

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Faculdade de Economia

O CONSUMO DE ENERGIA PARA USOS DOMÉS
TICOS EM PORTUGAL: UMA APLICAÇÃO DA
FUNÇÃO TRANSLOG

Luis Catela Nunes

Working Paper nº 64

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Faculdade de Economia

Campo Grande, 185

1700 LISBOA

Outubro, 1986

O CONSUMO DE ENERGIA PARA USOS DOMÉSTICOS EM PORTUGAL:

UMA APLICAÇÃO DA FUNÇÃO TRANSLOG

AUTOR

LUIS CAELA NUNES , N. 869

TRABALHO REALIZADO NO ÂMBITO DA CADEIRA DE ECONOMETRIA
APLICADA (CURSO DE LICENCIATURA EM ECONOMIA DA FACULDADE DE
ECONOMIA DA UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA) ORIENTADA PELO
PROFESSOR MANUEL VILARES.

LISBOA, 6 DE OUTUBRO DE 1986

Divisões do trabalho

Introdução

Capítulo 1 - Modelo teórico

Capítulo 2 - Métodos de estimação

Capítulo 3 - Resultados

capítulo 4 - Sumário e conclusão

Apêndice

Bibliografia

Anexos

INTRODUÇÃO

O consumo de energia para usos domésticos constitui uma fracção suficientemente importante do consumo total de energia (cerca de 20% do total) para merecer um tratamento especial no que diz respeito à implementação de políticas de conservação de energia. Em países dependentes das importações para se abastecerem de energia como o é Portugal tais políticas tomam uma importância ainda maior.

A eficácia destas políticas exigem o conhecimento prévio do seu impacto exacto no consumo de energia no longo prazo. Os efeitos de alterações do rendimento e dos preços das fontes de energia e de todos os outros bens dependem da vontade dos consumidores em substituir o consumo de energia e de bens consumidores de energia por outros bens, e em substituir entre as várias fontes de energia.

A determinação do impacto em termos quantitativos de políticas alternativas exige um modelo de alocação das despesas dos consumidores. Tal modelo deve poder medir as elasticidades preço e rendimento da procura total de energia e das suas várias fontes.

O modelo adoptado neste estudo tenta aplicar ao caso português uma metodologia da análise da estrutura das preferências dos consumidores que foi desenvolvida por Christensen, Jorgenson e Lau (1975) e mais tarde complementada por Pindyck (1979). Os primeiros foram os responsáveis pela criação do modelo teórico de base e que consiste numa forma geral da função de utilidade, numa metodologia convista a caracterizar as preferências e numa série de testes estatísticos encadeados. Pindyck complementou o modelo que até então só permitia o estudo das preferências por grandes agregados com a possibilidade de estudar a decomposição de um dos agregados (neste caso a energia). A grande inovação deste foi o permitir estudar os dois estádios do modelo simultaneamente.

No modelo utilizado no nosso estudo assume-se que os consumidores ao adquirirem as várias fontes de energia realizam duas decisões simultâneas tendo em vista a maximização da utilidade. Sendo dado o montante a dispendir em energia, os consumidores repartem este montante na aquisição das várias fontes de energia (carvão, gás, petróleo, electricidade). Além disso decidem ainda qual a fracção do seu orçamento total a dispendir em energia e outras categorias de bens. Esta abordagem envolve a hipótese implícita de que as funções de utilidade dos consumidores são separáveis nas várias fontes de energia de todos os outros bens, de tal modo que as fracções dispendidas nestas pode depender do montante total de despesas em energia mas é independente das fracções dispendidas noutros bens. Estamos perante uma árvore de utilidade tal como foi descrita por Strotz (1957) em que a taxa marginal de substituição entre duas quaisquer variáveis na classe de despesas em energia é independente das despesas em qualquer outra categoria de bem.

Para cada um dos estádios deste modelo em dois

estádios do consumo doméstico de energia, necessitamos de um modelo de alocação das despesas de consumo pelos vários bens. Este estudo adopta a função de utilidade indirecta translog com preferências variáveis no tempo. Outros modelos mais simples poderiam ter sido utilizados mas todos eles implicavam restrições a priori na estrutura de preferências dos consumidores. Este facto impediria o alcance de um dos objectivos deste trabalho que é a caracterização da estrutura de preferências dos consumidores. Por exemplo os modelos log-log ou o modelo de Roterdao implicam que a função de utilidade seja log-linear. Esta função de utilidade por seu lado implica homoteticidade, aditividade e estacionariedade das preferências. O sistema despesa linear e o sistema "addilog" por seu lado implicam a aditividade das preferências. Sendo assim o uso da função de utilidade indirecta translog permite testar, em vez de assumir, a hipótese da maximização da utilidade, assim como restrições na estrutura das preferências. Tal deve-se ao facto da função translog ser uma aproximação de segunda ordem a qualquer função de utilidade.

Neste primeiro estágio assume-se a existência de três grandes agregados: energia, bens duráveis, e outros bens. O conceito de bens duráveis que é adoptado é diferente do usado na Contabilidade Nacional (conceito de aquisição). O consumo é definido como o serviço prestado pelo correspondente stock no período, ou seja, é igual à respectiva depreciação.

O nosso modelo é estimado usando dados anuais para o período 1958-1981 repetitantes ao território nacional. Teria sido preferível a utilização de dados "pooled" (time-series/cross-section); no entanto tal não foi possível devido a limitações na disponibilidade dos dados. De facto o uso de dados "pooled" permite obter elasticidades de longo prazo enquanto que neste estudo utilizando dados "time-series" é mais provável terem sido estimadas elasticidades de curto prazo. No entanto ainda assim é utilizada uma versão não estacionária da função de utilidade indirecta translog que permite isolar efeitos de longo prazo da variação das variáveis explicativas, de variações da procura resultantes da alteração das preferências.

Limitações na disponibilidade dos dados levaram ainda à não inclusão nas fontes de energia do carvão por não haver qualquer estimativa dos montantes consumidos para usos domésticos para o período anterior a 1971. Importa pois realçar que todos os resultados empíricos que a seguir se apresentam estão fortemente dependentes da precariedade dos dados estatísticos.

O capítulo 1 apresenta o modelo teórico e os aspectos relevantes para a análise do problema. O capítulo 2 apresenta os problemas ligados à estimação do modelo e o capítulo 3 os resultados empíricos. No capítulo 4 são apresentadas as principais conclusões do estudo. Por fim no apêndice são discutidas as características dos dados estatísticos.

CHAPTER 1

MODELO TEÓRICO

Neste modelo de alocação das despesas dos consumidores em três categorias(bens duráveis, energia, e outros bens), e da alocação das despesas em energia em três tipos de combustíveis(gasosos, líquidos, e electricidade), é utilizada a função de utilidade indirecta translog. Os bens duráveis dizem respeito ao serviço prestado pelo stock de estruturas e equipamentos domésticos consumidores de energia.

A função de utilidade indirecta é a dual da função de utilidade $U=U(X_1, X_2, \dots, X_n)$, onde X_i é a quantidade consumida de cada tipo de bem.

Dados um vector de preços $P_1, \dots, P_n$ e uma restrição orçamental M , a maximização da utilidade dá origem ao seguinte sistema de equações:

$$X_i = X_i(P_1, \dots, P_n, M), \quad i=1, \dots, n.$$

Substituindo X_i pelo óptimo na função de utilidade directa U dá origem à função de utilidade indirecta V :

$$V = U[X_1(P_1, \dots, P_n, M), \dots, X_n(P_1, \dots, P_n, M)]$$

$$= V(P_1, \dots, P_n, M).$$

A função de utilidade indirecta tem como argumentos os preços e o rendimento e é homogénea de grau zero nestes argumentos; uma vez que uma variação proporcional em todos os argumentos não afecta as quantidades óptimas de X_i , tal também não afecta V .

A dualidade entre as funções de utilidade directa e indirecta leva a uma importante relação conhecida como a identidade de Roy:

$$X_i = -(dV/dP_i) / (dV/dM).$$

Uma vez que este modelo utiliza as fracções de rendimento $S_i = P_i \cdot X_i / M$, a identidade de Roy toma a seguinte forma:

$$S_i = -(d \log V / d \log P_i) / (d \log V / d \log M).$$

Normalmente a derivação teórica de modelos de procura envolve inicialmente a especificação de uma forma particular para as função de utilidade directa ou indirecta e de seguida a derivação de um sistema de funções de procura. Geralmente, no entanto, a função de utilidade

implícita nas funções de procura implica restrições na estrutura de preferências dos consumidores. O sistema de despesa linear, por exemplo, que tem sido utilizado frequentemente, é estacionário e aditivo, embora não seja homotético.

Tendo em vista evitar a imposição de restrições na estrutura da procura, é preferível trabalhar com uma forma o mais geral possível, e portanto é usada a função de utilidade indirecta translog. Esta forma é uma aproximação de segunda ordem a qualquer função de utilidade indirecta. Com preferências variáveis no tempo, tal como foi introduzida por Jorgenson e Lau (1975), tem a forma:

$$\begin{aligned} \log V = & A_0 + E_i A_i \log(P_i/M) \\ & + A_t \cdot T \\ & + 0.5 [E_i E_j B_{ij} \log(P_i/M) \log(P_j/M)] \\ & + E_i B_{it} \log(P_i/M) \cdot T \\ & + 0.5 B_{tt} \cdot T \cdot T. \end{aligned}$$

Quando a função de utilidade indirecta translog é usada no modelo de despesas em energia e outros agregados, P_i é o índice de preço do bem i , e M é a despesa total. No modelo de despesas em fontes de energia, P_i é o preço da fonte de energia i , e M é a despesa total em energia.

Segundo a hipótese da maximização da utilidade é possível aplicar a identidade de Roy e obter:

$$\begin{aligned} S_j = & P_j \cdot X_j / M \\ = & \frac{A_j + E_i B_{ji} \log(P_i/M) + B_{jt} \cdot T}{A_m + E_i B_{mi} \log(P_i/M) + B_{mt} \cdot T}, \quad j=1, \dots, n, \end{aligned}$$

onde X_j é a quantidade consumida do bem j (ou fonte de energia j), T é uma tendência temporal (igual a um em 1958), e

$$A_m = E_k A_k, \quad B_{mi} = E_k B_{ki}, \quad B_{mt} = E_k B_{kt}.$$

Os parâmetros A_0, A_t , e B_{tt} na equação da função de utilidade indirecta translog V não afectam quantidades óptimas consumidas, e portanto não podem ser identificados. Por outro lado, uma vez que a restrição orçamental implica que $\sum S_j = 1$, apenas $(n-1)$ das n equações necessitam de ser estimadas para determinar todos os parâmetros.

A estimação consistente de todas as equações exige que os preços sejam variáveis exógenas. De facto é razoável admitir a exogeneidade destes e é por tal razão que se trabalha com função de utilidade indirecta e não com a função de utilidade directa (é menos razoável admitir a exogeneidade das quantidades).

As equações para as fracções dispendidas devem ser homogéneas de grau zero nos parâmetros uma vez que uma variação proporcional no rendimento e em todos os preços não afectaria as fracções dispendidas. Por esta razão é necessária uma normalização dos parâmetros para efeitos de estimação. Uma normalização usual é: $A_m = E_k A_k = -1$. Uma série de restrições são ainda necessárias para garantir que as equações são geradas a partir da maximização da utilidade. Os parâmetros B_{mi} e B_{mt} devem ser iguais em cada uma das equações estimadas. Também se supõe que a função de utilidade é bem comportada, e em particular que $\log V$ é duas vezes diferenciável nos argumentos. Isto

significa que a Hessiana deve ser simétrica, o que implica as seguintes restrições:

$$B_{ij} = B_{ji}, \quad i \neq j, \quad i, j = 1, \dots, n.$$

Existem outras restrições que podem ser impostas à função de utilidade translog, e testes estatísticos podem ser utilizados para determinar se tais restrições são suportadas pelos dados. Neste trabalho iremos testar algumas delas e por isso são apresentadas de seguida. A derivação destas restrições que não é apresentada por falta de espaço pode ser encontrada em Jorgenson e Lau (1975). A partir de agora é uma vez que em cada modelo só temos três bens, em vez de apresentar os resultados para n bens iremos substituir n por três.

Uma função de utilidade indirecta com preferências variáveis no tempo é homotética se puder ser escrita na forma:

$$\log V = F1 \log H(P1/M, P2/M, P3/M, T), T1$$

onde H é homogénea de grau 1 nos preços normalizados (P_i/M). Homoteticidade implica que as fracções dispendidas S_j são independentes da despesa total, o que implica uma elasticidade rendimento igual a um para todos os bens. Embora não exista nenhuma razão a priori para se impôr homoteticidade no modelo de despesas por agregados, o modelo para as despesas nas fontes de energia deve ser homotético para ser consistente com um modelo em dois estádios não recursivo das despesas de consumo.

A função de utilidade implícita na aproximação translog é homotética se:

$$B_{mj} = r + A_j, \quad j = 1, 2, 3,$$

onde r é uma constante.

Homoteticidade explícita garante que a aproximação translog também é homotética e tal envolve a restrição adicional:

$$r = 0.$$

Uma função de utilidade indirecta com preferências variáveis no tempo é homogénea se puder ser escrita como:

$$\log V = \log H(P1/M, P2/M, P3/M, T),$$

onde H é homogénea de grau um nos preços normalizados.

Se a função de utilidade indirecta for explicitamente homotética e $B_{mt} = 0$ então também é homogénea.

Uma forma mais fraca de homoteticidade é homoteticidade por grupos. Uma função de utilidade indirecta com preferências variáveis no tempo é homotética no grupo $\{1, 2\}$ se puder ser escrita como:

$$\log V = G1 \log H(P1/M, P2/M, P3/M, T), P3/M, T1$$

onde H é homogénea de grau um em $P1/M$ e $P2/M$. Homoteticidade no grupo $\{1, 2\}$ implica que $S1/S2$ é invariante a variações proporcionais de $P1/M$ e $P2/M$. Esta restrição implica que a aproximação translog satisfaz:

$$B_{11}+B_{12}=r_{12}*A_1 \quad , \quad B_{12}+B_{22}=r_{12}*A_2 \quad .$$

A cada um dos três possíveis pares de bens, existem três possíveis tipos de homoteticidade por grupos. As restrições correspondentes são análogas às apresentadas para o grupo {1,2}.

A aproximação translog a uma função homotética num grupo não é necessariamente homotética nesse grupo. Homoteticidade por grupos explicita garante que a aproximação translog também goza dessa propriedade. Isto envolve a restrição adicional $r_{12}=0$ para o exemplo acima dado para o grupo {1,2}. Para as restantes duas possibilidades de homoteticidade por grupos explicita as restrições são análogas às indicadas para o grupo {1,2}.

Uma função de utilidade indirecta com preferências variáveis no tempo é homogênea no grupo {1,2} se puder ser escrita como:

$$\log V = \log H(P_1/M, P_2/M, P_3/M, T),$$

onde H é homogênea de grau 1 em P_1/M e P_2/M . Para verificar homogeneidade no grupo {1,2} os parâmetros da aproximação translog devem verificar as restrições de homoteticidade explicita no grupo {1,2} e as restrições adicionais:

$$B_{13}+B_{23}=0 \quad , \quad B_{1t}+B_{2t}=0 \quad .$$

Existem três conjuntos possíveis de homogeneidade por grupos e as restrições para os dois restantes são análogas às apresentadas para o grupo {1,2}.

Uma função de utilidade indirecta translog com preferências variáveis no tempo é separável no grupo {1,2} de 3 se puder ser escrita como:

$$\log V = G \log V_1(P_1/M, P_2/M, T), P_3/M, T].$$

Uma condição necessária e suficiente para se verificar isto é a de que S_1/S_2 seja independente de P_3/M .

Por sua vez separabilidade no grupo {1,2} do tempo implica que a função pode ser escrita como:

$$\log V = G \log V_1(P_1/M, P_2/M, P_3/M), P_3/M, T].$$

Uma condição necessária e suficiente para se verificar isto é a de que S_1/S_2 seja independente do tempo. Separabilidade no grupo {1,2} de 3 implica as restrições:

$$B_{13}=p_3*A_1, \quad B_{23}=p_3*A_2.$$

Separabilidade no grupo {1,2} do tempo implica as restrições:

$$B_{1t}=p_t*A_1, \quad B_{2t}=p_t*A_2.$$

Existem três possíveis conjuntos de separabilidade de um bem e três do tempo e as restrições para cada um deles são análogas às apresentadas para o grupo {1,2}.

A aproximação translog a uma função separável não é necessariamente separável. Separabilidade por grupos explicita garante

que a aproximação translog também é separável por grupos. Isto envolve as restrições adicionais para o exemplo dado para o grupo {1,2} de 3:

$$p_3=0,$$

e do tempo:

$$p_t=0.$$

Restrições análogas aplicam-se a cada uma das seis possibilidades de separabilidade explícita.

Uma função de utilidade indirecta com preferências variáveis no tempo é aditiva se puder ser escrita como:

$$\log V = F[\log V_1(P_1/M, T) + \log V_2(P_2/M, T) + \log V_3(P_3/M, T)], T].$$

Uma condição necessária e suficiente para se verificar a aditividade das preferências é a separabilidade em qualquer par de bens do restante. Uma vez que só existem três bens em cada estágio do modelo, a separabilidade de quaisquer dois pares de bens do restante é suficiente para a aditividade.

Uma função de utilidade indirecta com preferências variáveis no tempo é explicitamente aditiva se puder ser escrita como:

$$\log V = \log V_1(P_1/M, T) + \log V_2(P_2/M, T) + \log V_3(P_3/M, T)$$

As condições para se verificar esta restrição são análogas à anterior referente à aditividade.

Uma função de utilidade indirecta com preferências variáveis no tempo é neutra se puder ser escrita como:

$$\log V = F[\log V_1(P_1/M, P_2/M, P_3/M), T].$$

Neutralidade explícita implica que pode ser escrita como:

$$\log V = \log V_1(P_1/M, P_2/M, P_3/M) + F(T).$$

As condições para se verificar neutralidade e neutralidade explícita são análogas às restrições para se verificar aditividade e aditividade explícita só que referentes à separabilidade de um grupo não do outro bem mas do tempo.

Testes estatísticos.

Partindo da hipótese de que as equações das fracções dispendidas têm termos estocásticos aditivos independentes e normalmente distribuídos, é possível testar vários conjuntos de restrições nos parâmetros usando um simples teste qui-quadrado. Este testes são baseados no rácio de verosimilhança Lambda, onde:

$$\text{Lambda} = \max_r L / \max_u L.$$

O rácio de verosimilhança é o rácio entre o valor máximo da

função verosimilhança L para o modelo econométrico da procura "u" sem restrições e o valor máximo de L para o modelo "r" com restrições. O teste para cada conjunto de restrições é igual a $(-2 \cdot \log \text{Lambda})$. Segundo a hipótese nula este teste segue uma distribuição (assimptótica) qui-quadrado com o número de graus de liberdade igual ao número de restrições a testar. No entanto este teste é um teste fraco para a aceitação de restrições. Se por exemplo o teste for inferior a um dado valor crítico isso apenas diz que os dados não obrigam a rejeitar as restrições.

Elasticidades.

As elasticidades preço e rendimento podem ser determinadas a partir dos parâmetros estimados das equações para as fracções dispendidas. A elasticidade rendimento do bem j, $N_{jm} = d \log X_j / d \log M$, é calculada multiplicando as equações por M/P_j e diferenciando:

$$N_{jm} = 1 + [(E_i B_{mi}) - (E_i B_{ji} / S_j)] / [A_m + (E_i B_{mi} \cdot \log(P_i/M)) + B_{mt} \cdot T]$$

Se a função de utilidade for homotética então, $N_{jm} = 1$, $j = 1, 2, 3$.

A elasticidade preço directa $N_{jj} = d \log X_j / d \log P_j$ é:

$$N_{jj} = -1 + [(B_{jj} / S_j) - B_{mj}] / [A_m + (E_i B_{mi} \cdot \log(P_i/M)) + B_{mt} \cdot T]$$

e a elasticidade preço cruzada $N_{ji} = d \log X_j / d \log P_i$ é:

$$N_{ji} = [(B_{ji} / S_j) - B_{mi}] / [A_m + (E_i B_{mi} \cdot \log(P_i/M)) + B_{mt} \cdot T]$$

Estas elasticidades são calculadas na hipótese de que a despesa total é constante. São pois elasticidades parciais que podem ser aplicadas a cada um dos dois estádios do modelo de procura, mas não podem ser usadas para calcular o efeito total de uma alteração do preço ou rendimento na procura de uma fonte de energia em particular. Se por exemplo o preço do petróleo variar isto vai afectar a despesa total em energia e tal também afectará a procura de petróleo. A elasticidade preço directa total $N^*_{jj} = D \log X_j / D \log P_j$ é dada por:

$$N^*_{jj} = \frac{P_j}{X_j} \left[\frac{dX_j}{dP_j} + \frac{dME}{dP_j} \cdot \frac{dPE}{dP_j} \right]$$

onde P_j e X_j são o preço e quantidade da fonte de energia j, ME é a despesa em energia, e PE é o índice de preço da energia.

O cálculo da elasticidade total exige uma expressão para o preço da energia em termos dos preços das fontes de energia em particular. Uma vez que as fontes de energia não são substitutos perfeitos, PE não pode ser calculado como uma simples média ponderada dos preços das diversas fontes de energia. Em vez disso PE é visto como o custo médio de produzir energia útil a partir dos vários inputs disponíveis, e é usada uma função custo translog com rendimentos constantes à escala para modelizar este processo de produção:

$$\log PE = G_0 + (E_i G_i \cdot \log P_i) + E_i E_i G_{ij} \cdot \log P_i \cdot \log P_j$$

PE pode ser determinado estimando as equações $S_i = G_i + E_j$ $G_{ij} \log P_j$, e dando um valor para G_0 tal que PE seja igual a um num ano base (1977 por exemplo). Dada a equação para PE, temos que:

$$dPE/dP_j = PE \cdot S_j / P_j.$$

É então possível calcular N_{jj} a partir do facto de que:

$$dX_j/dP_j = X_j \cdot N_{jj} / P_j,$$

onde N_{jj} é a elasticidade preço directa parcial de j , e

$$dX_j/dME = X_j \cdot N_{jme} / ME,$$

onde N_{jme} é a elasticidade rendimento de j , e

$$dME/dPE = X_e \cdot (1 + N_{ee}),$$

onde X_e é a quantidade total de energia consumida e N_{ee} é a elasticidade preço directa parcial da energia. Sendo assim temos:

$$N_{jj} = N_{jj} + N_{jme} \cdot (1 + N_{ee}).$$

A elasticidade preço cruzada total N_{ji} será:

$$N_{ji} = \frac{P_i}{X_j} \cdot \left[\frac{dX_j}{dP_i} + \frac{dX_j}{dME} \cdot \frac{dME}{dPE} \cdot \frac{dPE}{dP_i} \right] = N_{ji} + S_i \cdot N_{jme} \cdot (1 + N_{ee}),$$

e a elasticidade rendimento total será:

$$N_{jm} = \frac{M}{X_j} \cdot \left[\frac{dX_j}{dME} \cdot \frac{dME}{dM} \right].$$

Uma vez que $dME/dM = (ME/M) \cdot N_{em}$, onde N_{em} é a elasticidade rendimento da energia, temos que:

$$N_{jm} = N_{jme} \cdot N_{em}.$$

Já que a função de utilidade indirecta para as fontes de energia é por hipótese homotética, temos que:

$$N_{jm} = N_{em}.$$

ou seja, a elasticidade rendimento total da procura de cada fonte de energia é igual à elasticidade rendimento da procura de energia.

Sumário

Neste ponto podemos resumir os passos a seguir na aplicação da função de utilidade indirecta translog com preferências variáveis no tempo a um modelo de procura de energia para usos domésticos em dois estádios.

Primeiro as equações para as fracções dispendidas nos três agregados (energia, duráveis, e outros) são estimadas na sua forma sem restrições, de maneira que mesmo a hipótese de maximização da utilidade pode ser testada. Depois, dada a hipótese de maximização da utilidade, outras hipóteses podem ser testadas estimando as equações com restrições particulares impostas e comparando os resultados com os da estimação sem restrições, usando o teste baseado no rácio de verosimilhança. As equações são depois estimadas para o modelo de alocação das despesas de energia nas suas várias fontes (gás, petróleo, e electricidade). Embora a homoteticidade seja uma restrição possível de testar no primeiro estágio, neste segundo estágio é uma hipótese que se tem de verificar caso os consumidores fazem de facto decisões simultâneas em separado tendo em vista a alocação das despesas em energia. Por esta razão é mantida a hipótese de homoteticidade ao estimar as equações para as fracções dispendidas nas várias fontes de energia, mas são testadas outras restrições como sejam homogeneidade e separabilidade, condicionais na verificação de homoteticidade.

Versões dinâmicas da função de utilidade translog.

Embora não tenham sido estimadas versões dinâmicas do nosso modelo, são de seguida apresentadas sugestões do modo de aperfeiçoar o modelo em futuros trabalhos com este modelo.

De facto um modo de aperfeiçoar o modelo é a possibilidade de distinguir elasticidades de curto prazo e longo prazo. Num modelo estático, como o que vem sendo apresentado até aqui, a inclusão da variável tempo torna o modelo não-estacionário (na medida em que as preferências podem mudar lentamente no tempo), mas não dinâmico (não existe um dinamismo na resposta da procura a alterações súbitas nos preços uma vez que se supõe um ajustamento instantâneo).

Existem duas possibilidades de incorporar tal dinamismo:

A)

$$\log V = A_0 + [E_i A_i \log(P_i/M)] + .5 [E_i E_j B_{ij} \log(P_i/M) \log(P_j/M)] + E_i d_i \log(P_i/M) \Delta D_{i,t-1},$$

onde $D_{i,t-1}$ poderia ser por exemplo $X_{i,t-1}$ ou $S_{i,t-1}$;

B)

$$X_{i,t} - X_{i,t-1} = L_i (X_{i,t} - X_{i,t-1})$$

onde $X_{i,t}$ é a quantidade desejada e L_i um parâmetro de ajustamento.

Enquanto em A) o ajustamento dinâmico é introduzido na função de utilidade, em B) o dinamismo é introduzido directamente nas equações das fracções dispendidas. Em ambos os casos é possível obter as expressões para as equações a estimar. As expressões não são aqui apresentadas por falta de espaço mas podem ser encontradas em Pindyck (1979).

CHAPTER. 2

MÉTODOS DE ESTIMAÇÃO

O primeiro passo a seguir na implementação de um modelo econométrico é a introdução de um termo estocástico. Dados os erros de quaisquer duas equações o erro da terceira pode ser determinado a partir da restrição orçamental. Apenas duas equações são necessárias para estimar todo o modelo. O método econométrico que foi escolhido e se apresenta de seguida conduz a resultados que são independentes da escolha das equações a estimar.

A escolha do método econométrico a ser usado para estimar cada estágio do modelo envolve um "trade-off" entre a riqueza da especificação do termo estocástico (e consequente ganho de eficiência) e os custos e possibilidades computacionais. Este "trade-off" é tanto mais sério quando os modelos envolvem sistemas de equações com restrições nos parâmetros entre as equações. O ideal seria ter em conta que os erros fossem autocorrelacionados e heteroscedásticos em cada equação e entre equações. No entanto a estimação de tal especificação seria muito dispendiosa. Sendo assim ao estimar os nossos modelos translog (que podem ser não lineares nos parâmetros e/ou terem restrições não lineares nos parâmetros entre equações), os problemas das correlações dos erros são ignorados em cada equação mas tidos em conta entre equações. Em termos de matrizes temos:

$$E(UU') = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & s_{13} \\ s_{12} & s_{22} & s_{23} \\ s_{13} & s_{23} & s_{33} \end{bmatrix} = E \otimes I ,$$

$$\text{com } E = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & s_{13} \\ s_{12} & s_{22} & s_{23} \\ s_{13} & s_{23} & s_{33} \end{bmatrix} ,$$

e I igual à matriz identidade de ordem igual ao número de observações. Em particular é usado o método de estimação não linear iterativo à Zellner, que é equivalente ao FIML (full-information maximum-likelihood) nas hipóteses de não heteroscedasticidade e não autocorrelação em cada equação. Este método que se encontra implementado no TSP usa a técnica seguinte: iterações sucessivas são feitas sobre as estimativas das covariâncias dos erros entre equações (s_{ij}), e, se as equações são não lineares efectua iterações simultâneas sobre sucessivas linearizações de cada equação.

É também mantida a hipótese de que os erros das equações do modelo do primeiro estágio (energia, duráveis, e outros) são independentes

dos erros das equações do segundo estágio(gás, petróleo, e electricidade). Esta hipótese é necessária para estimar cada estágio separadamente e é consistente com o modelo de maximização da utilidade em dois estádios.

Os dados utilizados são descritos no apêndice e reportam-se aos anos de 1958 a 1981.

De seguida são descritos ~~alguns~~ alguns problemas metodológicos da estimação do modelo, em particular o cálculo de um índice de preço agregado para a energia, e o problema da valorização da energia em termos brutos ou líquidos.

Índice de preço da energia.

A estimação das equações referentes ao modelo das despesas totais necessita de um índice de preço da energia. Estando disponíveis os preços das diversas fontes de energia seria possível usar estes dados directamente. Mas um índice de preço que reflecta o verdadeiro custo médio de obter energia não é igual a uma simples média ponderada dos vários preços uma vez que as fontes de energia não são substitutos perfeitos. A abordagem adoptada é a de considerar uma função custo médio do tipo translog e que fornece uma variável instrumental para o preço da energia para estimar o modelo das despesas totais. A expressão para a função custo médio translog é dada por:

$$\log PE = G_0 + (E_i \log P_i) + E_i E_j G_{ij} * \log P_i * \log P_j .$$

Assumindo um comportamento de minimização do custo temos as equações para as fracções de despesa nas várias fontes de energia:

$$S_i = G_i + E_j G_{ij} * \log P_j , \quad i=1,2,3 .$$

As primeiras duas equações são estimadas sujeitas às restrições:

$$E G_i = 1 , \quad G_{ij} = G_{ji} , \quad E_i G_{ij} = 0 .$$

Os parâmetros estimados para G_i e G_{ij} são substituídos na função custo médio translog. Dados os preços P_i , o índice de preço da energia PE pode ser calculado. G_0 é escolhido de tal modo que PE seja igual a um num ano base (1977 por exemplo).

Energia em termos brutos vs. líquidos.

As diferentes fontes de energia não são equivalentes em termos caloríficos em resultado de diferentes eficiências térmicas dos equipamentos consumidores de energia. Sendo assim seria preferível trabalhar com a energia em termos líquidos no nosso modelo. Estudos como por exemplo de Fuss e Waverman (1975) ou Nordhaus (1975) fazem a hipótese de que as várias fontes de energia são substitutos perfeitos. Consumos e preços em termos líquidos seriam dados por:

$$Q_{li} = f_i * Q_i , \quad P_{li} = P_i / f_i ,$$

onde f_i é a eficiência da fonte de energia i .

No entanto existem pelo menos dois problemas nesta abordagem. Primeiro é difícil encontrar um consenso sobre os valores fi. Estimativas técnicas e econométricas variam de autor para autor. Exemplo disso é a tabela seguinte que reúne estimativas de vários autores.

Eficiências térmicas

Autores	A	B	C	D
Gáz	.65-.72	.60	.70	.75
Carvão	.05-.60	.50	.20	.50
Petróleo	.65	.65	.60	.65
Electricidade	.80	-	.95	1.00

A) Adams e Miovic(1968),

B) Adams e Griffin(1974),

C) Nordhaus(1975),

D) Fuss e Waverman(1975).

Em segundo lugar as várias fontes de energia não são substitutos perfeitos além de que existem outros tipos de eficiência não térmicas. Outro tipo de eficiências que também afectam a escolha dos consumidores são de tipo económico e dizem respeito a factores como : conforto, limpeza, higiene, perigo, e outros.

Sendo assim todas as quantidades e preços serão medidos em termos brutos . As eficiências térmicas e não térmicas serão reflectidas nos parâmetros estimados no nosso modelo , e no modo como as fracções dispendidas nas várias fontes de energia variam com as variações dos preços relativos e do rendimento.

CHAPTER 3

RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados empíricos da estimação das várias equações consideradas até agora. Nesta altura do trabalho interessa resumir o procedimento para aplicar a função de utilidade indirecta translog ao modelo de procura de energia em dois estádios.

Primeiro começa-se por estimar o índice de preço da energia a partir da função custo médio translog. Isto implica a estimação das correspondentes equações para as fracções dispendidas nas fontes de energia:

$$S_i = G_i + E_i \sum_j G_{ij} \log P_j, \quad i=1,2,3.$$

Estas equações são estimadas sujeitas às restrições:

$$E_i G_i = 1, \quad G_{ij} = G_{ji}, \quad E_i G_{ij} = 0.$$

Em segundo lugar são estimadas as equações:

$$S_j = \frac{A_j + E_i B_{ij} \log(P_i/M) + B_{jt} T}{A_m + E_i B_{mi} \log(P_i/M) + B_{mt} T}, \quad j=1, \dots, n,$$

correspondentes às três categorias de bens (energia, duráveis, e outros). O índice de preço da energia que foi estimado no início é agora utilizado como uma variável instrumental para o preço da energia na estimação destas equações.

Estas equações são estimadas em cadeia, com restrições adicionais impostas aos parâmetros e testadas em cada passo. Depois de escolhida a especificação ideal para a forma das equações os parâmetros estimados a partir desta são utilizados para obter as elasticidades correspondentes às três categorias de bens.

De seguida as mesmas equações são utilizadas para estimar o segundo estágio do nosso modelo da alocação das despesas em energia pelas várias fontes de energia (gás, petróleo, e electricidade). Nestas equações são impostas as restrições de homoteticidade mas testadas restrições adicionais.

A amostra refere-se aos anos de 1958 a 1981.

Na estimação das equações em cada estágio é ignorada a correlação dos resíduos em cada equação mas tida em conta entre equações. O método de estimação utilizado é a estimação não linear

iterativa à Zellner.

Estimacao do indice de preço da energia.

Começamos pela estimação do índice de preço da energia . As duas equações estimadas foram as referentes às fracções dispendidas em gás e petróleo . Os parâmetros estimados são apresentados no quadro I em anexo .

No quadro II em anexo é apresentado o índice de preço resultante , PE , em que também se inclui o índice calculado de forma convencional , PME (média ponderada dos preços das várias fontes de energia) .

Nos gráficos I e II em anexo pode-se observar a evolução no tempo de PE e de PME assim como das respectivas variações anuais . Como se observa PE e PME têm andamentos diferentes . No entanto ambos permitem verificar que o preço da energia tem vindo a descer regularmente até 1975 , altura em que se assiste a um período de tendência crescente mas bastante irregular .

Estimacao do modelo de despesas agregado.

As restrições na estrutura de preferências são testadas através da estatística qui-quadrado já referida anteriormente. As duas equações estimadas foram as referentes às fracções dispendidas em energia e bens duráveis.

O número de possíveis sequências a seguir para testar as várias hipóteses é muito grande . A sequência adoptada neste trabalho foi esquematizada na figura I . O primeiro teste consiste na hipótese da maximização da utilidade e que envolve as restrições de simetria . Se esta hipótese for aceite passamos a testar as hipóteses de homoteticidade . De seguida são testadas hipóteses que envolvem parâmetros em T : homogeneidade e separabilidade do tempo . Por fim são testadas as hipóteses de separabilidade entre bens .

Problemas de convergência dos estimadores no TSP levaram a testar as várias hipóteses só em termos explícitos . De facto quando a aproximação translog não goza de dada propriedade a ser testada isso envolve uma séria não-linearidade nas variáveis que torna difícil e por vezes impossível atingir a convergência das iterações .

A escolha do nível de significância obedece a uma certa regra . É escolhido um nível de 10% para o conjunto das hipóteses . Posto isto este nível é repartido pelos quatro passos da sequência de restrições (2.5% para cada passo pois $2.5\% = (10\%)/4$) , e , dentro de cada passo , pelas várias restrições que são testadas nesse passo . A soma dos níveis de significância para todos os testes constitui um limite superior para o nível de significância para todos os testes em simultâneo (ver Christensen, Jorgenson e Lau (1975) para uma explicação detalhada destes cálculos) .

Os resultados dos testes , que são apresentados no quadro III , levam a aceitar as hipóteses da maximização da utilidade , de homoteticidade explícita e de separabilidade explícita no grupo energia-duráveis do tempo . Mais nenhuma restrição é válida . Os parâmetros estimados para este modelo são os que constam no quadro IV . Como se pode verificar os R^2 para as duas equações são bastante

elevados e apenas dois parâmetros são não significativos a 10% como se pode ver pelas estatísticas-T.

A partir dos parâmetros estimados podemos passar ao cálculo das elasticidades preço e rendimento. As elasticidades variam no tempo uma vez que estas dependem das fracções dispendidas e dos preços em cada ano. No quadro V são apresentadas as elasticidades preço para o modelo escolhido para os anos de 1958 e 1991. Uma vez que este modelo é homotético não são apresentadas as elasticidades rendimento por serem constantes e iguais a um.

Como se pode verificar as elasticidades preço directas dos vários bens indicam que a procura destes é bastante rígida (e todas as elasticidades são estatisticamente diferentes de -1). No entanto nota-se uma tendência para ao longo do tempo as procuras serem menos rígidas. A elasticidade preço directa da categoria outros bens não é estatisticamente diferente de zero. Em relação às duas elasticidades preço cruzadas entre energia e bens duráveis não são estatisticamente diferentes de zero.

Estimação do modelo de despesas em fontes de energia.

O modelo agora em análise é por hipótese homotético (o que implica que as elasticidades procura das várias fontes de energia em relação às despesas totais em energia são constantes e iguais a um), mas são testadas as hipóteses de homogeneidade, e de separabilidade quer entre fontes de energia quer do tempo. No quadro VI apresentam-se os resultados destes testes. Como se pode verificar todas as restrições que foram testadas foram rejeitadas para um nível de significância de 0.5%. Sendo assim o modelo escolhido apenas incorpora as restrições derivadas da hipótese da maximização da utilidade e da homoteticidade da função de utilidade indirecta. As duas equações utilizadas na estimação do modelo foram as referentes ao gás e ao petróleo. Os parâmetros estimados nestas condições são apresentados no quadro VII. Note-se que as estatísticas-T e os R^2 deste modelo são de um modo geral mais baixos que os referentes ao modelo de despesas agregado. Note-se ainda que a aderência da equação relativa ao gás é muito inferior à relativa ao petróleo.

As elasticidades resultantes dos parâmetros estimados para o modelo são apresentadas no quadro VIII. Não se apresentam as elasticidades procura-despesa total em energia pois o modelo é por hipótese homotético o que implica que a respectiva elasticidade é igual a um. As elasticidades preço directas para o gás e para a electricidade não diferem significativamente de um. No entanto a elasticidade preço do petróleo é bastante alta. Um resultado de certo modo inesperado é o facto das elasticidades procura preço cruzadas do gás e da electricidade indicarem que estes bens sejam complementares.

Como já foi dito estas elasticidades são parciais. As elasticidades preço directa totais são apresentadas no quadro IX. De novo não são apresentadas as elasticidades procura despesa total por estas serem constantes e iguais a um (uma vez que os dois modelos considerados são homotéticos). Como se pode observar as elasticidades preço directas totais são inferiores às parciais pois o bem composto energia tem uma procura rígida. A procura de electricidade e de gás é rígida mas a procura de petróleo já é bastante elástica. Todas as fontes de energia são substitutos à excepção do gás e da electricidade

que se apresentam como complementares. No entanto embora as elasticidades preço cruzadas entre estes sejam positivas a estatística-T permite concluir que estas elasticidades não diferem significativamente de zero (tal não acontecia em relação às elasticidades parciais).

CHAPTER 4

SUMÁRIO E CONCLUSÃO.

Este estudo consistiu basicamente no uso de um modelo em dois estádios das despesas de consumo em energia para usos domésticos para calcular as elasticidades procura da energia, assim como das várias fontes de energia. A utilização da função translog permitiu testar, em vez de assumir, restrições na estrutura das preferências dos consumidores.

A estimação do primeiro estádio do modelo (despesas agregadas) levou a concluir que se verificavam as hipóteses de maximização da utilidade e homoteticidade da função de utilidade indirecta.

A estimação do segundo estádio do modelo permitiu concluir que nenhuma das restrições testadas era válida (condicionais nas hipóteses assumidas a priori da maximização da utilidade e da homoteticidade da função de utilidade indirecta)

A elasticidade procura preço directa da energia permite concluir que este bem tem uma procura rígida. No entanto esta elasticidade é significativamente diferente de zero. As elasticidades preço directas totais das várias fontes de energia levam a concluir que a procura de gás e electricidade é rígida enquanto que a procura de petróleo é bastante elástica. Este resultado pode ter a sua explicação no facto dos equipamentos que consomem gás e electricidade serem difíceis de substituir no curto prazo por terem uma vida útil bastante longa enquanto que os que consomem petróleo têm uma vida mais curta.

As elasticidades preço cruzadas entre energia e os outros bens levou a concluir que existe uma complementaridade entre o consumo destes. Ao contrário do que seria de esperar a energia e os bens duráveis não se apresentam como complementares (as elasticidades cruzadas entre estes são próximas de zero).

As principais conclusões em termos de política de conservação de energia são que políticas de preços e fiscais terão efeitos de certo modo limitados pois a procura de energia assim como das suas principais fontes é bastante rígida.

Por fim interessa realçar que todos as conclusões retiradas deste trabalho devem ser vistas tendo em conta as limitações deste. Em primeiro lugar o facto de não termos usado dados "pooled" nem termos adoptado uma versão dinâmica da função translog não permitindo ter em conta a distinção entre elasticidades de curto e longo prazo.

Em segundo lugar os dados utilizados que, como já foi referido,

foram recolhidos das mais várias fontes têm uma influência determinante nas conclusões já apresentadas. Deve ser realçado que embora a confiança que deve ser depositada na aderência à realidade de grande parte dos dados seja baixa (principalmente os relativos às quantidades consumidas de energia) estes dados eram os melhores que se encontravam a disposição do autor deste trabalho.

Apêndice: Dados estatísticos

Os dados estatísticos que foram recolhidos para a realização deste trabalho são os que constam nos quadros das páginas seguintes. Quando para a mesma variável se utilizou mais de uma fonte isso implicou a utilização de uma dessas fontes como base e da outra fonte como uma actualização da base através da aplicação das taxas de crescimento implícitas nesta última fonte.

Abreviaturas:

- POP - população no meio do ano no continente
- 1000 habitantes
- Estatísticas das instalações eléctricas, D.G.S.E.
- CPTPC - consumo privado dos residentes, preços correntes
- 1000 contos
- Rui Cartaxo e Norberto Rosa, "Séries longas para as contas nacionais portuguesas, 1958-1985", B.P.
- CPTP77 - consumo privado dos residentes, preços de 1977
- 1000 contos
- R. Cartaxo e N. Rosa, idem
- CVEPC - compra de veículos-consumo, preços correntes
- 1000 contos
- Emanuel dos Santos, "Bens de consumo duradouro: estimativas anuais: stock e consumo, 1958-81", B.P.
- CVECP77 - compra de veículos-consumo, preços de 1977
- 1000 contos
- Emanuel dos Santos, idem
- BDTAPC - bens duradouros-total geral, aquisições, preços correntes
- 1000 contos
- Emanuel dos Santos, idem
- BDTAP77 - bens duradouros-total geral, aquisições, preços de 1977
- 1000 contos
- Emanuel dos Santos, idem
- BDTCPC - bens duradouros-total geral, consumo, preços correntes
- 1000 contos
- Emanuel dos Santos, idem
- BDTCP77 - bens duradouros-total geral, consumo, preços de 1977
- 1000 contos
- Emanuel dos Santos, idem
- QEL - energia eléctrica consumida-iluminação e outros usos, continente
- Kwh
- Estatísticas das instalações eléctricas, D.G.S.E.
- PEL - preço médio da energia eléctrica-iluminação e outros

		POP	T
1958	\	8281.70020	1.00000
1959	\	8352.59961	2.00000
1960	\	8340.20020	3.00000
1961	\	8340.40039	4.00000
1962	\	8421.09961	5.00000
1963	\	8480.70020	6.00000
1964	\	8519.40039	7.00000
1965	\	8524.20020	8.00000
1966	\	8507.29980	9.00000
1967	\	8510.09961	10.00000
1968	\	8530.79980	11.00000
1969	\	8522.20020	12.00000
1970	\	8478.59961	13.00000
1971	\	8431.40039	14.00000
1972	\	8415.59961	15.00000
1973	\	8425.59961	16.00000
1974	\	8564.09961	17.00000
1975	\	8902.09961	18.00000
1976	\	9140.09961	19.00000
1977	\	9209.59961	20.00000
1978	\	9269.59961	21.00000
1979	\	9315.79980	22.00000
1980	\	9359.00000	23.00000
1981	\	9358.20020	24.00000

		CPTPC	CPTP77	BDTAPC	BDTAP77
1958	\	45760.00000	167931.00000	2229.00000	9141.00000
1959	\	48139.00000	173977.00000	2370.00000	9891.00000
1960	\	51557.00000	182154.00000	2624.00000	9963.00000
1961	\	55991.00000	196726.00000	3008.00000	11303.00000
1962	\	57055.00000	196529.00000	2837.00000	10517.00000
1963	\	62019.00000	211269.00000	3172.00000	11090.00000
1964	\	66422.00000	224579.00000	3706.00000	12638.00000
1965	\	75123.00000	242321.00000	4782.00000	16227.00000
1966	\	82785.00000	253225.00000	5169.00000	16984.00000
1967	\	88000.00000	265127.00000	5444.00000	16843.00000
1968	\	97856.00000	282625.00000	6129.00000	18385.00000
1969	\	108522.00000	298735.00000	6806.00000	20066.00000
1970	\	119157.00000	317854.00000	7615.00000	21499.00000
1971	\	131668.00000	328343.00000	8784.00000	23809.00000
1972	\	148390.00000	348044.00000	10161.00000	25525.00000
1973	\	178513.00000	384589.00000	12715.00000	29568.00000
1974	\	234209.00000	408434.00000	17380.00000	32819.00000
1975	\	281753.00000	423546.00000	20934.00000	34721.00000
1976	\	347120.00000	441758.00000	27203.00000	35554.00000
1977	\	448826.00000	448826.00000	34772.00000	34772.00000
1978	\	532984.00000	439756.00000	39653.00000	32542.00000
1979	\	663532.00000	441178.00000	48033.00000	35109.00000
1980	\	817095.00000	455460.00000	63978.00000	40477.00000
1981	\	1015383.00000	464281.00000	84174.00000	48855.00000

		CVECP77	BDTCPC	BDTCP77	CVECP
1958	\	2770.76343	1555.00000	6376.96484	488.00000
1959	\	2900.01514	1634.00000	6819.36475	492.00000
1960	\	3093.16724	1823.00000	6921.70313	617.00000
1961	\	3217.18896	1938.00000	7282.31836	657.00000
1962	\	3419.99585	2064.00000	7651.42334	724.00000
1963	\	3563.23462	2268.00000	7929.41992	838.00000
1964	\	3695.73242	2396.00000	8170.70898	889.00000
1965	\	3834.06665	2568.00000	8714.12305	951.00000
1966	\	4152.00098	2871.00000	9433.36523	1097.00000
1967	\	4500.24072	3277.00000	10138.59473	1268.00000
1968	\	4833.04639	3601.00000	10801.82520	1405.00000
1969	\	5160.56738	3942.00000	11622.12305	1551.00000
1970	\	5569.86768	4395.00000	12408.15527	1752.00000
1971	\	5956.27393	4947.00000	13408.82520	1968.00000
1972	\	6446.96533	5795.00000	14557.36426	2392.00000
1973	\	7004.47900	6756.00000	15710.68848	2754.00000
1974	\	7633.89355	9089.00000	17162.93945	3835.00000
1975	\	8279.90332	11341.00000	18810.11133	4693.00000
1976	\	8920.76758	15682.00000	20496.18945	6608.00000
1977	\	9535.00000	22190.00000	22190.00000	9535.00000
1978	\	10056.91992	28920.00000	23733.75586	12953.00000
1979	\	10485.50977	34241.00000	25027.94531	15801.00000
1980	\	10893.33105	41625.00000	26334.91406	18352.00000
1981	\	11467.69922	48510.00000	28155.44141	19320.00000

		QEL	PEL	QBU	PBU
1958	\	5.47877D+08	1.27633	16339.00000	5.56860
1959	\	6.19940D+08	1.23028	22759.00000	5.53599
1960	\	7.09258D+08	1.18386	30577.00000	5.52287
1961	\	7.77685D+08	1.14772	41761.00000	5.50661
1962	\	8.63726D+08	1.11489	53200.00000	5.48360
1963	\	9.46943D+08	1.07447	65807.00000	5.47306
1964	\	1.03249D+09	1.05263	81635.00000	5.44859
1965	\	1.13428D+09	1.01043	98049.00000	5.42857
1966	\	1.20174D+09	1.01040	113442.00000	5.42061
1967	\	1.31394D+09	0.98629	135524.00000	5.40798
1968	\	1.43661D+09	0.95490	153074.00000	5.60000
1969	\	1.60635D+09	0.91999	174717.00000	5.60000
1970	\	1.92569D+09	0.98749	188735.00000	5.60000
1971	\	2.18211D+09	0.90279	214236.00000	5.60000
1972	\	2.45984D+09	0.88593	226103.00000	5.60000
1973	\	2.68350D+09	0.88185	232929.00000	5.60000
1974	\	3.23975D+09	0.84650	242109.00000	7.60000
1975	\	3.47012D+09	1.00002	263143.00000	8.10000
1976	\	3.83270D+09	1.18732	282712.00000	9.30000
1977	\	4.06987D+09	1.68362	290933.00000	10.60000
1978	\	4.46392D+09	2.23691	288941.00000	15.17000
1979	\	4.88709D+09	2.58242	294404.00000	18.35000
1980	\	5.31148D+09	3.73412	303678.00000	22.52000
1981	\	5.61649D+09	4.46670	295465.00000	28.64000

		PPE	QGC	PGC	QPE
1958	\	1.85000	51391.00000	1.80000	150323.00000
1959	\	1.85000	53933.00000	1.80000	155121.00000
1960	\	1.85000	57489.00000	1.80000	153007.00000
1961	\	1.85000	58801.00000	1.80000	147745.00000
1962	\	1.85000	60695.00000	1.80000	141680.00000
1963	\	1.85000	63658.00000	1.80000	135276.00000
1964	\	1.85000	65714.00000	1.80000	132281.00000
1965	\	1.85000	69543.00000	1.80000	125802.00000
1966	\	1.85000	70838.00000	1.80000	112485.00000
1967	\	1.85000	76089.00000	1.80000	101736.00000
1968	\	1.85000	80528.00000	1.80000	96252.00000
1969	\	1.85000	83055.00000	1.80000	90342.00000
1970	\	1.85000	85299.00000	1.80000	87274.00000
1971	\	1.85000	92173.00000	1.80000	70587.00000
1972	\	1.85000	96487.00000	1.80000	69446.00000
1973	\	1.85000	98000.00000	1.80000	67279.00000
1974	\	2.73000	102391.00000	1.80000	61687.00000
1975	\	3.00000	99267.00000	1.80000	64060.00000
1976	\	3.50000	105161.00000	2.80000	65482.00000
1977	\	5.03000	104650.00000	3.50000	65612.00000
1978	\	7.50000	105603.00000	4.75000	69293.00000
1979	\	10.33000	106086.00000	5.83000	67161.00000
1980	\	17.50000	106811.00000	6.50000	55788.00000
1981	\	25.25000	106892.00000	6.50000	45456.00000

usos, Lisboa

- Esc./Kwh
- 1958-76: Estatísticas das instalações eléctricas, D.G.S.E.
- 1977-81: Anuário estatístico, I.N.E.

- QBU
- consumo de butano
 - Ton
 - 1958-70: Estudos 46, I.N.E.
 - 1971-81: Estatísticas da energia, I.N.E.

- PBU
- preço do butano em garrafas de 13 Kg
 - Esc./Kg
 - 1958-67: Estudos 46, I.N.E.
 - 1968-81: Direcção Geral de Energia

- QGC
- consumo de gás de cidade
 - 1000 Metros cúbicos
 - 1958-70: Estudos 46, I.N.E.
 - 1971-81: Estatísticas da energia, I.N.E.

- PCC
- preço do gás de cidade
 - Esc./metros cúbicos
 - Direcção Geral de Energia

- QPE
- consumo de petróleo iluminante
 - Ton
 - 1958-69: Estudos 46, I.N.E.
 - 1970-81: Estatísticas da energia, I.N.E.

- PPE
- preço do petróleo iluminante
 - Esc./litro
 - Direcção Geral de Energia

A partir destes dados e para se chegar aos dados a utilizar nas regressões foram efectuadas as seguintes transformações:

Conversão de unidades físicas em térmicas:

PBUJ=PBU/42.319

PCCJ=PCC/.017598/1000

PPEJ=PPE/.785/43.157

PELJ=PEL/3.6

QBUJ=QBU*42.319/1000

QCCJ=QCC*.017598

QPEJ=QPE*43.157/1000

QELJ=QEL*3.6/1000000

DTPC=(CFTPC-BDTAPC+BDTCPC)/POP

M=(CFTP77-BDTAP77+BDTCP77)/POP

IPC=DTPC/M

QGAJ=(QBUJ+QCCJ)

DGA=(PBUJ*QBUJ+PCCJ*QCCJ)/POP

PGAJ=(PBUJ*QBUJ+PCCJ*QCCJ)/(QBUJ+QCCJ)

DPE=(PPEJ*QPEJ)/POP

DEL=(PELJ*QELJ)/POP

DEN=DGA+DPE+DEL

SG=DGA/DEN
 SP=DPE/DEN
 SL=DEL/DEN
 PG=PGAJ/IPC
 PP=PPEJ/IPC
 PL=PELJ/IPC
 ME=DEN/IPC

Estimação do índice de preço da energia translog:

FRML G SG=G1+G11*LOG(PG/PL)+G12*LOG(PP/PL);
 FRML P SP=G2+G12*LOG(PG/PL)+G22*LOG(PP/PL);
 PARAM G1 G2 G11 G12 G22;
 LSQ G P;
 PE=EXP(1.05007+LOG(PL)+G1*(LOG(PG)-LOG(PL))+G2*(LOG(PP)-LOG(PL))
 +G11*(LOG(PG)*LOG(PG)-2*LOG(PG)*LOG(PL)+LOG(PL)*LOG(PL))
 +G12*2*(LOG(PG)*LOG(PP)-LOG(PG)*LOG(PL)-LOG(PP)*LOG(PL)
 +LOG(PL)*LOG(PL))
 +G22*(LOG(PP)*LOG(PP)-2*LOG(PP)*LOG(PL)+LOG(PL)*LOG(PL)));

PME=(PGAJ*OGAJ+PPEJ*OPEJ+PELJ*QELJ)/(OGAJ+OPEJ+QELJ)/IPC/.33893

DDU=(BDTCPC-CVECPC)/POP

DD=DDU/IPC

DOU=DTPC-DEN-DDU

DO=DOU/IPC

SE=DEN/DTPC

SD=DDU/DTPC

SO=1-SE-SD

PD=(BDTCPC-CVECPC)/(BDTCP77-CVECP77)/IPC

PO=DO/(M-DD/PD-ME/PE)

Ao total dos bens duráveis foi retirada a parte referente à compra de veículos por não se considerar este bem como um stock consumidor de energia para usos domésticos mas sim para uso noutra sector que é o dos transportes.

As fontes de energia consideradas foram o petróleo iluminante, o gás, e a electricidade. O gás inclui o gás de cidade e o butano. O preço da electricidade que se considerou foi o referente à cidade de Lisboa devido à inexistência de dados sobre um preço médio a nível nacional. Este facto deve-se à enorme diversidade dos preços de região para região. Era ainda intenção deste trabalho incluir o carvão como fonte de energia. No entanto a inexistência de dados relativos ao seu consumo em usos domésticos para o período anterior a 1971 excluiu essa intenção. Os coeficientes de conversão das unidades físicas em térmicas foram retirados das Estatísticas da energia, I.N.E.

Os dados utilizados nas regressões são pois:

M = despesa total, contos por habitante;

ME = despesa em energia, contos por habitante;

SG, SP, SL = fracções de ME dispendidas em gás, petróleo, e electricidade;

PG, PP, PL = preços do gás, petróleo, e electricidade, contos/10⁹ joules;

SE, SD, SO = fracções dispendidas em energia, duráveis, e outros bens;

PD, PO = índices de preço dos duráveis, e outros bens;

FME = índice de preço da energia (forma convencional);

PE = índice de preço da energia a partir da função translog.

Todas estas variáveis estão medidas em escudos de 1977.

Bibliografia

- Adam, F.G. e J.M.Griffin, 1974, Energy and fuel substitution elasticities: results from an international cross section study, Oct.
- Adam, F.G. e P.Miovic, 1968, On relative fuel efficiency and the output elasticity of energy consumption in Western Europe, Journal of industrial economics, Nov.
- Christensen, L.R., D.W. Jorgenson e L.J. Lau, 1975, Transcendental logarithmic utility functions, American Economic Review, June.
- Fuss, M. e L.Waverman, 1975, The demand for energy in Canada, Institute for policy analysis working paper (University of Toronto, Toronto, Ont.)
- Jorgenson, D.W. e L.J. Lau, 1975, The structure of consumer preferences, Annals of Economic and Social Measurement 4, Winter, 49-101.
- Nordhaus, W.D., 1975, The demand for energy: an international perspective, Nov.
- Pindick, R.S., The structure of world energy demand (MIT Press, Cambridge, MA).
- Strotz, R.H., 1957, The empirical implications of a utility tree, Econometrica 25.

QUADRO I. PARAMETROS ESTIMADOS PARA O INDICE
DE PRECO DA ENERGIA.

PARAMETROS	ESTIMATIVAS	ERRO-PADRAO	EST.-T
G0	1.0501	--	--
G1	0.3947	0.0284	13.881
G2	-0.0831	0.0308	-2.694
G3	-1.3116	0.0158	-82.990
G11	-0.3040	0.0430	7.071
G12	-0.0996	0.0336	-2.966
G13	-0.2044	0.0233	-8.766
G21	-0.0996	0.0336	-2.966
G22	-0.0823	0.0357	-2.309
G23	0.1819	0.0137	13.219
G31	-0.2044	0.0233	-8.766
G32	0.1819	0.0137	13.219
G33	0.0225	0.0176	1.280
R**2	EQUACAO 1	0.7839	
	EQUACAO 2	0.7264	

NUMERACAO: 1=GAZ, 2=PETROLEO, 3=ELECTRICIDADE.

QUADRO II. INDICES DE PREÇO
DA ENERGIA.

ANO		PE	PME
1958	\	2.01427	1.32965
1959	\	1.95150	1.32627
1960	\	1.37960	1.33765
1961	\	1.34673	1.35261
1962	\	1.79010	1.37420
1963	\	1.74495	1.33342
1964	\	1.71832	1.39337
1965	\	1.60891	1.34053
1966	\	1.52597	1.31394
1967	\	1.49015	1.31947
1968	\	1.41969	1.28566
1969	\	1.33249	1.23259
1970	\	1.33050	1.29140
1971	\	1.19803	1.19030
1972	\	1.11874	1.12986
1973	\	1.02520	1.05164
1974	\	0.98031	0.96888
1975	\	0.94774	0.94620
1976	\	0.94994	0.95716
1977	\	1.00000	1.00000
1978	\	1.14276	1.14085
1979	\	1.10873	1.09779
1980	\	1.33779	1.29275
1981	\	1.34799	1.30445

QUADRO III. TESTES ESTATÍSTICOS.

HIPÓTESES	GRAUS DE LIBERDADE	VALOR CRÍTICO	TESTE ESTATÍSTICO
DADA IGUALDADE (2,5%)			
SIMETRIA	3	9.356	0.554
DADA SIMETRIA (0.525%)			
HOMOTET. EXPLIC.	3	12.372	11.328
HOMOT. EXPL. GRUPOS			
[E,D]	2	10.123	25.784
[E,O]	2	10.123	10.752
[D,O]	2	10.123	10.640
DADA HOMOT. EXPL. (0.625%)			
HOMOGENEIDADE	1	7.474	10.924
SEPAR. EXPL. GRUPOS			
[E,D] DE T	2	10.123	2.168
[E,O] DE T	2	10.123	74.774
[D,O] DE T	2	10.123	31.566
DADA SEP. EXPL. [E,D] DE T (0.333%)			
[E,O] DE O	2	9.563	59.760
[E,O] DE O	2	9.563	14.004
[D,O] DE E	2	9.563	95.684
NUMERACAO: E=ENERGIA, O=BENS DURAVEIS, D=OUTROS BENS.			

QUADRO IV. PARAMETROS ESTIMADOS PARA O MODELO DE CONSUMO AGREGADO.

PARAMETROS	ESTIMATIVAS	ERRO-PADRAO	EST.-T
AE	-0.16116E-01	0.34236E-03	-47.080
AD	-0.25333E-01	0.64702E-03	-39.153
AD	-0.95855	0.98773E-03	-1079.7
BEE	-0.16862E-01	0.54346E-03	-30.914
BED	-0.14004E-02	0.11368E-02	-1.1800
BEO	0.18262E-01	0.11493E-02	15.890
BDE	-0.14004E-02	0.11868E-02	-1.1600
BDD	-0.11053E-01	0.27920E-02	-3.9586
BDD	0.12453E-01	0.29313E-02	4.2483
BDE	0.18262E-01	0.11493E-02	15.890
BDD	0.12453E-01	0.29313E-02	4.2483
BDO	-0.30715E-01	0.35246E-02	-8.7141
BET	0.00000	-	-
BDT	0.00000	-	-
BDT	0.16331E-01	0.56363E-03	27.620

R**2

EQUACAO E

0.956347

EQUACAO D

0.891136

NUMERACAO: E=ENERGIA, D=DURAVEIS, O=OUTROS BENS.

QUADRO V. ELASTICIDADES PREÇO PARA O MODELO
CONSUMO AGREGADO.

ELASTIC. AND		ESTIMATIVA	ESTAT.-T
NEE	1958	-0.38549	-19.353
	1981	-0.58739	-33.911
NDD	1958	-0.61875	-5.425
	1981	-0.74731	-11.707
NOD	1958	0.11937	0.929
	1981	-0.15733	-1.627
NED	1958	0.51035E-01	1.180
	1981	0.38420E-01	1.180
NEO	1958	-0.68554	-15.890
	1981	-0.50105	-15.890
NDE	1958	0.42307E-01	1.180
	1981	0.32017E-01	1.180
NDO	1958	-0.42956	-4.248
	1981	-0.28470	-4.248
NDE	1958	-0.19355E-01	-15.890
	1981	-0.19855E-01	-15.890
NDD	1958	-0.13198E-01	-4.248
	1981	-0.13539E-01	-4.248

NUMERACAO: E=ENERGIA, D=DURÁVEIS, O=OUTROS BENS.

QUADRO VI. TESTES ESTATÍSTICOS.

HIPÓTESES	GRAUS DE LIBERDADE	VALOR CRÍTICO	TESTE ESTATÍSTICO
DADA MAX. UTIL. E HOMOT. EXPL. (0.5%)			
HOMOGENEIDADE	1	7.88	25.772
SEPAR. EXPL. GRUPOS			
EG, PJ DE T	2	10.60	31.678
EG, LJ DE T	2	10.60	43.193
EP, LJ DE T	2	10.60	50.016
EG, PJ DE L	2	10.60	35.034
EG, LJ DE P	2	10.60	84.580
EP, LJ DE G	2	10.60	60.502

NUMERAÇÃO: G=GÁS, P=PETRÓLEO, L=ELECTRICIDADE.

QUADRO VII. PARÂMETROS ESTIMADOS PARA O MODELO
DE DESPESAS, EM FONTES DE ENERGIA.

PARAMETROS	ESTIMATIVAS	ERRO-PADRÃO	EST.-T
AG	-0.76336	0.17372	-4.423
AP	0.64570	0.26481	2.442
AL	-0.67834	0.16481	-5.329
BGG	0.20768E-02	0.48686E-01	0.042
BGP	-0.23850	0.69187E-01	-3.448
BGL	0.23653	0.10151	2.330
BPG	-0.23860	0.69187E-01	-3.448
BPP	0.55135	0.16515	3.338
BLP	-0.31275	0.10425	-3.000
BLL	0.76224E-01	0.92271E-01	0.826
BLG	0.23653	0.10151	2.330
BLP	-0.31275	0.10425	-3.000
BGT	0.22488E-01	0.41993E-02	5.354
BPT	-0.44203E-01	0.95139E-02	-4.646
BLT	-0.26975E-01	0.85339E-02	-3.150

R**2	EQUACAO G	0.675372
	EQUACAO P	0.982931

NUMERACAO: G=GÁS; P=PETRÓLEO, L=ELECTRICIDADE

QUADRO VIII. ELASTICIDADES PREÇO PARCIAIS PARA O
MODELO DESPESAS EM ENERGIA.

ELASTIC. ANO	ESTIMATIVA	ESTAT.-T
NGG 1981	-1.0037	-11.465
NPP- 1981	-7.2087	-3.870
NLL 1981	-1.0500	-17.339
NGP 1981	0.4290	3.448
NGL 1981	-0.4253	-2.330
NPG 1981	2.6369	3.448
NPL 1981	3.5218	3.000
NLG 1981	-0.1552	-2.330
NLP 1981	0.2052	3.000

NUMERAÇÃO: G=GÁS, P=PETRÓLEO, L=ELECTRICIDADE.

QUADRO IX. ELASTICIDADES PREÇO TOTAIS PARA O
MODELO DESPESAS EM ENERGIA.

ELASTIC. ANO		ESTIMATIVA	ESTAT. -T
N*GS	1981	-0.5411	-6.181
N*PP	1981	-6.7461	-3.627
N*LL	1981	-0.5574	-9.699
N*GP	1981	0.4479	3.600
N*GL	1981	-0.1002	-0.549
N*PG	1981	2.8055	3.600
N*PL	1981	3.8469	3.276
N*LG	1981	-0.0365	-0.549
N*LP	1981	0.2242	3.276

NUMERACAO: G=GÁS, P=PETRÓLEO, L=ELECTRICIDADE.

Figura I. Sequência de testes.

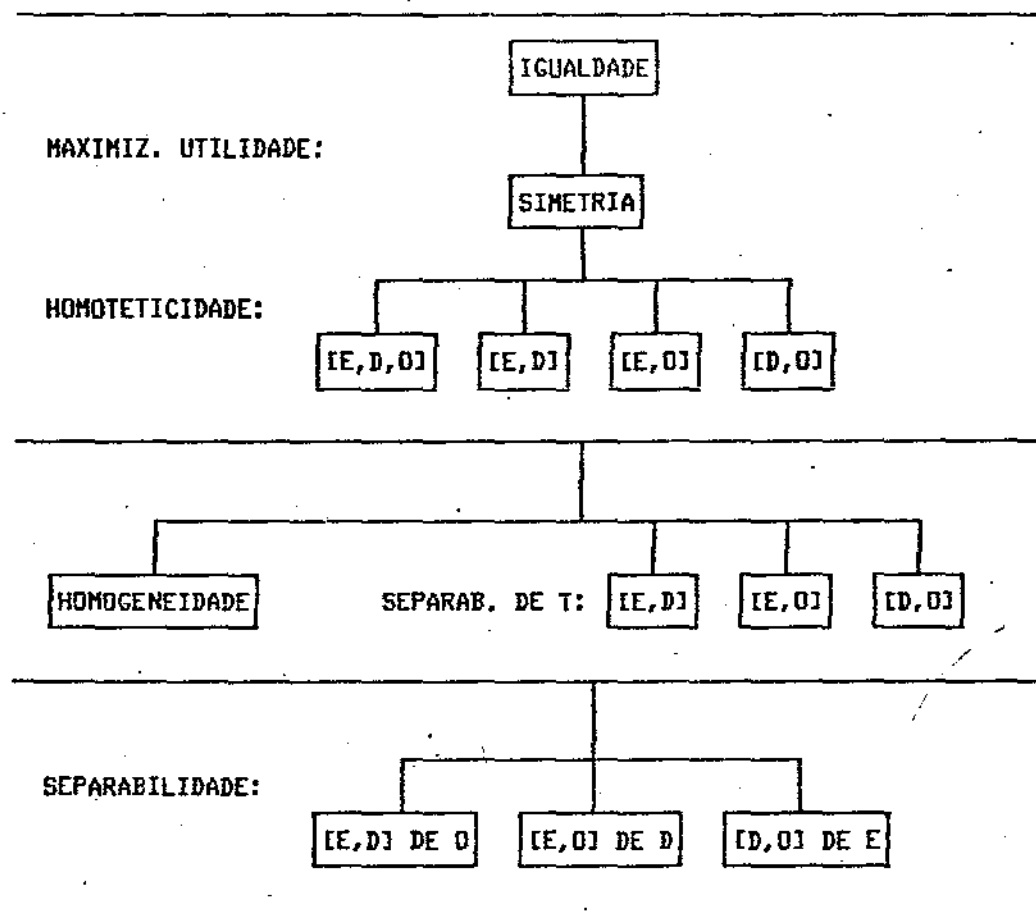


Gráfico 1. Evolução dos índices de preço da energia:

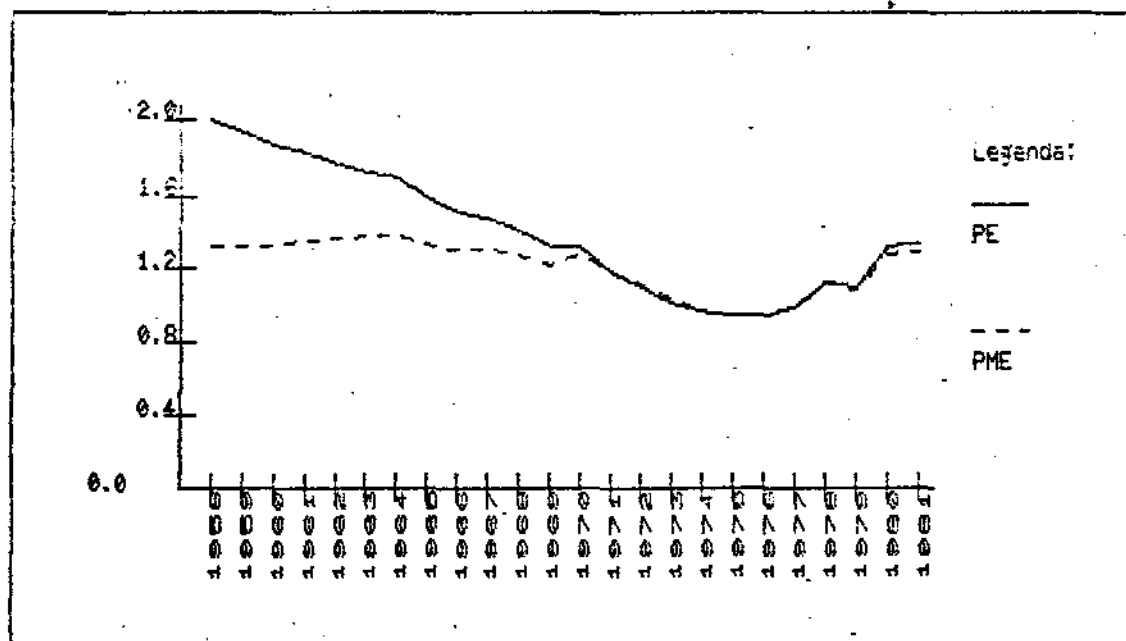
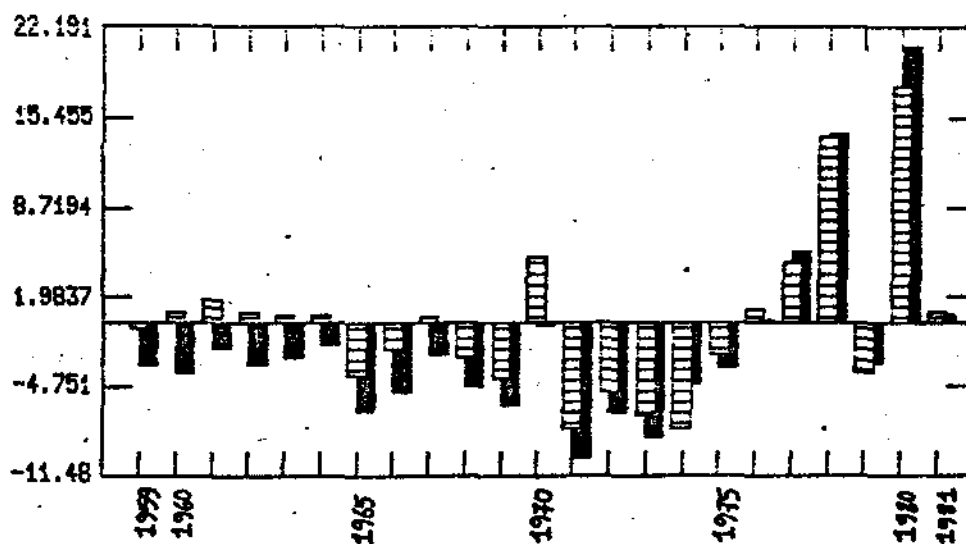


Gráfico II. Variação anual dos índices de preço da energia.



LEGENDA:

