

Análise da evolução dos consumos de electricidade

resumo

São aqui apresentadas elasticidades do consumo de electricidade em relação aos preços e nível de actividade, com a máxima desagregação que foi possível. As estimativas para as elasticidades resultaram do ajustamento de modelos econométricos, pelo método dos mínimos quadrados. Depois de feita uma referência aos resultados obtidos para anos já conhecidos, são aqui apresentadas previsões para 1985 e, de acordo com duas hipóteses alternativas para os preços, apresentam-se também previsões para 1990, que são comparadas com os resultados dos modelos Medée-DFI, correspondentes ao PEN 84. Finalmente, são incluídas estimativas para elasticidades globais do consumo, em relação ao preço e ao nível de actividade.

1 — Introdução

Os resultados aqui apresentados referem-se a um estudo sobre a evolução dos consumos de electricidade no período 1970/81, que serviu de base à elaboração de previsões⁽¹⁾. O nível de desagregação considerado resultou da necessidade de compatibilização entre as estatísticas do consumo⁽²⁾ e as Contas Nacionais. A análise do consumo por ramo da indústria levou à necessidade de construção de uma série de valores sobre o nível de actividade baseada em valores recolhidos das Contas Nacionais elaboradas de acordo com a antiga metodologia (valores anteriores a 1977), mas que pudesse ser prolongada com valores recolhidos das novas matrizes que constituem as Contas Nacionais de 1977 em diante.

abstract

The text includes estimates for the elasticities of electricity demand in relation to price and to the level of activity, at the maximum disaggregated level which could be reached. Econometric models were used in the estimation of the equations, through ordinary least squares. Following a brief discussion of the ex-post consumption forecasts, 1985 estimates are presented; considering two alternative hypothesis for prices, 1990 forecasts are also included, accompanied by a comparison with the results provided by MEDEE-DFI models, according to the version of PEN 84. Finally, estimates for the global demand elasticities in relation to price and to the activity level are presented.

Depois de uma referência à metodologia utilizada e resultados obtidos por classes de consumo, serão aqui apresentadas previsões para 1985 e 1990.

(*) Júlia Mendonça Boucinha, Lic. Economia (Uni. Tec. de Loughborough, Inglaterra), Órgão Central de Planeamento (EDP).

(1) Os resultados apresentados foram obtidos a partir de um estudo elaborado na EDP, que não teria sido possível sem o apoio do director do Órgão Central de Planeamento, Eng.º Rui Sérgio, a quem se agradece. A elaboração de um programa de cálculo automático pelo Eng.º Manuel Rosa, facilitou a exploração de várias combinações de variáveis nas regressões. Na determinação dos preços médios da electricidade, contou-se também com a colaboração do Eng.º Rodrigues da Costa. Quaisquer erros ou omissões são da exclusiva responsabilidade da autora.

(2) Estatísticas das Instalações Eléctricas em Portugal.

2 — Metodologia e Resultados

2.1 — Indústria e agricultura

2.1.1 — Modelos utilizados

A análise dos consumos de electricidade na agricultura e em cada um dos ramos industriais foi feita a partir da relação existente entre a evolução de tais consumos e o nível de actividade, preço da electricidade (em termos reais) e preço da electricidade em relação aos preços dos combustíveis; assim, para cada um dos subsectores considerados, foram ensaiados modelos econométricos relacionando os consumos (E) com o valor acrescentado (VAB), o preço real da electricidade (P) e o preço relativo (IPR)⁽³⁾.

A observação do andamento das variáveis levou, em geral, à especificação de modelos de elasticidades constantes⁽⁴⁾, que foram estimados quer na forma de logaritmos, quer na forma de taxas de crescimento.

Considerou-se ainda a possibilidade da influência no consumo de preços com mais de um ano de desfasamento (é possível que o ajustamento dos consumos seja feito gradualmente, de acordo com as variações dos preços verificados nos últimos anos) bem como de valores desfasados do nível de actividade, o que equivale a utilizar o valor acrescentado como «proxy» para o stock de capital (um acréscimo no valor acrescentado num dado ano, vai conduzir a um aumento no investimento, estando portanto associado a um aumento no stock de capital em anos futuros, o que leva a um acréscimo no consumo de electricidade). Para tomar em conta estes efeitos, foram estimados modelos do tipo Koyck ou de ajustamento parcial onde o valor desfasado do consumo aparece como variável explicativa, podendo assim obter-se elasticidades de longo prazo.

2.1.2 — Resultados

O Quadro I apresenta um resumo dos resultados obtidos na estimação dos modelos relativos aos sectores industriais e agrícola.

Para além da desagregação apresentada no referido quadro, foi ensaiada a estimação de modelos correspondentes a uma agregação de alguns dos subsectores considerados, o que iria produzir melhores resultados no caso de existirem erros de classificação na electricidade consumida pelos vários ramos ou divergências de critério de repartição sectorial quer dos consumos quer do valor acrescentado; assim, foram estimadas equações para o conjunto de subsectores referentes a bens de consumo e a bens intermédios, tendo-se chegado aos seguintes resultados:

Bens de Consumo

$$\ln \hat{E}_t = -2,0282 + 0,55744 \ln E_{t-1} + 0,48269 \ln VAB_t$$

(1,0851) (0,17936) (0,20632)

$$R^2 = 0,980$$

$$\tilde{\ell} = 0,218$$

$$\epsilon_{VAB}^{LR} = 1,0907$$

ou, na forma de taxas de crescimento,

$$\left(\frac{\Delta \hat{E}}{E} \right)_t = 0,31597 \left(\frac{\Delta E}{E} \right)_{t-1} + 0,53455 \left(\frac{\Delta VAB}{VAB} \right)_t$$

(0,21831) (0,19522)

$$R^2 = 0,367$$

$$\tilde{\ell} = -0,101$$

$$\epsilon_{VAB}^{LR} = 0,7815$$

Os valores entre parêntesis representam as estimativas para os desvios padrões dos parâmetros.

Assim, pode concluir-se que os consumos de electricidade na produção de Bens de Consumo são sensíveis ao Valor Acrescentado (VAB) embora, a curto prazo, a elasticidade seja apenas de 0,5: uma variação de 1% no VAB está associada a uma variação nos consumos de electricidade de cerca de 0,5%. A longo prazo, a elasticidade revela-se um pouco mais elevada, com valores entre 0,8 e 1, sendo o desfasamento médio de cerca de um ano.

Bens Intermédios

$$\ln \hat{E}_t = 1,1206 + 0,27639 D + 0,62984 \ln VAB_t - 0,19123 \ln IPR_t$$

(1,7732) (0,04192) (0,16364) (0,06158)

com

$$R^2 = 0,981$$

$$D = 0 \text{ antes de } 1977$$

$$D = 1 \text{ de } 1977 \text{ em diante}$$

$$\tilde{\ell} = -0,260$$

⁽³⁾ A influência dos preços foi ensaiada no ano corrente e com um desfasamento de um ano.

⁽⁴⁾ Apenas no caso do Tabaco se obtiveram melhores resultados com o modelo estimado na forma linear. Neste sector, a elasticidade do consumo em relação ao valor acrescentado não é constante.

e assim de 1977 em diante tem-se

$$\ln \hat{E}_t = 1,39699 + 0,62984 \ln VAB_t - \\ (1,77331) \quad (0,16364) \\ - 0,19123 \ln IPR_t \\ (0,06158)$$

ou na forma de taxas de crescimento,

$$\left(\frac{\Delta \hat{E}}{\hat{E}} \right)_t = 0,52263 \left(\frac{\Delta VAB}{VAB} \right)_t - \\ (0,2245) \\ - 0,14239 \left(\frac{\Delta IPR}{IPR} \right)_{t-1} \\ (0,12090)$$

excepto em 1977

$$R^2 = 0,555$$

$$\tilde{\rho} = 0,190$$

Os valores entre parêntesis representam as estimativas para os desvios padrões dos parâmetros.

Pode portanto concluir-se que os consumos de electricidade na produção de Bens Intermédios apresentam elasticidades significativas em relação ao VAB (entre 0,5 e 0,6) e ao preço relativo da electricidade, embora uma variação percentual no preço relativo conduza a uma variação no consumo bastante baixa, entre 0,19% e 0,14%.

As conclusões gerais a retirar dos modelos são as seguintes:

- Os consumos industriais de electricidade são mais influenciados pelo nível de actividade do respectivo subsector do que pelas variações nos preços;
- Nos casos em que os preços são importantes na determinação do consumo o preço relativo do ano anterior parece ser a variável mais relevante;
- Nos modelos em que a inclusão do consumo do ano anterior se revelou útil a influência dos preços não é significativa, podendo apenas concluir-se pela importância da elasticidade do consumo em relação ao valor acrescentado não só a curto, mas também a longo prazo. Contudo, as elasticidades de longo prazo (ϵ_{VAB}) não parecem muito diferentes das elasticidades de curto prazo;
- Apenas nos casos da agricultura e dos Derivados do Carvão e do Petróleo não foi detectada uma relação significativa entre os consumos e o nível de actividade, tendo sido aqui ajustados modelos de taxas de crescimento constantes em relação ao tempo, extrapolando-se assim a ten-

dência verificada no passado; no período 1970-81 os consumos na agricultura apresentaram um crescimento médio anual de 11%, enquanto nos Derivados do Carvão e do Petróleo o crescimento médio anual foi de 3%.

Finalmente, interessa acrescentar aqui uma nota sobre a qualidade dos modelos.

Conforme seria de esperar, as elasticidades obtidas nos modelos estimados na forma de logaritmos são, em geral, bastante próximas daquelas que resultam dos modelos estimados na forma de taxas de crescimento.

Em geral, as estimativas para os parâmetros dos modelos são estatisticamente significativas a um nível de 50%.

Nos modelos estimados na forma de logaritmos, os coeficientes de determinação (R^2) indicam que mais de 90% da variação nos consumos é determinada por variações nas variáveis explicativas. Nos modelos estimados na forma de taxas de crescimento embora os coeficientes de determinação (R^2) indicam que mais baixos⁽⁵⁾, indicando a existência de desvios razoáveis entre as taxas de crescimento estimadas e as observadas, a nível de valores absolutos os resultados são bastante aceitáveis.

Os valores estimados para os coeficientes de autocorrelação ($\tilde{\rho}$) indicam a ausência deste problema nos modelos que não incluem o valor desfasado do consumo como variável explicativa. Nos modelos em que o consumo desfasado aparece como variável explicativa, os valores incluídos para o coeficiente de autocorrelação nada permitem concluir, mas a dimensão da amostra impossibilitou a utilização da estatística h de Durbin.

Nos casos em que foram detectadas quebras de estrutura, tais quebras foram tomadas em conta com a introdução de variáveis artificiais («dummy»). Estas quebras devem-se essencialmente à alteração de metodologia introduzida pelas Contas Nacionais em 1977.

Para terminar a análise dos resultados nos sectores industriais e agrícola será ainda de referir uma comparação feita entre os consumos previstos pelos modelos para o ano de 1981 e os consumos efectivamente verificados. A nível global, aos resultados dos modelos estimados na forma mais desagregada está associado um erro entre 5 e 6%: os consumos estimados para 1981 vêm 5 a 6% mais elevados do que os consumos observados.

⁽⁵⁾ Nestes modelos, em que não se inclui termo independente, o coeficiente de determinação mede a proporção da variação dos valores estimados em relação à média dos valores estimados, na variação dos valores observados em relação à média dos valores observados.

QUADRO I

Resultados obtidos na estimação dos modelos mais desagregados para os sectores industriais e agrícolas

SECTOR	VARIÁVEIS INCLUÍDAS NA FUNÇÃO	ELASTICIDADE PREÇO	ELASTICIDADE VAB	ELASTICIDADE VAB DE LONGO PRAZO
Agricultura	$E_t = f(t)$			
Ind. Extractivas	$E_t = f(E_{t-1}, VAB_t)$		0,16 a 0,23	0,31
Deriv. Carvão e Petróleo	$E_t = f(t)$			
Prod. Metálicos de Base	$E_t = f(VAB_t, IPR_{t-1})$	-0,52 a -0,60	0,56 a 0,80	
Porcelana e Out. Prod. Min. não Metálicos	$E_t = f(VAB_t)$		1,27 a 2,00	
Vidro	$E_t = f(VAB_t, P_{t-1})$	-0,54	1,01 a 1,57	
Cimento	$E_t = f(E_{t-1}, VAB_t)$		0,39 a 0,40	0,73 a 0,75
Prod. Químicos, Artigos Plástico e Borracha	$E_t = f(VAB_t)$		0,15 a 1,46 (*)	
Prod. Metálicos, Máq. e Mat. Transporte	$E_t = f(VAB_t, IPR_{t-1})$	-0,28 a -0,41	1,17 a 1,43	
Produtos Alimentares	$E_t = f(E_{t-1}, VAB_t)$		0,26	0,50 a 0,78
Bebidas	$E_t = f(VAB_t)$		0,92 a 1,41	
Tabaco	$E_t = f(VAB_t)$		0,28	
Texteis, Vestuário e Calçado	$E_t = f(VAB_t, IPR_{t-1})$	-0,13	0,63	
Curtumes	$E_t = f(VAB_t)$	-0,16	0,34	0,63
Madeiras e Cortiça	$E_t = f(E_{t-1}, VAB_t)$		0,30	0,67
Papel e Tipografia	$E_t = f(VAB_t)$		0,85 a 1,13	
Construção e Obras Públicas	$E_t = f(VAB_t, P_t)$	-0,44	0,43 a 0,82	

(*) Estimativa referente ao período posterior a 1977, pois no período anterior o consumo é inelástico em relação ao VAB.

Contudo, na prática, os resultados teriam sido mais favoráveis, pois este desvio está bastante influenciado pelo mau comportamento do modelo no subsector dos Produtos Metálicos de Base em 1981, causado pelas restrições impostas ao consumo em consequência da seca ocorrida nesse ano. Assim, uma vez que esta anomalia é facilmente identificável, foram estimados modelos em que se faz excluir o referido efeito (pela utilização de uma variável artificial em 1981), chegando-se assim a uma previsão bem mais próxima do valor observado, com um desvio que, tomando o

conjunto dos consumos industriais e agrícola, não excede 1%; embora não se pretenda afirmar que os modelos teriam dado uma previsão para os consumos que difere do valor observado apenas em 1%, os erros andariam, sem dúvida, entre este valor e o «limite superior» anteriormente referido.

Quanto aos resultados obtidos em termos mais agregados, mesmo sem introduzir a variável artificial para tomar em conta os efeitos anómalos ocorridos em 1981 (cujo efeito é diluído a nível mais agregado),

os modelos conduzem a um erro inferior a 5% continuando os modelos a sobrestimar os consumos; assim, depois de tomados em conta os efeitos anómalos atrás referidos, a previsão teria sido ainda mais aproximada da realidade.

2.2 — Restantes consumos

2.2.1 — Modelos de consumos de electricidade nos Serviços

Com o objectivo de analisar os consumos de electricidade nos Serviços e Edifícios do Estado, foram ensaiados modelos econométricos relacionando os consumos (E) com o nível de actividade, o preço real da electricidade (P) e o preço relativo (preço da electricidade em relação aos preços do gásóleo e dos combustíveis domésticos PR).

Uma vez que os modelos de elasticidades constantes parecem os mais adequados ao estudo do comportamento dos consumos, tais modelos foram estimados tanto na forma de taxas de crescimento, como na forma de logaritmos. Quando estimados na forma de taxas de crescimento, os melhores resultados foram obtidos considerando separadamente os Serviços e Edifícios do Estado, tendo-se chegado aos seguintes modelos:

Serviços

$$\left(\frac{\Delta \hat{E}}{E} \right)_t = 1,0844 \left(\frac{\Delta PIB}{PIB} \right)_t - 0,7690 \left(\frac{\Delta PR}{PR} \right)_t$$

(0,3922) (0,2055)

$$R^2 = 0,538$$

$$\tilde{\ell} = 0,144$$

Os valores entre parêntesis representam as estimativas para os desvios padrões dos parâmetros. Para o ano de 1977 o modelo inclui também uma variável artificial associada ao PIB , cujo parâmetro é negativo.

A necessidade de introdução de uma variável artificial em 1977 está associada ao crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) em 1977, não associado a um crescimento correspondente no consumo de electricidade, pois o salto verificado no PIB deve-se à alteração do critério das Contas Nacionais.

Pode portanto concluir-se que, nos Serviços, o consumo de electricidade é elástico em relação ao PIB e tem uma elasticidade significativa mas inferior a um (em módulo), em relação ao preço relativo.

Edifícios do Estado

$$\left(\frac{\Delta E}{E} \right)_t = 0,39876 \left(\frac{\Delta VAB}{VAB} \right)_t - 0,312322 \left(\frac{\Delta PR}{PR} \right)_{t-1}$$

(0,16772) (0,16658)

$$R^2 = 0,661$$

$$\tilde{\ell} = -0,205$$

excepto em 1974 e 1977, anos em que o modelo inclui variáveis artificiais.

Nota: Os valores entre parêntesis representam as estimativas para os desvios padrões dos parâmetros.

A razão para a inclusão de uma variável artificial a afectar o parâmetro do VAB em 1977 é, de novo, a alteração verificada no critério das Contas Nacionais. Com o objectivo de tomar em conta o crescimento do consumo em 1974, enquanto o preço relativo em 1973 aumentou também, foi introduzida uma variável artificial associada ao preço relativo.

Assim, ignorando o comportamento anómalo em 1974 e 1977, pode concluir-se pela existência de elasticidades significativas, embora relativamente baixas, do consumo em relação ao VAB (Valor Acrescentado Bruto)⁽⁶⁾ e ao preço relativo do ano anterior.

No que se refere aos modelos estimados na forma de logaritmos, os melhores resultados foram obtidos tomando, conjuntamente, os Serviços mais os Edifícios do Estado, tendo-se chegado ao seguinte modelo:

$$\ln \hat{E}_t = -7,1488 - 0,4108 D + 1,1724 \ln VAB_t - 0,61286 \ln PR_t$$

(3,8781) (0,1202) (0,3148) (0,19293)

$$R^2 = 0,973$$

$$\tilde{\ell} = 0,234$$

$D = 1$ de 1977 em diante

$D = 0$ no período anterior a 1977

assim, depois de 1977 o modelo vem

$$\ln \hat{E}_t = -7,5596 + 1,1724 \ln VAB_t - 0,61286 \ln PR_t$$

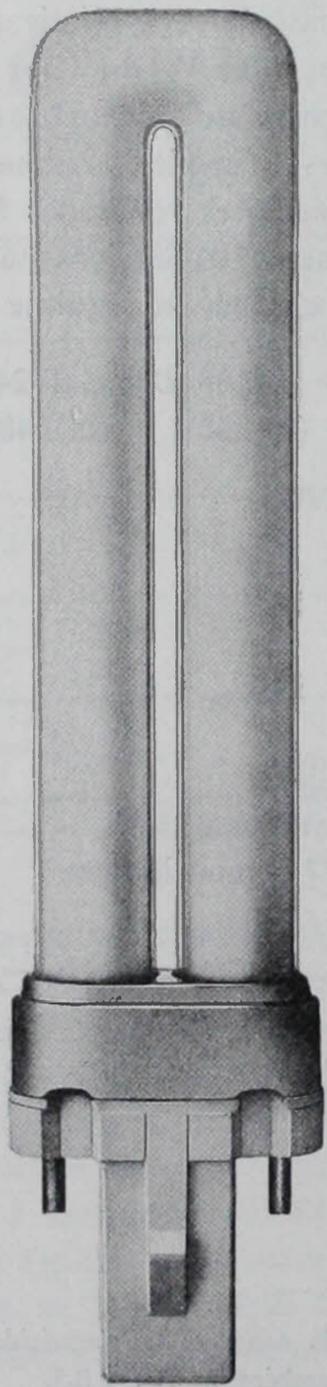
(3,9796) (0,3148) (0,19293)

$$R^2 = 0,973$$

$$\tilde{\ell} = 0,234$$

⁽⁶⁾ A elasticidade do consumo de electricidade em relação ao Consumo Público é também inferior a 0,5.

Como se chama esta nova lâmpada com a qual se poupam até 80% de energia eléctrica?



1.51ap

Os valores entre parêntesis representam as estimativas para os desvios padrões dos parâmetros.

A necessidade de introdução da variável artificial a partir de 1977 está associada, tal como aconteceu nos modelos estimados na forma de taxas de crescimento, à alteração do critério seguido pelas Contas Nacionais.

Assim, o consumo de electricidade nos Serviços e Edifícios do Estado, tomados conjuntamente, é elástico em relação ao Valor Acrescentado, sendo também sensível ao preço relativo: conforme seria de esperar, esta elasticidade preço é mais baixa do que aquela que se obtém ao considerar apenas os Serviços, e mais elevada do que a referente aos Edifícios do Estado.

2.2.2 — Modelos dos Consumos Domésticos e de Iluminação Pública

No estudo dos Consumos Domésticos e de Iluminação Pública, considerou-se um sistema de equações simultâneas do tipo recursivo: os consumos domésticos são explicados pela evolução de variáveis exógenas, sendo depois medida a relação entre a evolução dos consumos em iluminação pública e a evolução dos consumos domésticos. Uma vez que o sistema é recursivo, a sua estimação foi feita equação a equação, pelo método dos mínimos quadrados.

O estudo dos consumos domésticos de electricidade (E) foi feito relacionando a referida variável com a evolução do consumo privado, da população, do stock de habitações, do preço real e do preço relativo; a conclusão a que se chegou foi que o preço relativo, no ano corrente ou no ano anterior, não tem influência significativa na evolução dos consumos, que são mais afectados pelo preço real do ano corrente (P_t) que do ano anterior: o consumidor doméstico parece não substituir a electricidade pelos restantes combustíveis domésticos, respondendo apenas com uma redução no consumo, embora pequena, quando o preço aumenta em termos reais (a elasticidade preço real é bastante baixa).

Por outro lado, a evolução do stock de habitações (H) para ser mais relevante para explicar a evolução do consumo, podendo concluir-se que um aumento de 1% no stock de habitações leva a um acréscimo de cerca de 8% nos consumos domésticos de electricidade.

Uma vez que, também neste sector, os modelos de elasticidades constantes parecem os mais adequados, as estimativas foram obtidas quer na forma de taxas de crescimento, quer na forma de logaritmos, tendo os dois tipos de modelos conduzido a valores muito semelhantes para as elasticidades:

DULUX® da OSRAM.

$$\left(\frac{\Delta \hat{E}}{E} \right)_{dmot} = \frac{8,4878}{(0,7468)} \left(\frac{\Delta H}{H} \right)_t - \frac{0,17979}{(0,09332)} \left(\frac{\Delta P}{P} \right)_t$$

$$R^2 = 0,391$$

$$\tilde{\ell} = -0,165$$

$$\ln \hat{E}_{dmot} = -57,8990 + \frac{8,1765}{(1,5638)} \ln H_t - \frac{0,1547}{(0,0467)} \ln P_t$$

$$R^2 = 0,997$$

$$\tilde{\ell} = 0,273$$

Os valores entre parêntesis representam as estimativas para os desvios padrões dos parâmetros.

No caso do consumo de electricidade em Iluminação Pública (E), foi obtida uma elasticidade significativa (embora inferior a um) em relação aos consumos domésticos (E_{dom}); na forma de taxas de crescimento chegou-se ao seguinte modelo:

$$\left(\frac{\Delta \hat{E}}{E} \right)_t = \frac{0,45856}{(0,08582)} \left(\frac{\Delta E}{E} \right)_{dmot} + \frac{0,84957}{(0,31593)} \left(\frac{\Delta E}{E} \right)_{dmot} D$$

$$R^2 = 0,306$$

$$\tilde{\ell} = 0,214$$

com

$D = 1$ em 1979 e 1980

$D = 0$ nos restantes anos

e assim, excluindo os anos de 1979 e 1980, tem-se

$$\left(\frac{\Delta \hat{E}}{E} \right)_t = \frac{0,45856}{(0,08582)} \left(\frac{\Delta E}{E} \right)_{dmot}$$

$$R^2 = 0,306$$

$$\tilde{\ell} = 0,214$$

Na forma de logaritmos, o modelo obtido foi:

$$\ln \hat{E}_t = 0,29436 - \frac{0,11767}{(0,39462)} D + \frac{0,68102}{(0,05455)} \ln E_{dmot}$$

$$R^2 = 0,980$$

$$\tilde{\ell} = -0,022$$

com

$D = 1$ de 1975 em diante

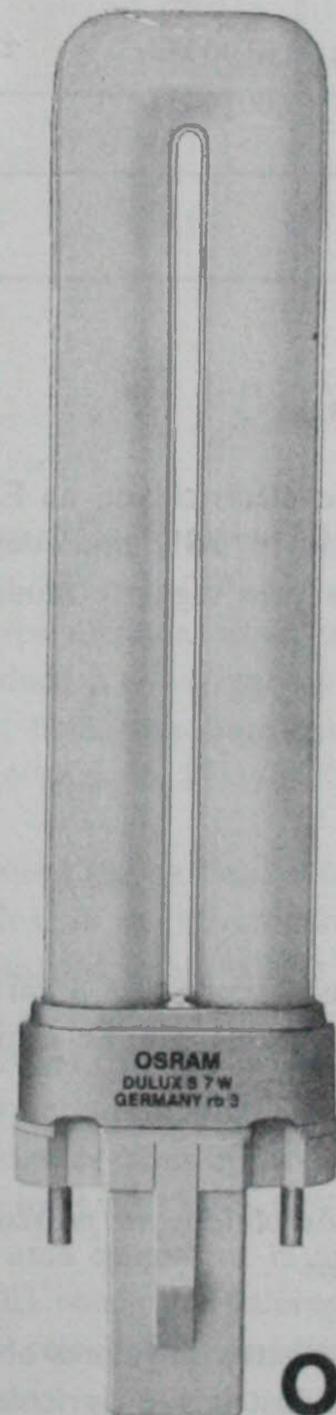
$D = 0$ no período anterior a 1975

Durante toda a sua vida útil – e a custos actuais da energia – uma DULUX® de 11 W economiza em relação à lâmpada incandescente de 75 W a quantia de Esc. 2445,00.

Lâmpada fluorescente de forma compacta DULUX® S, com casquilho unilateral e arrancador incorporado: Nas potências de 5 W, 7 W, 9 W, 11 W com tanta luz como lâmpadas incandescentes de 25 W, 40 W, 60 W e 75 W respectivamente.

Em relação à lâmpada incandescente: Consumo inferior até 80%, 5x mais duração, a mesma e agradável luz de trabalho.

DULUX® S – Torna a iluminação permanente ainda mais económica.



DULUX® S
em tamanho real

151bp

OSRAM

e assim, no período posterior a 1975, tem-se

$$\ln E_t = 0,17669 + 0,68102 \ln E_{domt}$$

(0,43080) (0,05455)

$$R^2 = 0,980$$

$$\tilde{\ell} = -0,022$$

Os valores entre parêntesis representam as estimativas para os desvios padrões dos parâmetros.

2.2.3 — Modelos dos consumos de electricidade nos Transportes e Elevação de água

A previsão dos consumos de electricidade nos transportes e Elevação de água é feita pela extrapolação da tendência observada nos últimos anos.

Transportes

No caso dos transportes, os consumos (E) têm crescido a uma taxa média anual constante de 1,9%, resultado obtido pela estimação do seguinte modelo:

$$\ln \hat{E}_t = 5,3170 + 0,019098 t$$

(0,0126) (0,001942)

$$R^2 = 0,906$$

$$\tilde{\ell} = 0,132$$

Elevação de água

O consumo de electricidade na Elevação de água (E) teve no período 1970-81, uma evolução linear, que pode ser expressa pelo seguinte modelo:

$$\hat{E}_t = 117,750 + 14,282 t$$

(5,800) (0,893)

$$R^2 = 0,962$$

$$\tilde{\ell} = 0,194$$

Nos dois casos, t representa a variável tempo e os valores entre parêntesis são as estimativas para os desvios padrões dos parâmetros.

2.2.4 — Resultados obtidos na previsão de valores já conhecidos

A comparação entre os valores observados para os consumos não industriais e agrícola em 1981 e os

valores previstos pelos modelos conduz a desvios de 0% a 1,8% a nível global: os consumos estimados excedem os consumos efectivamente verificados em menos de 2%.

Partindo dos valores já disponíveis para as taxas de crescimento do Valor Acrescentado nos Serviços e Edifícios do Estado, bem como do Produto Interno Bruto, no período de 1981-83 (7), foi possível utilizar os modelos na previsão dos consumos de electricidade nos sectores não industriais e agrícola (8) para 1983. Quanto ao stock de habitações (variável explicativa da evolução dos consumos domésticos) a hipótese formulada foi a de que o número de fogos concluídos em 1982 e 1983 foi igual ao de 1980 e 81. Na estimação do preço médio da electricidade, em 1983 passou a considerar-se um preço médio para os consumidores domésticos diferente do preço para os consumidores não domésticos, assumindo que a tarifa nacional passou a incidir sobre este tipo de consumidores situados no Porto (9), enquanto para os consumidores domésticos do Porto se considerou apenas um aumento de 45% em relação a 1982.

Os consumos assim previstos correspondem a pouco mais de 90% do valor efectivamente verificado (6 600 GWh contra 7 223 GWh). Uma vez que o crescimento tomado para o *PIB* e o *VAB* corresponde a valores observados, este desvio poderá estar relacionado, ou com hipóteses demasiado moderadas quanto ao stock de habitação (a elasticidade da procura residencial em relação ao stock de habitação é superior a 8), ou com dificuldades de cobrança no sector dos serviços (a elasticidade da procura deste sector em relação ao preço é -0,77); embora o preço relativo tenha aumentado, se a electricidade facturada não for paga, o preço sentido pelo consumidor terá vindo a decrescer.

3 — Previsão dos consumos de electricidade

3.1 — Previsão para 1985

A previsão dos consumos para 1985 foi feita com base nas taxas médias anuais de crescimento do produto para o período 1980-85, por sector origem, consideradas nos «Cenários de enquadramento macroeconómico do PEN».

Para o crescimento médio anual do stock de habitações no período 1980/85 considerou-se um valor de

(7) Fonte: Relatório do Banco de Portugal para 1983.

(8) Uma estimativa dos consumos industriais para 1983 não é viável enquanto não estiverem disponíveis os valores do *VAB* por sector de origem, com o necessário nível de desagregação.

(9) É de notar que este facto aumenta consideravelmente o preço médio do país, para o sector dos serviços.

QUADRO II
Previsão dos Consumos de Electricidade para 1985
(resultados desagregados)

	Modelo estimado na forma de taxas de crescimento [GWh]	Modelo estimado na forma de logaritmos [GWh]	Modelo que produziu melhores estimativas para 1981 [GWh]
Agricultura	177,0 ^(*)	177,0	177,0
Ind. Extractivas	106,2	104,4	104,4
Derivados Carvão e Petróleo	293,4 ^(*)	293,4	293,4
Prod. Metal. de Base	1 494,5	1 628,1	1 495,5
Porcelana e out. prod. min. não metálicos	511,6	540,6	540,3
Vidro	141,9	118,1	141,9
Cimento	583,5 ^(b)	598,6 ^(b)	598,6
Prod. Quím., art. plástico e borracha	1 333,5	1 794,8	1 333,5
Prod. Metálicos, Máq. e Mat. Transporte	1 261,4	1 254,1	1 254,1
Produtos Alimentares	622,8	655,9	655,9
Bebidas	97,5	90,7	97,5
Tabaco	9,3	9,1 ^(c)	9,1
Texteis, Vestuário, Calçado	1 367,5	1 294,1	1 367,5
Curtumes		25,0	
Madeiras e Cortiça	343,5	338,8	343,4
Papel e Tipografia	886,0	898,7	898,7
Construção e Obras Públicas	52,7	40,2	40,2
TOTAL	9 282,2	9 861,3	9 350,0
Crescimento médio anual 81/85	2,8%	4,3%	3,0%

(*) Modelo do tipo $\ln E_t = \beta_0 + \beta_1 t$.

(b) Consumo do Cimento em função do VAB do sector Materiais de Construção.

(c) Modelo linear.

1,2%, o que corresponde a assumir que o número de fogos concluídos em 1981 se mantém no período 82/85.

O preço real da electricidade foi obtido deflacionando o índice do preço médio da electricidade pelo índice de preços implícito no PIB, para o qual se considerou o crescimento apresentado nas grandes Opções do Plano para 1985 (26,6% em 1984 e 21,2% em 1985).

Nos Quadros II a IV são apresentadas as previsões obtidas para 1985, considerando as hipóteses acima referidas; os valores incluídos na primeira coluna de cada quadro correspondem aos resultados obtidos com os modelos estimados na forma de taxas de crescimento, enquanto os da segunda coluna correspondem aos modelos estimados na forma de logaritmos, constando da última coluna os resultados a que se chega utilizando, em cada subsector, o modelo que produziu melhores estimativas para 1981.

No caso dos sectores industriais e agrícola, são apresentados os resultados dos modelos estimados na

forma mais desagregada (Quadro II) e mais agregada (Quadro III).

Os três quadros incluem ainda os valores para o total da electricidade a consumir em 1985 nos respectivos subsectores, bem como as taxas de crescimento médias anuais no período 1981/85, associadas a tais valores.

Procurando sintetizar os resultados obtidos através dos vários modelos, se se retiver como plausível para os consumos industriais e agrícola o valor médio dos modelos que, no passado, produziram melhores estimativas (9 320 GWh) conjugado com o resultado dos modelos que apresentaram também maior aderência em 1981 nos restantes consumos (7 725 GWh), chega-se a um valor total de 17 045 GWh.

Comparando uma estimativa já disponível para os consumos em 1983 com estes valores, chega-se às seguintes taxas de crescimento médias anuais para o biénio 1983-85:

Categoria de Consumo	Estimativa para 1983 [GWh]	Previsão para 1985 [GWh]	Taxa de crescimento [%]
Industrial e Agrícola	9 094	9 320	1,2
Restante	7 223	7 725	3,4
Total	16 317	17 045	2,2

3.2 — Previsão para 1990

Considerando que não há alterações de estrutura, e tomando como referência o Cenário I de enquadramento macroeconómico do PEN, e admitindo que o crescimento do número de habitações concluídas seguiu o ritmo do quinquénio anterior (1,2% de crescimento médio anual), foram feitas projecções para os consumos de electricidade, de acordo com duas hipóteses alternativas:

H1 — Manutenção dos preços da electricidade em termos reais e relativos, em 1985/90;

H2 — Considerando que, actualmente, o preço da electricidade cobre apenas 2/3 dos custos marginais, numa perspectiva de aproximação das tarifas aos custos marginais, toma-se aqui um aumento de 33,3% nos preços após 1985, tanto em termos reais como relativos.

QUADRO III

Previsão dos Consumos de Electricidade para 1985 (resultados agregados)

SECTOR	Modelo estimado na forma de taxas de crescimento [GWh]	Modelo estimado na forma de logaritmos ^(a) [GWh]
Agricultura	177,0 ^(a)	177,0 ^(a)
Ind. Extractivas	106,2	104,4
Bens de Consumo	3 079,8	3 205,1
Bens Intermédios	4 657,3	4 508,5
Bens de Capital	1 261,4	1 254,1
Const. e Obras Públicas	52,7	40,2
TOTAL	9 334,4	9 289,3
Crescimento médio anual 81/85	2,9%	2,8%

(^a) Modelo que produziu melhores estimativas para 1981.

(^b) Modelo do tipo $\ln E_t = \beta_0 + \beta_1 t$.

No quadro V são incluídos os resultados dos modelos de acordo com estas duas hipóteses de evolução dos preços, para além das projecções do PEN 84, apoiadas nos modelos Medée/DFI para o mesmo cenário macroeconómico.

De acordo com os modelos econométricos, o consumo global deverá crescer entre 5 e 6% ao ano no período 1985/90, conforme a política de preços for de aproximação aos custos marginais ou de manutenção dos níveis actualmente praticados; mesmo na hipótese de preços mais restritiva, o consumo total excede o do PEN em 7,2%, percentagem que se eleva a 12,9% no caso dos preços reais e relativos serem constantes.

Analisando separadamente cada uma das categorias de consumo identificadas no Quadro, verifica-se que o consumo industrial e agrícola é, em qualquer das hipóteses consideradas, inferior ao do PEN 84 em mais de 10%, enquanto nos restantes consumos foram obtidos valores bem mais elevados que os do PEN 84 (mesmo na hipótese de preços mais restritiva, os consumos excedem os do PEN em 44,5%).

4 — Estimativas para elasticidades do consumo total de electricidade em relação ao preço e ao nível de actividade

4.1 — Elasticidades do consumo em relação ao preço

Mantendo o nível de actividade constante, considerando o crescimento médio anual do VAB de acordo

QUADRO IV

Previsão dos Consumos de Electricidade para 1985

SECTOR	Modelo estimado na forma de taxas de crescimento [GWh]	Modelo estimado na forma de logaritmos ^(c) [GWh]	Modelo que produziu melhores estimativas para 1981 [GWh]
Serviços	1 571,5	1 792,2	1 571,5
Edifícios do Estado	280,1		280,1
Consumos Domésticos	4 890,2	4 881,8	4 881,8
Iluminação Pública	374,9	387,9	387,9
Transportes ^(a)	271,4	271,4	271,4
Elevação de Água ^(b)	332,0	332,0	332,0
TOTAL	7 720,1	7 665,3	7 724,7
Crescimento médio anual 81/85	5,8%	5,6%	5,9%

(^a) Modelo do tipo $\ln E_t = \beta_0 + \beta_1 t$.

(^b) Modelo do tipo $E_t = \alpha_0 + \alpha_1 t$.

(^c) Modelo que a nível global, produziu melhores estimativas para 1981.

QUADRO V

Comparação das previsões obtidas para 1990 com as projecções do PEN 84

Categoria de consumo	H1: $\Delta P=0$	H2: $\Delta P=33,3\%$	PEN 84
Industrial e Agrícola [GWh]	11 450	10 970	12 782
Crescimento médio anual	{ 1981/90 3,6% 1985/90 4,2%	{ 3,1% 3,3%	
Restante [GWh]	11 240	10 570	7 314
Crescimento médio anual	{ 1981/90 6,9% 1985/90 7,8%	{ 6,2% 6,5%	
Total [GWh]	22 690	21 540	20 096
Crescimento médio anual	{ 1981/90 5,1% 1985/90 5,9%	{ 4,5% 4,8%	

com os «Cenários de enquadramento Macroeconómico do PEN», e fazendo variar o aumento no preço da electricidade de acordo com duas hipóteses alternativas em 1985, foram estimadas elasticidades do consumo em relação ao preço, quer a nível global, quer separando a indústria e agricultura dos restantes consumos, tendo-se chegado aos seguintes valores:

QUADRO VI

Elasticidades do Consumo em relação ao Preço da electricidade

TIPO DE MODELOS	Ind/Agr.	Restantes Consumos	Consumo global
Modelos desagregados	estimados na f. de taxas de crescimento	-0,16	-0,22
	estimados na f. de logaritmos	-0,13	-0,18
	apresentando melhor comportamento	-0,14	-0,20
Modelos agregados	estimados na f. de taxas de crescimento	-0,12	-0,19
	estimados na f. de logaritmos	-0,12	-0,17
	apresentando melhor comportamento		-0,19

Assim, pode concluir-se que, em termos globais, um aumento de 1% no preço da electricidade leva a uma redução no consumo de cerca de 0,2%; contudo, os resultados permitem ainda concluir que o valor da elasticidade varia com o tipo de consumo (enquanto nos consumos industriais e agrícolas a redução no consumo varia apenas entre 0,12 e 0,16%, nos restantes consumos a redução estará entre 0,23 e 0,28%⁽¹⁰⁾ tornando-se, portanto, bastante importante considerar a desagregação dos consumos.

Interessa ainda referir que, principalmente nos Consumos Industriais e Agrícolas, a resposta ao preço dá-se com um desfasamento de um ano na maior parte dos casos, pelo que os efeitos aqui medidos não têm

o seu impacto total no ano corrente: na quase totalidade dos sectores industriais a resposta do consumo só será sentida no ano seguinte.

4.2 — Elasticidades do consumo em relação ao nível de actividade

Mantendo agora o preço da electricidade no mesmo nível é possível fazer variar o nível de actividade, com o objectivo de obter elasticidades globais do consumo em relação ao nível de actividade, que são válidas para 1985, considerando constantes a capacidade produtiva e o stock de habitações.

Neste contexto, várias hipóteses foram consideradas:

- H1 — O valor do PIB em 1985 será 1% mais elevado do que se prevê de acordo com os Cenários Macroeconómicos do PEN, sendo mantida a estrutura de tais cenários;
- H2 — O crescimento médio anual do Valor Acrescentado será 1% mais elevado do que se prevê nos cenários Macroeconómicos do PEN, sendo mantida a estrutura de tais cenários;
- H3 — O crescimento médio anual do PIB será 1% mais elevado do que se prevê nos referidos cenários, sendo tal aumento concentrado em Serviços;
- H4 — O crescimento médio anual do PIB será 1% mais elevado do que se prevê nos referidos cenários, sendo tal aumento concentrado em Indústria.

No Quadro VII são apresentadas as elasticidades resultantes de cada uma destas hipóteses, podendo retirar-se as seguintes conclusões:

- É legítimo considerar que a elasticidade do consumo global em relação ao PIB é constante (diferentes variações no crescimento do PIB implicam elasticidades sensivelmente iguais) facto que não é surpreendente, uma vez que a maior parte dos subsectores apresentam elasticidade constante em relação ao PIB;
- Por outro lado, a uma elasticidade global de cerca de 0,5 estão associadas elasticidades de dimensão bem diferente, se se distinguirem os consumos industriais dos restantes (os consumos industriais são bem mais sensíveis ao PIB que os restantes consumos) pelo que se torna indispensável desagregar os consumos. Interessa ainda notar que, a nível dos consumos não industriais,

⁽¹⁰⁾ Mesmo a nível dos consumos não industriais e agrícolas, será útil lembrar a diferença entre a dimensão da elasticidade nos serviços e edifícios do Estado (-0,6) e nos consumos domésticos (elasticidade inferior a -0,2).

QUADRO VII
Elasticidade do Consumo em relação ao PIB

TIPO DE MODELOS		Ind/Agr.	Restantes Consumos	Consumo global
H1 Modelos desagregados	estimados na f. de taxa de crescimento	0,60	0,23	0,43
	estimados na f. de logaritmos	0,99	0,26	0,67
	apresentando melhor comportamento	0,72	0,23	0,50
Modelos agregados	estimados na f. de taxa de crescimento	0,58		0,42
	estimados na f. de logaritmos	0,77		0,54
	apresentando melhor comportamento			0,53
H2 Modelos desagregados	estimados na f. de taxa de crescimento	0,61	0,24	0,44
	estimados na f. de logaritmos	1,03	0,27	0,70
	apresentando melhor comportamento	0,74	0,24	0,52
Modelos agregados	estimados na f. de taxa de crescimento	0,60		0,44
	estimados na f. de logaritmos	0,78		0,55
	apresentando melhor comportamento			0,54
H3 Modelos desagregados	estimados na f. de taxa de crescimento		0,25	0,11
	estimados na f. de logaritmos		0,57	0,25
	apresentando melhor comportamento		0,25	0,11
Modelos agregados	estimados na f. de taxa de crescimento			0,11
	estimados na f. de logaritmos			0,26
	apresentando melhor comportamento			0,11
H4 Modelos desagregados	estimados na f. de taxa de crescimento	1,20		0,66
	estimados na f. de logaritmos	2,07		1,16
	apresentando melhor comportamento	1,48		0,81
Modelos agregados	estimados na f. de taxa de crescimento	1,19		0,65
	estimados na f. de logaritmos	1,55		0,85
	apresentando melhor comportamento			0,85

é importante distinguir os Serviços (elásticos em relação ao *PIB*) dos consumos domésticos e outros consumos, que não são directamente afectados pelo *PIB*.

- É interessante notar as diferentes elasticidades do consumo em relação ao *PIB*, conforme a variação no *PIB* provém dos Serviços (H3) ou da Indústria (H4). Um aumento percentual no *PIB* concentrado em serviços conduz a uma resposta nos consumos globais igual ou inferior a 0,25%, enquanto o mesmo aumento concentrado em Indústria provoca uma resposta nos consumos globais igual ou superior a 0,65%.

5 — Conclusões

Em síntese, as principais conclusões a retirar do presente estudo são as seguintes:

- A explicação para os baixos valores estimados para os consumos não industriais e agrícolas em 1983 em relação aos valores verificados, deverá estar no facto do preço sentido pelo Sector dos Serviços corresponder apenas à parte efectivamente paga;
- A evolução aqui prevista para os consumos em 1984/85 corresponde à continuação do desvio já observado em 1983, ficando aquém do crescimento recentemente registado;
- As previsões a que se chegou estão associadas a consumos totais mais elevados do que os resultantes dos modelos Medée/DFI, com uma diferença de estrutura bem marcada; os consumos não industriais e agrícolas aqui obtidos são bastante mais elevados, enquanto na indústria e agricultura os valores são inferiores aos do PEN 84;
- A nível global, foi obtida uma elasticidade do consumo em relação ao preço de cerca de -0.2, sendo no entanto importante distinguir os consumos industriais dos restantes, cuja elasticidade preço é mais elevada que no caso da indústria, acrescendo ainda que neste tipo de consumos uma parte considerável da resposta ao preço apresenta um desfasamento de um ano;
- A nível global, chegou-se a uma elasticidade do consumo em relação ao *PIB* de cerca de 0,5, tornando-se também aqui importante fazer a desagregação dos consumos — os consumos industriais são mais sensíveis a variações no *PIB* que os restantes consumos, o que significa que a mesma variação percentual no *PIB* tem bastante menos impacto nos consumos de electricidade se for proveniente dos serviços, que se for proveniente da Indústria.

FONTES BIBLIOGRÁFICAS

- [1] INE, *Anexo ao Boletim Mensal de Estatística*, n.º 12, 1982.
- [2] *Cenários de Enquadramento Macroeconómico do PEN*, Departamento Central de Planeamento, Ministério das Finanças e do Plano.
- [3] INE, *Contas Nacionais*.
- [4] *Estatística da Actividade Industrial*, Gabinete de Estudos e Planeamento do Ministério da Indústria e Energia.
- [5] INE, *Estatísticas da Construção e Habitação*.
- [6] DGE, *Estatísticas das Instalações Eléctricas em Portugal*.
- [7] INE, *Estatísticas Industriais*.
- [8] INE, *Recenseamento da População e Habitação*, 1981
- [9] *Relatórios do Banco de Portugal*