,009	55	6.110
1974	8.262	7	916	7.353	0,013	96	7.257
1975	10.126	4	1.337	8.793	0,013	114	8.679
1976	12.059	2	1.015	11.046	0,001	11	11.035
1977	13.828	-	1.711	12.117	0,000	0	12.117
1978	14.340	2	1.632	12.710	0,000	0	12.710
1979	12.832	1	2.018	10.815	0,001	11	10.804

FONTE: PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO: ANFAVEA |1| |2|
 IMPORTAÇÃO: MINISTÉRIO DA FAZENDA |15|

Notas: Os percentuais utilizados para o período 1948-56 se referem a uma estimativa da relação importação de veículos a gasolina sobre importação total.

TABELA 5

ESTIMATIVAS DE NOVOS EMPLACAMENTOS SEGUNDO
AS CATEGORIAS E COMBUSTÍVEIS UTILIZADOS
1937 - 1979

ANO	Categoria AUTOMÓVEIS DE PASSEIO GASOLINA	COMERCIAIS LEVES GASOLINA	COMERCIAIS LEVES DIESEL	CAMINHÕES E ÔNIBUS GASOLINA	CAMINHÕES E ÔNIBUS DIESEL
1937	14 439	-	-	158	28
1938	11 847	-	-	204	36
1939	12 038	-	-	581	103
1940	13 885	-	-	174	31
1941	12 777	-	-	10 499	1 853
1942	2 666	-	-	4 345	767
1943	48	-	-	571	101
1944	15	-	-	1 778	314
1945	58	-	-	6 596	1 164
1946	9 649	-	-	15 953	2 815
1947	28 794	-	-	31 480	5 555
1948	31 752	-	-	30 386	5 759
1949	21 390	-	-	16 329	3 174
1950	15 717	-	-	24 692	8 318
1951	47 274	-	-	46 527	15 701
1952	36 250	-	-	37 117	12 508
1953	14 738	380	-	7 894	2 674
1954	12 795	531	-	19 996	6 712
1955	3 281	353	-	6 977	2 341
1956	3 391	243	-	11 379	3 813
1957	13 565	10 818	-	31 053	19 305
1958	42 564	19 322	-	43 672	29 235
1959	68 338	26 101	-	69 414	24 172
1960	69 471	29 600	-	40 715	13 936
1961	85 850	29 948	-	22 603	7 732
1962	110 314	41 154	-	30 227	9 259
1963	123 056	27 476	-	15 976	7 889
1964	133 057	26 485	-	15 698	8 828
1965	138 792	21 519	-	15 283	9 564
1966	158 530	31 374	-	20 511	14 374
1967	172 102	23 077	-	18 533	13 287
1968	205 893	28 949	292	24 618	23 143
1969	280 986	26 335	842	21 136	25 165
1970	343 852	29 594	573	17 377	24 961
1971	438 393	34 651	492	16 323	26 706
1972	509 602	45 059	547	21 973	32 885
1973	599 370	57 455	639	27 702	42 018
1974	697 130	65 835	597	31 600	48 510
1975	713 817	64 374	781	19 567	60 481
1976	760 094	58 851	1 323	10 006	76 185
1977	712 998	30 402	2 394	2 980	102 249
1978	837 260	36 990	4 432	1 145	87 857
1979	875 805	41 332	15 287	2 302	87 499

FONTE: TABELAS Nºs 1, 2, 3, 4.

tos de automóveis de passeio, comerciais leves, caminhões e ôni-
bus estão respectivamente nas tabelas 1, 2, 3 e 4. Na Tabela 5 es-
tão sumarizados os resultados das estimativas de novos emplacamen-
tos para todas as categorias. Uma visão gráfica destas estimati-
vas é apresentada nos Gráficos nºs 1 e 2.

Gráfico 1

ESTIMATIVA DE NOVOS EMPLACAMENTOS PARA AUTOMÓVEIS DE PASSEIO

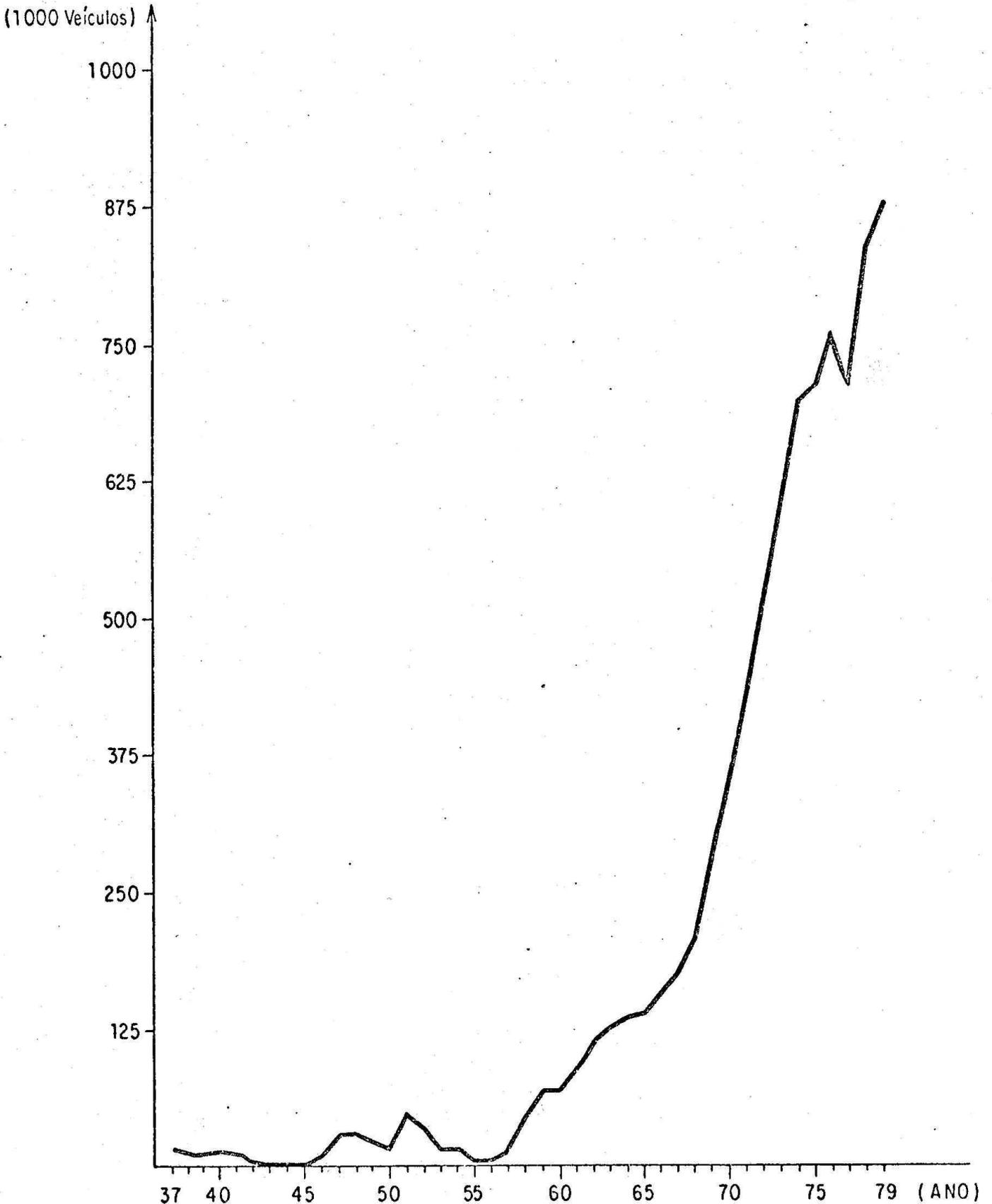
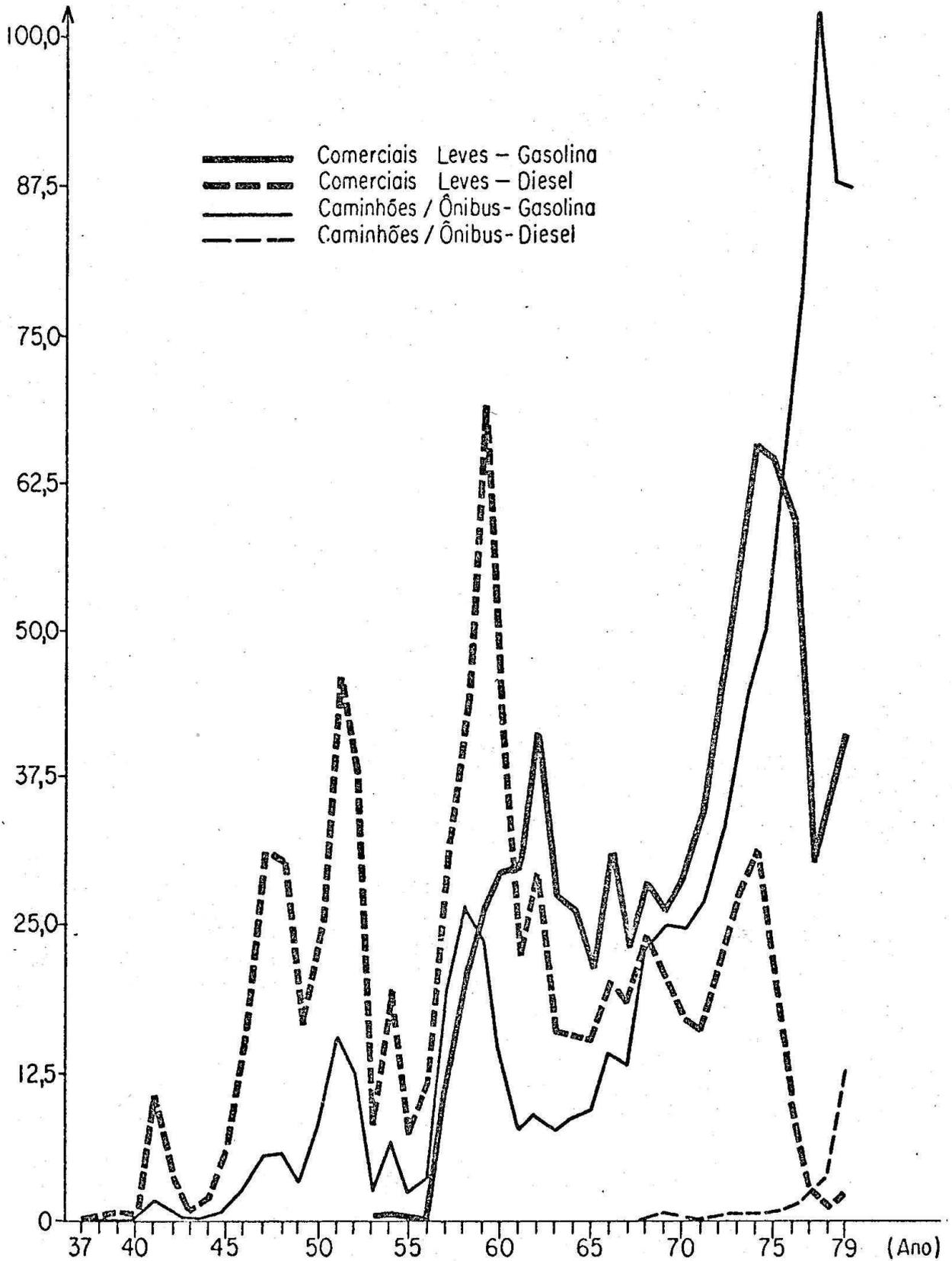


Gráfico 2
ESTIMATIVA DE NOVOS EMPLACAMENTOS PARA VEÍCULOS COMERCIAIS

(1000 Veículos)



3 - SUCATEAMENTO

3.1 - Aspectos Teóricos

Sucateamento é definido com base no seu sentido físico, ou seja, um veículo é sucateado quando seu proprietário decide vendê-lo^{1/} como sucata ao invés de utilizá-lo como um meio de transporte.

Embora esteja longe dos objetivos deste trabalho apresentar um modelo para esta decisão (sucatear ou não um veículo), algumas considerações a este respeito parecem úteis à compreensão da dimensão das limitações das estimativas realizadas.^{2/}

Nesta análise vai-se considerar que existem mercados para veículos de todas as idades e que nestes mercados só são comercializados "veículos em bom estado"; que o estado de um veículo é transparente; que veículos em bom estado de mesmo modelo e ano de fabricação são bens equivalentes e desta forma comercializados ao mesmo preço; e que os veículos só poderão ser utilizados quando em bom estado.

Sob estas hipóteses pode-se dizer que o proprietário de um veículo encontra-se a todo instante frente a duas opções:

^{1/} Caso o proprietário abandone o veículo, considera-se que o veículo foi vendido como sucata a preço nulo.

^{2/} Em Walker |22| e em BAUGARTEN |7| podem ser encontrados enfoques alternativos.

- i) reparar seu carro a um custo C_r para posteriormente utilizá-lo ou vendê-lo no mercado de segunda mão a um preço P_c ;
- ii) vendê-lo como sucata a um preço P_s .

Nestes termos podemos visualizar o dilema do proprietário frente a dois possíveis preços de venda: um representado pelo preço de venda do seu veículo no mercado de segunda mão menos o custo de repará-lo $P_c - C_r$; e outro representado pelo preço de sucata P_s .

Sintetizando pode-se dizer que o proprietário decide sucatear seu veículo se e somente se $P_s > P_c - C_r$.

Presumindo-se que o preço da sucata independe do estado do veículo e lembrando que o preço de mercado refere-se a um dado estado do veículo, temos que das três variáveis (P_s , P_c , C_r) envolvidas apenas C_r apresenta comportamento probalístico.

Se for admitido que a distribuição de probabilidade de C_r pode ser caracterizada por sua média $EC_r = \mu$ e por sua variância $VAR C_r = \sigma^2$ a probabilidade de sucateamento pode ser escrita como:

$$P_{\mu, \sigma} | C_r > P_c - P_s | = f_1(\mu, \sigma, P_c - P_s) \quad (3)$$

É importante notar que o valor médio do custo de reparo (μ) é uma função direta das condições médias de operação, e da quilo-

metragem já percorrida pelos veículos. A variância (σ^2) por sua vez depende do nível das diferenças entre os veículos nas condições de operação, cujos efeitos são naturalmente acentuados pela utilização dos veículos.

Assim, considerando-se que as condições de operação variam pouco ao longo do tempo, tem-se que μ e σ^2 serão funções crescentes da quilometragem já percorrida, a qual é uma função direta da idade dos veículos se a intensidade de utilização varia pouco ao longo do tempo.

Naturalmente que os níveis de μ e σ^2 dependerão também de um índice de preços para o custo de reparo, se for admitido que o índice de preços dos veículos novos (P_0) é uma "proxy" aceitável, a probabilidade de sucateamento de um veículo de idade i (P_i) poderá ser escrita como:

$$P_i = f_2 (i, P_0, P_c - P_s) \quad (4)$$

Além disto é razoável argumentar que o preço de mercado de um veículo decai em função de sua idade, tanto devido à queda da preferência dos consumidores por esses veículos^{3/}, quanto à elevação dos seus custos operacionais^{4/} quando comparados a um veículo novo de igual modelo ou equivalente. Assim, assumindo que P_c é

^{3/} Devido basicamente à obsolescência dos veículos.

^{4/} Devido tanto a desenvolvimentos tecnológicos como a uma melhor adaptação à estrutura de preços dos insumos.

função da idade dos veículos e do seu custo operacional C_o tem-se que:

$$P_i = f_3(i, P_o, C_o, P_s) \quad (5)$$

Se finalmente for considerado que C_o é uma função da idade dos veículos e de um índice de preços para o qual P_o é uma "proxy" aceitável tem-se que:

$$P_i = f_4(i, P_o, P_s) \quad (6)$$

Sintetizando, foi assumido que a probabilidade de sucateamento de um veículo é preponderantemente determinada pela quilometragem percorrida, e portanto pela idade do veículo. Isto porque a depreciação do veículo, o valor esperado do custo de reparo e a probabilidade de necessidade de reparo são funções da quilometragem percorrida. É também considerado que um comportamento diferenciado do preço dos veículos novos e do preço da sucata podem alterar a probabilidade de sucateamento.

Devido à insuficiência dos dados coletados foram necessárias simplificações adicionais.

Os dados obtidos referem-se ao valor observado da porcentagem dos veículos que completariam em 1979 i anos de uso, que ainda permanecem em funcionamento (taxa de sobrevivência).

Esses dados possuem duas limitações importantes. Em primeiro lugar, como as taxas de sobrevivência não são levantadas por classes de veículos mas apenas por categorias de veículos e por tipo de combustível utilizado, o comportamento da probabilidade de sucateamento será estimado por categoria, o que parece levar a problemas de agregação.

Em segundo lugar, como todos os dados obtidos são para 1979, os valores de P_o e P_s não variam ao longo da amostra, o que impede que seja possível mensurar o efeito dessas variáveis sobre a probabilidade de sucateamento. Assim, essas limitações levam a que seja na verdade suposto que:

$$P_i = f_5(i) \quad (7)$$

3.2 - Hipóteses de Especificação

Com vistas a obter resultados práticos, foram adotadas quatro hipóteses alternativas para a especificação da função f_5 , cada uma das quais dependente de dois parâmetros desconhecidos. Com base nos dados disponíveis procurar-se-á estimar estes parâmetros e selecionar a especificação de melhor ajuste.

Designando-se por T a variável aleatória representativa da vida útil de um veículo, e por $F(t)$ a função-distribuição de probabilidade dessa variável aleatória, as especificações alternativas podem ser descritas como:^{5/}

^{5/} É necessário para que $F(t)$ seja uma função-distribuição de probabilidade que $b < 0$ e na HIPÓTESE 4 adicionalmente que $a \leq 0$

HIPÓTESE 1 - LOGÍSTICA

$$F(t) = \frac{1}{1+e^{a+bt}} \quad t > 0$$

$$= 0 \quad t \leq 0$$

(8)

HIPÓTESE 2 - GOMPERTZ

$$F(t) = e^{-e^{a+bt}} \quad t > 0$$

$$= 0 \quad t \leq 0$$

(9)

HIPÓTESE 3 - WEIBULL

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

$$= 0 \quad t \leq 0$$

(10)

HIPÓTESE 4 - VON BERTALANFLY

$$F(t) = (1 - e^{a+bt})^3 \quad t > 0$$

$$= 0 \quad t \leq 0$$

(11)

onde a e b são em todas as hipóteses parâmetros desconhecidos a serem estimados.

3.3 - Estimação

A idéia básica para estimar estes parâmetros consiste em estabelecer que o quociente entre o número de veículos emplacados no ano t que possuem idade i (VS_t^i), e o número de veículos novos emplacados no ano $t-i$ (NE_{t-i}), aqui denominado de taxa de sobrevivência (S_t^i), é uma aproximação para $P[T \geq i] = 1 - F(i)$, ou seja:

$$\frac{VS_t^i}{NE_{t-i}} = S_t^i \approx P[T \geq i] = 1 - F(i) \quad \forall t \quad (12)$$

E com base num conjunto de valores para S_t^i , obter o estimador dos mínimos quadrados para os parâmetros a e b .

O grande inconveniente deste esquema é o fato de que há a necessidade de trabalhar-se com estimação não linear, uma vez que $F(i)$ e por conseguinte S_t^i não são funções lineares dos parâmetros. Entretanto, existem transformações simples de $F(i)$ - $U(F(i))$ -que são funções lineares dos parâmetros do tipo:

$$U_1(F(i)) = a + b.g(i) \quad (13)$$

Assim com base em (12) pode-se supor que:

$$U_2(S_t^i) = a + b.g(i) + \epsilon_{it} \quad \forall t \quad (14)$$

onde ϵ_{it} são termos aleatórios atendendo às hipóteses clássicas^{6/} e com base em (15) calcular os estimadores^{7/} de \underline{a} e \underline{b} de mínimos quadrados para cada uma das especificações propostas.

A Tabela 6 apresenta as transformações utilizadas para cada especificação alternativa.

TABELA 6
TRANSFORMAÇÕES NECESSÁRIAS À LINEARIZAÇÃO

HIPÓTESE	$U_1(F(i))$	$U_2(S_t^i)$	$g(i)$
LOGÍSTICA	$L_n\left(\frac{1 - F(i)}{F(i)}\right)$	$L_n\left(\frac{S_t^i}{1 - S_t^i}\right)$	i
GOMPERTZ	$L_n(-L_n(F(i)))$	$L_n(-L_n(1 - S_t^i))$	i
WEIBULL	$L_n(-L_n(F(i)))$	$L_n(-L_n(1 - S_t^i))$	$L_n(i)$
VON BERTALANFLY	$L_n(1 - F(i))^{1/3}$	$L_n(1 - (1 - S_t^i)^{1/3})$	i

$$\underline{6/} \quad E \epsilon_{it} = 0 \quad \forall i, t \quad \text{COV}(\epsilon_{it}, \epsilon_{jt}) = 0 \quad \text{se } i = j \text{ ou } t = t'$$

$$= \sigma^2 \quad \text{se } i = j \text{ e } t = t'$$

^{7/} Note-se que na verdade sô foram levantados os valores de S_t^i para $t = 1979$ como será argumentado na próxima seção.

3.4 - Dados Primários

Deve-se notar que conhecer o número de veículos sobreviventes no ano t com idade i , para diferentes valores de i (VS_t^i $i=0,1,\dots$) equivale a conhecer a composição etária da frota no ano t . Infelizmente só foi possível obter a composição etária da frota para o ano de 1979 com base nos dados do DNER.SERPRO [9], que apresentam o número de veículos emplacados em 1979, por idade, para veículos com menos de 17 anos de uso.

Como dados de emplacamento de novos veículos (NE) nos últimos 16 anos, necessários para calcular-se as taxas de sobrevivência, utilizou-se as estimativas do capítulo anterior. O cálculo das taxas de sobrevivência utilizando dados primários de fontes distintas é um procedimento precário na medida em que aguça diferenças nos critérios de medição e agregação e pode conduzir a erros de magnitude importantes.

Os dados primários e as taxas de sobrevivência para 1979 são apresentados na Tabela 7. Nessa tabela podemos encontrar algumas taxas de sobrevivência acima da unidade (impossíveis teoricamente) comprovando a limitação dos dados e a evidência de que os valores obtidos devem superestimar as reais taxas de sobrevivência.^{8/}

^{8/} Este fato já era esperado, uma vez que o cadastro do DNER-SERPRO [9], por ter finalidades fiscais (cobrança de TRU) dá baixa dos veículos com um certo atraso. Até 1978 todos os veículos registrados na base, nela permaneciam. A partir desse ano, adotou-se o critério de eliminar os registros dos veículos que não pagavam a TRU e nem haviam sido multados nos três últimos anos.

Os dados relativos à categoria ônibus apresentam vários valores para a taxa de sobrevivência acima da unidade, além de não apresentarem uma nítida relação inversa entre esta taxa e a idade dos veículos. Desta forma esses dados foram abandonados não se tentando fazer qualquer estimativa para a categoria.

Na Tabela 7 pode-se notar também como a desagregação da categoria de caminhões por tipo de combustível piora as estimativas das taxas de sobrevivência, evidenciando os sérios problemas com diferenças de critérios entre fontes.

TABELA 7.1

TAXAS DE SOBREVIVÊNCIA DA FROTA PARA 1979

Unidade: Veículos

ANO DE PRODUÇÃO	AUTOMÓVEIS DE PASSEIO		
	VEÍCULOS SOBREVIVENTES (1)	NOVOS EMPLACAMENTOS (2)	TAXA DE SOBREVIVÊNCIA (1)/(2)
1978	838 409	837 260	1.001
1977	732 982	712 998	1,028
1976	788 897	760 094	1,038
1975	712 059	713 817	0,998
1974	745 910	697 130	1,070
1973	550 122	599 370	0,918
1972	494 989	509 602	0,971
1971	373 931	438 393	0,853
1970	302 746	343 852	0,880
1969	218 946	280 986	0,779
1968	174 341	205 893	0,847
1967	140 955	172 102	0,819
1966	125 732	158 530	0,793
1965	99 063	138 792	0,714
1964	88 169	133 057	0,663
1963	72 758	123 056	0,591

FONTE: SÉRIE DE VEÍCULOS SOBREVIVENTES - DNER - SERPRO |9|
SÉRIE DE NOVOS EMPLACAMENTOS - TABELAS: 1, 2, 3 e 4.

Nota: A taxa de sobrevivência é definida como a razão entre veículos sobreviventes e novos emplacamentos.

TABELA 7.2

TAXAS DE SOBREVIVÊNCIA DA FROTA PARA 1979

Unidade: Veículos

ANO DE PRODUÇÃO	CATEGORIA	COMERCIAIS LEVES		
		VEÍCULOS SOBREVIVENTES (1)	NOVOS EMPLACAMENTOS (2)	TAXA DE SOBREVIVÊNCIA (1)/(2)
1978		43 087	41 422	1,040
1977		41 669	32 796	1,271
1976		67 018	60 174	1,114
1975		66 231	65 155	1,017
1974		67 002	66 432	1,009
1973		61 502	58 094	1,059
1972		41 843	45 606	0,918
1971		31 193	35 143	0,888
1970		25 505	30 167	0,895
1969		25 716	27 177	0,947
1968		22 960	29 241	0,785
1967		20 270	23 077	0,879
1966		26 148	31 374	0,833
1965		15 555	21 519	0,723
1964		20 310	26 485	0,767
1963		27 778	27 476	0,720

FONTE: SÉRIE DE VEÍCULOS SOBREVIVENTES - DNER - SERPRO | 9 |
SÉRIE DE NOVOS EMPLACAMENTOS - TABELAS 1, 2, 3 e 4.

Nota : A taxa de sobrevivência é definida como a razão entre veículos sobreviventes e novos emplacamentos.

TABELA 7.3

TAXAS DE SOBREVIVÊNCIA DA FROTA PARA 1979

Unidade: Veículos

ANO DE PRODUÇÃO	CAMINHÃO		
	VEÍCULOS SOBREVIVENTES (1)	NOVOS EMPLACAMENTOS (2)	TAXA DE SOBREVIVÊNCIA (1)/(2)
1978	77 890	76 292	1,021
1977	86 023	93 112	0,924
1976	73 430	75 145	0,977
1975	71 514	71 255	1,004
1974	68 465	72 757	0,941
1973	61 834	63 555	0,973
1972	44 168	50 559	0,874
1971	33 613	38 833	0,866
1970	31 971	38 390	0,833
1969	36 426	40 633	0,897
1968	28 434	42 071	0,676
1967	21 114	28 610	0,738
1966	22 554	32 337	0,698
1965	14 608	22 667	0,644
1964	15 030	22 298	0,674
1963	15 321	22 772	0,673

FONTE: SÉRIE DE VEÍCULOS SOBREVIVENTES - DNER - SERPRO : 9 |
SÉRIE DE NOVOS EMPLACAMENTOS - TABELAS 1, 2, 3 e 4.

Nota : A taxa de sobrevivência é definida como a razão entre veículos sobreviventes e novos emplacamentos.

TABELA 7.4

TAXAS DE SOBREVIVÊNCIA DA FROTA PARA 1979

Unidade: Veículos

ANO DE PRODUÇÃO	CAMINHÃO GASOLINA		
	VEÍCULOS SOBREVIVENTES (1)	NOVOS EMPLACAMENTOS (2)	TAXA DE SOBREVIVÊNCIA (1)/(2)
1978	2 938	1 145	256,6
1977	5 688	2 980	190,9
1976	10 806	9 995	108,1
1975	15 922	19 453	81,8
1974	21 915	31 504	69,6
1973	19 558	27 647	70,7
1972	14 336	21 943	65,3
1971	11 289	16 310	69,2
1970	9 880	17 353	56,9
1969	18 279	21 130	86,5
1968	13 718	24 612	55,7
1967	11 311	18 511	61,1
1966	12 718	20 470	62,1
1965	8 850	15 255	58,0
1964	9 680	15 631	61,9
1963	9 887	15 850	62,4

FONTE: SÉRIE DE VEÍCULOS SOBREVIVENTES - DNER - SERPRO [9]
 SÉRIE DE NOVOS EMPLACAMENTOS - TABELAS: 1, 2, 3 e 4

Nota: A taxa de sobrevivência é definida como a razão entre veículos sobreviventes e novos emplacamentos.

TABELA 7.5

TAXAS DE SOBREVIVÊNCIA DA FROTA PARA 1979

Unidade: Veículos

ANO DE PRODUÇÃO	CATEGORIA	CAMINHÃO DIESEL		
		VEÍCULOS SOBREVIVENTES (1)	NOVOS EMPLACAMENTOS (2)	TAXA DE SOBREVIVÊNCIA (1)/(2)
1978		73 525	75 147	97,8
1977		78 267	90 132	86,8
1976		61 145	65 150	93,9
1975		54 674	51 802	105,5
1974		45 643	41 253	110,6
1973		41 251	35 908	114,9
1972		29 236	28 616	102,2
1971		21 719	22 523	96,4
1970		21 582	21 037	102,6
1969		17 590	19 503	90,2
1968		14 208	17 459	81,4
1967		9 402	10 099	93,1
1966		9 437	11 867	79,5
1965		5 434	7 412	73,3
1964		4 978	6 667	74,7
1973		4 916	6 922	71,0

FONTE: SÉRIE DE VEÍCULOS SOBREVIVENTES - DNER - SERPRO |9|
SÉRIE DE NOVOS EMPLACAMENTOS - TABELAS: 1, 2, 3 e 4

Nota: A taxa de sobrevivência é definida como a razão entre veículos sobreviventes e novos emplacamentos.

TABELA 7.6

TAXAS DE SOBREVIVÊNCIA DA FROTA PARA 1979

Unidade: Veículos

ANO DE PRODUÇÃO	ÔNIBUS		
	VEÍCULOS SOBREVIVENTES (1)	NOVOS EMPLACAMENTOS (2)	TAXA DE SOBREVIVÊNCIA (1)/(2)
1978	10 250	12 710	0,806
1977	11 374	12 117	0,939
1976	10 694	11 046	0,968
1975	8 396	8 793	0,955
1974	7 453	7 353	1,013
1973	6 092	6 165	0,988
1972	4 652	4 299	1,088
1971	4 722	4 196	1,125
1970	4 281	3 948	1,084
1969	5 083	5 668	0,897
1968	5 717	5 690	1,005
1967	3 775	3 210	1,176
1966	2 848	2 548	1,118
1965	1 799	2 180	0,825
1964	1 623	2 228	0,728
1963	1 594	1 093	1,458

FONTE: SÉRIE DE VEÍCULOS SOBREVIVENTES - DNER - SERPRO |9|
SÉRIE DE NOVOS EMPLACAMENTOS - TABELAS: 1, 2, 3 e 4.

Nota : A taxa de sobrevivência é definida como a razão entre veículos sobreviventes e novos emplacamentos.

3.5 - Resultados

Os estimadores para os parâmetros a e b de mínimos quadrados, utilizando-se (15) e os dados da Tabela 7 para cada uma das especificações alternativas e para cada uma das categorias, são apresentados na Tabela 8 junto com algumas estatísticas importantes.

Como para valores da taxa de sobrevivência maiores ou iguais à unidade as transformações apresentadas na Tabela 6 não estão definidas, adotou-se a substituição dos valores superiores à unidade por 0,99.

Conforme já mencionado na seção anterior, dada a precariedade dos dados relativos à categoria ônibus, nenhuma estimativa que faça uso desses dados foi realizada.

Nos Gráficos 3, 4, 5, 6 e 7 estão apresentados os valores das funções $R(t) = 1 - F(t)$ para as várias hipóteses testadas e categorias analisadas. Nesses gráficos apresentamos também os valores das taxas de sobrevivência observadas.

A fim de facilitar a análise dos resultados obtidos, foram calculados os valores da vida média dos veículos^{9/} com base nos parâmetros estimados sob as várias hipóteses. As equações utiliza

^{9/} Note-se que essas estimativas são para a vida média de um veículo, e não para a idade média da frota, que deve apresentar valores bem inferiores devido ao número de veículos novos emplacados anualmente ter crescido consistentemente ao longo do tempo.

Gráfico 4.

ESTIMATIVAS DA FUNÇÃO DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE DA VIDA DOS COMERCIAIS LEVES

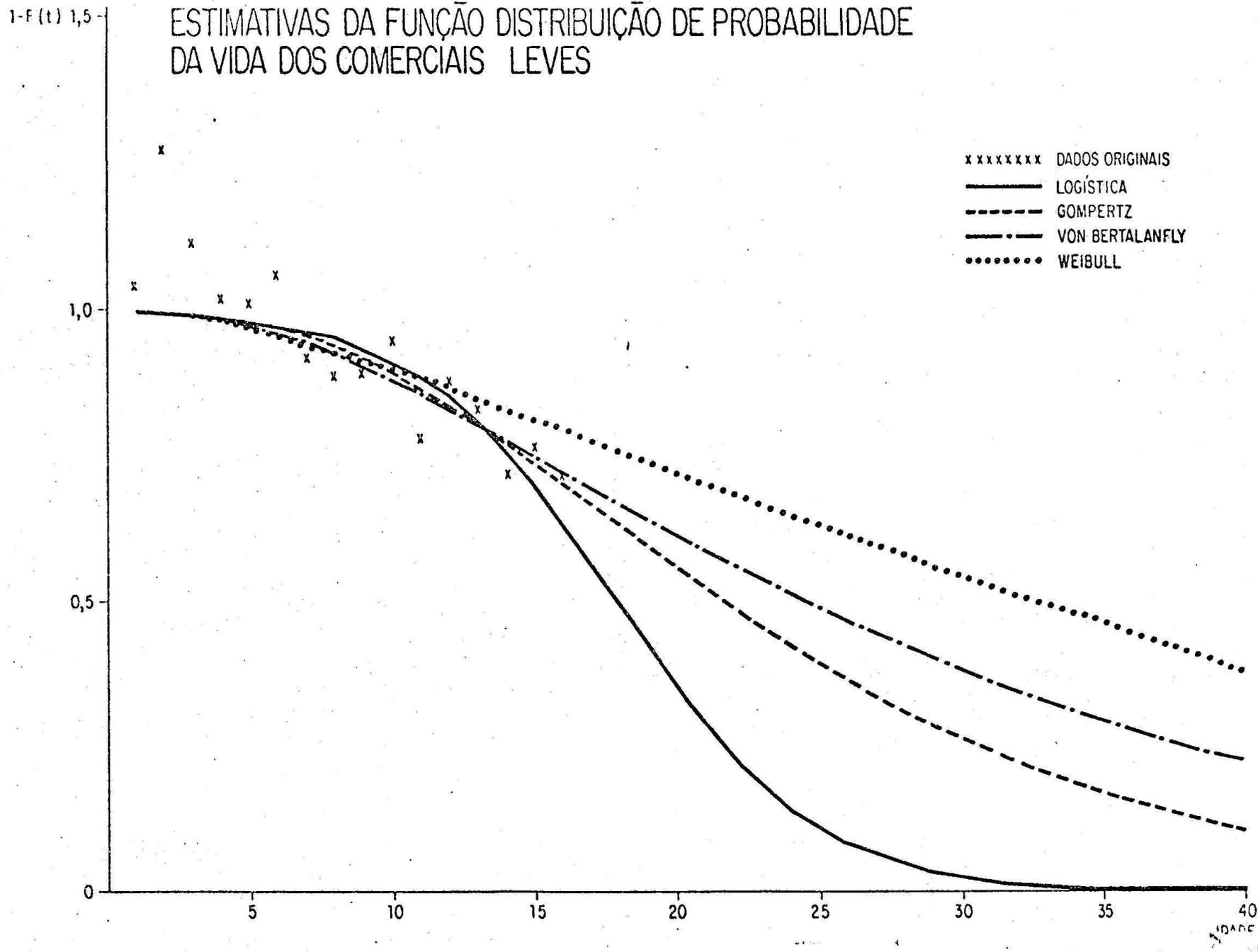


Gráfico 5

ESTIMATIVAS DA FUNÇÃO DISTRIBUIÇÃO PROBABILIDADE DA VIDA DOS CAMINHÕES (TOTAL)

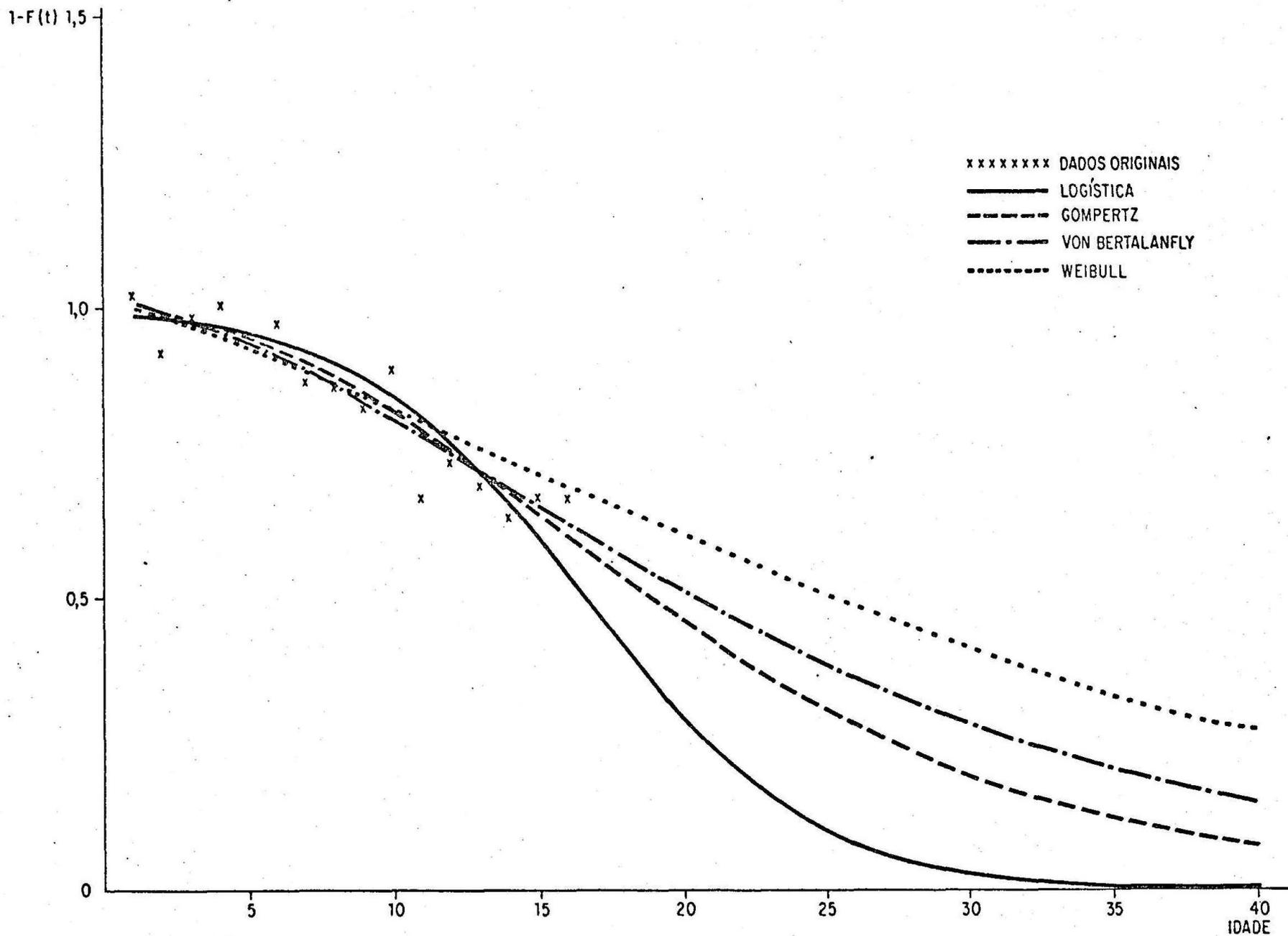


Gráfico 6

ESTIMATIVAS DA FUNÇÃO DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE DA VIDA DOS CAMINHÕES A DIESEL

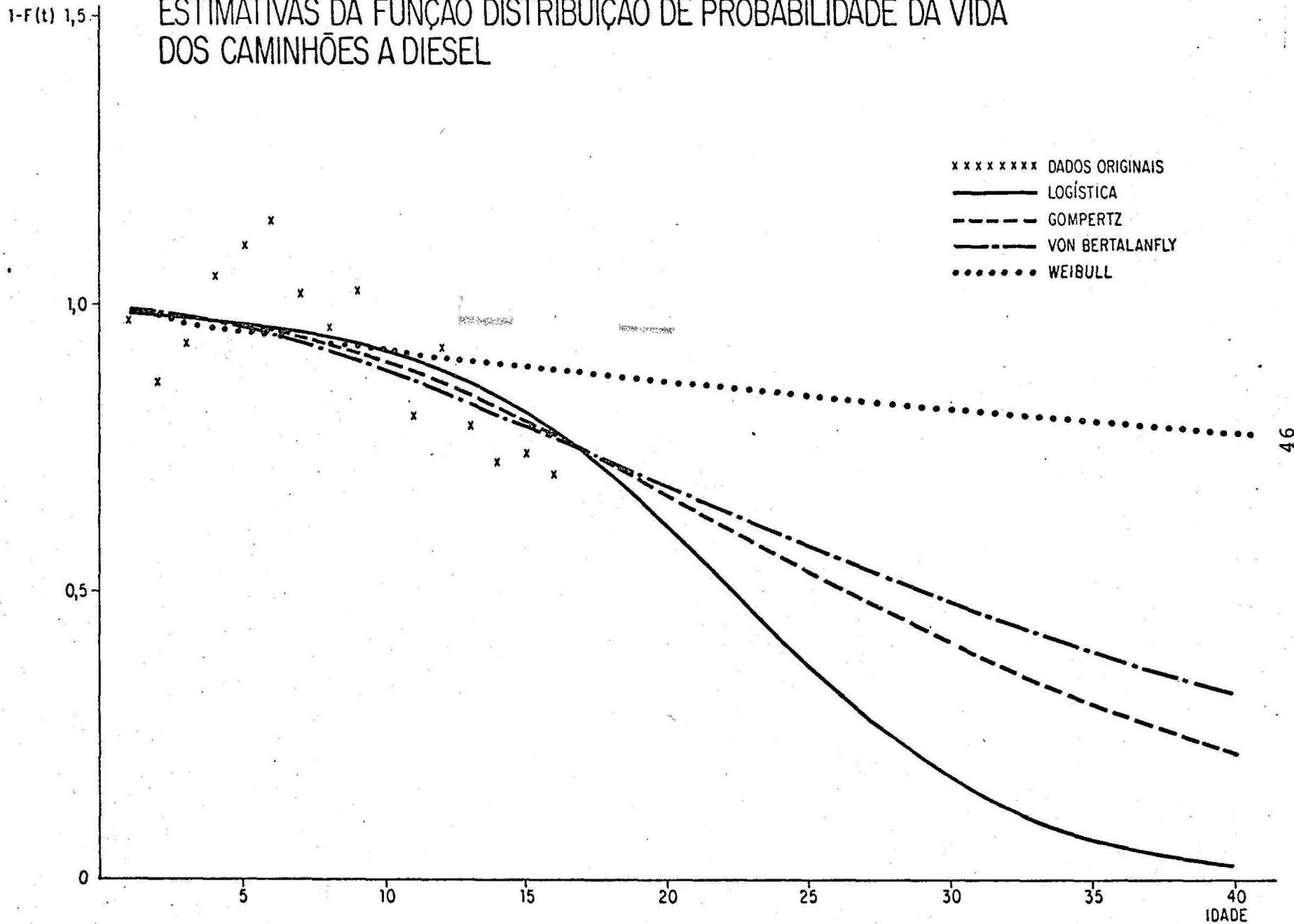
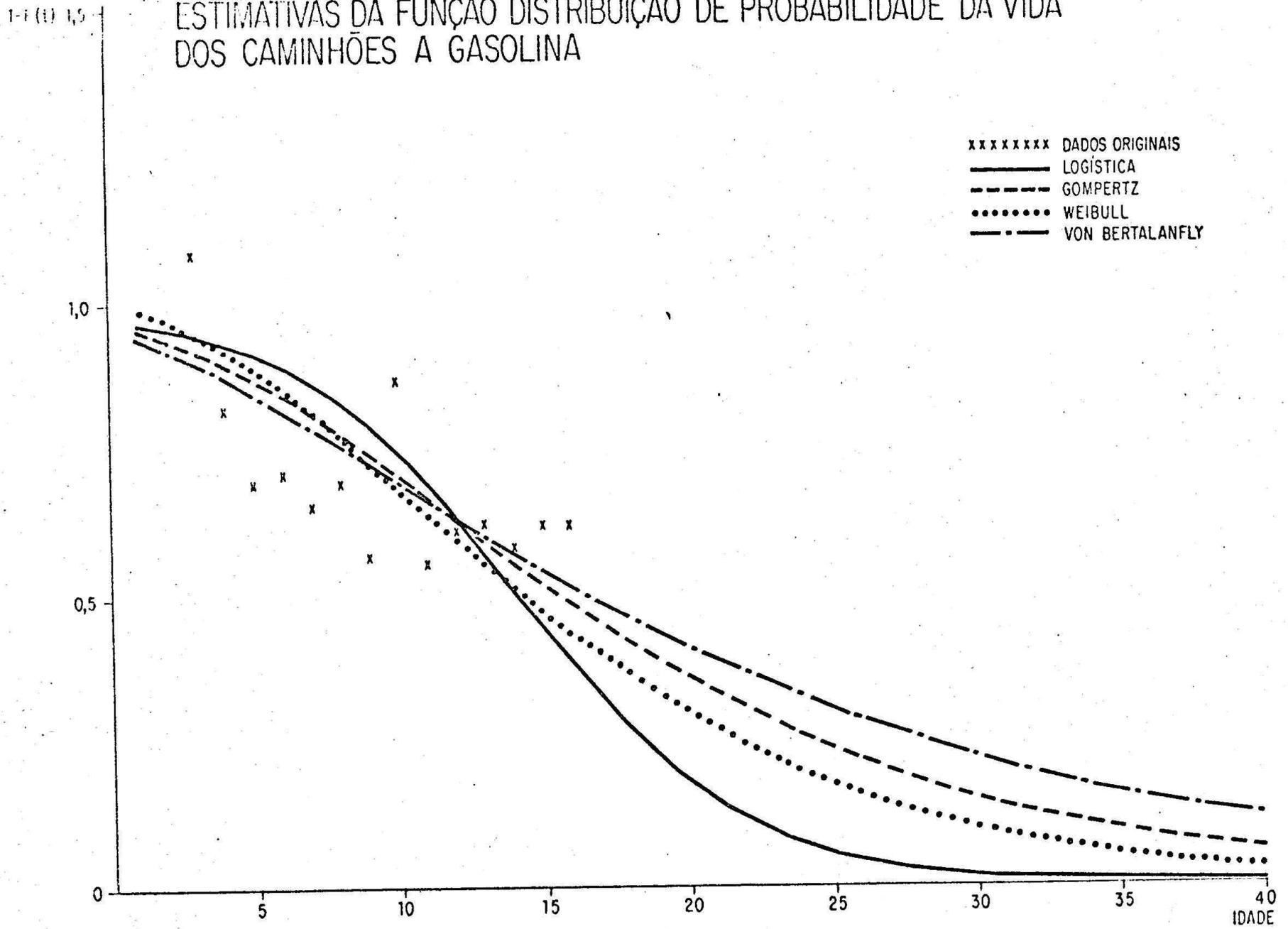


Gráfico 7

ESTIMATIVAS DA FUNÇÃO DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE DA VIDA DOS CAMINHÕES A GASOLINA



das encontram-se na Tabela 9 e os valores obtidos na Tabela 8.

Diante da precariedade dos dados, pode-se dizer que os resultados das regressões são bons, sendo a única exceção a estimativa da distribuição WEIBULL para os caminhões a diesel.

Conforme já era esperado da discussão acerca dos dados primários, é visível a piora no ajuste quando comparamos as regressões realizadas para os caminhões como um todo com as realizadas para os caminhões a gasolina e a diesel isoladamente.

Entretanto, o que é de fundamental importância ao analisar esses resultados é lembrar com relação aos dados primários que a aliança entre o fato de tais dados parecerem superestimar as taxas de sobrevivência, e o fato de apenas fornecerem informações para veículos com menos de 17 anos de uso, pode levar à superestimativa da cauda das distribuições, por conseguinte a estimativas de vida média muito elevadas.

Tendo estes fatos em mente foi escolhida a logística como a especificação mais adequada por apresentar a cauda mais fina entre as várias especificações testadas e qualidades estatísticas aceitáveis.

TABELA 8.1

ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS DA FUNÇÃO-DISTRIBUIÇÃO DE
PROBABILIDADE DA VIDA DE UM VEÍCULO AUTOMOTOR⁽³⁾

CATEGORIA	CURVA	PARÂMETROS	$s^{(1)}$	R^2	DW ⁽²⁾	VIDA MÉDIA
AUTOMÓVEIS	LOGÍSTICA	a = 5.22561	0.294954	0.8855	2.0604	16,48
		b = -0.317383	0.030503			
	GOMPERTZ	a = 1.81802	0.091412	0.9136	2.3450	20,83
		b = -0.114992	0.009454			
	VON BERTALANFLY	a = -0.028949	0.060159	0.9115	2.1117	24,15
		b = -0.074715	0.006222			
	WEIBULL	a = -5.91473	0.493290	0.7879	1.3998	27,56
		b = 1.72373	0.239036			

NOTAS:

(1) DESVIO-PADRÃO ESTIMADO

(2) ESTATÍSTICA DE DURBIN-WATSON

(3) NÚMERO DE OBSERVAÇÕES = 16 PARA TODAS AS REGRESSÕES

TABELA 8.2

 ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS DA FUNÇÃO-DISTRIBUIÇÃO DE
 PROBABILIDADE DA VIDA DE UM VEÍCULO AUTOMOTOR⁽³⁾

CATEGORIA	CURVA	PARÂMETROS	s ⁽¹⁾	R ²	DW ⁽²⁾	VIDA MÉDIA
COMERCIAIS LEVES	LOGÍSTICA	a = 5.28646	0.334971	0.8372	1.6059	18,00
		b = -0.293980	0.034642			
	GOMPERTZ	a = 1.79270	0.106284	0.8535	2.0815	23,88
		b = -0.099267	0.010992			
	VON BERTALANFLY	a = -0.064965	0.066117	0.8524	2.8524	28,77
		b = -0.061474	0.006838			
	WEIBULL	a = -5.90201	0.539012	0.7263	1.1256	36,54
		b = 1.59203	0.261192			

NOTAS:

(1) DESVIO-PADRÃO ESTIMADO

(2) ESTATÍSTICA DE DURBIN-WATSON

(3) NÚMERO DE OBSERVAÇÕES = 16 PARA TODAS AS REGRESSÕES

TABELA 8.3

ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS DA FUNÇÃO-DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE DA VIDA DE UM VEÍCULO AUTOMOTOR ⁽³⁾

CATEGORIA	CURVA	PARÂMETROS	s ⁽¹⁾	R^2	DW ⁽²⁾	VIDA MÉDIA
CAMINHÕES (Agregado)	LOGÍSTICA	a = 4.32329	0.351554	0.7832	2.3957	16,77
		b = -0.258548	0.036357			
	GOMPERTZ	a = 1.57521	0.115977	0.8379	2.3839	21,11
		b = -0.102031	0.011994			
	VON BERTALANFLY	a = -0.155533	0.074795	0.8520	2.2924	24,17
		b = -0.069431	0.007735			
	WEIBULL	a = -4.92422	0.491039	0.7145	1.7820	30,03
		b = 1.40853	0.237945			

NOTAS:

(1) DESVIO-PADRÃO ESTIMADO

(2) ESTATÍSTICA DE DURBIN-WATSON

(3) NÚMERO DE OBSERVAÇÕES = 16 PARA TODAS AS REGRESSÕES

TABELA 8.4

ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS DA FUNÇÃO-DISTRIBUIÇÃO DE
PROBABILIDADE DA VIDA DE UM VEÍCULO AUTOMOTOR⁽³⁾

CATEGORIA	CURVA	PARÂMETROS	s ⁽¹⁾	R^2	DW ⁽²⁾	VIDA MÉDIA
CAMINHÕES (DIESEL)	LOGÍSTICA	a = 4.55151	0.598715	0.4324	1.0848	22,56
		b = -0.202198	0.061918			
	GOMPERTZ	a = 1.60029	0.193332	0.4951	1.0412	29,41
		b = -0.074078	0.019994			
	VON BERTALANFLY	a = -0.162443	0.117621	0.5285	1.0226	34,68
		b = -0.048190	0.012164			
	WEIBULL	a = -4.45637	0.874402	0.2094	0.7892	263,24
		b = 0.815891	0.423714			

NOTAS:

(1) DESVIO-PADRÃO ESTIMADO

(2) ESTATÍSTICA DE DURBIN-WATSON

(3) NÚMERO DE OBSERVAÇÕES = 16 PARA TODAS AS REGRESSÕES

TABELA 8.5

 ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS DA FUNÇÃO-DISTRIBUIÇÃO DE
 PROBABILIDADE DA VIDA DE UM VEÍCULO AUTOMOTOR ⁽³⁾

CATEGORIA	CURVA	PARÂMETROS	s ⁽¹⁾	R ²	DW ⁽²⁾	VIDA MÉDIA
CAMINHÕES (GASOLINA)	LOGÍSTICA	a = 3.64331	0.588753	0.5619	0.8196	14,22
		b = -0.258007	0.060887			
	GOMPERTZ	a = 1.22949	0.217619	0.5954	1.1206	17,76
		b = -0.102152	0.022506			
	VON BERTALANFLY	a = -0.415319	0.145916	0.6077	1.3659	20,24
		b = -0.070272	0.015090			
	WEIBULL	a = -4.88182	0.531117	0.7565	1.4170	15,84
		b = 1.69724	0.257366			

NOTAS:

(1) DESVIO-PADRÃO ESTIMADO

(2) ESTATÍSTICA DE DURBIN-WATSON

(3) NÚMERO DE OBSERVAÇÕES = 16 PARA TODAS AS REGRESSÕES

TABELA 9

EQUAÇÕES PARA A VIDA MÉDIA

HIPÓTESE	VIDA MÉDIA
LOGÍSTICA	$- \frac{\text{LOG} (1+e^a)}{b}$
GOMPERTZ	$\frac{1}{b} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-e^a)^n}{n.n!}$
WEIBULL	$e^{-a/b} \cdot \Gamma\left(\frac{1+b}{b}\right)^*$
VON BERTALANFLY	$- \frac{1}{b} \left(3e^a - \frac{3}{2} e^{2a} + \frac{e^{3a}}{3} \right)$

* onde $\Gamma(x)$ representa o valor da função GAMA no ponto x .

3.6 - Comparações

Diversos estudos têm sido feitos sobre o comportamento da probabilidade de sucateamento, dada a relevância do conhecimento desta probabilidade para a estimativa da frota. Esses estudos, talvez por terem uma utilidade indireta, encontram-se de tal forma mal documentados que não foi possível uma avaliação da qualidade de suas estimativas.

SUYAMA [19] em seu estudo sobre a demanda por gasolina no Brasil estima a probabilidade de sucateamento supondo que a vida de um veículo é uma variável aleatória com uma distribuição WEIBULL ($F(T) = 1 - e^{-\lambda t^b}$), entretanto não fica claro em seu trabalho quais os dados primários utilizados e qual o método que foi empregado para estimá-la. Os parâmetros avaliados encontram-se na Tabela 10 e a vida média obtida com base nesses parâmetros na Tabela 12 adiante.

TABELA 10

ESTIMATIVAS DOS PARÂMETROS DA FUNÇÃO DISTRIBUIÇÃO DE
PROBABILIDADES DA VIDA DE UM VEÍCULO AUTOMOTOR

PARÂMETROS CATEGORIA	λ	b
Automóveis de Passeio	- 0,000070	2,750641
Comercial Leve	- 0,000209	2,354465
Caminhão a Gasolina	- 0,004511	1,740285
Caminhão a Diesel	- 0,000011	3,791142

Fonte: SUYAMA [19]

NOTA: Há pequenas diferenças nas definições das categorias utilizadas por SUYAMA e as utilizadas neste trabalho.

Estimativas da probabilidade de sucateamento realizadas por diversos fabricantes têm sido utilizadas pelo GEIPOT em suas avaliações de frota. Na Tabela 11 são apresentadas algumas dessas estimativas cedidas pelo GEIPOT.

Com os dados da Tabela 11 não é possível calcular a vida média dos veículos, no entanto, com vistas a melhor comparar os resultados, a vida média foi aproximada utilizando-se a seguinte equação:

$$ET \approx \sum_{i=1}^{\infty} P[T \geq i] \quad (15)$$

A Tabela 12 apresenta os valores estimados com base nos trabalhos de SUYAMA [19] e da VWB e MBB, para a vida média dos veículos. Os valores para vida média estimados neste trabalho (Tabela 8) aceitando a distribuição logística como válida são também apresentados nessa tabela para comparações.

Os Gráficos 8, 9, 10 apresentam várias estimativas do comportamento da probabilidade de sucateamento em função da idade do veículo separadas por categoria.

Pode-se notar do conjunto de gráficos e tabelas apresentados que as estimativas realizadas pelos fabricantes para a probabilidade de sucateamento localizam-se sistematicamente, acima das realizadas neste trabalho, as quais por sua vez localizam-se aci-

TABELA 11

ESTIMATIVAS DA PROBABILIDADE DE SUCATEAMENTO
REALIZADAS POR FABRICANTES

IDADE (i)	PROBABILIDADE DE SUCATEAMENTO ($P[T < i]$)		
	AUTOMÓVEIS	CAMINHÃO LEVE	CAMINHÕES MÉDIOS PÊSADOS E ÔNIBUS
1	0,010	0,0100	0,0391
2	0,020	0,0200	0,0785
3	0,030	0,0300	0,1183
4	0,040	0,0400	0,1587
5	0,050	0,0500	0,1998
6	0,060	0,0600	0,2417
7	0,070	0,0700	0,2846
8	0,080	0,0800	0,3286
9	0,090	0,1204	0,3739
10	0,100	0,1911	0,4206
11	0,120	0,2922	0,4688
12	0,166	0,4236	0,5187
13	0,239	0,5854	0,5704
14	0,338	0,7775	0,6241
15	0,464	1,0000	0,6799
16	0,616	1,0000	0,7379
17	0,795	1,0000	0,7983
18	1,000	1,0000	0,8612
19	1,000	1,0000	0,9268
20	1,000	1,0000	1,0000

FONTE: AUTOMÓVEIS E CAMINHÃO LEVE - VOLKSWAGEM DO BRASIL S.A. (VWB)
CAMINHÕES MÉDIOS PESADOS E ÔNIBUS - MERCEDES-BENZ DO BRASIL S.A. (MBB)

Nota: Há aqui também diferenças nas definições de categorias.

Gráfico 8

POSSIBILIDADE DE SOBREVIVÊNCIA
CATEGORIA: AUTOMÓVEIS DE PASSEIO

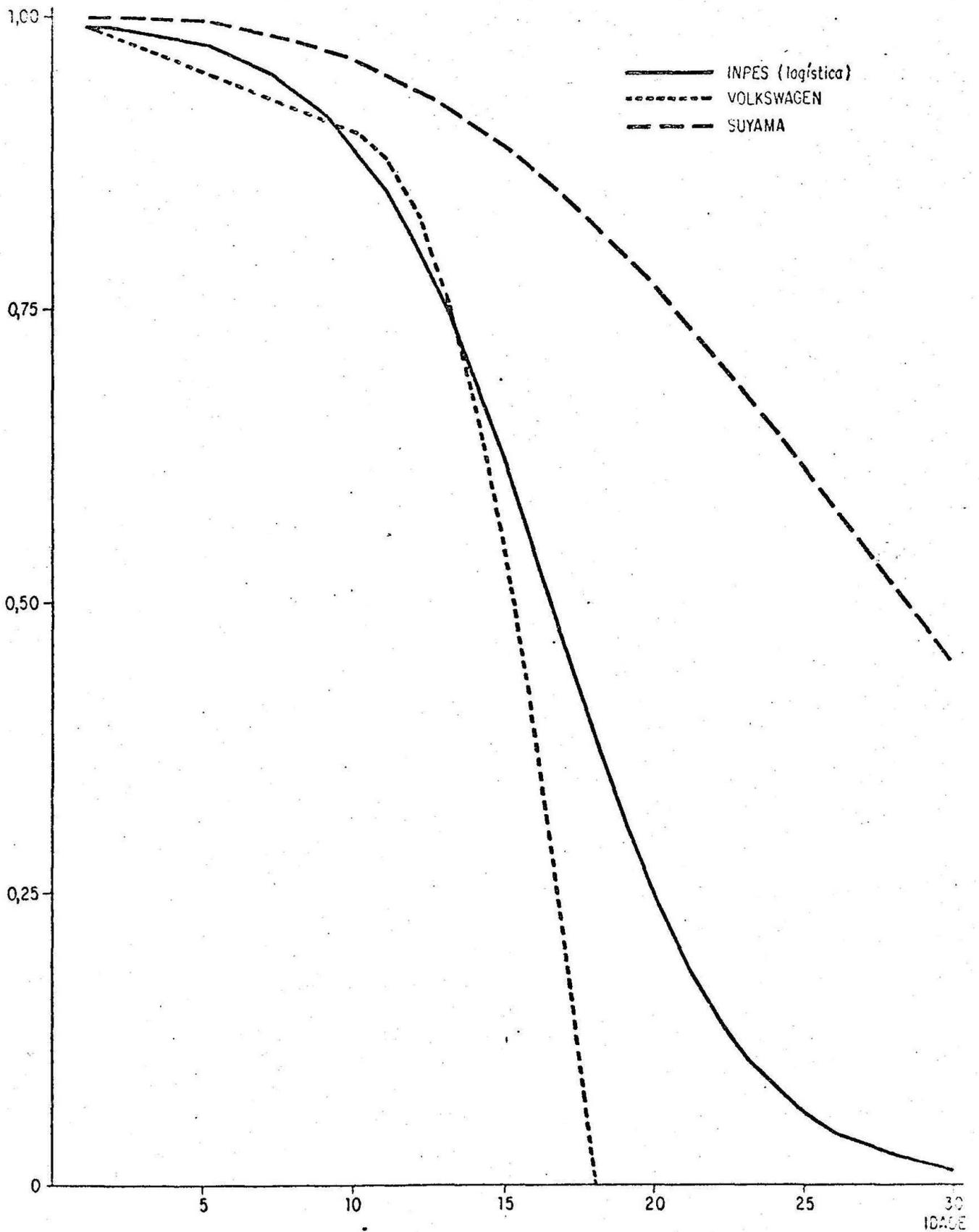


Gráfico 9

POSSIBILIDADE DE SOBREVIVÊNCIA CATEGORIA: COMERCIAIS LEVES

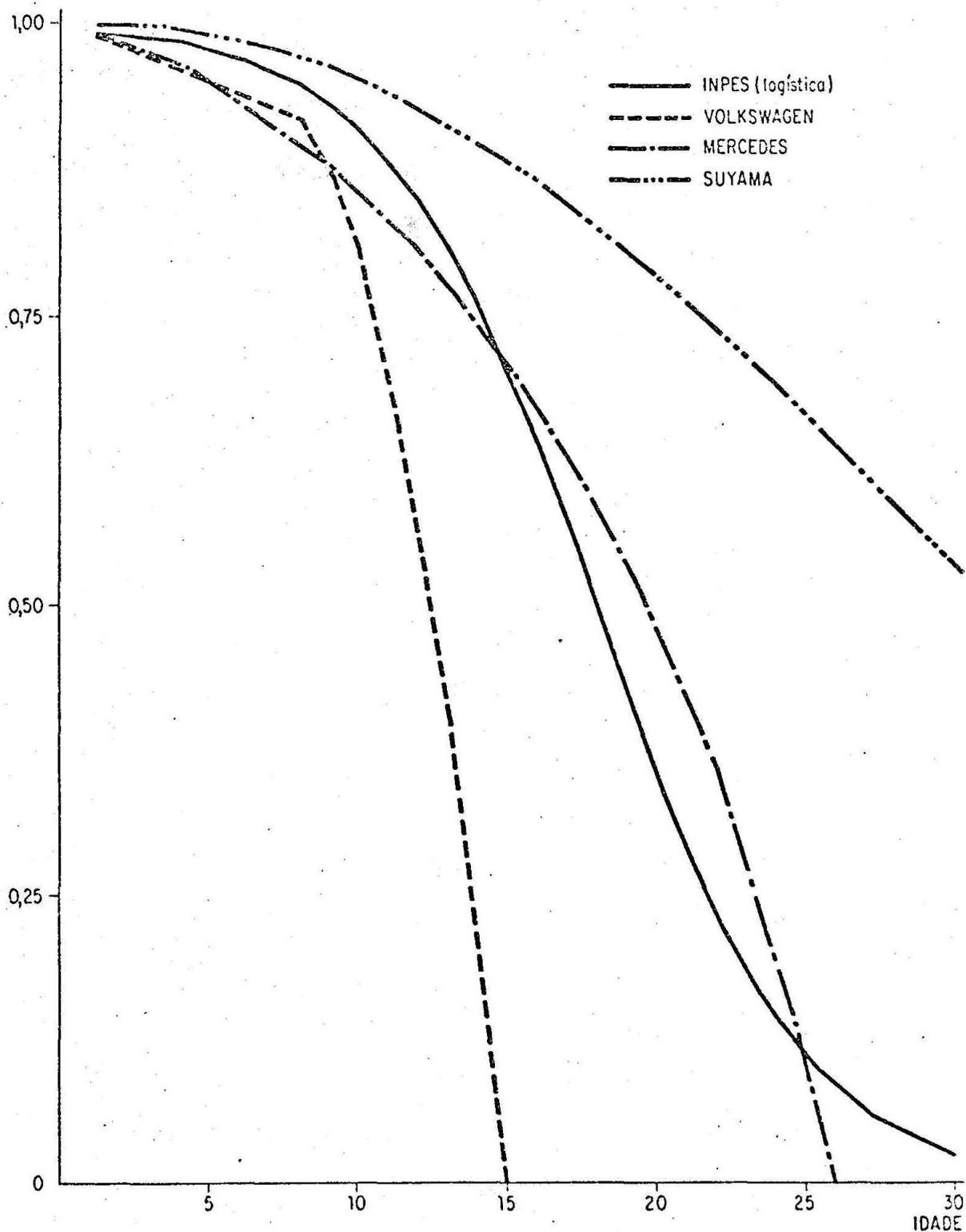
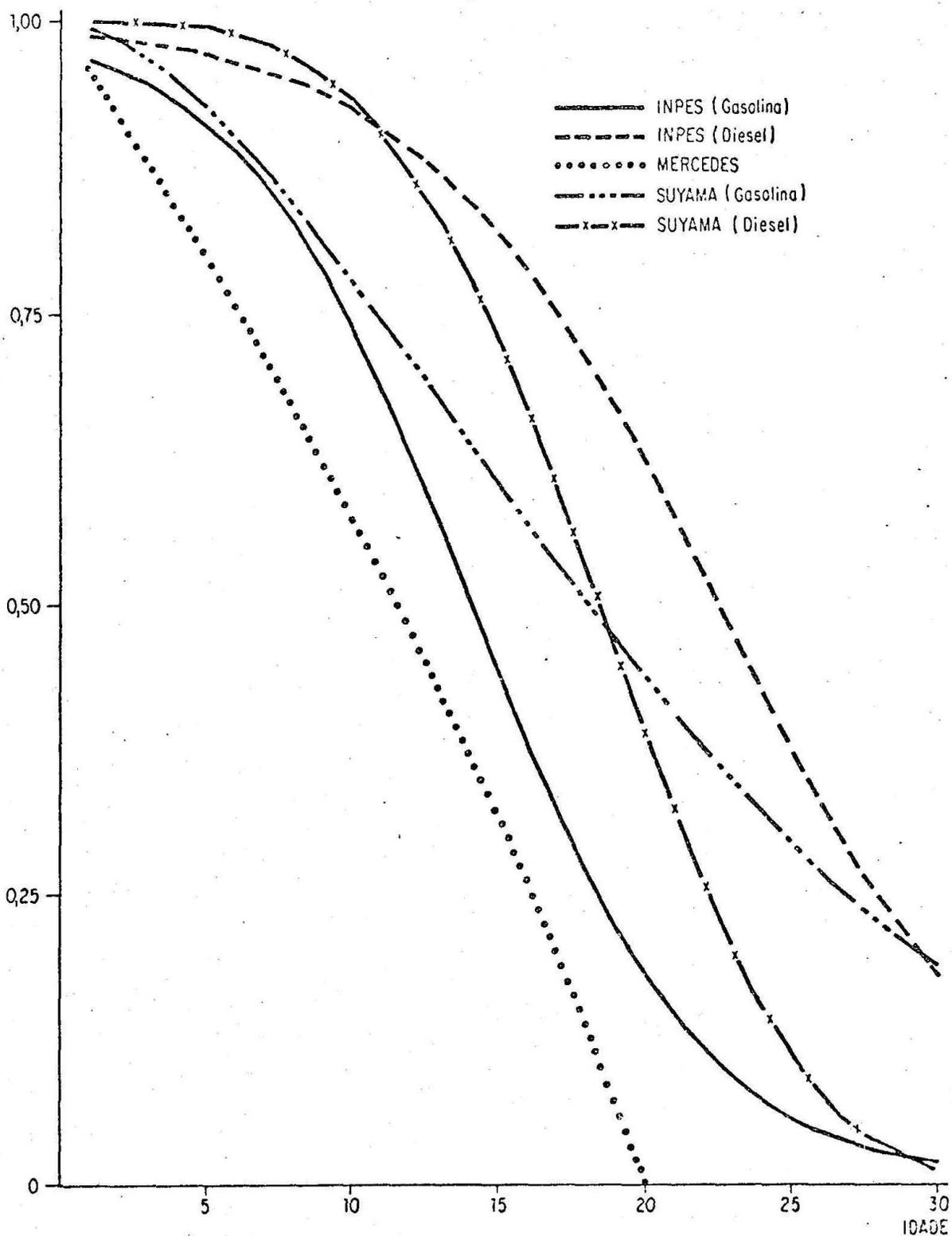


Gráfico 10

POSSIBILIDADE DE SOBREVIVÊNCIA / CATEGORIA: CAMINHÕES



ma das efetuadas por SUYAMA, com exceção do caso da categoria caminhões a diesel, para a qual a situação é invertida.

A hipótese de as estimativas obtidas nesta seção subestimaram a real probabilidade de sucateamento não é de todo refutada . Contudo as estimativas da frota^{10/} com base nessas avaliações da probabilidade de sucateamento levaram a resultados considerados mais razoáveis do que aqueles obtidos quando foram utilizadas as dos fabricantes. Desta forma é razoável acreditar-se na superioridade das estimativas deste trabalho frente às demais apresentadas.

10/ As estimativas de frota serão analisadas no próximo capítulo.

TABELA 12

ESTIMATIVAS DA VIDA MÉDIA

Unidade: Anos

CATEGORIA FONTES	AUTOMÓVEIS DE PASSEIO	COMERCIAIS LEVES	CAMINHÕES		
			DIESEL	GASOLINA	AGREGADOS
INPES (LOGÍSTICA)	16,48	18,00	22,56	14,22	16,77
SUYAMA	28,83	32,39	18,36	19,85	-
VWB	13,71	11,25	-	-	-
MBB	-	-	-	-	10,57

FONTE: INPES: TABELA 8

SUYAMA: TABELA 10

VWB: TABELA 11 E EQUAÇÃO (15)

MBB: TABELA 11 E EQUAÇÃO (15)

Nota (*) Na verdade refere-se a Caminhões Leves.

4 - FROTA

4.1 - Metodologia

Diversas séries históricas sobre a evolução da frota nacional de veículos e de sua composição são disponíveis. Dentre elas podem ser citadas as estimadas por GEIPOT [6], IBGE [5], Superintendência da Borracha [4], SUYAMA [19] e BAUMGARTEN [7], além de muitas outras não publicadas como é o caso das realizadas periodicamente pelos fabricantes de automóveis.

A metodologia básica consiste em utilizar a seguinte identidade:

$$FR_t = FR_{t-1} + NE_t - SUC_t \quad (16)$$

onde:

- FR_t → frota no final do ano t.
- NE_t → novos emplacamentos durante o ano t.
- SUC_t → total de veículos sucateados durante o ano t.

Sobre estas parcelas pode-se dizer que estimativas para os novos emplacamentos são relativamente fáceis de obter quer diretamente dos órgãos responsáveis pelo emplacamento dos veículos^{1/}, quer de estimativas simples para o total das vendas de veículos para o mercado interno, conforme descrito no Capítulo 2.

^{1/} É importante notar que apesar de potencialmente possível não foi possível obter tal informação durante a realização deste trabalho.

Para o total de veículos sucateados anualmente as dificuldades são incomensuravelmente maiores, podendo as estimativas ser agrupadas, a grosso modo, em dois tipos.

Por um lado tem-se os métodos que se baseiam em cadastros de veículos. Estes métodos partindo com um conjunto de características para cada veículo da frota existente num ano elimina (sucateia) aqueles veículos cujas características atendam a certos critérios, tais como: não pagam TRU^{2/} a partir de determinado número de anos; não foram multados nos últimos anos; ou possuem idade superior a um certo número de anos. Como tais cadastros têm primordialmente finalidades fiscais, as estimativas de frota neles baseadas são apenas subprodutos e encontram-se conscientemente superestimados.^{3/}

Dadas as suas funções, o DNER |9| é a principal fonte de estimativas desta natureza. Infelizmente, os critérios de sucateamento utilizados tem variado com o tempo de tal forma que nenhuma série coerente é disponível. O atual critério elimina do cadastro os "veículos que não tiveram atualização de suas informações, não pagaram a TRU, nem foram multados pela Polícia Rodoviária Federal, desde 1976".

^{2/} Taxa Rodoviária Única

^{3/} O critério de sucateamento é escolhido de tal forma que um veículo só é eliminado quando a probabilidade de não estar mais em uso (ter sido sucateado) é elevada; assim, é esperado que uma fração dos veículos sucateados ainda constem do cadastro.

O IBGE [5] apresenta estimativas para o período posterior a 1942 baseadas em informações próprias e em diversas outras fontes.^{4/} Estas estimativas além de ausentes para alguns anos (1954-59, 1961, 1963, 1973) encontram-se desagregadas por categorias que variam ao longo dos anos, e que são de difícil compatibilização.

Uma terceira fonte possível é a Superintendência da Borracha [4] que publica em seu anuário estimativas realizadas pelo Instituto Brasileiro de Cadastro. A metodologia utilizada não se encontra publicada, entretanto é razoável supor que as estimativas são baseadas nos cadastros de veículos dos municípios.

Estas se encontram, pelo menos aparentemente, coerentes dentro do período de análise do trabalho - 1957-1979 -, de tal forma que seus valores serão apresentados e brevemente discutidos e comparados a outras estimativas disponíveis na última seção deste capítulo.

Em contraste com as estimativas baseadas em cadastros, temos aquelas que se baseiam em estudos sobre o comportamento da probabilidade de sucateamento de veículos típicos para estimarem o volume de veículos sucateados num dado período. Nesses métodos, apesar de ser possível conhecer-se como determinadas variáveis (por ex. idade média da frota) influenciam o volume de veículos sucateados, não se pode identificar exatamente quais os veículos

^{4/} Para o período mais recente, após 1974, os dados são baseados no cadastro do DNER.

sucateados, e por conseguinte tais métodos são de pequena utilidade para fins fiscais.

Apesar de ser a probabilidade de sucateamento dependente também de variáveis de natureza econômica como o preço dos veículos novos e usados, condições de crédito, nível de renda, custo operacional, etc., é indiscutível que seu principal determinante é a idade do veículo. Devido a isto e à pequena disponibilidade de dados, os estudos já realizados no país têm-se concentrado em estimar como a probabilidade de sucateamento se eleva com a idade de um veículo típico, conforme descrito no capítulo anterior.

Sob esta hipótese e adicionalmente considerando que a probabilidade de sucateamento independe do ano de fabricação do veículo, sendo apenas função de sua idade tem-se que o valor esperado da parcela da frota em funcionamento no ano t que possui idade i (PFR_t^i) vale:

$$PFR_t^i = NE_{t-i} (1 - F(i)) \quad (17)$$

onde:

$F(i)$ → probabilidade de sucateamento de um veículo de idade i

Como o valor esperado da frota é dado pela soma destas parcelas tem-se que :

$$FR_t = \sum_{i=0}^{\infty} PFR_t^i \quad (18)$$

É importante observar que a identidade acima é válida para calcular-se o valor esperado da frota e não a frota existente em circulação, o que implica, entre outras coisas, em que a série assim obtida deverá ser mais suave do que a realmente observada.

Devido ao fato de as estimativas baseadas em cadastros fiscais superestimarem a frota, várias têm sido as tentativas de utilizar variações da metodologia acima descrita. Tais estimativas têm sido realizadas tanto por órgãos governamentais, como pelos fabricantes de automóveis, estando também presentes em diversos trabalhos de natureza acadêmica.

Dentre essas estimativas merecem destaque as realizadas pelo GEIPOT [6], BAUMGARTEN [7] e por SUYAMA [19].

A série estimada pelo GEIPOT é a mais largamente conhecida e utilizada dentre as acima citadas, não estando contudo sua metodologia publicada em detalhes. Contatos diretos com o GEIPOT e informações contidas em [5] revelam que a metodologia utilizada é semelhante à acima descrita; os dados de novos emplacamentos foram estimados de forma similar ao realizado no Capítulo 2 deste trabalho; e a função de sucateamento usada deriva de estudos da indústria automobilística. A série obtida apresenta, entretanto, problemas nos seus anos iniciais que carecem ainda de explicações adequadas.

BAUMGARTEN, por sua vez, usa uma metodologia um pouco diferente, principalmente no que se refere à sua definição de sucateamento, tendo entretanto seu estudo pouca utilidade no âmbito deste trabalho, uma vez que se limita a estimar a frota de automóveis de passeio de produção nacional para um período relativamente curto, 1960-1967.

Finalmente, SUYAMA estimou séries para diversas categorias de veículos no período 1957-1978. A metodologia utilizada é em tudo semelhante à acima descrita; a série de novos emplacamentos foi obtida de maneira semelhante ao realizado no Capítulo 2 deste trabalho e por fim para a probabilidade de sucateamento ele considerou que esta seguia a lei de WEIBULL e estimou seus parâmetros conforme está descrito no final do capítulo anterior.

Na última seção deste capítulo as séries do GEIPOT e de SUYAMA serão apresentadas e brevemente comparadas e analisadas.

O fato de a maioria das metodologias estarem apenas parcialmente documentadas e de haver diferenças sensíveis nas definições de categorias de veículos, para as quais as estimativas foram desagregadas nos diversos trabalhos, tem levado a que seja difícil analisar e comparar estas séries. Tais dificuldades aliadas ao fato de que neste estudo é indispensável que a estimativa de frota seja intrinsecamente coerente com as estimativas para novos emplacamentos, probabilidade de sucateamento, eficiência ,

quilometragem média e consumo médio levam a que seja necessário estimar-se aqui novas séries para a frota das diversas categorias de veículos.

4.2 - Estimação

Como o objetivo dos dois capítulos anteriores foi justamente estimar uma série para os novos emplacamentos e para o comportamento da probabilidade de sucateamento, nesta seção para estimar a frota será necessário apenas aplicar as equações (17) e (18) utilizando-se os dados já obtidos naqueles capítulos. Entretanto algumas observações adicionais são necessárias.

Primeiro, a especificação escolhida para a função de distribuição de probabilidade de sucateamento foi a logística, conforme já comentado no capítulo anterior, estando os parâmetros utilizados discriminados na Tabela 8.

Em segundo lugar, definiu-se que a função de distribuição de probabilidades para a categoria comerciais leves não varia com o tipo de combustível utilizado pelo veículo.

No caso da categoria ônibus, por não ter sido estimado o comportamento da sua probabilidade de sucateamento, adotaram-se como uma boa aproximação os valores estimados para a categoria caminhões.

Para estas categorias utilizamos probabilidades de sucateamento diferentes para os veículos movidos a gasolina e a diesel , de acordo com as estimativas apresentadas na Tabela 8.

Finalmente, a frota total de caminhões e ônibus foi obtida pela soma das frotas a gasolina e a diesel.

Assim foram obtidas estimativas de frota para as seguintes categorias:

- automóveis de passeio
- comerciais leves
 - movidos a gasolina
 - movidos a diesel
- caminhões e ônibus
 - movidos a gasolina
 - movidos a diesel

Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 13 e no Gráfico 11.

A fim de permitir uma melhor análise dessas estimativas, foi obtido^{5/} o comportamento da idade média da frota (IM_t), da taxa anual de sucateamento (TAS_t) e do número médio de automóveis de passeio por habitante (VPC_t) no período 1957-1979. Estas grandezas foram estimadas utilizando-se as seguintes equações:

5/ Com base nas mesmas hipóteses e dados utilizados nas estimativas de frota.

TABELA 13

ESTIMATIVA DA FROTA NACIONAL DE VEÍCULOS - 1957-1979

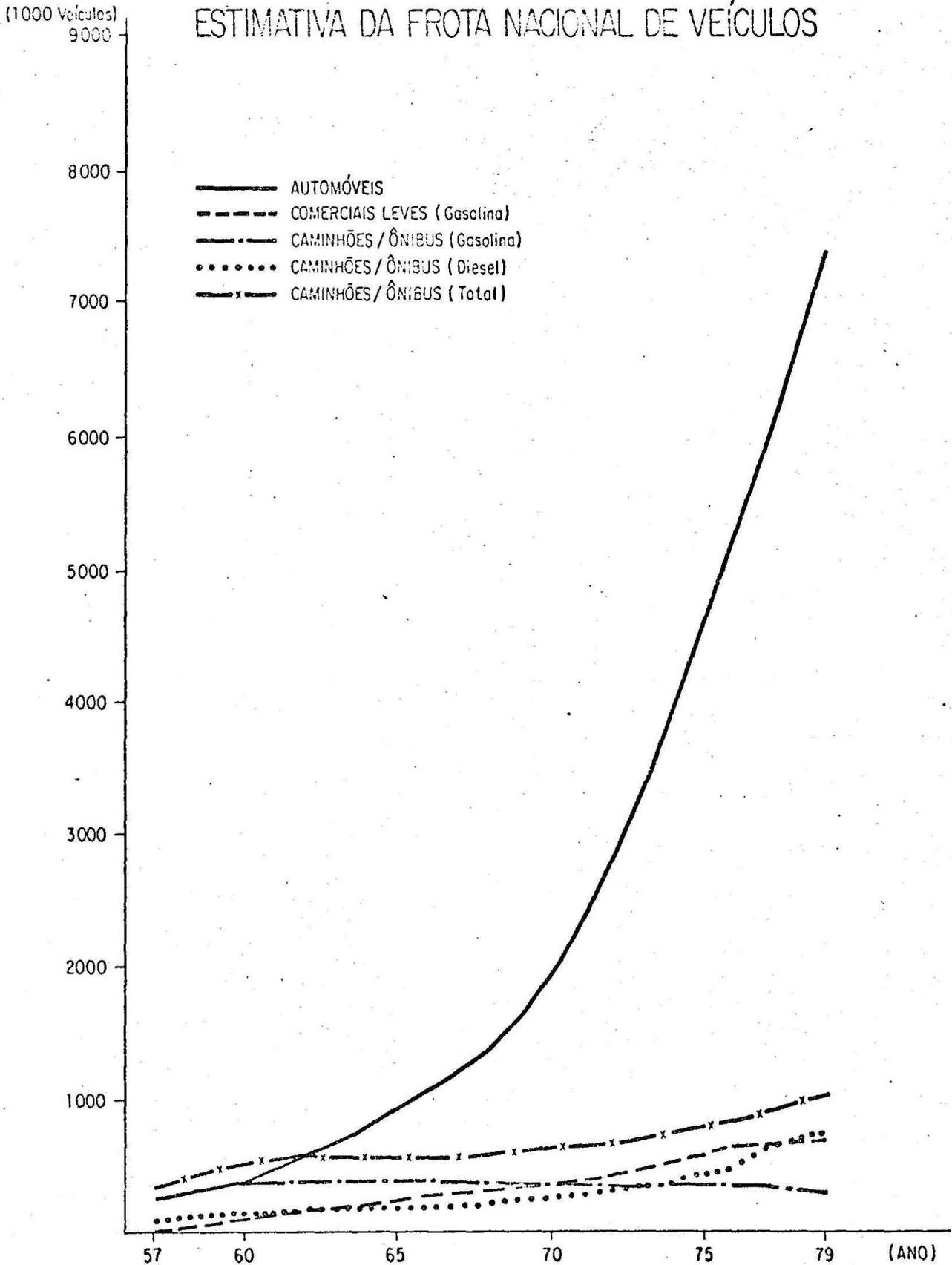
Unidade: Veículos

ANO	CATEGORIA AUTOMÓVILS DE PASSEIO	COMERCIAIS LEVES A GASOLINA	COMERCIAIS LEVES A DIESEL	CAMINHÕES E ÔNIBUS A GASOLINA	CAMINHÕES E ÔNIBUS A DIESEL	TOTAL
1957	252 617	12 253	-	254 501	89 418	608 789
1958	286 031	31 454	-	287 134	117 603	722 222
1959	344 234	57 358	-	343 247	140 573	885 412
1960	402 522	86 677	-	369 549	153 188	1 011 936
1961	475 855	116 247	-	376 502	159 425	1 128 029
1962	572 038	156 841	-	389 341	166 913	1 285 133
1963	679 190	183 639	-	386 784	172 750	1 422 363
1964	794 436	209 228	-	382 656	179 188	1 565 508
1965	913 453	229 584	-	376 969	185 988	1 705 994
1966	1 050 136	259 372	-	375 366	197 146	1 882 020
1967	1 198 279	280 406	-	370 918	206 781	2 056 384
1968	1 377 843	306 656	291	371 602	225 693	2 282 085
1969	1 629 561	329 506	1 128	368 147	246 078	2 574 420
1970	1 940 605	354 606	1 696	360 394	265 702	2 923 003
1971	2 341 529	383 525	2 182	351 117	286 468	3 364 821
1972	2 807 808	421 347	2 720	347 001	312 743	3 891 619
1973	3 356 342	469 803	3 344	348 265	347 418	4 525 172
1974	3 993 278	524 667	3 928	353 276	387 846	5 262 995
1975	4 636 004	575 966	4 687	346 667	439 417	6 002 741
1976	5 312 031	619 557	5 979	331 089	505 783	6 774 439
1977	5 926 437	632 614	8 325	309 212	597 135	7 473 723
1978	6 647 681	650 100	12 684	286 239	673 349	8 270 053
1979	7 388 048	669 901	27 821	265 159	748 296	9 099 225

Fonte: Equações (17) e (18) e Tabelas 5 e 8

Gráfico 11

ESTIMATIVA DA FROTA NACIONAL DE VEÍCULOS



$$IM_t = \sum_{i=0}^{\infty} i \frac{PFR_t^i}{FR_t} \quad (19)$$

Logo, por (17) e (18), tem-se que:

$$IM_t = \frac{\sum_{i=0}^{\infty} i \cdot NE_{t-i} [1-F(i)]}{\sum_{i=0}^{\infty} NE_{t-i} [1-F(i)]} \quad (20)$$

$$TAS_t = \frac{SUC_t}{FR_{t-1}} \quad (21)$$

Logo, por (16) temos que

$$TAS_t = 1 - \frac{FR_t - NE_t}{FR_{t-1}} \quad (22)$$

e finalmente,

$$VPC_t = \frac{FR_t}{POP_t} \quad (23)$$

onde:

POP_t → população nacional no ano t

Os resultados obtidos encontram-se nas Tabelas 14, 15 e 16 e nos Gráficos 12, 13 e 14.

TABELA 14

ESTIMATIVA DA IDADE MÉDIA DOS VEÍCULOS COMPONENTES DA FROTA - 1957-1979

Unidade: Ano

ANO	AUTOMÓVEIS DE PASSEIO	COMERCIAIS LEVES	CAMINHÕES E ÔNIBUS A GASOLINA	CAMINHÕES E ÔNIBUS A DIESEL
1957	7.50	0.33	5.98	5.05
1958	7.06	0.52	5.86	4.54
1959	6.30	0,83	5.40	4.57
1960	5.86	1.21	5.57	5.04
1961	5.45	1.64	6.01	5.71
1962	5.04	1.95	6.30	6.29
1963	4.77	2.51	6.80	6.91
1964	4.63	3.06	7.26	7.47
1965	4.60	3.68	7.70	7.97
1966	4.59	4.11	7.99	8.25
1967	4.63	4.67	8.30	7.57
1968	4.64	5.12	8.44	8.50
1969	4.54	5.59	8.63	8.43
1970	4.44	6.00	8.88	8.43
1971	4.31	6.32	9.12	8.42
1972	4.25	6.47	9.18	8.29
1973	4.22	6.48	9.05	8.02
1974	4.22	6.44	8.81	7.74
1975	4.32	6.48	8.88	7.38
1976	4.46	6.61	9.16	6.96
1977	4.70	7.04	9.63	6.45
1978	4.88	7.34	10.15	6.32
1979	5.07	7.45	10.62	6.31

Fonte: Equação 20 e Tabelas 5 e 8

TABELA 15

SUCATEAMENTO ANUAL
(Em Porcentagem)

ANO	AUTOMÓVEIS	COMERCIAIS	CAMINHÕES E ÔNIBUS	CAMINHÕES E ÔNIBUS
		LEVES	A GASOLINA	A DIESEL
1958	3,6	0,99	4,3	1,2
1959	3,5	0,63	4,6	1,0
1960	3,2	0,49	4,2	0,94
1961	3,1	0,44	4,2	0,98
1962	3,0	0,48	4,6	1,1
1963	2,8	0,43	4,8	1,2
1964	2,6	0,49	5,1	1,4
1965	2,5	0,56	5,5	1,5
1966	2,4	0,69	5,9	1,7
1967	2,3	0,79	6,1	1,9
1968	2,2	0,96	6,5	2,0
1969	2,1	1,1	6,6	2,1
1970	2,0	1,4	6,8	2,2
1971	1,9	1,6	7,1	2,2
1972	1,8	1,9	7,4	2,3
1973	1,8	2,1	7,6	2,3
1974	1,8	2,3	7,6	2,3
1975	1,8	2,5	7,4	2,3
1976	1,8	2,6	7,4	2,2
1977	1,9	2,8	7,5	2,2
1978	2,0	3,1	7,8	1,9
1979	2,0	3,3	8,2	1,9

Fonte: Equação 22 e Tabelas 13 e 5

TABELA 16

AUTOMÓVEIS DE PASSEIO POR 1000 HABITANTES, BRASIL, 1957-1979

ANO	POPULAÇÃO EM 1000 HAB. (1)	FROTA DE AUTOMÓ VEIS DE PAS SEIO (2)	AUTOMÓVEIS FOR 1000 HABITANTES (2)/(1)
1957	63 690	252 617	3,96
1958	65 609	286 081	4,36
1959	67 597	344 234	5,09
1960	69 658	402 522	5,78
1961	71 962	475 855	6,61
1962	74 209	572 038	7,71
1963	76 538	679 190	8,87
1964	78 954	794 436	10,1
1965	81 006	913 453	11,3
1966	83 343	1 050 136	12,6
1967	85 748	1 198 279	14,0
1968	88 222	1 377 843	15,6
1969	90 768	1 629 561	18,0
1970	93 387	1 940 605	20,8
1971	95 686	2 341 529	24,4
1972	98 042	2 807 808	28,7
1973	100 456	3 356 342	33,4
1974	102 929	3 993 278	38,8
1975	105 462	4 636 004	44,1
1976	108 059	5 312 031	49,3
1977	110 719	5 926 437	53,5
1978	113 445	6 647 681	58,5
1979	116 237	7 388 048	63,7

FONTE: POPULAÇÃO EM 1000 HABITANTES:

1957/1964 - Conjuntura Econômica, junho de 1970

1965/1970 - Conjuntura Econômica, dezembro de 1980

1971/1980 - Obtido por interpolação através do dado de população de 1980 publicado pela IBGE. Sinopse preliminar do Censo Demográfico - 1981. |13|

FROTA DE AUTOMÓVEIS DE PASSEIO:

Estimativa da Frota Nacional de Veículos - INPES - Tabela 13.

Gráfico 12

ESTIMATIVA DA IDADE MÉDIA DOS VEÍCULOS COMPONENTES DA FROTA

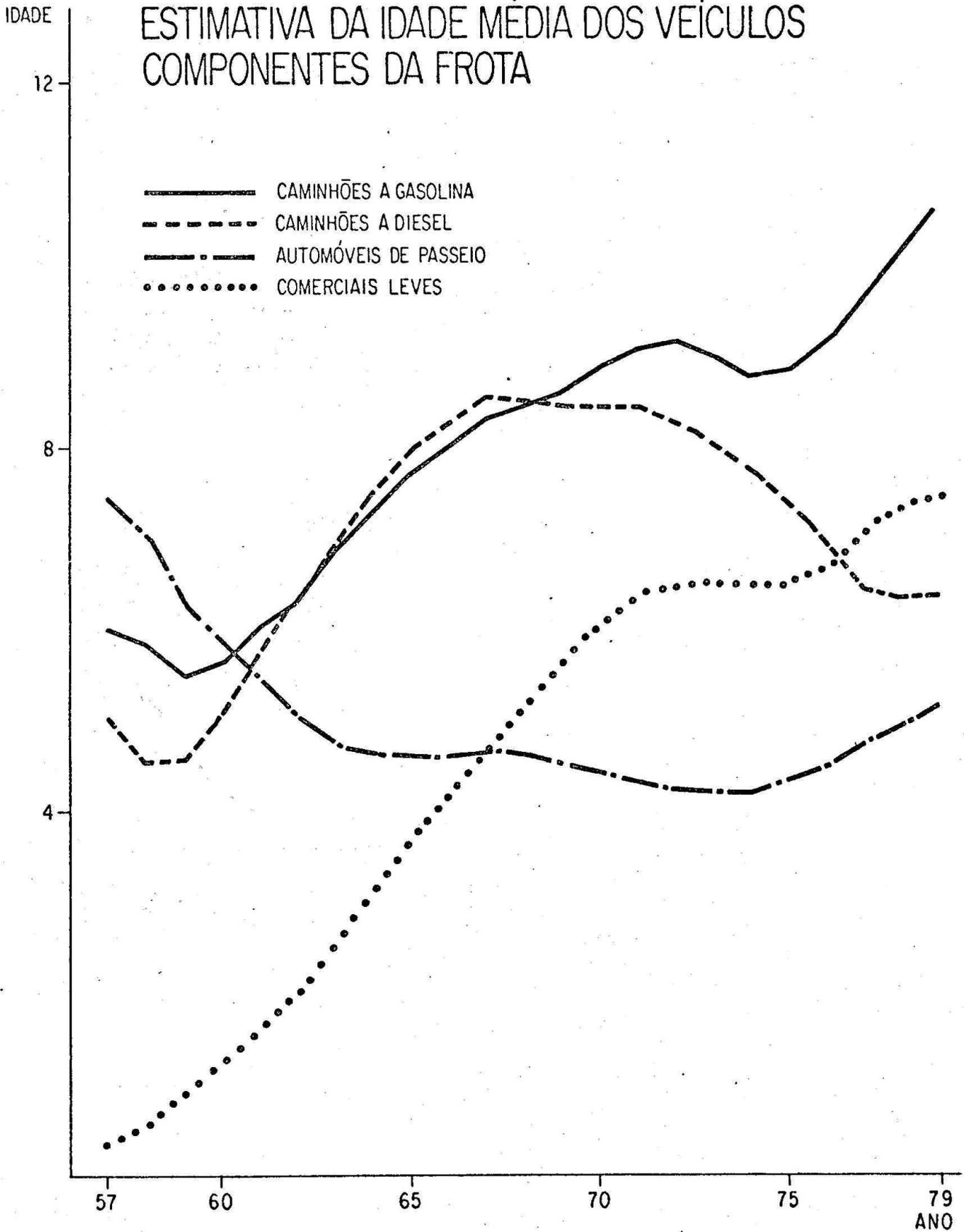


Gráfico 13

SUCATEAMENTO ANUAL

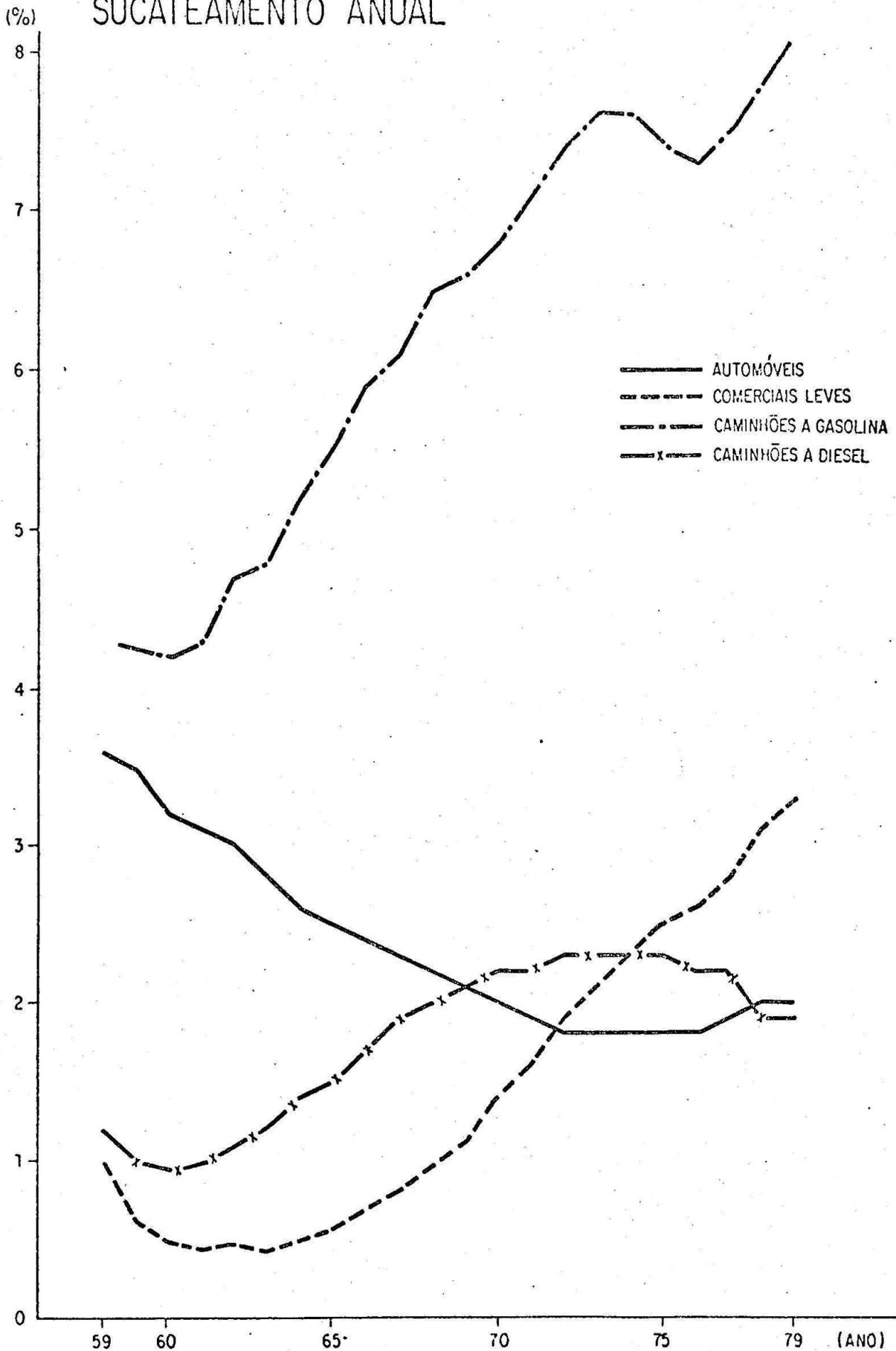
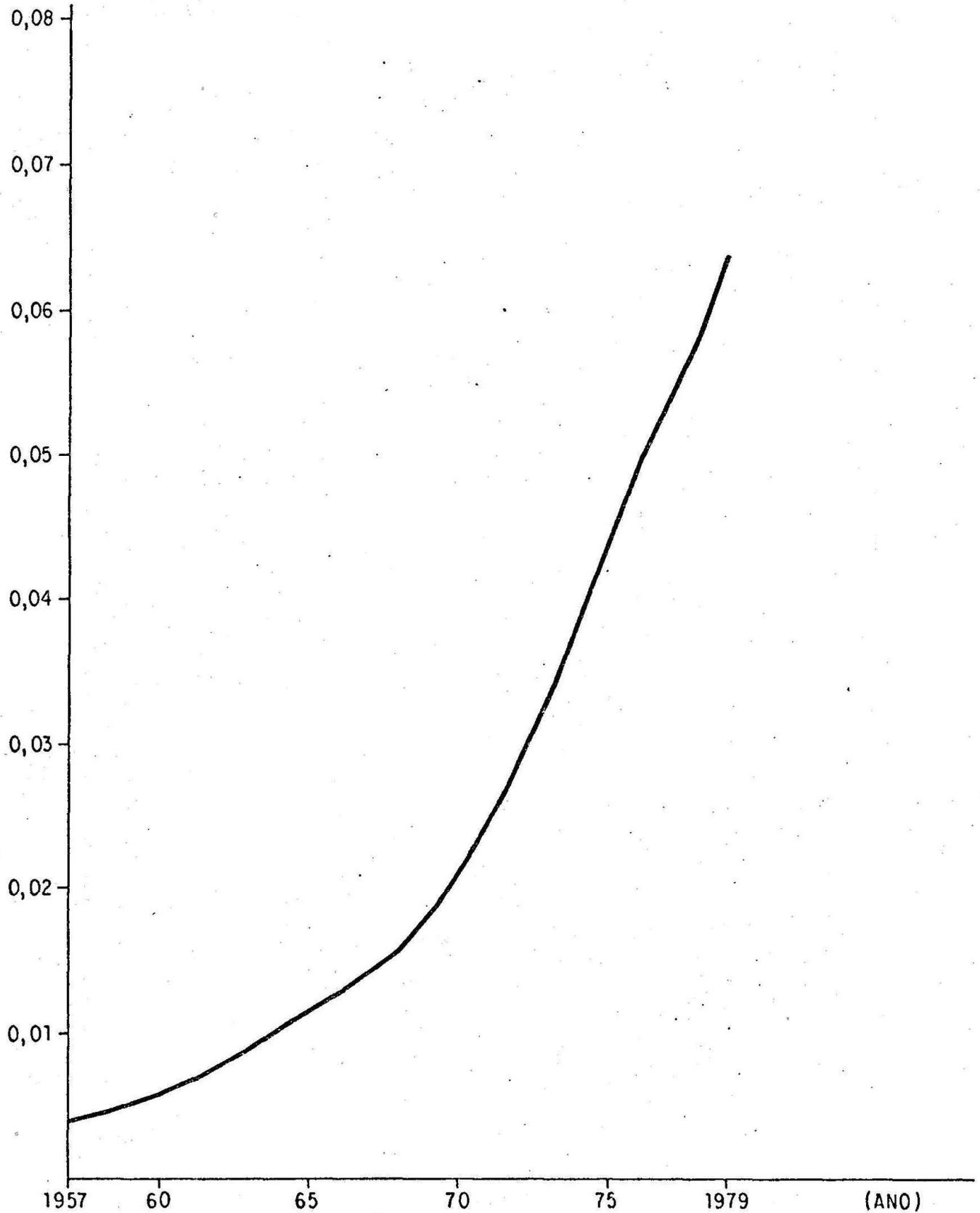


Gráfico 14

AUTOMÓVEIS DE PASSEIO POR 1000 HABITANTES

Automóveis / 1000 Habitantes



A obtenção de valores para a idade média dos veículos entre 4 e 5 anos no período 1967/72 é coerente com estimativas recentes realizadas por Sabóia [17] que avalia diretamente de dados primários em 4,1 anos a idade média dos automóveis de passeio cuja compra foi financiada no Rio de Janeiro nesse período. Este fato parece indicar que a estimativa utilizada para a vida média dos automóveis, 16,5 anos^{6/} não é elevada conforme poderia parecer a priori.

4.3 - Comparações

Conforme já comentado na primeira seção deste capítulo, o número de estimativas de séries históricas para a frota nacional de veículos é elevado e, além disso, devido a diferenças nos critérios de divisão dos veículos em categorias e ao fato de a metodologia empregada encontrar-se, via de regra, mal documentada é difícil comparar e analisar as estimativas existentes.

Decorrente dessas dificuldades e dos objetivos imediatos deste trabalho, não se procurará fazer uma análise minuciosa nem abrangente dessas estimativas, limitando-se aqui a comparar os resultados obtidos neste trabalho com algumas séries que foram consideradas representativas das existentes.

As séries escolhidas para comparação são as estimadas por GEIPOT [6], SUYAMA [19], e pela Superintendência da Borracha [4].
6/ Veja Tabela 8.

Estas séries são apresentadas nas tabelas 17, 18 e 19 e nos Gráficos 15, 16 e 17. Resta aqui também enfatizar que o interesse direto deste estudo repousa sobre as estimativas de frota de automóveis de passeio tendo as estimativas acerca das demais categorias (comerciais leves, caminhões e ônibus) interesse apenas indireto.

De uma exame rápido dos gráficos e tabelas citados pode ser visto que é para a categoria automóveis de passeio que a dispersão das estimativas é menor. Isto é, naturalmente, decorrente do fato de possuir esta categoria um volume maior de veículos e principalmente de sua definição ser relativamente mais coerente entre as diversas estimativas do que a definição das demais categorias.

Entretanto, na verdade esta boa concordância só ocorre para o período mais recente, década dos setenta, onde geralmente a diferença entre as estimativas é inferior ao crescimento anual. No período anterior há grandes diferenças, tanto é assim que, por exemplo, a frota estimada pelo GEIPOT para 1957 só é atingida segundo as estimativas deste estudo em 1966, e segundo SUYAMA e a Superintendência da Borracha em 1964. Isto leva a supor-se que a estimativa do GEIPOT superestima a frota nesse período inicial.

Realmente, se as informações sobre importações de veículos publicadas pelo Ministério da Fazenda [15] forem consideradas confiáveis, é possível concluir-se que todas as estimativas, à exce-

TABELA 17

ESTIMATIVAS DA FROTA NACIONAL DE AUTOMÓVEIS DE PASSEIO - 1957-1979
 Unidade: Veículos

ANO \ ESTIMATIVA	INPES	GEIPOT	SUYAMA	AESB
1957	252 617	955 587	494 154	395 909
1958	286 031	975 158	486 891	450 722
1959	344 234	1 007 354	508 107	481 862
1960	402 522	1 048 581	555 097	549 643
1961	475 855	1 102 763	675 792	674 885
1962	572 038	1 178 487	768 245	732 600
1963	679 190	1 264 119	865 541	867 486
1964	794 436	1 357 009	974 250	985 638
1965	913 453	1 459 420	1 087 732	1 140 810
1966	1 050 136	1 573 203	1 224 822	1 336 952
1967	1 198 279	1 697 845	1 364 884	1 533 359
1968	1 377 843	1 846 501	1 534 360	1 812 974
1969	1 629 561	2 066 391	1 774 225	2 240 368
1970	1 940 605	2 348 046	2 074 501	2 533 006
1971	2 341 529	2 711 250	2 471 446	2 965 592
1972	2 807 808	3 126 312	2 926 060	3 451 892
1973	3 356 342	3 628 549	3 454 966	4 021 365
1974	3 993 278	4 200 537	4 093 806	4 584 142
1975	4 636 004	4 771 329	4 743 511	5 167 716
1976	5 312 031	5 353 463	5 426 549	5 987 171
1977	5 926 437	5 901 561	6 073 207	7 834 729
1978	6 647 681	6 537 234	6 825 570	7 092 673
1979	7 388 048	-	-	-

FONTE: INPES: TABELA 13
 GEIPOT: 57/73 DADOS NÃO PUBLICADOS CEDIDOS PELO GEIPOT
 74/79 ANUÁRIO ESTATÍSTICO DOS TRANSPORTES (GEIPOT) (6)
 SUYAMA: SUYAMA [19]
 AESB : ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA SUPERINTENDÊNCIA DA BORRACHA (4)

TABELA 18

ESTIMATIVAS DA FROTA DE VEÍCULOS COMERCIAIS LEVES

Unidade: Veículos

ANO	ESTIMATIVA	INPES	GEIPOT	SUYAMA (GASOLINA)
1957		12 253	-	-
1958		31 454	-	-
1959		57 358	-	-
1960		86 677	-	-
1961		116 247	-	80 901
1962		156 841	-	113 224
1963		183 639	-	140 489
1964		209 228	25 005	166 060
1965		229 584	55 520	189 730
1966		259 372	97 474	218 771
1967		280 406	139 393	249 533
1968		306 947	194 748	288 117
1969		330 634	241 383	327 150
1970		356 302	284 675	369 930
1971		385 707	324 975	413 390
1972		424 067	371 447	467 832
1973		473 150	425 279	542 875
1974		528 595	485 431	618 453
1975		580 653	546 640	689 078
1976		625 536	602 292	761 612
1977		640 939	615 359	788 842
1978		662 784	640 473	-
1979		697 722	-	-

FONTE: INPES: TABELA 13

GEIPOT: 64/73 DADOS NÃO PUBLICADOS CEDIDOS PELO GEIPOT

74/79 ANUÁRIO ESTATÍSTICO DOS TRANSPORTES (GEIPOT) | 6 |

SUYAMA: (GASOLINA): SUYAMA | 19 |

TABELA 19

ESTIMATIVA DA FROTA DE CAMINHÕES E ÔNIBUS

Unidade: Veículo

ANO	INPES	INPES (GASOLINA)	GEIPOT	SUYAMA (GASOLINA)
1957	343 921	254 501	-	-
1958	404 739	287 134	-	-
1959	478 950	343 247	-	202 299
1960	517 903	369 549	-	218 290
1961	531 139	376 502	-	226 765
1962	551 524	389 341	-	242 438
1963	554 877	386 784	-	246 362
1964	557 280	382 656	459 855	250 851
1965	558 506	376 969	455 245	254 761
1966	568 200	375 366	457 537	263 907
1967	573 555	370 918	456 015	270 237
1968	593 349	371 602	467 895	277 125
1969	610 509	368 147	477 718	284 854
1970	622 641	360 394	489 599	288 365
1971	634 418	351 117	489 414	291 808
1972	656 886	347 001	506 118	298 406
1973	693 144	348 265	535 999	307 370
1974	738 904	353 276	569 568	319 750
1975	784 179	346 667	599 678	320 224
1976	835 260	331 089	631 202	313 559
1977	905 003	309 212	673 808	303 006
1978	958 482	286 239	703 414	-
1979	1 012 555	265 159	718 403	-

FONTE: INPES: TABELA 13

INPES (GASOLINA): 64/73 DADOS NÃO PUBLICADOS CEDIDOS PELO

74/79 ANUÁRIO ESTATÍSTICO DOS TRANSPORTES (GEIPOT) | 6 |

SUYAMA (GASOLINA): SUYAMA | 19 |

Gráfico 15

ESTIMATIVAS DA FROTA DE AUTOMÓVEIS DE PASSEIO

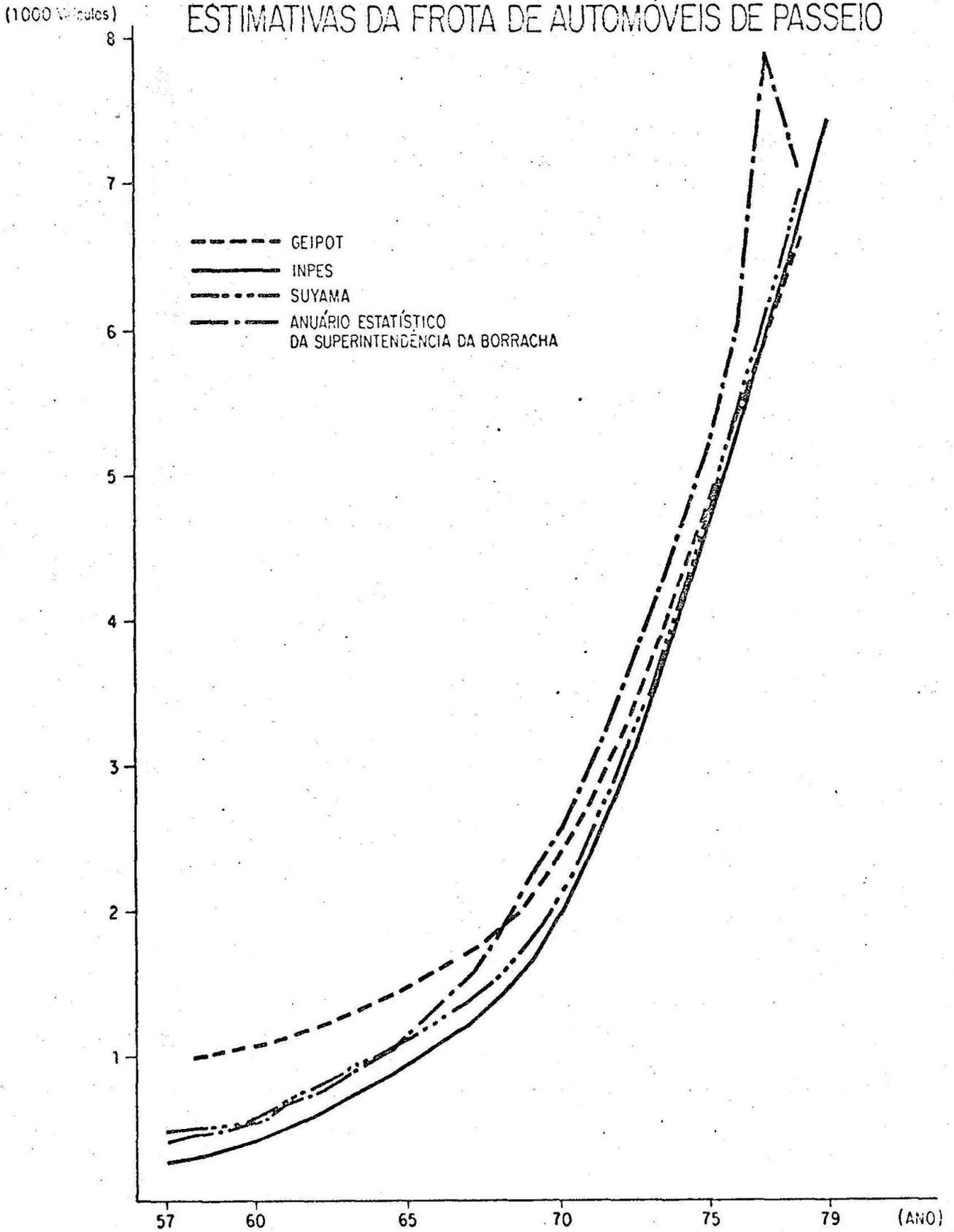


Gráfico 16

ESTIMATIVA DA FROTA DE VEÍCULOS COMERCIAIS LEVES

(1000 VEÍCULOS)

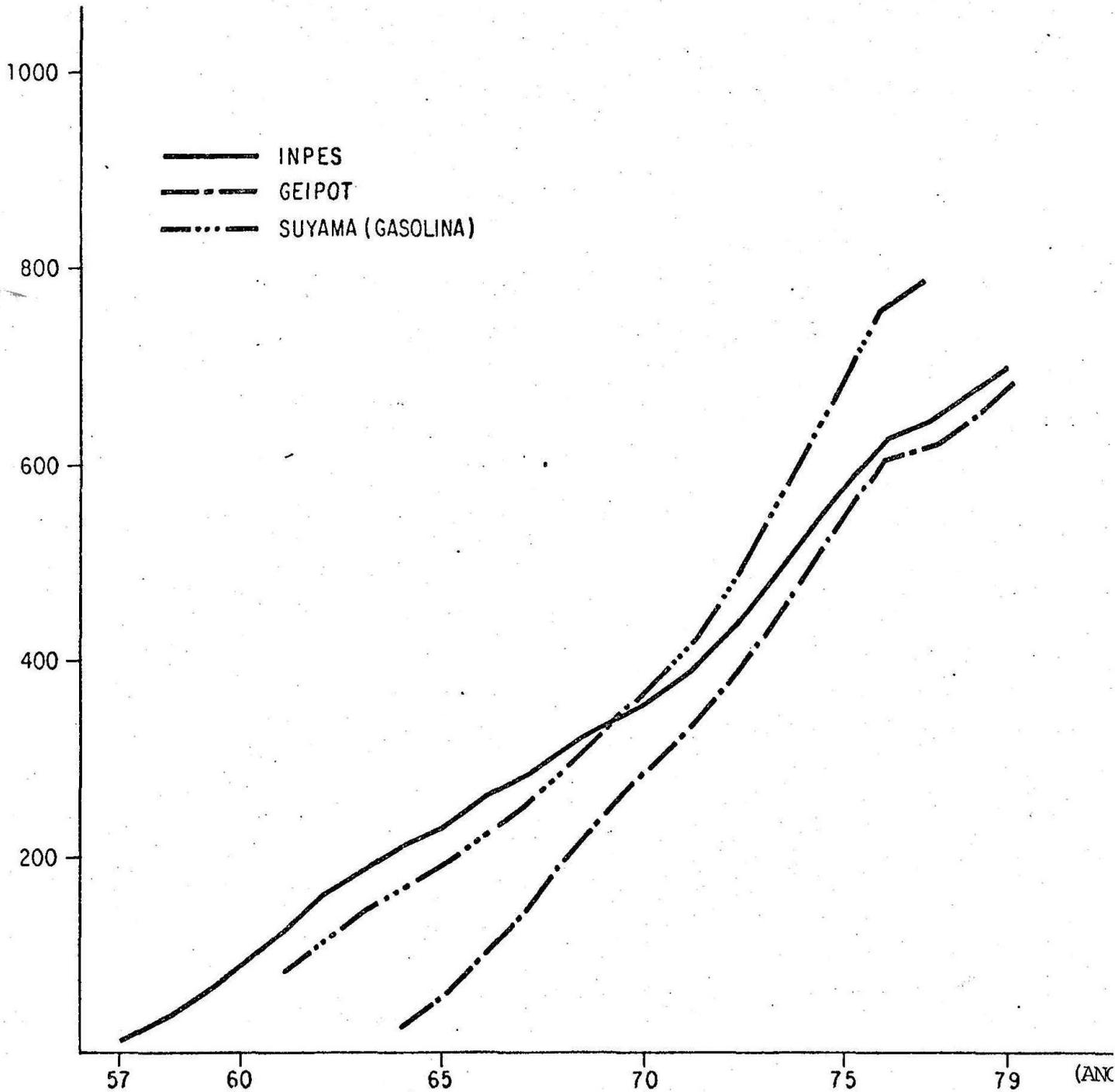
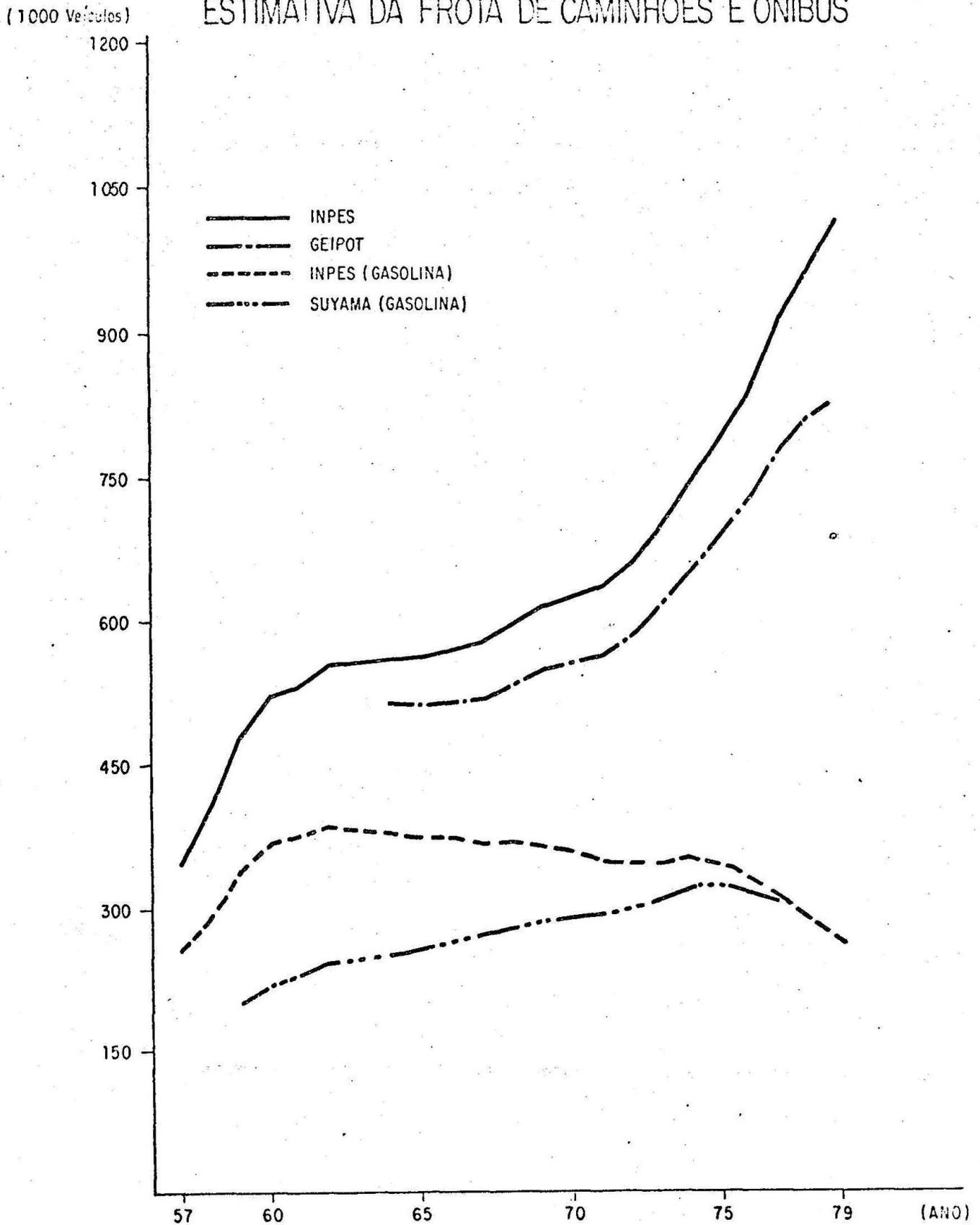


Gráfico 17

ESTIMATIVA DA FROTA DE CAMINHÕES E ÔNIBUS



ção da obtida neste trabalho, superestimam a frota nesse período inicial, uma vez que o total de importações até 1957^{7/} segundo aquela fonte é da ordem de 310 mil veículos e a produção nacional de automóveis de passeio nesse ano foi inferior a 2 mil veículos. Assim, acreditar na validade das estimativas do GEIPOT, SUYAMA e Superintendência da Borracha para este período é equivalente a crer que grande parte da frota na época havia sido importada irregularmente!

As estimativas do DNER para 1978 e 1979 são de 6,7|6| e de 7,5|5| milhões de automóveis de passeio aproximadamente. Pressupondo-se que devido a sua natureza tais estimativas tendem a superestimar a frota em operação, tem-se que as estimativas devidas a SUYAMA e à Superintendência da Borracha devem estar superestimando^{8/} a frota para os últimos anos, enquanto que as obtidas neste trabalho e as do GEIPOT parecem coerentes.

Em particular, a estimativa da Superintendência da Borracha para 1977 parece decorrente de algum erro tanto pelo fato de ser superior à estimativa do ano seguinte, como por representar um crescimento da ordem de 30% num ano (aproximadamente 1,8 milhões de veículos incompatível com a produção nacional (cerca de 800 mil veículos/ano) na época.^{9/}

^{7/} Na verdade, este dado se refere ao período 1937/57.

^{8/} Este viés na estimação pode, também ser parcialmente explicado pelo fato de tais fontes incluírem os veículos utilitários na categoria automóveis de passeio.

^{9/} Vale a pena lembrar que as importações no período são desprezíveis.

Enquanto as estimativas para a categoria automóveis de passeio são relativamente coerentes, para as categorias comerciais as discrepâncias são acentuadas. Apesar de parcialmente explicadas por diferenças nas definições das categorias (por exemplo os caminhões leves estão incluídos na categoria comerciais leves nas estimativas do GEIPOT e do SUYAMA, enquanto que nas estimativas deste estudo tais caminhões são incluídos na categoria caminhões) grande parte dessas discrepâncias ainda carece de explicações. Apesar disto algumas observações podem ser feitas.

No que se refere aos comerciais leves tem-se em primeiro lugar que as estimativas realizadas pelo GEIPOT estão aparentemente subestimadas^{10/} principalmente para o período anterior a 1970. Além disso como a estimativa do DNER de comerciais leves para 1979 é de cerca de 780 mil veículos e a de caminhões leves a gasolina de 58 mil veículos é razoável supor que todas as estimativas, à exceção da de SUYAMA, aqui apresentadas subestimam a frota real em circulação.

Finalmente, no que se refere às estimativas para as categoria caminhões e ônibus duas observações parecem importantes. Em primeiro lugar, as estimativas deste trabalho devem ser consistentemente superiores às realizadas pelo GEIPOT e por SUYAMA uma vez que estes não incluem os caminhões leves na categoria de caminhões, e devem ser inferiores às estimativas da Superintendência

10/ Note-se que essas estimativas incluem caminhões leves.

da Borracha inclui na categoria de caminhões e ônibus todos os veículos comerciais à exceção dos utilitários.

Em segundo lugar, como as estimativas do DNER para a frota circulante de veículos comerciais em 1979 foi de 1,8 milhões de veículos, sendo cerca de 1,0 milhão de caminhões e ônibus dos quais 1/4 movidos a gasolina e cerca de 114 mil caminhões incluídos na classe de leves, tem-se que todas as séries à exceção da do GEIPOT superestimam a frota principalmente no que se refere à movida a gasolina. Este último fato pode possivelmente ser devido à incapacidade da metodologia utilizada em contabilizar as conversões de caminhões a gasolina para diesel.

5 - EFICIÊNCIA MÉDIA

O objetivo deste capítulo é apresentar a metodologia, as informações primárias utilizadas, assim como as séries temporais estimadas para as eficiências médias dos veículos novos e da frota a gasolina para as categorias: automóveis de passeio, comerciais leves, caminhões e ônibus.

5.1 - Metodologia

Entende-se por eficiência a razão entre a quilometragem percorrida e o volume de combustível utilizado para percorrer essa distância. Medindo-se o volume de combustível utilizado em litros tem-se que a eficiência será medida em km/l.

A idéia central consiste em procurar estimar as séries a partir de dados primários sobre a eficiência dos vários modelos de veículos e um conjunto de hipóteses.

Dados primários podem ser encontrados, apesar de nem sempre com a homogeneidade que seria desejável, na Revista QUATRO RODAS [16] para os modelos de carros de passeios e na Revista TRANSPORTE MODERNO [21] para os modelos de comerciais leves e caminhões.

Enumera-se a seguir o conjunto de hipóteses que serviu de base à realização destas estimativas.

H1 - A quilometragem média percorrida pelos diversos modelos do mesmo ano de fabricação e da mesma categoria são iguais.

Esta hipótese estabelece que não há diferença entre a quilometragem percorrida em média por modelos de diferentes eficiências, desde que estes tenham sido fabricados no mesmo ano. Isto significa aceitar que a quilometragem média da frota de Fiat 147 é a mesma da frota de Landau de mesmo ano de fabricação.

O efeito de desvios desta hipótese sobre as estimativas de eficiência seguem o seguinte comportamento:

Se os veículos de maior eficiência percorrem distâncias, em média, maiores que os de menor eficiência, então as estimativas de eficiência estarão subestimadas, e vice-versa.

H2 - A eficiência de um veículo permanece inalterada ao longo de sua vida.

É importante notar que esta hipótese não implica afirmar que a eficiência dos diversos modelos não varie por efeito do tempo, isto é, não se está considerando que, por exemplo, uma Brasília fabricada em 1976 tenha a mesma eficiência que uma Brasília fabricada em 1980. Outrossim, se está admitindo que uma Brasília fabricada em 1976 terá sua eficiência inalterada ao longo dos seus anos de uso, ou seja, são ignoradas as possíveis alterações advindas de mudanças nas condições de tráfego e possíveis alte-

rações mecânicas nos veículos que possam ao longo de sua vida útil alterar suas eficiências.

Duas observações adicionais sobre esta hipótese parecem interessantes: primeiro que ela não tem qualquer efeito sobre as estimativas de eficiência dos veículos novos. Segundo, que seu principal efeito será produzir uma estimativa de eficiência na qual a rigidez desta grandeza a variações na renda e no preço da gasolina estará superestimada, de tal forma que ao analisar-se as estimativas de elasticidade renda e preço dessas variáveis deve-se ter em mente que estas elasticidades devem estar subestimadas.

H3 - A quilometragem média percorrida pelos veículos da frota, num dado ano, decai geometricamente em função da idade.

Deve-se observar que esta hipótese não afirma que a quilometragem percorrida por um veículo decai geometricamente ao longo de sua vida, mas que os veículos pertencentes à frota em um dado ano e que possuem idades distintas percorrem distâncias diferentes que estão relacionadas segundo uma lei geométrica, ou seja, assume-se que:

$$KM_i^t = KM_0^t \cdot \lambda^i \quad (24)$$

onde:

KM_i^t - quilometragem média percorrida pelos veículos com idade i no ano t .

KM_0^t - quilometragem média percorrida pelos veículos novos no ano t .

λ - taxa de decaimento geométrico.

Embora esta taxa de decaimento possa ser esperada teoricamente e estimada em termos de valores médios, um problema surge por se considerá-la constante ao longo do tempo. Note-se que mesmo que se aceite que ela se comporte de forma quase constante para cada modelo, é difícil acreditar que as taxas dos diferentes modelos sejam semelhantes, uma vez que tais taxas dependem das diferenças entre os proprietários dos veículos novos e usados, diferenças estas extremamente variáveis com o modelo considerado. Desta forma mudanças nas fatias de mercado dos modelos devem afetar o valor médio da taxa.

Sweeney [20] estima que a quilometragem média de um veículo da frota deve decair de 8% em relação à quilometragem média de um veículo novo para cada ano de idade, ou seja, estima que $\lambda=0,92$.

Com dados da PICR^{1/} em andamento no GEIPOT que estão apresentados na Tabela 20, foi possível estimar esta taxa para os veículos de passeio.

A regressão realizada foi:^{2/}

1/ PICR significa Pesquisa sobre o Interrelacionamento dos Custos Rodoviários.

2/ Os valores entre parênteses que estão abaixo dos parâmetros estimados correspondem às estimativas dos desvios-padrões.

TABELA 20

QUILOMETRAGEM MÉDIA PERCORRIDA PELOS AUTOMÓVEIS DE PASSEIO SEGUNDO
A IDADE

Idade (Anos)	Distância média percorrida por mês (km)
0	1597
1	1582
2	1416
3	1368
4	1010
5	1032
6	907
7	1164
8	748
9	660

Fonte: GEIPOT |11|

$$\text{LOG KM}_i = \begin{matrix} 7,425 & - & 0,0933i \\ (0,074) & & (0,014) \end{matrix} \quad (25)$$

$$R^2 = 0,85$$

$$DW = 2,45$$

$$N^\circ \text{ de graus de liberdade} = 8$$

onde:

i - idade em anos

KM_i - quilometragem média percorrida pelos veículos da frota com idade i

Com base nestes resultados podemos estimar a taxa λ por:

$$\lambda = e^{-0,0933} = 0,91$$

e inferir que $\lambda \in |0.89, 0.94|$ com uma probabilidade de 0,95.

H4 - A probabilidade de um veículo continuar em funcionamento é função apenas de sua idade e segue o comportamento de uma curva logística.

Esta hipótese não será discutida aqui, uma vez que ela já foi usada e analisada nos capítulos anteriores.

Agora, passar-se-á à apresentação do sistema de equações que foi utilizado para estimar as séries de eficiência.

Como a EFICIÊNCIA MÉDIA é entendida como a razão entre a quilometragem percorrida e o volume de combustível utilizado para percorrer esta distância, as eficiências médias dos veículos no-

vos e da frota atendam às seguintes identidades:

$$\overline{EF}_t = \frac{\sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=1}^M K_{ij}^t}{\sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=1}^M C_{ij}^t} \quad (26)$$

$$EF_t = \frac{\sum_{j=1}^M K_{0j}^t}{\sum_{j=1}^M C_{0j}^t} \quad (27)$$

onde:

\overline{EF}_t - eficiência média da frota no ano t

EF_t - eficiência média dos veículos novos no ano t

K_{ij}^t - quilometragem total percorrida pelos veículos, modelo j, idade i, no ano t

C_{ij}^t - consumo de gasolina dos veículos, modelo j, idade i no ano t

Além disto são válidas também as seguintes identidades:

$$K_{ij}^t = KM_{ij}^t \cdot FR_{ij}^t \quad (28)$$

$$E_{ij}^t = \frac{K_{ij}^t}{C_{ij}^t} \quad (29)$$

onde:

KM_{ij}^t - quilometragem média percorrida pelos veículos, modelo j , idade i , no ano t

FR_{ij}^t - frota de veículos, modelo j , idade i , no ano t .

OBSERVAÇÃO: a frota de veículos novos ($i=0$) é o que foi definido por novos emplacamentos assim:

$$FR_{0j}^t = N_j^t$$

N_j^t - novos emplacamentos do modelo j , no ano t

Colocando-se as hipóteses apresentadas em termos desta nomenclatura tem-se:

$$H1 \quad KM_{ij}^t = KM_{ik}^t = KM_i^t \quad \forall j, k \in \{1, \dots, M\} \quad (30)$$

onde:

KM_i^t - quilometragem média dos veículos da frota que possuem idade i , no ano t .

$$H2 \quad E_{i_1 j}^{t_1} = E_{i_2 j}^{t_2} = E_j^l \quad \text{se } t_1 - i_1 = t_2 - i_2 = l \quad (31)$$

onde:

E_j^l - eficiência do modelo j fabricado no ano l

$$H3 \quad KM_i^t = KM_0^t \cdot \lambda^i \quad (32)$$

$$H4 \quad FR_{ij}^t = \frac{e^{a+bi}}{1+e^{a+bi}} \cdot N_j^{t-i} \quad (33)$$

Utilizando-se (28) - (33) para reescrever (26) e (27) ob-
têm-se:

$$\overline{EF}_t = \frac{\sum_{i=0}^{\infty} \lambda^i \cdot \frac{e^{a+bi}}{1+e^{a+bi}} \cdot NE_{t-i}}{\sum_{i=0}^{\infty} \lambda^i \cdot \frac{e^{a+bi}}{1+e^{a+bi}} \cdot \frac{NE_{t-i}}{EF_{t-i}}} \quad (34)$$

$$EF_t = \frac{NE_t}{\sum_{j=1}^M \frac{N_j^t}{E_j^t}} \quad (35)$$

onde:

$$NE_t = \sum_{j=1}^M N_j^t \quad (\text{novos emplacements no ano } t)$$

Assim, uma vez conhecidas séries para novos emplacements por modelo (N_j^t), eficiência por modelo (E_j^t), e estimativas para os parâmetros da distribuição logística (a,b) e para a taxa de decaimento (λ) é possível estimar séries para as eficiências mé -

dias, dos veículos novos e da frota, utilizando o esquema descrito no Diagrama 3.

5.2 - Estimação da Eficiência Média dos Veículos Novos

Para a categoria automóveis de passeio, SUYAMA [19], com base em dados da Revista QUATRO RODAS^{3/} estimou a eficiência média dos veículos novos nacionais para o período 1957-1978, utilizando uma metodologia semelhante à proposta na seção anterior.

Uma vez decidido utilizar esta estimativa restaram duas tarefas a serem realizadas: avaliar a eficiência média dos veículos novos nacionais em 1979 e a eficiência média dos veículos importados ao longo do período 1957-1979.

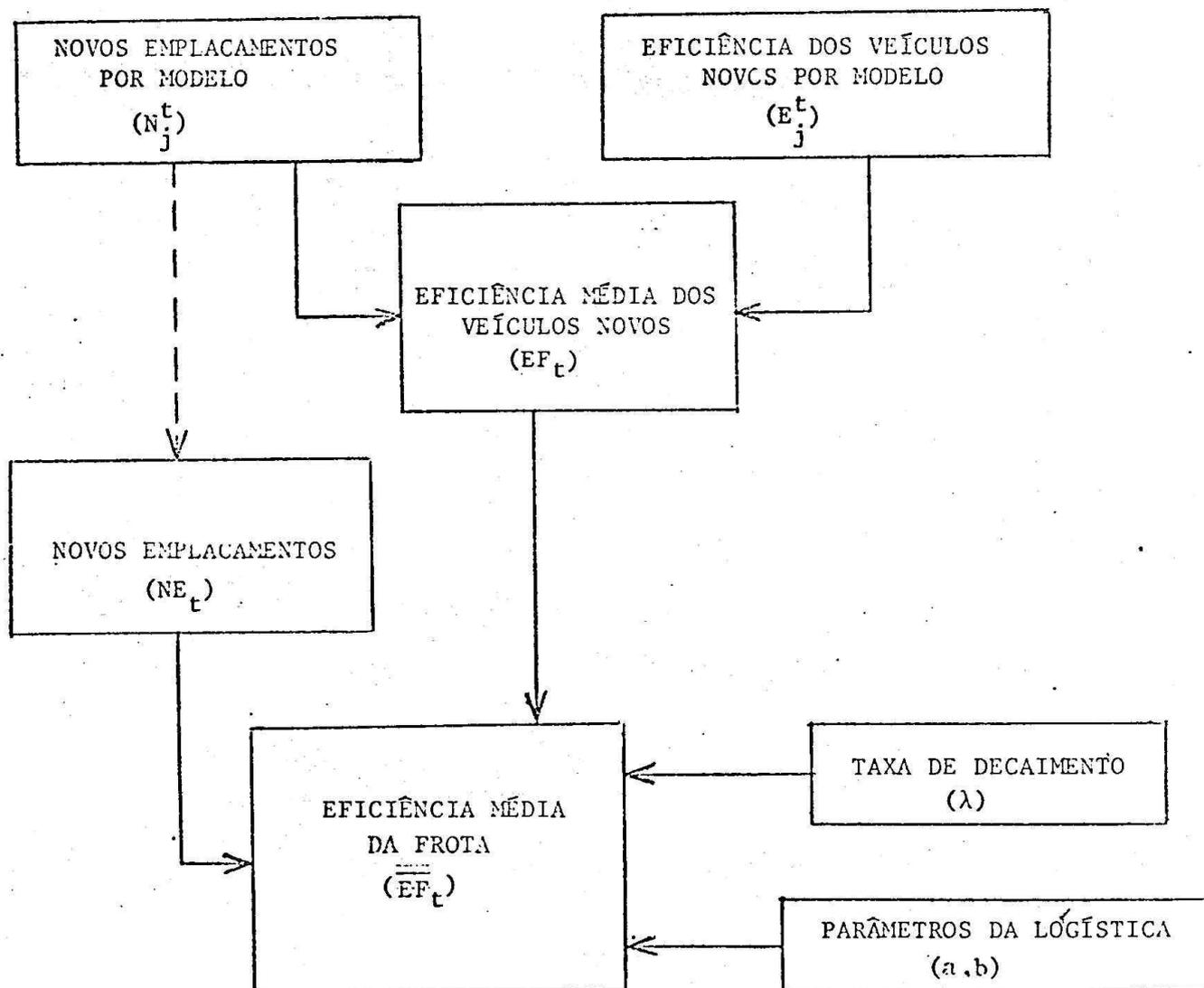
Para realizar a primeira tarefa, procedeu-se a um levantamento de dados de eficiência na Revista QUATRO RODAS e de dados de produção de modelos nacionais, para o ano de 1979, em publicações da ANFAVEA [1]. Com base nesses dados e na equação 35^{4/} estimou-se a eficiência média dos veículos novos nacionais em 11,495 km/l para o ano de 1979.

^{3/} SUYAMA utilizou os dados do teste de 30.000 km quando disponível, caso contrário usou a média entre os consumos observados nos percursos urbano e de estrada. Ver SUYAMA [18], pp.3.

^{4/} Note que na equação 35 é necessário o conhecimento de novos emplacements, entretanto dada a dificuldade de trabalhar-se com exportação e variação de estoque por modelo adotou-se a produção como uma aproximação razoável para os novos emplacements.

DIAGRAMA 3

ESQUEMA DE ESTIMAÇÃO DA EFICIÊNCIA MÉDIA



Quanto ao comportamento da eficiência média dos veículos importados, dada a inexistência de dados a respeito, adotou-se como uma aproximação que seu valor permaneceu constante, e igual a 4,55 km/l, ao longo do período.

Finalmente, estimou-se a eficiência média dos veículos novos, tomando a média harmônica^{5/} ponderada entre a eficiência média dos veículos nacionais e o valor constante escolhido como representativo da eficiência dos veículos importados.

Os pesos utilizados foram: novos emplacamentos de veículos nacionais^{6/} e importações. Estes dados podem ser obtidos na Tabela 1 do Capítulo 2.

As séries obtidas para a eficiência média dos veículos novos estão apresentadas na Tabela 24, e Gráficos 18 e 20.

Para as categorias comerciais leves e caminhões a não disponibilidade de trabalhos anteriores semelhantes ao de SUYAMA|19|, tornou necessária a execução de todos os passos, ilustrados no Diagrama 3, para que as respectivas séries de eficiência média dos veículos novos fossem estimadas.

^{5/} Esta média harmônica corresponde à utilização da equação 35.

^{6/} Novos emplacamentos de veículos nacionais foi estimado, como no Capítulo 2, sem considerar a variação de estoque, ou seja, corresponde a diferença entre produção e exportação.

Desta forma, tornou-se necessário estimar a eficiência média dos veículos da categoria por modelo e ano de fabricação.

Estes dados foram estimados com base em informações da Revista TRANSPORTE MODERNO |21|. Entretanto, desde que a agregação apresentada na revista não era sempre coerente com os dados de produção^{7/} da ANFAVEA |2| tivemos que efetuar algumas adaptações. Além disto, foi também necessário realizar algumas estimativas ^{8/} para modelos cujos testes não foram realizados ou publicados pela revista.

Conseguimos obter dados desta revista para os anos de 1971, 1975 e 1979. Para obter-se os dados para os demais anos entre 1971 e 1979 foram efetuadas interpolações lineares nos valores dos indicadores da eficiência. Para os anos anteriores a 1971 adotou-se os valores desse ano como uma aproximação.

Os valores obtidos para os anos de 1971, 1975, 1979 para cada uma das categorias estão apresentadas nas Tabelas 21 e 22.

7/ Estes dados de produção por modelo da ANFAVEA serão utilizados como uma aproximação para novos emplacamentos quando a equação 35 for utilizada. Ver nota 4/ da página 101.

8/ Estas estimativas foram feitas em alguns casos com base em entrevistas com fabricantes e em outros com base na semelhança de características com outros modelos cuja eficiência era conhecida.

TABELA 21

EFICIÊNCIA DOS MODELOS DE COMERCIAIS LEVES

MODELO	1971	1975	1979
Pickup F 75	5,988	5,988	6,493
Pickup F 100	4,000	4,000	4,504
Camion. Chevrolet C14/15/31	4,808	4,808	4,808
Dodge D 100	3,817	3,817	3,817
Pickup Jeep	6,452	-	-
Pickup VW	6,536	6,993	6,993

Fonte: TRANSPORTE MODERNO | 21 | e estimativas próprias. Ver nota 8/

TABELA 22

EFICIÊNCIA DOS MODELOS DE CAMINHÕES

MODELO	1971	1975	1979
F600	1,667	1,667	-
Cam. Chevrolet C64/65/68	1,451	1,451	1,451
Dodge D 700/750	1,451	1,451	1,451
Dodge D 900	1,408	1,408	1,408
F350	2,755	3,175	-
F400	-	2,817	-
Dodge D 400	2,688	2,688	2,688
NV 184	1,538	-	-

Fonte: TRANSPORTE MODERNO | 21 | e estimativas próprias. Ver nota 8/

Quanto aos veículos importados, dada a dificuldade de se obter dados a respeito, sua pequena importância relativa e a semelhança destes com os modelos nacionais, foi aceito que a eficiência destes veículos seria igual à eficiência dos veículos nacionais novos.^{9/}

Os valores estimados para a eficiência média dos veículos novos destas duas categorias encontram-se nas Tabelas 25 e 26 e Gráficos 18, 21, 22.

5.3 - Estimação da Eficiência Média da Frota

Conforme ilustra o Diagrama 3 e a equação 34, para estimar a eficiência média da frota é necessário conhecer:

- Eficiência média dos veículos novos
- Novos emplacamentos
- Taxa de decaimento (λ)
- Parâmetros a e b da logística

As séries de eficiência média dos veículos novos utilizadas são as estimadas na seção anterior e apresentadas nas Tabelas 24, 25, 26^{10/ 11/}. As séries de novos emplacamentos foram as estimadas

^{9/} Note-se que esta hipótese permite que a eficiência média dos veículos novos seja obtida efetuando-se a média sobre apenas os modelos nacionais. Observe-se que os pesos utilizados serão as produções de cada modelo conforme mencionado na nota 7/.

^{10/} Assumiu-se que a eficiência média dos veículos novos das categorias ônibus e caminhões seria igual. Assim foi possível obter a eficiência média da frota de caminhões e ônibus.

^{11/} Para a estimativa da eficiência média da frota no período 1957-1979, é necessária a estimativa da eficiência média dos veículos novos para os anos anteriores a 1957. Para os caminhões e comerciais leves adotou-se o valor estimado para 1959 como válido para os anos anteriores. Para os automóveis de passeio utilizou-se o valor estimado para a eficiência dos veículos importados.

no Capítulo 2 que são apresentadas na Tabela 5.

A taxa de decaimento λ utilizada para todas as categorias foi a estimada na primeira seção deste capítulo, apesar de ter aquela estimativa sido realizada apenas com dados de automóveis de passeio. Esta aproximação deveu-se naturalmente à falta de informações para as demais categorias que permitissem estimativas independentes.

Os parâmetros da logística utilizados são aqueles estimados no Capítulo 3 e que aparecem na Tabela 8.

Estes parâmetros são apresentados na tabela abaixo e a eficiência média da frota estimada para cada uma das categorias apresentadas nas Tabelas 24, 25, 26 e Gráficos 19, 20, 21, 22.

TABELA 23

PARÂMETROS UTILIZADOS NAS ESTIMATIVAS DE EFICIÊNCIA MÉDIA DA FROTA

PARÂMETRO	AUTOMÓVEL DE PASSEIO	COMERCIAL LEVE	CAMINHÃO E ÔNIBUS ^{1/}
λ	0.91	0.91	0.91
a	5.226	5.286	3.643 ^{2/}
b	-0.3174	-0.2940	-0.2580 ^{2/}

Fonte: Equação 23 e Tabela 8

Notas: ^{1/} Note-se que a categoria aqui estudada é caminhão e ônibus e na seção anterior apenas a categoria caminhão foi utilizada.

^{2/} Adotaram-se como válidos para a categoria caminhão e ônibus os parâmetros estimados para a categoria caminhões.

Duas observações finais merecem destaque. Em primeiro lugar, deve ficar claro quanto às estimativas para a categoria automóveis de passeio o seu maior rigor em relação com as demais, o que é desejável, uma vez que é sobre esta categoria que o interesse é direto.

Em segundo lugar pode-se notar, principalmente no Gráfico 20, que a eficiência dos veículos comerciais é mais rígida do que a dos automóveis de passeio. Isto era esperado, dado que nestas categorias há a opção de veículos a Diesel, e a própria diferença de eficiência entre modelos é pequena.

TABELA 24

ESTIMATIVAS DE EFICIÊNCIA MÉDIA DA FROTA DE AUTOMÓVEIS DE PASSEIO
(Km/l)

ANO	EFICIÊNCIA MÉDIA DOS VEÍCULOS NACIONAIS NOVOS (1)	EFICIÊNCIA MÉDIA DOS VEÍCULOS NOVOS (3)	EFICIÊNCIA MÉDIA DA FROTA (4)
1957	6,362	4,710	4,561
1958	6,889	4,999	4,669
1959	7,373	5,481	4,903
1960	7,768	7,236	5,370
1961	7,777	7,731	5,862
1962	7,912	7,905	6,333
1963	7,806	7,781	6,671
1964	7,694	7,679	6,907
1965	7,932	7,926	7,126
1966	7,902	7,882	7,299
1967	7,398	7,353	7,331
1968	7,515	7,443	7,373
1969	7,960	7,944	7,520
1970	7,937	7,931	7,632
1971	7,654	7,645	7,645
1972	7,907	7,896	7,715
1973	7,910	7,899	7,767
1974	7,678	7,661	7,746
1975	8,584	8,572	7,915
1976	8,951	8,950	8,110
1977	9,797	9,797	8,367
1978	10,039	10,039	8,640
1979	11,495 ⁽²⁾	11,495	9,049

Fontes: (1) Estimativas de SUYAMA [19].

(2) Quatro Rodas [16], Anfavea [1] e Equação 35.

(3) Tabela 1, Equação 35 e estimando em 4,55 km/l a eficiência dos veículos importados.

(4) Equação 34 e Tabelas 5 e 23.

Nota: A eficiência dos veículos novos para os anos anteriores a 1957 foi estimada em 4,55 (valor estimado para a eficiência dos veículos importados).

TABELA 25

EFICIÊNCIA MÉDIA DA FROTA DE COMERCIAIS LEVES A GASOLINA
(Km/l)

ANO	EFICIÊNCIA MÉDIA DOS VEÍCULOS NOVOS (1)	EFICIÊNCIA MÉDIA DA FROTA (2)
1957	4,000	4,000
1958	4,220	4,138
1959	4,287	4,211
1960	4,349	4,262
1961	4,983	4,451
1962	4,895	4,582
1963	4,893	4,639
1964	4,883	4,677
1965	5,061	4,723
1966	5,324	4,817
1967	5,269	4,869
1968	5,181	4,914
1969	5,080	4,937
1970	5,114	4,962
1971	5,076	4,982
1972	5,067	5,002
1973	5,057	5,016
1974	5,080	5,032
1975	5,302	5,081
1976	5,322	5,120
1977	5,271	5,316
1978	5,202	5,147
1979	5,225	5,161

Fontes: (1) Equação 35. Tabela 22 e Anfavea |1|, |2|.

(2) Equação 34 e Tabelas 5 e 23.

Nota: A eficiência dos veículos novos para os anos anteriores a 1957 foi estimada em 4 Km/l (valor observado em 1957).

TABELA 26

EFICIÊNCIA MÉDIA DA FROTA DE CAMINHÕES E ÔNIBUS A GASOLINA
(Km/l)

ANO	EFICIÊNCIA MÉDIA DOS VEÍCULOS NOVOS (1)	EFICIÊNCIA MÉDIA DA FROTA (2)
1957	1,553	1,553
1958	1,550	1,552
1959	1,581	1,561
1960	1,634	1,573
1961	1,617	1,577
1962	1,633	1,584
1963	1,615	1,587
1964	1,627	1,591
1965	1,645	1,595
1966	1,645	1,601
1967	1,649	1,607
1968	1,669	1,616
1969	1,669	1,623
1970	1,681	1,629
1971	1,693	1,637
1972	1,706	1,647
1973	1,660	1,650
1974	1,663	1,654
1975	1,657	1,656
1976	1,819	1,666
1977	1,926	1,672
1978	1,765	1,675
1979	1,590	1,675

Fontes: (1) Equação 35, Tabela 21 e Anfavea |1|, |2|.
(2) Equação 34 e Tabelas 5 e 23.

Notas: A eficiência dos veículos novos para os anos anteriores a 1957 foi estimada em 1,553 (valor observado em 1957).

Assumiu-se como uma aproximação que a eficiência média dos veículos novos da categoria ônibus é igual à da categoria caminhões.

Gráfico 18

EFICIÊNCIA MÉDIA-AUTOMÓVEIS DE PASSEIO

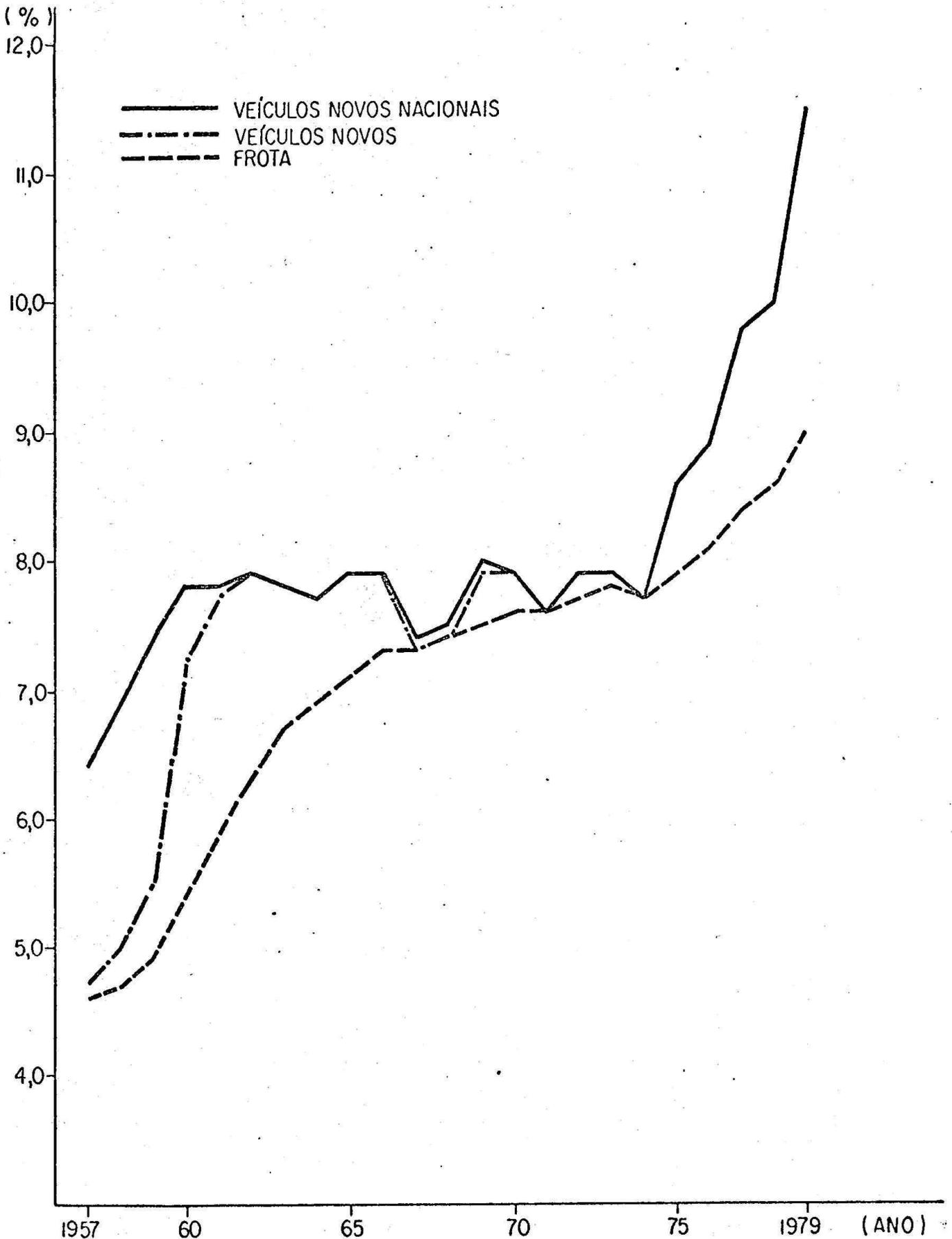


Gráfico 19

EFICIÊNCIA MÉDIA - COMERCIAIS LEVES

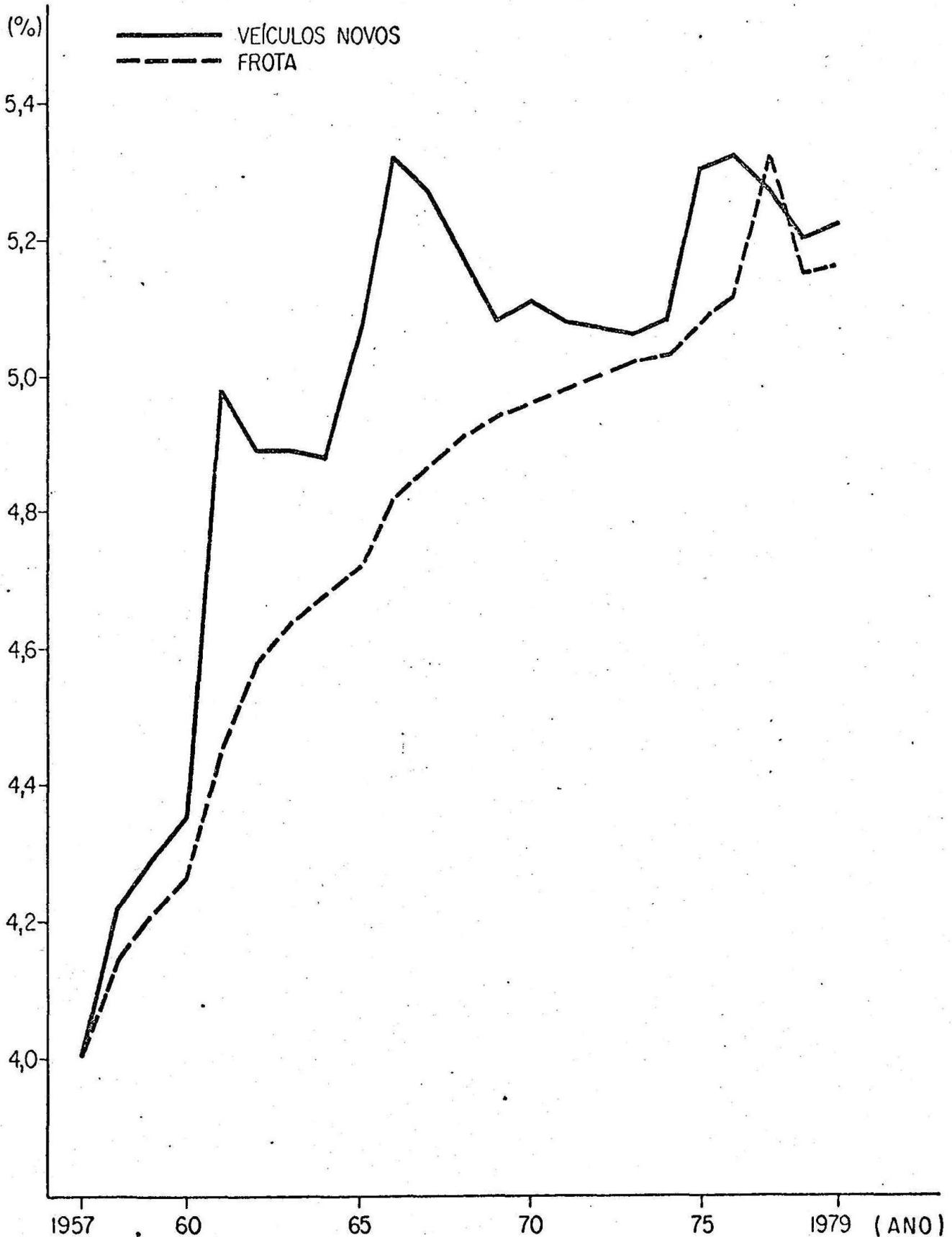


Gráfico 20
EFICIÊNCIA MÉDIA - CAMINHÕES

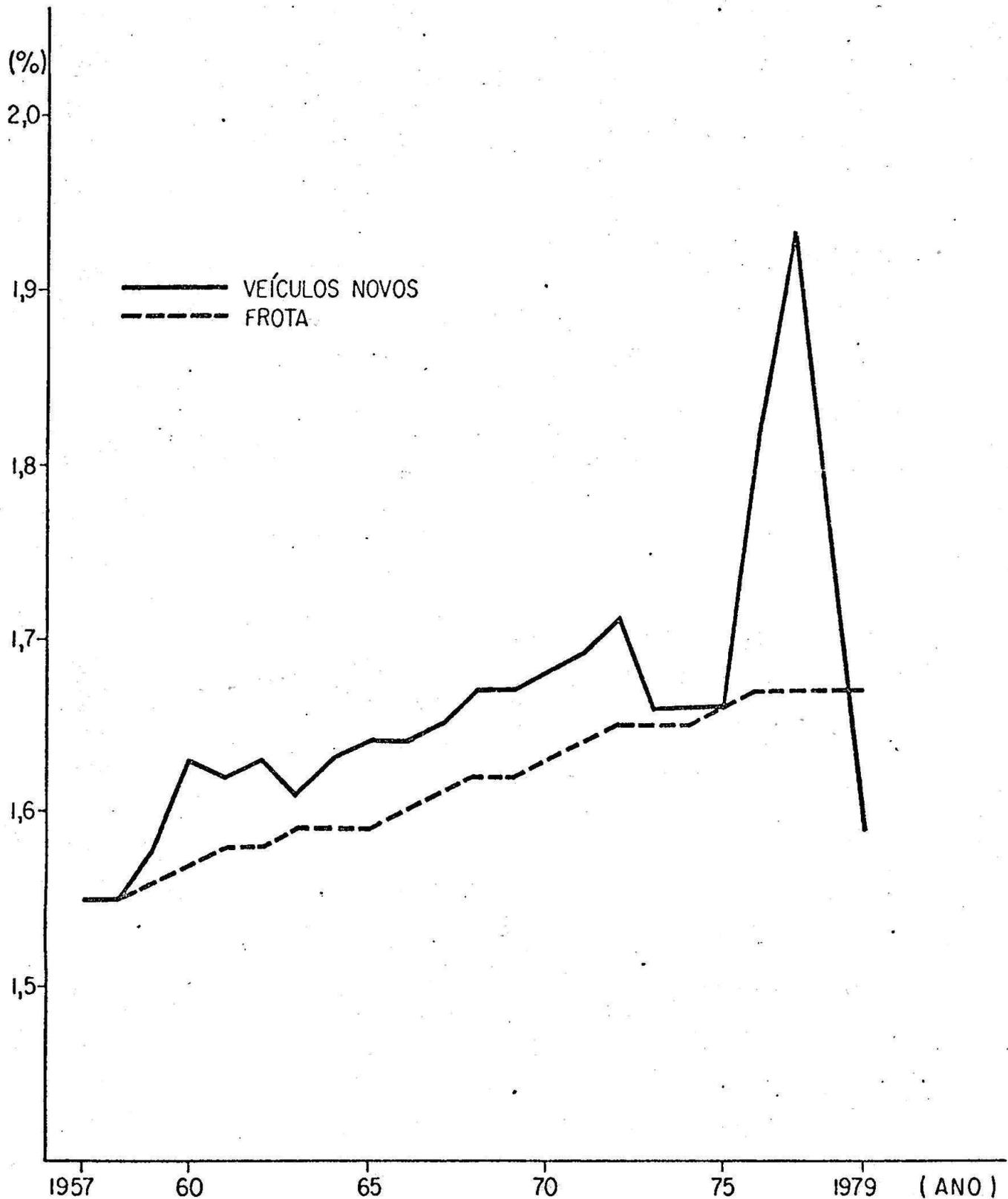


Gráfico 21

EFICIÊNCIA MÉDIA DOS VEÍCULOS

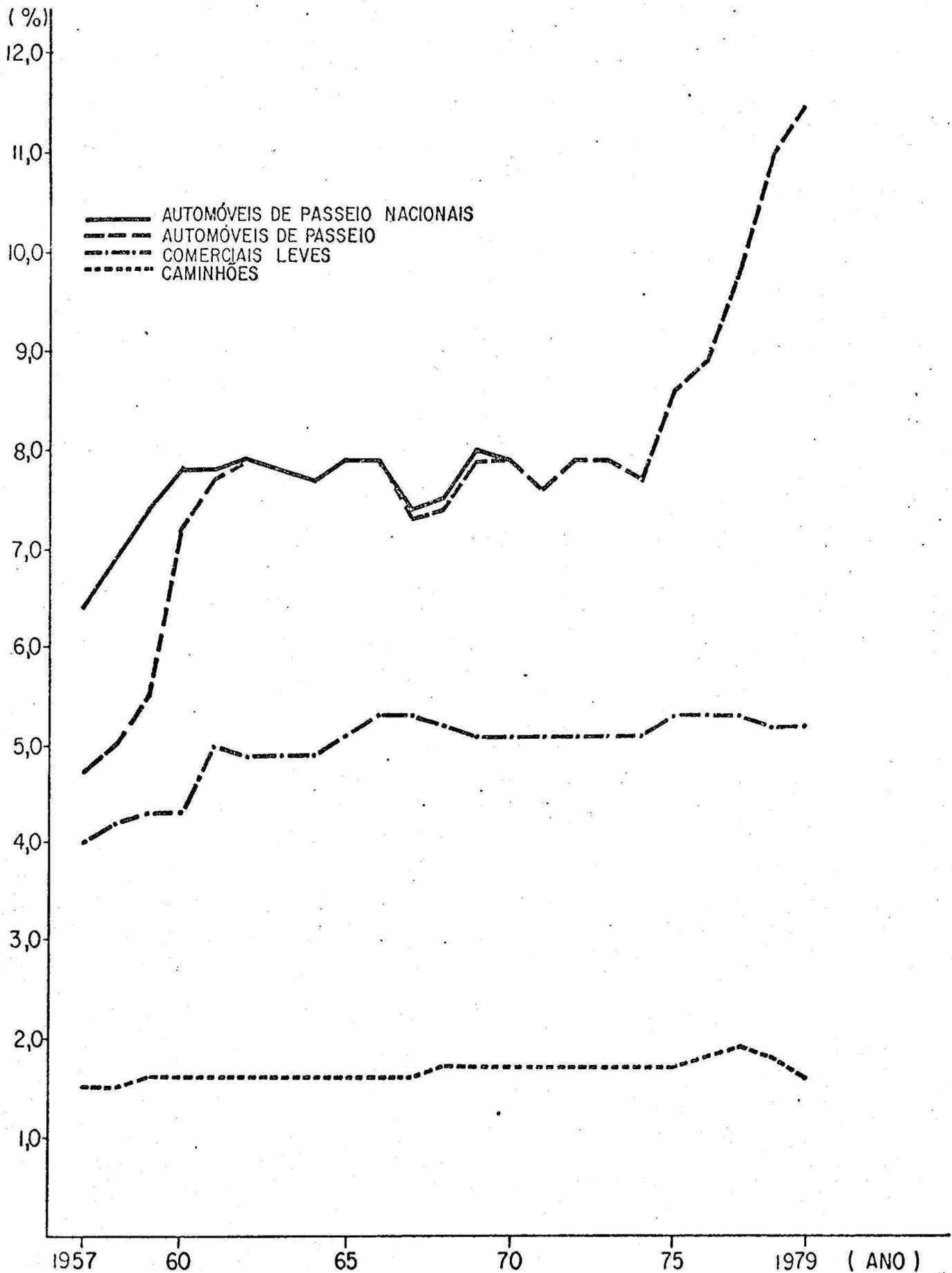
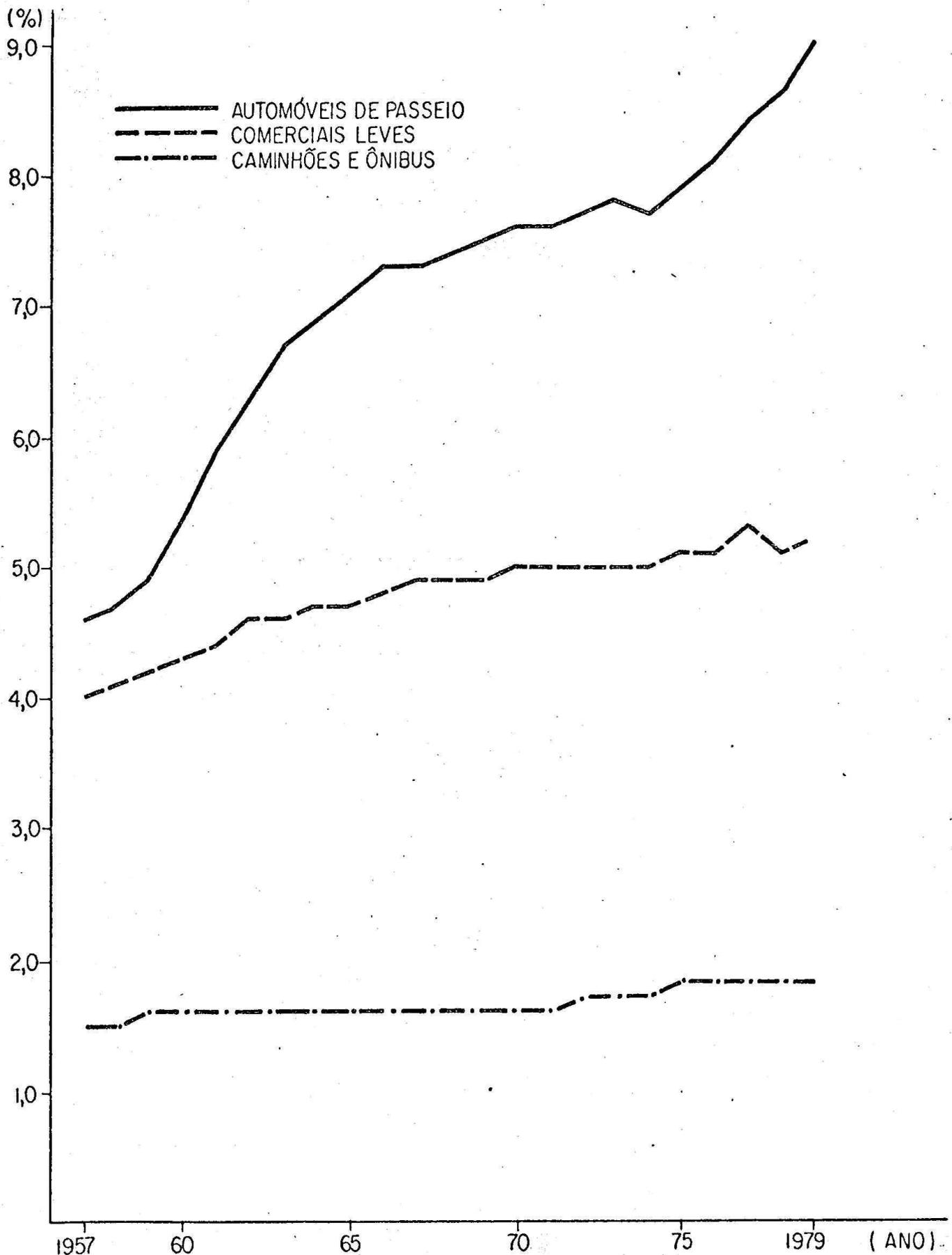


Gráfico 22

EFICIÊNCIA MÉDIA DA FROTA



6 - CONSUMO DE GASOLINA E QUILOMETRAGEM MÉDIA

O consumo total de gasolina por ano para o período 1957-1979 pode ser encontrado em diversas fontes, entre elas no anuário da PETROBRÁS |3|. Assim, o problema que se apresenta é de como obter as parcelas desse consumo que se referem a cada uma das três categorias de veículos de interesse: automóveis de passeio, comerciais leves, e caminhões e ônibus.

Uma vez conhecidas estas parcelas a obtenção da quilometragem média é direta, desde que esta pode ser expressa como a razão entre o consumo e a frota da categoria, multiplicada pela eficiência média da frota. A frota e a eficiência média já foram estimadas para cada uma dessas categorias nos Capítulos 4 e 5 respectivamente. Assim, conhecendo-se o consumo de gasolina, a frota, e a eficiência média da frota por categoria, a quilometragem média pode ser obtida diretamente da equação:

$$KM = \frac{CG}{FR} EF \quad (36)$$

onde:

- KM → quilometragem média percorrida pelos veículos da frota num ano (km/veículo-ano)
- CG → consumo anual de gasolina da frota (ℓ/ano)
- FR → frota de veículos (veículos)
- EF → eficiência média da frota (km/ℓ)

Voltando ao problema original de dividir o consumo total de gasolina em parcelas referentes às categorias, deve-se notar que o conhecimento das razões entre os consumos de gasolina das categorias ou entre as quilometragens médias das categorias^{1/} é suficiente para obter tais parcelas.

Assim, por exemplo o consumo de gasolina dos automóveis de passeio pode ser escrito como:

$$CG_{Aut} = \frac{CG_{tot}}{1 + \frac{CG_{cl}}{CG_{aut}} + \frac{CG_{cam}}{CG_{aut}}} = \frac{CG_{tot}}{1 + \frac{FR_{cl}}{FR_{aut}} \cdot \frac{EF_{aut}}{EF_{cl}} \cdot \alpha_1 + \frac{FR_{cam} \cdot EF_{aut} \cdot \alpha_2}{FR_{aut} \cdot EF_{cam}}} \quad (37)$$

onde:

$$\alpha_1 = \frac{KM_{cl}}{KM_{aut}}$$

$$\alpha_2 = \frac{KM_{cam}}{KM_{aut}}$$

e os índices tot, aut, cl, cam significam total, automóveis de passeio, comerciais leves, e caminhões e ônibus respectivamente.

Uma análise destas opções levou a que fossem estimadas as razões entre as quilometragens médias das categorias (α_1, α_2) devi-

^{1/} A esta lista poderíamos acrescentar: consumo médio de gasolina por categoria, quilometragem total por categoria entre outros.

do à relativa estabilidade destas razões e a existência de alguns dados a respeito na literatura.

Quanto à razão entre a quilometragem média da frota de comerciais leves e a de automóveis de passeio, não há evidências de que esta tenha variado de modo sensível ao longo destes anos. Desse modo estimou-se esta razão como sendo constante e valendo 1.5.

Entretanto, o mesmo não pode ser dito sobre a razão entre a quilometragem média percorrida pelos caminhões movidos a gasolina e os automóveis de passeio, uma vez que dada a substituição gradativa da frota de caminhões a gasolina por caminhões movidos a diesel principalmente no transporte de média e longa distância é plausível supor que esta razão deva ter decaído ao longo do tempo.

Uma estimativa precisa do comportamento desta razão ao longo do tempo está evidentemente além dos objetivos do presente trabalho. O que se fez foi efetuar-se uma interpolação geométrica com base em duas estimativas pontuais para épocas diferentes.

Os dados utilizados foram ^{2/}:

TABELA 27
VALORES EXTREMOS DE α_2

ANO	VALOR
1957	2,1
1979	1,25

2/ Estimativas baseadas em contatos pessoais com técnicos do GEIPOT.

Com base nestas estimativas de α_1 e α_2 , nas séries de frota e eficiência média da frota estimadas nos capítulos precedentes, na série de consumo total de gasolina publicada pela PETROBRÁS [3] e utilizando-se a equação 35 estimou-se o consumo de gasolina dos automóveis de passeio.

Com base nessa estimativa e na equação 34 obteve-se a quilometragem média da frota dessa categoria. A quilometragem média das demais categorias foi obtida utilizando-se os valores estimados para α_1 e α_2 .

Finalmente o consumo de gasolina das categorias comerciais leves e caminhões e ônibus foi obtido utilizando-se a equação 36.

Os resultados levantados para o consumo de gasolina e a quilometragem média por categoria são apresentados nas Tabelas 28 e 29, respectivamente; os Gráficos 23 e 24 ilustram esses resultados.

TABELA 28

CONSUMO DE GASOLINA POR CATEGORIA DE VEÍCULO
(10³ m³)

ANO	AUTOMÓVEIS DE PASSEIO	COMERCIAIS LEVES	CAMINHÕES	TOTAL
1957	489,6	40,7	3.042,3	3.572,6
1958	533,3	99,4	3.301,6	3.934,3
1959	521,3	152,0	3.265,3	3.938,6
1960	586,2	239,1	3.601,2	4.426,4
1961	648,2	313,5	3.641,5	4.603,2
1962	785,8	447,6	3.998,5	5.231,8
1963	941,7	550,3	4.102,7	5.594,7
1964	1.144,7	669,2	4.260,7	6.074,5
1965	1.264,2	720,6	4.055,8	6.040,6
1966	1.532,2	861,9	4.244,8	6.638,9
1967	1.870,9	990,7	4.385,5	7.247,1
1968	2.350,6	1.179,8	4.685,7	8.216,0
1969	2.806,4	1.299,1	4.641,5	8.747,0
1970	3.502,2	1.479,4	4.723,2	9.704,8
1971	4.359,7	1.646,9	4.610,1	10.616,7
1972	5.459,2	1.899,1	4.645,7	12.004,0
1973	6.864,4	2.236,2	4.828,1	13.928,6
1974	7.585,3	2.305,8	4.431,2	14.322,2
1975	8.210,4	2.388,2	4.020,2	14.618,8
1976	8.742,2	2.427,5	3.554,3	14.724,0
1977	8.795,9	2.298,9	3.008,5	14.103,3
1978	9.958,3	2.457,0	2.831,1	15.246,4
1979	10.562,3	2.523,9	2.559,9	15.646,1

Fonte: Equações 36 e 37, Tabelas 13,24,25,26 e 27 e Petrobrás |3|.

TABELA 29

QUILOMETRAGEM MÉDIA POR VEÍCULO SEGUNDO AS CATEGORIAS
(KM/VEÍCULO ANO)

ANO	AUTOMÓVEIS DE PASSEIO	COMERCIAIS LEVES	CAMINHÕES
1957	8,840	13,287	18,564
1958	8,705	13,084	17,846
1959	7,425	11,160	14,850
1960	7,821	11,754	15,329
1961	7,986	12,002	15,253
1962	8,699	13,075	16,267
1963	9,249	13,902	16,834
1964	9,952	14,958	17,715
1965	9,862	14,823	17,161
1966	10,650	16,006	18,105
1967	11,446	17,203	19,000
1968	12,578	18,905	20,377
1969	12,951	19,465	20,462
1970	13,774	20,702	21,349
1971	14,234	21,394	21,493
1972	15,000	22,545	22,050
1973	15,885	23,875	22,874
1974	14,714	22,114	20,746
1975	14,017	21,068	19,204
1976	13,347	20,060	17,885
1977	12,418	18,664	16,268
1978	12,943	19,453	16,568
1979	12,937	19,444	16,171

Fonte: Equações 36 e 37, Tabelas 13,24,25,26 e 27 e Petrobrás |3|.

Gráfico 23

CONSUMO DE GASOLINA ($10^3 m^3$ /ANO)

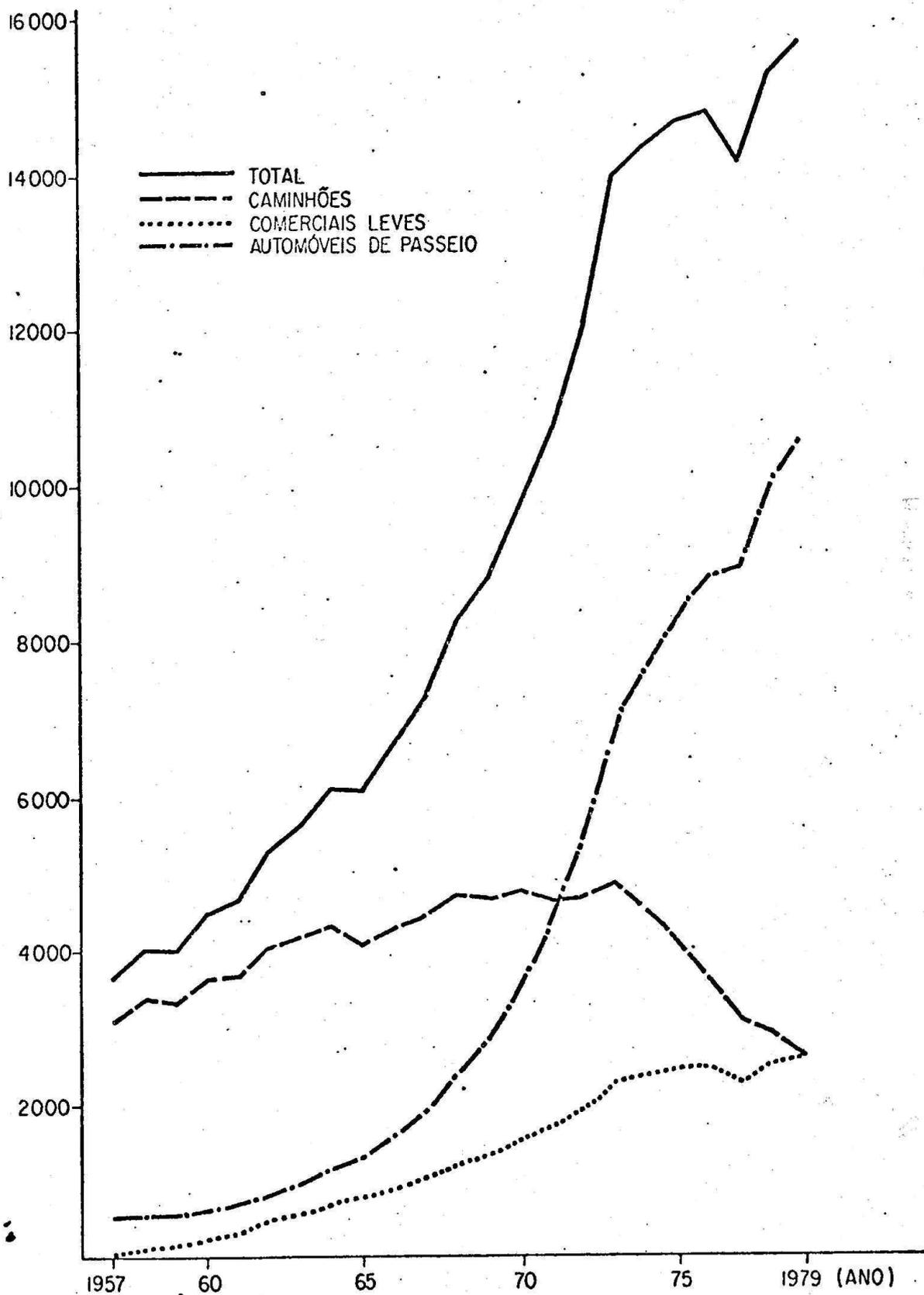
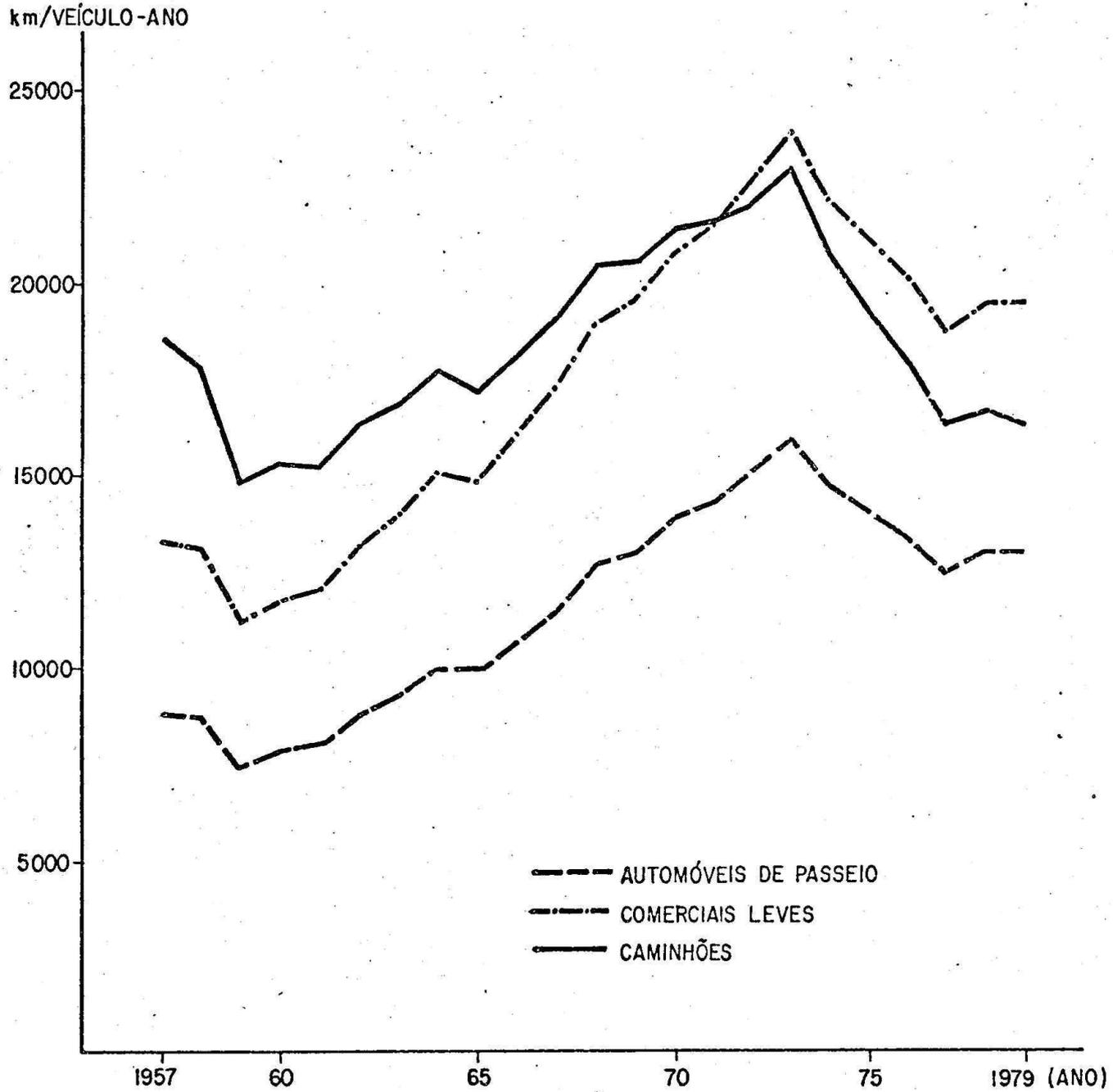


Gráfico 24
QUILOMETRAGEM MÉDIA POR VEÍCULO



7 - RENDA DISPONÍVEL DO SETOR PRIVADO, PREÇOS DOS AUTOMÓVEIS DE PASSEIO E DA GASOLINA

Os dados de renda disponível do setor privado utilizados são aqueles estimados pelo Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas. Uma alteração na metodologia de avaliação das contas nacionais levou a que existam duas séries, que não são perfeitamente compatíveis. Uma com a metodologia antiga que termina em 1968 e outra com uma metodologia nova que cobre o período 1965-1979.

Para obter uma série para o período 1957-1979 procedeu-se da seguinte forma: adotaram-se as taxas de crescimento da série antiga para o período 1957-1965, e as taxas da série nova para o período 1966-1979, além disto foram aceitos como válidos os níveis de renda da série nova.

A fim de calcular a série em valores constantes, utilizou-se o deflator implícito das contas nacionais, o qual foi obtido para o período 1957-1979 de maneira análoga à série de renda. As séries utilizadas e estimadas encontram-se na Tabela 30.

Quanto ao nível de preços dos automóveis de passeio dois trabalhos foram utilizados, o de Guimarães [12] e da FIPE [10]. O índice estimado por Guimarães [12] corresponde a um índice LASPEYRES em cadeia deflacionado pelo índice geral de preços e foi escolhido por cobrir um período maior. Como este trabalho não estimou o va-

lor de 1979, obtivemos este valor aplicando a taxa de crescimento em 1979 do índice estimado pela FIPE |10| ao índice obtido por Guimarães para 1978. Os valores desses índices encontram-se na Tabela 31 e ilustrados no Gráfico 25.

Finalmente o preço da gasolina foi estimado calculando o preço das gasolinas A e B verificado no Rio de Janeiro e deflacionando-o com o índice geral de preços. O preço médio das gasolinas A e B é obtido ponderando-se os preços com os respectivos consumos nacionais. Os dados de preços e consumos das gasolinas A e B e o preço médio, são apresentados na Tabela 32.

TABELA 30.1

RENDA DISPONÍVEL DO SETOR PRIVADO'

(Cr\$ 1.000.000,00)

ANO	VALOR CORRENTE (Met. Antiga) (1)	TAXA DE VARIAÇÃO DE (1) (%)	VALOR CORRENTE (Met. Nova) (2)	VALOR CORRENTE ESTIMADO
1957	1,0364	-	-	1,2442
1958	1,2008	15,9	-	1,4420
1959	1,6349	36,2	-	1,9640
1960	2,2366	36,8	-	2,6868
1961	3,4361	53,6	-	4,1269
1962	5,7201	66,5	-	6,8713
1963	10,228	78,8	-	12,286
1964	20,027	95,8	-	24,056
1965	31,881	59,2	38,297	38,297
1966	45,384	42,4	53,379	38,379
1967	61,833	36,2	74,099	74,099
1968	83,761	35,5	102,83	102,83
1969	-	-	134,39	134,39
1970	-	-	173,25	173,25
1971	-	-	230,23	230,23
1972	-	-	304,56	304,56
1973	-	-	414,26	414,26
1974	-	-	607,54	607,54
1975	-	-	853,41	853,41
1976	-	-	1.307,6	1.307,6
1977	-	-	1.955,4	1.955,4
1978	-	-	2.980,3	2.980,3
1979	-	-	4.896,6	4.896,6

FONTE: (1) Conjuntura Econômica - junho de 1970

(2) 1965-1969 - Conjuntura Econômica - dezembro de 1979

1970-1979 - Conjuntura Econômica - dezembro de 1980

TABELA 30.2

DEFLATOR IMPLÍCITO

ANO	MET. ANTIGA 1949=100 (1)	TAXA DE VARIAÇÃO DE (1) (%)	MET. NOVA 1970=100 (2)	VALOR ESTIMADO
1957	321,3	-	-	1,5
1958	357,0	11,1	-	1,7
1959	461,4	29,2	-	2,2
1960	582,7	26,3	-	2,8
1961	776,9	33,3	-	3,8
1962	1.202,4	54,8	-	5,9
1963	2.139,7	78,0	-	10,5
1964	4.018,0	87,8	-	19,7
1965	6.245,6	55,4	30,6	30,6
1966	8.670,8	38,8	42,7	42,7
1967	11.011,3	27,0	55,0	55,0
1968	14.106,8	28,1	70,3	70,3
1969	17.168,0	21,7	84,6	84,6
1970	-	-	100,0	100,0
1971	-	-	117,3	117,3
1972	-	-	137,7	137,7
1973	-	-	165,9	165,9
1974	-	-	218,2	218,2
1975	-	-	289,6	289,9
1976	-	-	410,9	410,9
1977	-	-	584,2	584,2
1978	-	-	800,2	800,2
1979	-	-	1.289,2	1.289,2

FONTE: (1) Conjuntura Econômica - junho de 1970
 (2) Conjuntura Econômica - dezembro de 1980

TABELA 30.3

RENDA REAL DISPONÍVEL DO SETOR PRIVADO

(Cr\$ 1.000.0000,00)

ANO	VALOR CORRENTE ESTIMADO	DEFLATOR IMPLÍCITO ESTIMADO 1970=100	VALOR CONSTANTE A PREÇOS DE 1970	ÍNDICE DA RENDA REAL 1978=100
1957	1,2442	1,5	82,95	22,27
1958	1,4420	1,7	84,82	22,27
1959	1,9640	2,2	89,27	23,97
1960	2,6868	2,8	95,96	25,77
1961	4,1269	3,8	108,60	29,16
1962	6,8713	5,9	116,46	31,27
1963	12,286	10,5	117,01	31,42
1964	24,056	19,7	122,11	32,79
1965	38,297	30,6	125,15	33,60
1966	38,379	42,7	125,01	33,57
1967	74,099	55,0	134,73	36,17
1968	102,83	70,3	146,27	39,27
1969	134,39	84,6	158,85	42,65
1970	173,25	100,0	173,25	46,52
1971	230,23	117,3	196,27	52,70
1972	304,56	137,7	221,18	59,39
1973	414,26	165,9	249,70	67,04
1974	607,54	218,2	278,43	74,76
1975	853,41	289,9	294,69	79,12
1976	1.307,6	410,9	318,23	85,44
1977	1.955,4	584,2	334,71	89,87
1978	2.980,3	800,2	372,44	100,00
1979	4.896,6	1.289,2	379,82	101,98

TABELA 31

ÍNDICES DE PREÇOS RELATIVOS DE AUTOMÓVEIS
1961-1979

ANO	FIPE BASE 1966=100 (A)	GUIMARÃES BASE 1968=100 (B)	INPES BASE 1978=100
1961	-	133	195,6
1962	-	122	179,4
1963	-	140	205,9
1964	-	134	197,1
1965	-	125	183,8
1966	100,00	105	154,4
1967	96,72	98,6	145,0
1968	98,37	100,0	147,1
1969	95,49	96,5	141,9
1970	90,40	90,0	132,4
1971	84,95	84,7	124,6
1972	82,70	81,2	119,4
1973	78,53	78,1	114,9
1974	73,05	72,3	106,3
1975	77,10	77,0	113,2
1976	69,19	68,5	100,7
1977	67,10	67,9	99,9
1978	68,24	68,0	100,0
1979	64,43	-	94,0

Fonte: (A) - FIPE |10|

(B) - GUIMARÃES |12|

Tabela 32.1

PREÇO MÉDIO DA GASOLINA AUTOMOTIVA

Ano	Preço da Gasolina "A" Cr\$/L (1)	Preço da Gasolina "B" Cr\$/L (2)	Consumo de Gasolina "A" m ³ (3)	Consumo de Gasolina "B" m ³ (4)	Preço Médio da Gasolina Cr\$/L
1957	0,0058	0,0087	3.448.572	124.054	0,0059
1958	0,0064	0,0090	3.812.398	121.942	0,0065
1959	0,0091	0,0127	3.840.853	97.740	0,0092
1960	0,0094	0,0132	4.285.473	140.982	0,0095
1961	0,0175	0,0244	4.484.647	118.556	0,0177
1962	0,0220	0,0300	5.064.441	167.331	0,0222
1963	0,0388	0,0741	5.493.491	101.237	0,0395
1964	0,0767	0,1282	5.997.376	77.157	0,0772
1965	0,1469	0,2068	5.982.501	58.121	0,1475
1966	0,1831	0,2541	6.573.741	65.129	0,1838
1967	0,2151	0,2743	7.144.772	102.372	0,2156
1968	0,2795	0,3594	8.049.311	166.737	0,2811
1969	0,3741	0,4596	8.492.440	254.589	0,3767
1970	0,4407	0,5385	9.340.486	364.368	0,4446
1971	0,5464	0,6880	10.074.536	542.169	0,5535
1972	0,6799	0,8476	11.278.282	725.720	0,6900
1973	0,7936	1,0275	13.016.134	912.474	0,8099
1974	1,5492	2,0966	13.873.378	448.864	1,5656
1975	2,3989	3,1016	14.354.518	264.295	2,4129
1976	3,9800	4,9600	14.546.410	177.631	3,9898
1977	5,8200	7,0400	13.976.082	127.196	5,8322
1978	7,5729	9,2063	15.100.000	146.367	7,5893
1979	11,9148	16,5548	15.537.571	108.534	11,9612

FONTE: (1) (2) (3) e (4) PETROBRÁS | 3 |

NOTA: (1) e (2) são preços médios correntes derivados de petróleo, ao consumidor, no Rio de Janeiro

Tabela 32.2

PREÇO MÉDIO DA GASOLINA AUTOMOTIVA

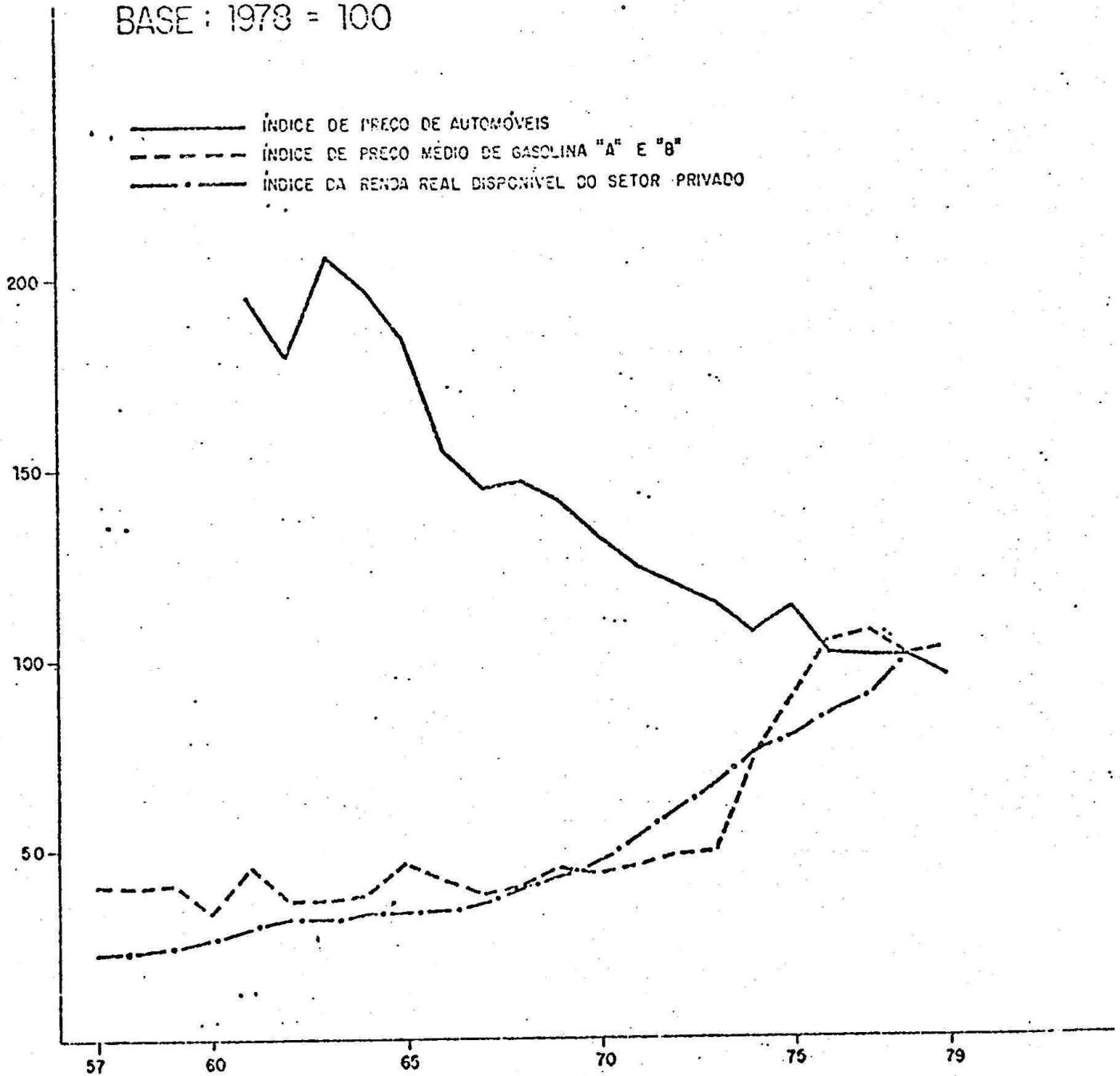
Ano	Preço Médio da Gasolina	Índice Geral de Preços Disponibilidade Interna	Preço Médio da Gasolina em Cr\$ de 1978	Índice de Preço Médio de Gasolina
	Cr\$/L (5)	1978=100 (6)		1978=100
1957	0,0059	0,19	3,07	40,4
1958	0,0065	0,22	3,04	40,1
1959	0,0092	0,30	3,10	40,8
1960	0,0095	0,39	2,50	32,9
1961	0,0177	0,53	3,40	44,8
1962	0,0222	0,81	2,78	36,6
1963	0,0395	1,41	2,78	36,6
1964	0,0772	2,69	2,87	37,8
1965	0,1475	4,22	3,50	46,1
1966	0,1838	5,82	3,16	41,6
1967	0,2156	7,47	2,89	38,1
1968	0,2811	9,28	3,03	39,9
1969	0,3767	11,18	3,36	44,3
1970	0,4446	13,41	3,31	43,6
1971	0,5535	16,13	3,43	45,2
1972	0,6900	18,92	3,65	48,1
1973	0,8099	21,75	3,72	49,0
1974	1,5656	27,98	5,59	73,6
1975	2,4129	35,78	6,81	89,7
1976	3,9898	50,54	7,90	104,1
1977	5,8322	72,10	8,09	106,6
1978	7,5893	100,00	7,59	100,0
1979	11,9612	153,93	7,77	102,4

FONTE: (6) 1957-1969 Conj.Econ.- Dezembro/1973
 1970-1979 Conj.Econ.- Abril/1981

Gráfico 25

ÍNDICES DE RENDA E DOS PREÇOS DOS AUTOMÓVEIS
E DA GASOLINA

BASE : 1973 = 100



BIBLIOGRAFIA

- |1| ANFAVEA. Distribuição de vendas de veículos (dados não publicados).
- |2| ANFAVEA. Indústria automobilística brasileira. São Paulo, Nov. 1972, 166p
- |3| ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA PETROBRÁS, Rio de Janeiro
v.1 n.1 Set. 1976
v.4 n.4 Jul. 1979
- * |4| ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA SUPERINTENDÊNCIA DA BORRACHA (mercado nacional). Brasília, 12 (23), Jan./Dez. 1978.
- |5| ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL - Rio de Janeiro, IBGE, 1957 - 1980.
- |6| ANUÁRIO ESTATÍSTICO DOS TRANSPORTES, Brasília v.10, 1980
- > |7| BAUMGARTEN Jr., Alfredo Luiz. Demanda de automóveis no Brasil. Revista Brasileira de Economia, Rio de Janeiro, 26 (2): 203-297, Abr./Jun. 1972.
- |8| CONJUNTURA ECONÔMICA, Rio de Janeiro
v.24 n.6 Jun. 1970
v.33 n.12 Dez. 1979
v.34 n.12 Dez. 1980.
- |9| DNER/SERPRO. Frota de veículos, cadastro nacional de veículos e proprietários. Brasília, 1979 v.1.
- |10| FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS (FIPE). Indústria Automotiva; Índices de preços. São Paulo, 1966-1980.
- |11| GEIPOT-PICR. Pesquisa sobre o Interrelacionamento de custos rodoviários (em andamento)
- ⊗ |12| GUIMARÃES, Eduardo Augusto de Almeida. A dinâmica de crescimento da indústria de automóveis no Brasil: 1957/78. Pesquisa e Planejamento Econômico, Rio de Janeiro, 10 (3): 775-812, dez. 1980

- [13] IBGE. Sinopse preliminar do censo demográfico. Rio de Janeiro, 1981, 94p.
- [14] MILONE, Paulo Cesar. Estudo de bens duráveis de consumo; estudo da demanda de automóveis. São Paulo, USP/Faculdade de Economia e Administração, 1973. 95p. X
- [15] MINISTÉRIO DA FAZENDA: Importação de mercadorias por países de procedência. In: COMÉRCIO EXTERIOR DO BRASIL, Brasília, 1932 - 1979.
- [16] REVISTA QUATRO RODAS (vários números)
- [17] SABÓIA, João L. M. As causas da difusão da posse dos bens de consumo duráveis no Brasil. Rio de Janeiro, UFRJ/COPPE, Fev. 1981. 135p. X
- [18] SPRINGER, Robert and RESEK, Robert W. An econometric model of gasoline consumption, vehicle miles traveled, and new car purchases. Energy Systems and Policy, New York, 5 (1): 73-78, 1981. X
- [19] SUYAMA, Emílio. Um estudo sobre a demanda de gasolina. Rio de Janeiro, s. ed., 1981. 25p. Tese (M) - Instituto de Matemática Pura e Aplicada.
- [20] SWEENEY, James L. The demand for gasoline in the United States: a vintage capital model. In: INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Workshops on energy supply and demand. Paris, OECD, 1978, p. 240-277. X
- [21] TRANSPORTE MODERNO, São Paulo. Custos operacionais
Set. 1971 p. 50-66
Dez. 1975 p. 8-9, 111-129
Maio 1979 p. 38-62
- [22] Walker, F. V. Determinants of auto scrappage. The Review of Economics and Statistics, Cambridge, 50 (4): 503-506, Nov. 1968. X