

**INSTITUTO  
DE FÍSICA**

**preprint**

IFUSP/P-262

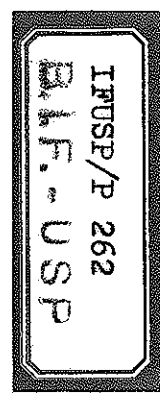
USOS DE ENERGIA NO BRASIL (1970)

Gilena M.G. Graça, Nãdia Gebara e J. Goldemberg  
Instituto de Física, Universidade de São Paulo,  
São Paulo, Brasil

MARÇO/1981

**B.I.F. - USP**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE FÍSICA  
Caixa Postal - 20.516  
Cidade Universitária  
São Paulo - BRASIL



## USOS DE ENERGIA NO BRASIL (1970)

Gilena M. G. Graça  
Nádia Gebara  
J. Goldemberg  
IFUSP

### INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de uma análise de insumo-produto da economia brasileira<sup>1</sup> abriu as portas para estudos quantitativos do emprego dado aos combustíveis em geral e, em particular, aos derivados de petróleo no país.

Estudos recentes vêm chamando a atenção para a magnitude dos gastos em combustíveis para fins de produção e preparação de alimentos<sup>2,3</sup>. Como se criou o hábito de vincular o gasto de combustíveis à questão do transporte, os gastos com energia pelo setor "alimentação" sugeridos pelos trabalhos anteriores nos causaram surpresa e mostraram a importância de calcular os gastos de energia efetuados em todas as atividades, tais como alimentação, transporte, manutenção do lar, etc.

Certamente, o desenvolvimento da indústria automobilística e de toda a infraestrutura necessária para suportar esse desenvolvimento são responsáveis pelo consumo de parte significativa da energia que é gasta no Brasil. No entanto, o estudo mais aprofundado da demanda de energia pode indicar

outros grandes consumidores da energia no Brasil.

O objetivo deste trabalho é quantificar os gastos de energia em 1970 segundo os fins a que se destinam: Produção e Preparação de Alimentos, Transporte, Manutenção do Lar, Construção Civil, Margem de Distribuição e Outros (inclue vestuário, eletrodomésticos, serviços, etc.). São também destacados dos gastos de energia os gastos com derivados de petróleo.

#### METODOLOGIA

Nossa fonte de dados foi a Matriz de Relações Intersetoriais Brasil 1970 - IBGE<sup>1</sup>.

Todos os bens e serviços produzidos são, ou consumidos como demanda final, ou consumidos pelos próprios setores produtivos, como insumos para a produção de bens e serviços.

A demanda final, na Matriz do IBGE<sup>1</sup>, se compõe dos seguintes setores : Consumo Pessoal; Governo; Formação de Capital; Variação de Estoque; e Exportação. A lista de itens consumidos na demanda final se compõe de 158 produtos. Alguns desses itens, como "gasolina e diesel", foram desagregados (no caso em "gasolina" e "diesel") por uma tabulação especial que o IFUSP solicitou ao IBGE<sup>4</sup>. Nessa tabulação especial, o número de produtos é 165.

Estamos interessados aqui em computar o total

de energia gasto no país em 1970, segundo os fins a que se destinou essa energia. Fizemos isso olhando para a demanda final e separando os 165 produtos em categorias, segundo a finalidade a que se destinam. A tabela 1 mostra como foi efetuada a agregação dos produtos relacionados na Matriz<sup>1</sup> nas categorias que escolhemos.

Na categoria "Outros" estão agregados aproximadamente 70 produtos, como eletrodomésticos; farmacêuticos; vestuário; serviços; etc. Cada uma dessas agregações é muito pequena para ser analisada separadamente, apesar do total representar fração significativa. A única exceção se constitui dos gastos de energia elétrica efetuados pelo governo, que são por volta de 5% do total de energia gasta no Brasil.

Dentro de cada categoria, podemos ter dois tipos de gastos em energia: o gasto de uma certa quantidade de energia sob as diferentes formas em que ela se encontra no mercado (derivados de petróleo; lenha; carvão vegetal; carvão mineral; energia elétrica), gasto este que chamamos direto; ou então um gasto que chamamos indireto porque foi efetuado ao produzir um certo bem ou serviço e não através do consumo, pelo usuário, de uma das fontes de energia.

Existem dois métodos de calcular a energia consumida por cada categoria:

o primeiro deles é multiplicar o gasto monetário de cada produto da categoria por um "coeficiente de intensidade de energia"<sup>5</sup>. Este coeficiente fornece, por cru

zeiro do bem ou serviço, o gasto médio global da energia dispendida na sua produção. A construção destes coeficientes de intensidade de energia encontra-se explicada na referência 5.

Este método de calcular nos leva a um valor para a categoria "Transporte" abaixo do valor normalmente aceito, 19% em vez de 25% do total gasto no país (ver tabela 2). Isto ocorre porque os produtos incluídos em "Transporte" são também consumidos por todas as outras categorias.

Essa consideração nos leva a um segundo método de calcular a energia global, que é descontando de todos os produtos o consumo efetuado com "Transporte" e agregando este consumo à categoria "Transporte". Neste caso, a energia na categoria "Transportes" será dada por:

$$E_T = \sum_{P_K} (\sum_i c_i \cdot v_i) + \sum_K \sum_{P_K} \sum_T c_T \cdot v_T$$

e para as demais categorias será dada por:

$$E_K = \sum_{P_K} (\sum_i c_i \cdot v_i - \sum_T c_T \cdot v_T)$$

onde:

$P_K$  indica os produtos que pertencem a cada categoria

$i$  indica o insumo.

$c_i$  coeficiente de intensidade de energia do insumo.

$v_i$  valor monetário do insumo  $i$ .

T indica: transporte ferroviário; aquático, aéreo e de passageiros; gasolina; diesel, exceto no caso de "lavouras"; querosene para aviação.

k indica todas as categorias, exceto transporte.

Este segundo método recupera os 25% (ver tabela 2) gastos em "Transporte".

Os dois métodos de calcular apresentam a energia que foi consumida nos setores produtivos para a fabricação de bens e serviços sob a forma de energia consumida indiretamente na demanda final. Isso significa que, com este procedimento, recuperamos o total de energia gasto em 1970 no Brasil.

Os dois conjuntos de dados calculados segundo os procedimentos acima serão mostrados para comparação (tabela 2 e figura 1). Aachamos que o primeiro método de calcular, sem o desconto do insumo "Transporte" nas outras categorias, reflete melhor as necessidades de energia alocadas a cada finalidade. Isto porque a "Alimentação" e qualquer outra das categorias, tal como se encontra organizada nossa sociedade, depende da existência do transporte de matérias primas para sua produção, o mesmo ocorrendo com todas as categorias da produção que, sem a existência desse insumo "Transporte" não poderiam ser produzidas. Além disso, este transporte existe

apenas em função da produção destes produtos que, se deixassem de ser produzidos, teria como consequência direta a interrupção do consumo deste transporte.

Lembramos que esse transporte, que aparece como insumo nos produtos pertencentes às diferentes categorias, não é o transporte efetuado para a distribuição do produto aos consumidores. O transporte necessário à distribuição aparece como "Margem de Distribuição".

O total obtido através da Matriz do IBGE<sup>1</sup> (423 Tkcal) difere do total obtido pelo Balanço Energético Nacional BEN<sup>6</sup> (622 Tkcal). Esta discrepância aparece no consumo de lenha que, segundo a Matriz, é aproximadamente 64 Tkcal e segundo o BEN<sup>6</sup>, aproximadamente 200 Tkcal. Isto pode se dever ao fato de, no BEN<sup>6</sup>, aparecer uma estimativa para o consumo de lenha não comercial, o que não ocorre na Matriz, que só leva em conta a lenha comercial. Isto significa que, em relação ao BEN<sup>6</sup>, este trabalho apresenta uma subestimação no consumo de lenha, o que implica numa subestimação dos gastos com energia para fins de "Alimentação", uma vez que a totalidade dessa lenha não comercial se destina ao preparo de alimentos. Um trabalho realizado por R.I. Brown<sup>7</sup> compara as diferentes estimativas existentes para o consumo de lenha no Brasil, fornecendo parâmetros para avaliação do consumo. As considerações levantadas no trabalho de R.I. Brown<sup>7</sup> avaliam que o consumo de lenha no Brasil em 1970 teria sido aproximadamente 3 vezes maior do que o con-

sumo apontado na Matriz<sup>1</sup>.

## APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A figura 1 mostra, lado a lado, o gasto direto e indireto de energia consumida pelas diferentes categorias, sendo que, à esquerda, encontra-se este gasto sem o desconto do insumo "Transporte" e, à direita, com este desconto.

A tabela 2 mostra os valores que geraram a figura 1.

A primeira coisa que salta aos olhos é a importância que os gastos de energia com a produção e preparação de alimentos têm no Brasil (27,0% sem o desconto e 25,6% com o desconto do insumo "Transporte"). Aproximadamente metade destes gastos é devida ao fato de que toda a população consome algum tipo de combustível para o preparo de alimentos mostrado na figura sob a forma de energia direta. A outra parcela, igualmente importante, e que corresponde à parte indireta dos gastos de energia, mostra que a produção de alimentos também é muito intensiva em energia. Além disso, podemos ver que a maior parte dos gastos de energia na produção de alimentos não são efetuados com "Transporte" e sim com a produção propriamente dita, como mostra o fato de que o desconto de "Transporte" altera apenas em 1,4% o consumo de energia para "Alimentação".



O segundo maior consumidor de energia de pende do método de se fazer os cálculos. Se não descontamos "Transportes", "Outros" é responsável por 21,5% dos gastos e "Transporte" por 19,3%. Com o desconto, "Outros" fica em terceiro lugar com 20,5% dos gastos totais de energia, enquanto que "Transportes" passa a ocupar o segundo lugar, praticamente igual à "Alimentação", sendo responsável por 25,5% do consumo total de energia no Brasil em 1970.

O gasto de energia com "Transporte", mesmo agregando todas as parcelas deste insumo nas outras categorias, não supera, apenas iguala, o gasto de energia com "Alimentação".

Apesar da importância que tem o consumo de energia na categoria "Outros", não é possível desagregá-la mais porque é composta de um número muito grande de pequenas parcelas, excetuando sua parte direta (quase 1/3) que é maciçamente gasto de eletricidade efetuado pelo governo.

A seguir, vem "Construção Civil", responsável por 15,7% dos gastos, sem o desconto, e 15,0%, com o desconto. Esta categoria agrega todos os tipos de construção civil, seja construção de moradias, seja de conjuntos industriais ou obras públicas. Esta agregação impede uma análise detalhada deste setor.

Segue-se "Manutenção do Lar", que consome 11,5%, sem o desconto e 11,4% com o desconto. A quase totalidade do consumo (93%) é efetuada diretamente sob a forma de

eletricidade, querosene e óleo combustível para iluminação do lar, funcionamento de eletrodomésticos e aquecimento de água e ambientes.

Por último, vem "Margem de Distribuição", que absorve 5,0% sem o desconto de "Transporte" e 1,9% com o desconto, uma vez que consome grande quantidade de transportes pela própria natureza que tem esta atividade. Assim como "Construção Civil", "Margem de Distribuição" possui apenas gastos indiretos de energia.

A figura 2 mostra a estrutura global de gastos de energia no Brasil, segundo as finalidades a que se destina. Nesta figura não existe transferência de insumo "Transporte", pelas razões já expostas na página 5.

A tabela 2 fornece as porcentagens e os valores absolutos ilustrados na figura 2.

As duas figuras anteriores agregam a totalidade dos gastos efetuados em todos os setores da demanda final. Para visualizar como estes gastos se distribuem, a figura 3 os desagrega por cada um dos setores. Os cálculos referentes a esta figura foram efetuados sem transferência do insumo "Transporte".

O setor da demanda final que mais gastou energia em 1970 foi o "Consumo Pessoal", responsável por 62% do gasto total de energia no país. No consumo pessoal, o maior consumidor de energia é "Alimentação", responsável por 40,5% do dispêndio de energia destinado à demanda final.

É seguida por "Transporte" 21,5% e "Manutenção do Lar" 18,5%. As outras categorias respondem por, no máximo, 11%.

O segundo maior consumidor de energia é o setor "Formação de Capital", responsável pelo gasto de 22% da energia consumida no país. A maior parte dessa energia (71,5%) é consumida em "Construção Civil".

O setor "Governo" dispendeu 8,5% da energia e o único item notável é a parte direta da categoria "Outros", onde está computado o gasto de energia elétrica efetuado pelo governo, que é responsável por 62,3% do gasto de energia do "Governo". A categoria "Transporte" é a seguinte em importância, sendo responsável por 22%.

O setor "Exportação" gastou 7,5% da energia do país, sendo 26% desta energia com a produção de produtos alimentícios; 11% com transporte de mercadorias para exportação (10%) e produção de produtos de transporte (1%), e 61%, com a produção de outros produtos para exportação. Alguns combustíveis foram exportados, mas representam fração pequena (2%) em relação à energia gasta no país, apesar de representarem 20% da energia exportada sob forma direta e indireta.

Em 1970, o volume de exportação no país era ainda muito pequeno. Isto, em 1974, já assume proporções diferentes e uma estimativa da energia exportada sob a forma de bens atinge cifras maiores do que 25%. Isto mostra que uma análise comparativa de dados posteriores pode

nos fornecer outros resultados sobre o assunto.

As mudanças ocorridas nesta direção não invalidam a análise do consumo interno, uma vez que o aumento do volume de exportação não implicou na diminuição da energia consumida internamente.

"Variação de Estoque" representa fração desprezível e, por isso, foi excluída da figura 3.

Agregando todos esses totais, por categoria, obtemos as frações destinadas a cada fim, em relação ao total de energia consumida no Brasil em 1970. Este total é mostrado na figura 2.

Relacionando as figuras 2 e 3, podemos notar que o dispêndio de energia destinado à "Alimentação" foi, em 1970, realizado maciçamente (92,6%) no interior do país, pelos setores "Consumo Pessoal" e "Governo". Este gasto equivale a 25% do total da energia gasta no país.

A figura 4 destaca, em relação ao total gasto em cada categoria, os gastos com derivados de petróleo. Na tabela 3, são dados os valores por fonte de energia.

Em 1970, o consumo de derivados de petróleo era responsável por 38,1%<sup>6</sup> do consumo total de energia no país, incluindo o bagaço de cana e a lenha não comercial avaliada no BEN<sup>6</sup>.

Na Matriz de Relações Intersetoriais<sup>1</sup>, não são contados nem bagaço de cana, nem a lenha não comercial, e o que ocorre é que os derivados de petróleo passam

a representar aproximadamente 50% do total da energia gasta no Brasil em 1970.

Em 100 unidades de energia gastas na categoria "Transportes", 86 são consumidas na forma de derivados de petróleo. Na categoria "Margem de Distribuição", em 100 unidades de energia, 72 são derivados de petróleo. Nas categorias "Alimentação" e "Outros", 39 em 100 unidades são consumidas sob a forma de derivados de petróleo e em "Manutenção do Lar", 24 unidades.

Estes dados quantificam a importância dos derivados de petróleo nas categorias, mostrando absoluta e relativamente sua participação na produção e distribuição dos bens e serviços destinados a cada um destes fins.

A figura 5 mostra o gasto de derivados de petróleo de cada uma das categorias em relação ao total gasto de derivados de petróleo. A tabela 3 mostra os valores absolutos destes gastos.

O maior consumidor de derivados de petróleo é o setor "Transportes" que consome 30,5% do total dos derivados de petróleo, seguido por "Alimentação" (21%), depois vem "Construção Civil" (17%) e "Outros" (16,5%) e os restantes gastam menos de 8% do consumo total de derivados de petróleo do país.

Os gastos de derivados de petróleo em "Transportes" são principalmente diretos, de gasolina e diesel. Em "Alimentação", os gastos de derivados de petróleo

são em GLP, óleo combustível para a produção de alimentos industrializados e diesel na lavoura. Em "Construção Civil", o maior consumo é em óleo combustível e também existe um consumo de derivados de petróleo no gasto de cimento que exige grande consumo de energia para a sua produção.

Comparando as figuras 2 e 5, é interessante ver que a estrutura dos gastos totais de energia difere da estrutura de gastos de derivados de petróleo, mostrando que os outros combustíveis também têm papel importante no consumo global de energia.

As fontes de energia que têm peso na alteração da estrutura são hidroeletricidade e lenha.

A grande diferença entre as duas estruturas é a inversão de importância entre "Transportes" e "Alimentação". Mas, mesmo na estrutura de gastos de derivados de petróleo, "Alimentação" continua sendo um consumidor importante de energia.

## CONCLUSÃO

O fato do nosso sistema produtivo estar baseado no consumo de derivados de petróleo é, muitas vezes, interpretado como significando que o sistema de transportes está baseado no petróleo e o sistema produtivo é dependente dele apenas por decorrência.

O que este trabalho mostra é que existe

uma dependência direta do petróleo na produção de alimentos e outros bens, além da dependência decorrente do uso de transportes.

Uma escassez de petróleo e seus derivados tem como consequência direta a interrupção de aproximadamente 2/5 do suprimento de energia para produção de alimentos e para a produção de outros bens e serviços consumidos pela população ou exportados, mesmo que o transporte esteja sendo garantido de alguma outra forma.

Isto mostra que uma crise de energia não afetaria apenas o setor de transporte, mas todo o sistema produtivo e que um programa de pesquisa em fontes alternativas deveria abarcar todo o conjunto das fontes de energia utilizadas e não apenas uma delas.

Outro fato notável é que 20% da energia consumida provinha, em 1970, de lenha e carvão vegetal, que foram usados principalmente na produção e preparação de alimentos. Este fato aponta, por um lado, para a importância de garantir formas mais racionais de uso da lenha que é principalmente utilizado pelas famílias de renda mais baixa. Mas aponta também para o possível crescimento da importância do consumo de derivados de petróleo na categoria "Alimentação" nos últimos 10 anos, uma vez que a lenha vem sendo substituída por gás liquefeito de petróleo e óleo combustível.

TABELA 1 - Agregação dos Produtos da Matriz, segundo categoria

Categoria	Forma de consumo por categoria	Produtos da Matriz
Alimentação	direto	1012;1015;20034;20042
	indireto	1013;1014;2016;2018;2019;3011; 3012;3013;3014;26011 a 26062; 26071 a 26131; 26142;27011;55011
Transporte	direto	20031;20037
	indireto	14011;14021;14031;14041;14042; 14051;14052;14053;18011;20038; 52011 a 52032
Manutenção do Lar*	direto	20021;20032;20039;4011
	indireto	12052;13061;41011;53011;55021
Construção Civil	indireto	42011
Margem de Distribuição	indireto	51011
Outros	direto	5023 20021;20032;20033;20039;40011; **
	indireto	12052;13061;41011;53011. ** - todos os outros não menciona dos e não nulos.

\* Apenas Consumo Pessoal

\*\* Exceto Consumo Pessoal



TABELA 2 - Consumo de energia por finalidade

	1º Método de calcular	%	2º Método de calcular	%
Alimentação	Direto 56,23 Indireto 58,06 Total 114,29	27,0	56,23 52,22 108,45	25,6
Transporte	Direto 47,98 Indireto 33,48 Total 81,46	19,3	47,98 59,98 107,96	25,5
Manutenção do Lar	Direto 45,2 Indireto 3,5 Total 48,7	11,5	45,2 2,91 48,11	11,4
Construção Civil	Direto - Indireto 66,23 Total 66,23	15,7	- 63,57 63,57	15,0
Margem de Distribuição	Direto - Indireto 21,21 Total 21,21	5,0	- 8,00 8,00	1,9
Outros	Direto 29,16 Indireto 61,82 Total 90,98	21,5	29,16 57,62 86,78	20,5
Total	Direto 178,57 Indireto 244,3 Total 422,87	100,0	178,57 244,3 422,87	100,0

TABELA 3 - Consumo total dos derivados de petróleo e outras fontes de energia por finalidade.

Finalidade	Lenha e carvão vegetal	Carvão e derivados	Eletricidade	Total não derivados	Derivados de petróleo	Total
Alimentação	53.43	2.99	13.17	69.59	49.61	114.2
Transporte	1.89	2.63	6.64	11.16	70.40	81.56
Manutenção do Lar	0.36	2.09	34.61	37.06	11.64	48.70
Construção Civil	12.21	2.77	12.70	29.68	36.54	66.23
Margem de Distribuição	0.54	0.51	4.81	5.86	15.35	21.21
Outros	9.25	7.81	38.36	55.42	35.54	90.96
Total	76.68	21.80	110.29	208.77	214.08	422.86

FIG.1 - Comparação entre dois métodos de calcular os gastos de energia por categoria. (ver pag. )

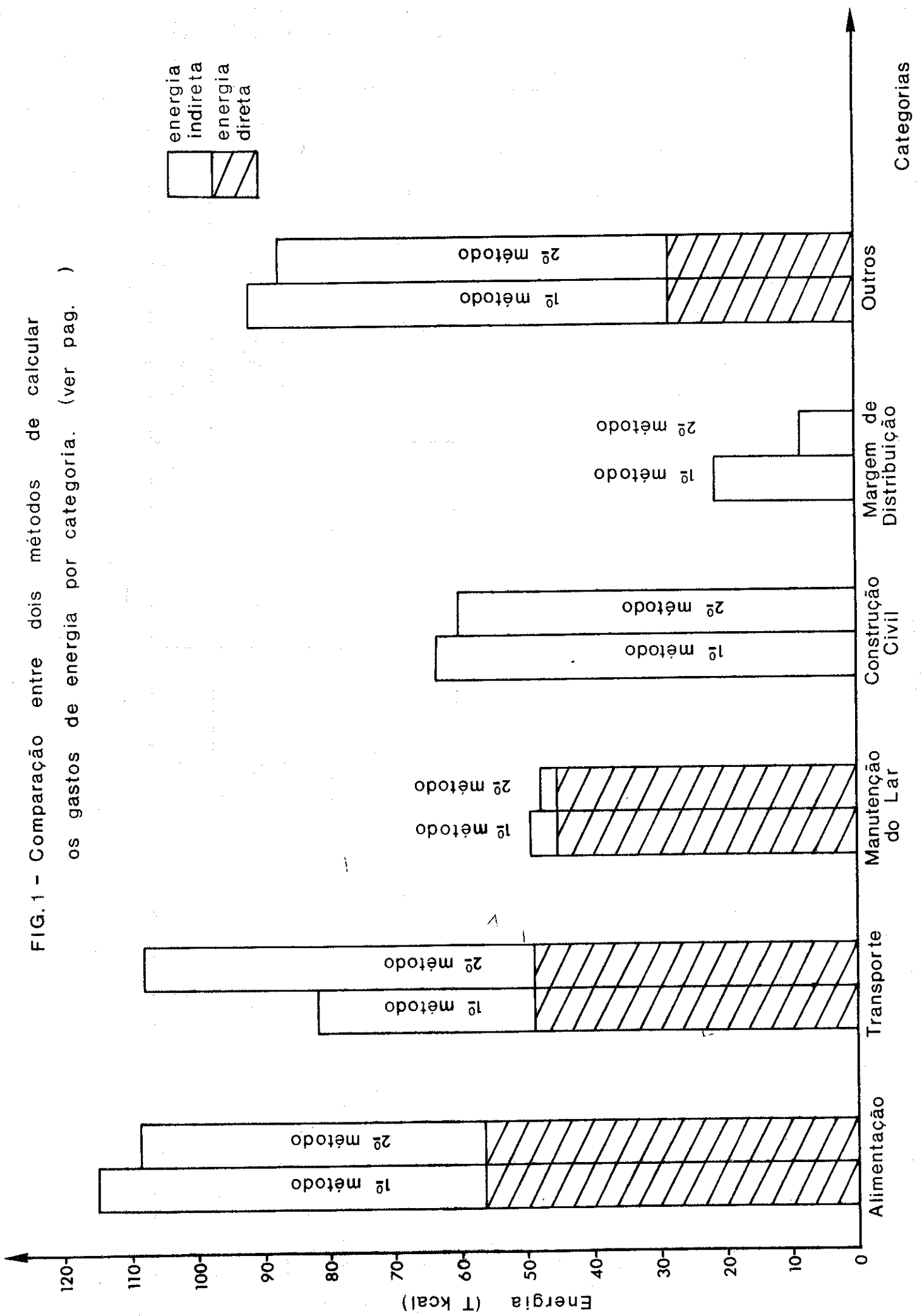
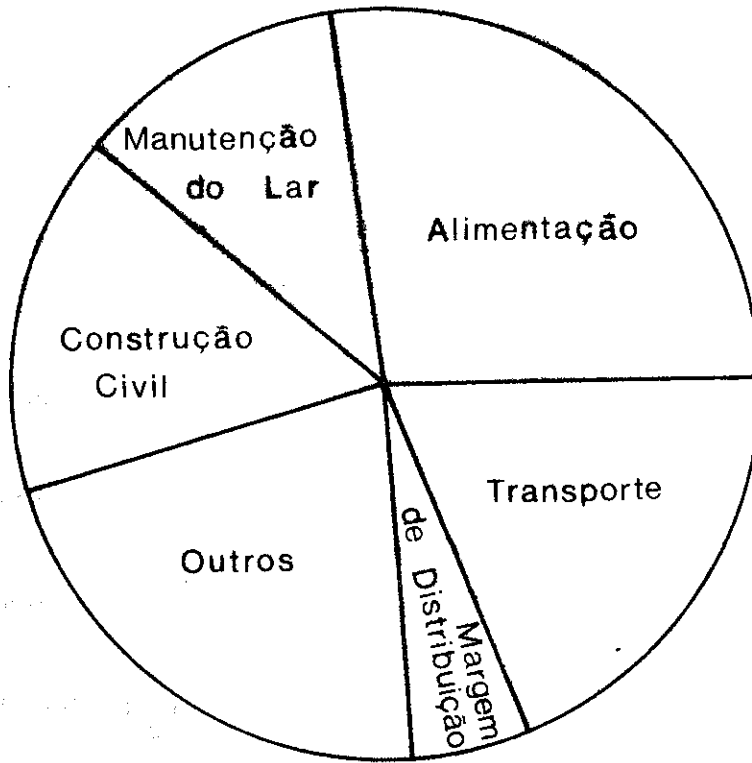


FIG. 2 - Estrutura dos gastos de energia por categoria.



Consumo total de energia nos setores da demanda final

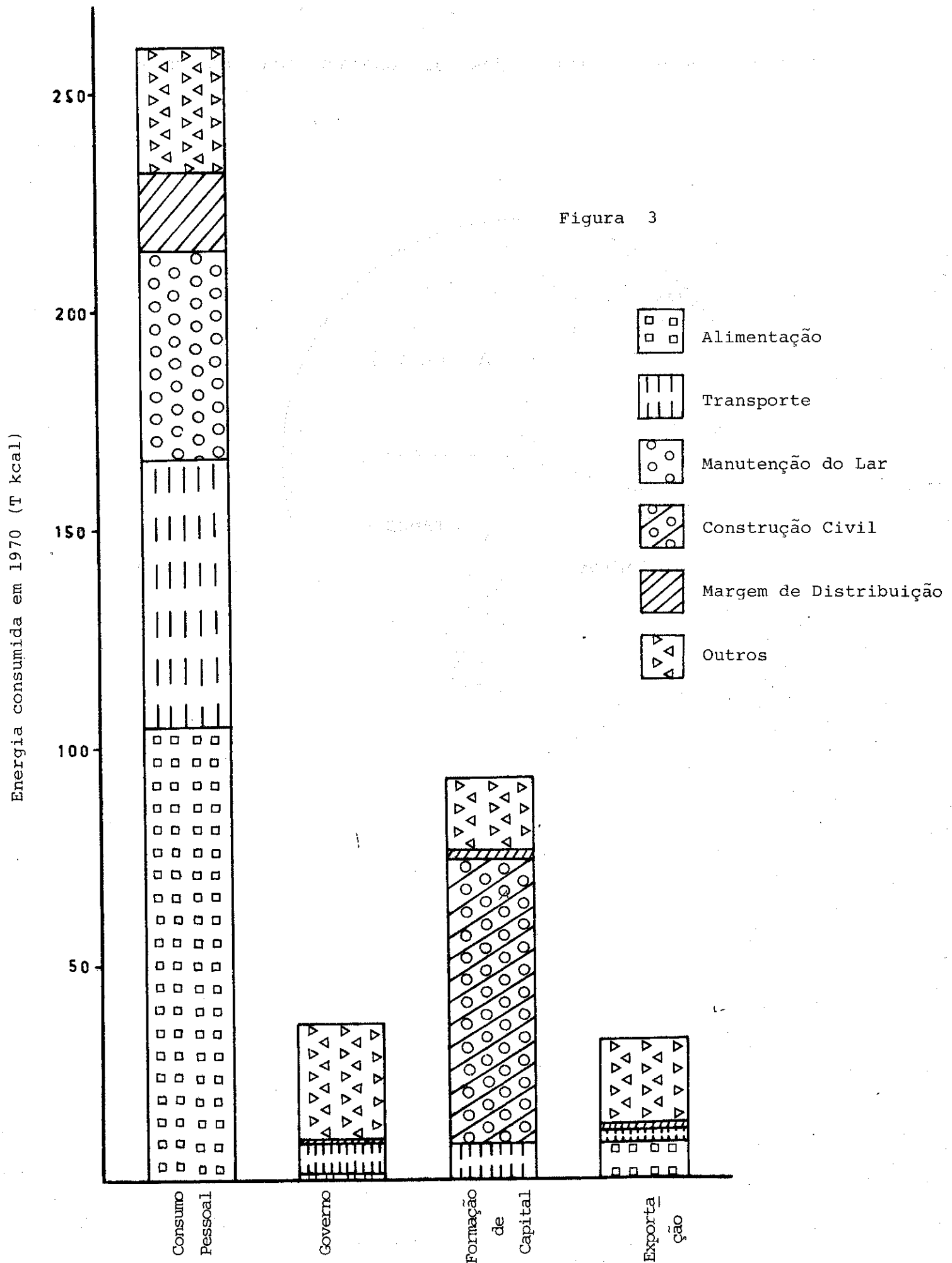


FIG.4 - Participação dos derivados de petróleo nos gastos de energia por categoria.

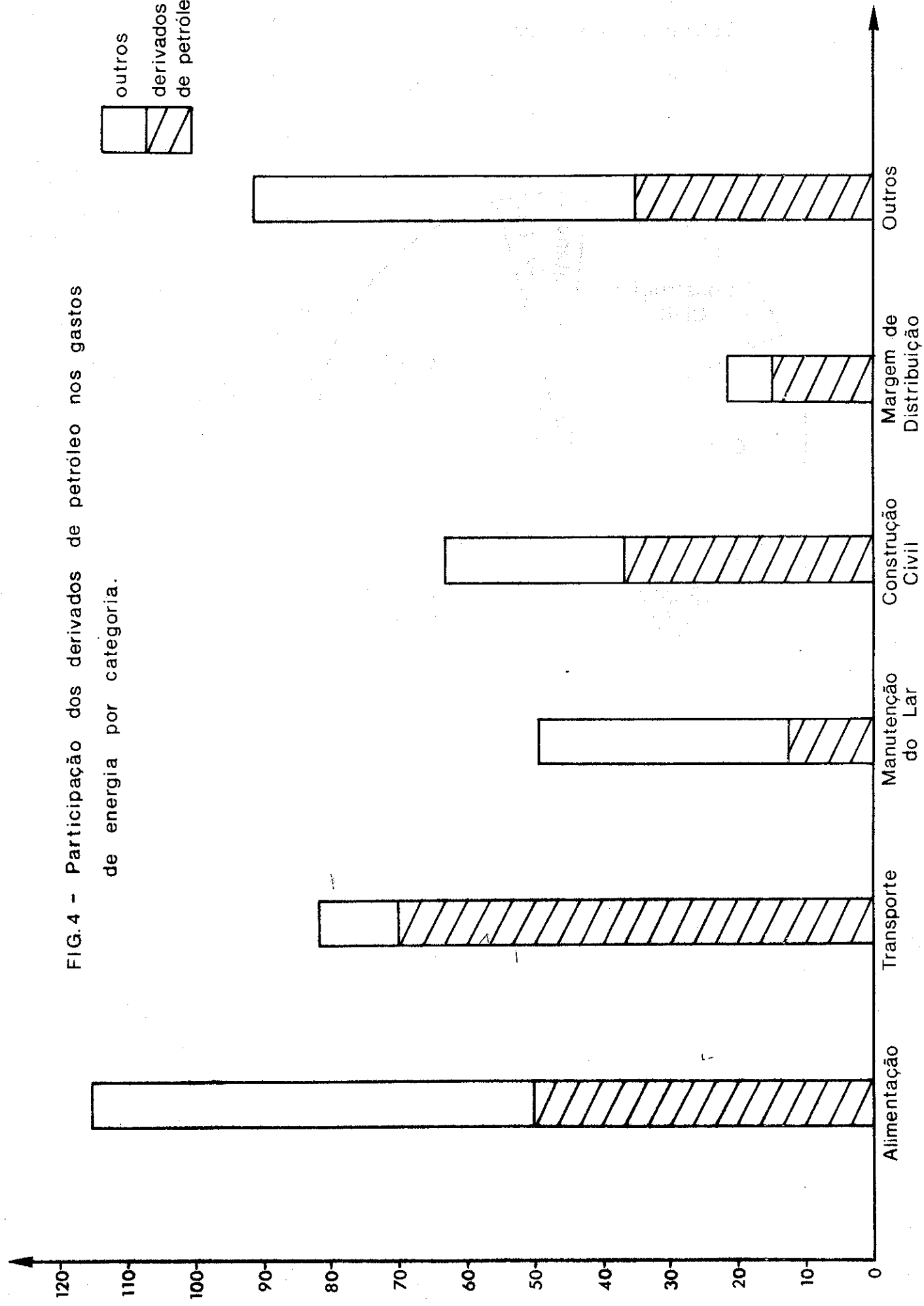
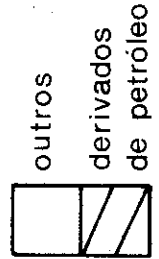
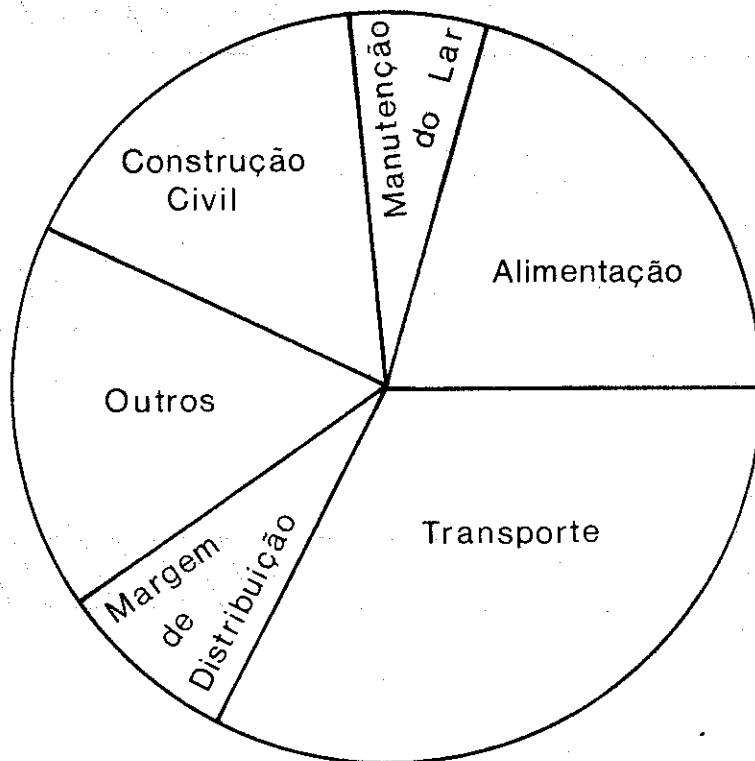


FIG. 5 - Estrutura dos gastos de energia, proveniente de derivados de petróleo, por categoria.



R E F E R Ê N C I A

1. Matriz de Relações Intersectoriais Brasil 1970 - Secretaria de Planejamento da Presidência da República - IBGE 1979. Esta matriz foi baseada no Censo efetuado em 1970. Os da dos referentes a 1974-75 ainda estão sendo trabalhados. Devemos notar ainda que, na Matriz, por hipótese de cons trução os valores em cruzeiros excluem os "impostos" e a "margem de comercialização e distribuição" dos produtos. Estes dois itens aparecem à parte. A razão desta hipótese é conseguir preços mais estáveis para os produtos e estes preços são denominados "preços básicos".
2. Padrões de Consumo de Energia - Brasil 1970 - V.R. Vanin , Gilena M.G. Graça e J. Goldemberg, Preprint IFUSP/P-209.
3. Padrões de Consumo de Energia - Estado de São Paulo 1974, Área Rural, Urbana e Metropolitana - Gilena M.G. Graça, V.R. Vanin e J. Goldemberg, Preprint IFUSP/P-243.
4. Tabulação especial que desagrega produtos de energia na Matriz de 1970 (ref. 1). Esta tabulação pode ser consul tada no IFUSP, com os autores deste trabalho.



5. Relatório sobre a Obtenção de Coeficientes de Intensidade de Energia - V.R. Vanin, Gilena M.G. Graça e J. Goldemberg. Não publicado.
6. Balanço Energético Nacional - Ministério de Minas e Energia, 1978.
7. O consumo de Madeira no Brasil - Richard I. Brown - Preprint IFUSP/P-222.