

NOTAS ECONÓMICAS

3

ROBERT BOYER LES CAPITALISMES VERS LE XXI^{ème} SIÈCLE (I)

PAULINO TEIXEIRA TAX DISTORTIONS AND THE INTER-INDUSTRY WAGE STRUCTURE

ADELINO FORTUNATO ESTRUTURAS DE MERCADO, INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E PODER DE MONOPÓLIO

MARGARIDA ANTUNES A COORDENAÇÃO INTERNACIONAL DE POLÍTICAS MACROECONÓMICAS

MARIA DE FÁTIMA PINHO/JOSÉ COSTA AS FUNÇÕES PREÇO-HEDÓNICAS NO MERCADO DE HABITAÇÃO

JOÃO ARRISCADO NUNES A POÉTICA E A POLÍTICA DA CIÊNCIA ECONÓMICA

REVISTA DA FACULDADE DE ECONOMIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

82
83

As Funções Preço-Hedónicas no Mercado de Habitação do Porto e Aveiro

Maria de Fátima Marques Teixeira Lopes Pinho Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Aveiro
José da Silva Costa Faculdade de Economia da Universidade do Porto

resumo

A estimação de funções preço-hedónicas permite determinar como o preço de um bem varia com os seus atributos. Neste artigo aplicamos este modelo de análise ao mercado de habitação das cidades do Porto e Aveiro.

résumé / abstract

L'estimation de fonctions prix-hédoniques (hedonic-price functions) permet de déterminer la façon dont le prix d'un bien varie en fonction de ses attributs. Dans cet article, on procède à une application de ce type d'analyse sur les marchés du logement des villes de Porto et Aveiro.

The estimation of hedonic price functions allows to determine how the price of a good changes with its attributes. In this paper we apply this model of analysis to the housing market in the cities of Porto and Aveiro.

1. Introdução



Uma característica importante da habitação é a de ser um bem diferenciado. Esta heterogeneidade resulta dos diferentes atributos que a habitação contém, pelo que unidades habitacionais com o mesmo preço podem ser diferentes em tamanho, na idade, na qualidade de construção e dos seus envolventes e na sua localização. Quando se escolhe uma habitação tem-se em conta não só o bem em si, como e principalmente os atributos atrás mencionados que cada uma contém. É esta heterogeneidade que eleva os custos de transacção para se mudar de habitação, incluindo não só os custos de pesquisa, como os legais, os de ajustamento à nova habitação e até os psíquicos.

Há, assim, interesse em se usar a teoria lancasteriana do consumo (Lancaster, 1966) para se proceder à análise dum bem deste tipo. Esta teoria atende às qualidades intrínsecas dos bens e vê-os como *inputs* do processo de consumo, transformando o cabaz de bens comprados num cabaz de características.

Assim, como o consumidor está interessado nas características dos bens, ele irá fazer uma ordenação da sua preferência atendendo aos atributos dos mesmos. Desta forma, os bens vão ser representados por um vector de n características objectivamente medidas e o consumidor vai agir atendendo às suas preferências, escolhendo a combinação de atributos que maximizam a sua utilidade, sujeita às restrições impostas.

Segundo Sherwin Rosen (1974) os preços observados destes produtos e o montante de características que lhes estão associadas definem um conjunto de preços implícitos ou preços-hedónicos. Os preços-hedónicos, sendo preços implícitos, são revelados aos agentes económicos a partir dos preços observados dos produtos diferenciados.

O interesse da investigação empírica dos modelos hedónicos deriva da possibilidade de, por um lado, determinarem a forma como o preço duma unidade do bem varia com o conjunto dos seus atributos e, por outro, de estimarem as funções oferta e procura por características. Neste trabalho fazemos uma aplicação ao mercado de habitação das cidades do Porto e Aveiro, estimando uma função hedónica de preços. A indisponibilidade de dados impede-nos de estimar funções oferta e procura de características.

2. A Base Teórica

A base de toda a teoria hedónica é atribuível a Rosen (1974), embora as primeiras contribuições sejam de Court (1939), de Tinbergen (1971) e de Griliches (1971). Rosen difere de Lancaster porque analisa não só o comportamento do consumidor como também o equilíbrio do mercado. Aquele autor considera que as estimativas de preços hedónicos existentes na altura, apenas forneciam informação aos consumidores e fornecedores, mas nada diziam sobre a estrutura do mercado subjacente.

Rosen considera o bem definido por um vector de características, $z = z(z_1, \dots, z_n)$, e $p(z)$ a sua função de preço hedónica, definida por alguns autores como de equilíbrio de mercado (em geral $p(z)$ é não linear e deve resultar da interacção entre vendedores e compradores). As empresas e as famílias tomam as suas decisões num mercado competitivo, considerando o preço como um dado.

As famílias detêm uma função utilidade $u = u(x, z)$, em que x é um bem compósito cujo preço é a unidade, e vão maximizar aquela função sujeita a uma restrição orçamental não linear, $y = p(z) + x$. As condições de primeira ordem vão exigir que $\partial p / \partial z_i = p_i = u_{z_i} / u_x$, com $i = 1, \dots, n$.

Um aspecto muito importante da teoria de Rosen é a sua função procura-rendimento $\theta(z_i, u, y, \alpha)$ em que α é um parâmetro que difere de família para família traduzindo a componente gostos. Este autor define-a como o montante de dinheiro que o consumidor está disposto a pagar por



valores alternativos de z , para um determinado nível de utilidade e rendimento. Rosen mostra que $\theta_1 = u_z u_x$ é a curva da procura compensada. E se o preço for dado, a utilidade é maximizada quando $\theta(z^*; u^*, y, \alpha)$, em que $*$ representa quantidades óptimas.

Como o preço é determinado no mercado, o lado da oferta também deve ser considerado. Assumem-se rendimentos de escala constantes, detendo cada empresa uma função custo $c(z; \beta)$, em que β é o preço dos factores de produção. A empresa vai maximizar a sua função lucro $\pi = p(z) - c(z; \beta)$, conduzindo a que $p_i = c_i$. Define-se também uma função oferta $\phi(z; \pi, \beta)$. Se os lucros são maximizados então $\phi(z^*, \phi^*, \beta) = p(z^*)$.

3. A Função Hedónica de Preços

Os analistas urbanos reconhecem o valor da função preço hedónica na interpretação dos aspectos públicos e locacionais das políticas, embora com certas limitações. Existe, pois, um interesse objectivo na estimação deste tipo de funções.

Levantam-se, no entanto, alguns problemas na estimação da função preço hedónica. De acordo com Linneman (1980), estes problemas ficam a dever-se à interpretação dos coeficientes estimados em termos das funções oferta e procura e ao enviesamento introduzido pelas variáveis omitidas.

Outras duas fontes muito importantes de enviesamento na estimação derivam da escolha da forma funcional e da própria amostra. Em relação ao primeiro aspecto a teoria não fornece grandes restrições às formas funcionais, existindo trabalhos empíricos que as especificam como lineares ou loglineares. No entanto, Halvorsen e Polakowski (1981) propuseram a utilização do modelo de Box-Cox (1964), embora Griliches (1971) já o tivesse feito anteriormente. Este modelo permite determinar a especificação funcional que melhor se ajusta em termos de probabilidade logarítmica, através da transformação da variável dependente. O modelo a ser ajustado é $W = X\beta + \varepsilon$ e a transformação a ser feita é:

$$W = \begin{cases} (Y^\lambda - 1)/\lambda & \text{se } \lambda \neq 0 \\ \ln Y & \text{se } \lambda = 0 \end{cases}$$

A estimação de λ (coeficiente de transformação) é feita usando o método da máxima verosimilhança, assumindo que $\varepsilon \sim N(0, I\sigma^2)$ ¹.

Os passos a seguir são:

i) Define-se o intervalo $[-2, 2]$ ou $[-1, 1]$, seleccionando-se um λ desse intervalo, que vai sendo incrementado² de acordo com os passos seguintes.

ii) Para o λ escolhido avalia-se:

$$L_{\max}(\lambda) = -\frac{1}{2} n \ln \sigma^2(\lambda) + \ln J(\lambda, Y)$$

em que:

n é o número de observações

$$J(\lambda, Y) = \prod \frac{\partial W_i}{\partial Y_i} = \prod Y_i^{\lambda-1, i}$$

$$\sigma^2(\lambda) = W'(I - X(X'X)^{-1}X')W / n^3$$

$$\ln J(\lambda, Y) = (\lambda - 1) \sum \ln Y_i$$

Reescrevendo a função $L_{\max}(\lambda)$, esta fica agora:

1 O termo erro tem distribuição normal, com média 0 e variância 1, em que I é uma matriz identidade.

2 Ohsfeldt (1988) utilizou o intervalo $[0, 1]$, com incrementos de 0.1.

3 W , X , Y , e I são matrizes, daí esta representação.

$$L_{\max}(\lambda) = -\frac{1}{2} n \ln(\text{SQR}) + (\lambda - 1) \sum \ln Y_i$$

em que SQR é a soma do quadrado dos resíduos.

iii) Depois de se calcular a equação acima para os vários valores de λ do intervalo pretendido, escolhe-se aquele valor que maximiza $L_{\max}(\lambda)$. Este λ é o estimador $\hat{\lambda}$ de máxima verosimilhança. Normalmente, arredonda-se o valor de λ encontrado para o valor mais próximo de um dos elementos do seguinte conjunto de valores $\{-2; -1.5; -1; -0.5; 0; 0.5; 1; 1.5; 2\}$.

Se o valor de λ assim determinado tiver um valor igual à unidade, a forma funcional será a linear. Se o valor for de $\lambda=0$, prova-se pela regra de L'Hôpital, que aquela tem a forma logarítmica.

O valor de λ pode ser estimado não utilizando a função de máxima verosimilhança, embora este seja um método mais empírico. Transforma-se a variável dependente para vários valores de λ . Depois regridem-se as transformações nas variáveis independentes pelo método dos mínimos quadrados e escolhe-se aquele valor de λ que minimize ou maximize alguma estatística apropriada da análise de regressões.

O método mais preciso é o da máxima verosimilhança, porque se pode estabelecer um intervalo de confiança apropriado ajustando-se apenas o modelo interessado e não um mais complicado, como o exigido no segundo método.

A maior dificuldade na utilização da transformação de Box-Cox decorre do facto de a análise do bem habitação se servir de um grande número de variáveis "dummy"⁴, obrigando a que a transformação dessas variáveis tenha que ser a linear, pelo que este método deverá ser aplicado apenas às variáveis contínuas ou apenas à variável a ser explicada.

Em relação ao problema levantado pela escolha da amostra é necessário ter em conta a extensão geográfica do mercado, porque a amostra representa sempre apenas uma parte do mesmo.

4. Funções Preço-Hedónicas para as Cidades do Porto e Aveiro

Com base em duas amostras de 419 e 135 observações (respectivamente para as cidades do Porto e Aveiro) e recorrendo ao procedimento de Box-Cox estimou-se funções hedónicas de preços para os mercados de habitação. A amostra das habitações da cidade do Porto diz respeito ao período Outubro/Novembro de 1991 e a de Aveiro a Outubro de 1991. A amostra do Porto contempla apartamentos de um ou dois pisos e as tipologias variam desde os T1 aos T6. Em Aveiro as tipologias variam desde os T0 aos T4, sendo igualmente contemplados os apartamentos de um ou dois pisos.

Segundo Parsons (1990), as variáveis dividem-se em estruturais e não estruturais. As primeiras dizem respeito aos atributos específicos da casa e as segundas à sua localização e envolventes. Daí que esta última variável (zonas) seja considerada como uma variável não estrutural, e as restantes como variáveis estruturais.

As variáveis utilizadas no modelo podem igualmente ser divididas em contínuas, discretas e "dummy" ou dicotómicas. Como variáveis contínuas temos a variável dependente ("preço") e a "área". "número de quartos", "número de quartos de banho", "andar", "número de pisos", "acabamento", "número de serviços" e "idade" são variáveis discretas. Todas as restantes são variáveis dicotómicas tomando o valor 1 ou 0.

Os atributos das habitações considerados são os apresentados no Quadro 1.

4 Variáveis que admitem apenas o valor zero ou um, também designadas por dicotómicas.

**Quadro 1: Atributos das habitações**

Atributo		Descrição
área		expressa em metros quadrados
número de quartos		esta variável está positivamente correlacionada com a área em consequência do artigo 67º do Decreto-Lei 650/75 de 18 de Novembro. Há contudo interesse em considerar esta variável, porque para consumidores de rendimentos mais baixos é normal estarem mais preocupados com o número de quartos do que com a área. A tipologia x+1 é para efeitos de estimação considerada igual a x mais meio quarto.
número de quartos de banho		surge igualmente correlacionada com o número de quartos (artigo 84º do Decreto-Lei 650/75)
lareira		tornando a habitação mais agradável é um atributo que tende a ser valorizado pelos consumidores.
número de pisos		para contemplarem a existência de duplexes.
varanda		aglutina-se aqui varandas e terraços.
marquise		funciona muitas vezes como lavandaria, justificando a importância que pode assumir para o consumidor.
andar		o nível de andar, particularmente em algumas zonas, surge correlacionado com o preço da habitação.
acabamento		admite-se quatro tipos de acabamento (fraco=1; médio=2; acima da média=3; luxo=4). A disponibilidade de mármore, e/ou cozinhas de marca, e/ou régua no chão deram a pontuação máxima. A existência de tijoleira e alcatifas foi interpretada como acabamento médio. A colocação de parquet conduziu à atribuição de pontuação acima da média.
número de serviços		disponibilidade de parabólica, vídeo-porteiro, vidros duplos, jardim e dois ou mais elevadores.
garagem		a existência de lugares cobertos destinados ao estacionamento de automóveis, mesmo que não sejam individuais.
usado		esta variável capta melhor o efeito sobre o preço da habitação ser usada do que o número de anos após a sua construção, porque há uma relação não linear entre preço e período de vida dos fogos.
idade		número de anos após a construção da habitação.
zonas do Porto	Z1	(Centro)-parte oriental da cidade desde a Rotunda da Boavista até ao Campo 24 de Agosto (zona antiga da cidade).
	Z2	(Antas)-parte da freguesia de Paranhos, Av. Fernão de Magalhães (parte esquerda)
	Z3	(Foz)-até metade da Av. Marechal Gomes da Costa, Praça do Império até à piscina do Fluvial.
	Z4	(Carvalhido)-engloba parte da freguesia de Paranhos
	Z5	(Areosa)-parte final da zona das Antas e Av. Fernão de Magalhães, parte da Circunvalação e Rua de Costa Cabral, Rua Afonso Henriques.
	Z6	(Campanhã)-freguesia do mesmo nome, toda a zona oriental da cidade
	Z7	(Boavista)-raio de um quilómetro da Rotunda da Boavista e mais uma parte da avenida do mesmo nome.
	Z8	(Marquês)-parte de Costa Cabral e da Constituição até Serpa Pinto, e metade de Santa Catarina.
zonas de Aveiro	Z1	(Avenida)-compreende a avenida Dr. Lourenço Peixinho e algumas das partes iniciais das artérias que lhe são perpendiculares.
	Z2	(Bairro do Liceu)-zona que envolve duas das escolas secundárias.
	Z3	(Sá-Barrocas)-urbanização que fica próximo da avenida, mas que faz fronteira com a freguesia de Esqueira.
	Z4	(Esqueira)-compreende a freguesia do mesmo nome.
	Z5	(Forca-Vouga)-zona nova em fase de construção, alargando a cidade para sul e nascente.
	Z6	(Tribunal)-zona antiga, próxima doutra escola secundária e aglutinando a baixa de Santo António.
	Z7	(Mário-Sacramento)-Rua do mesmo nome, que vai desde o última zona, até ao limite urbano da cidade.
	Z8	(Praça-Peixe)-compreende as artérias da zona de pescadores da beira-mar.

Para a estimação do modelo vai ser utilizado o procedimento de Box-Cox, mas apenas para a variável dependente, com o objectivo de procurar a forma funcional mais correcta.

A transformação utilizada é a seguinte:

$$W = \begin{cases} (Y^{\lambda}-1)/\lambda g^{\lambda} & \text{se } \lambda \neq 0 \\ g \ln Y & \text{se } \lambda = 0 \end{cases}$$

em que g é a média geométrica de Y. Primeiro, transforma-se o preço, utilizando a fórmula acima apresentada para valores pertencentes ao intervalo [-1,1]. Depois, aqueles preços transformados são usados como variáveis dependentes das regressões, que têm como variáveis independentes as várias características da habitação. Escolhe-se o valor de λ e a regressão que apresenta o valor mais elevado do teste F.

Para a cidade de Aveiro o valor encontrado para λ foi de -0.2. Na cidade do Porto o λ usado é de 0.4. As estimações para a cidade do Porto implicaram a consideração de diferentes combinações de variáveis independentes dado o seu elevado número em relação à capacidade do programa estatístico usado. Escolheu-se a combinação que assegura o maior R² ajustado e o maior valor da estatística F.

Qualquer das regressões é significativa para um intervalo de confiança de 95%, o que indica que o preço está relacionado com as variáveis independentes, rejeitando a hipótese dos coeficientes serem todos nulos.

Na regressão relativa ao mercado de habitação da cidade do Porto, doze coeficientes, excluindo o termo constante, são significativos a 95%, sendo o caso do “número de quartos”, “área”, “número de quartos de banho”, “marquise”, “lareira”, “andar”, “acabamento”, “usado”, “aquecimento”, “Z3 (Foz)”, “Z5 (Areosa)”, e “Z7 (Boavista)”.

Quadro 2: Regressão para a cidade do Porto (l=0.4)			
Variável independente	coeficientes	desvio padrão	valor t
constante	66.30857	4.77220	13.89480
número de quartos	3.26035	1.15032	2.83430
área	0.29581	0.02439	12.12830
número de quartos banho	6.12422	1.24801	4.90720
marquise	-4.09260	1.40329	-2.91640
lareira	3.79854	1.48021	2.56290
andar	1.34131	0.30058	4.46250
acabamento	3.07233	1.11104	2.76530
usado	-7.66491	1.60159	-4.78580
número pisos	-1.57663	2.74821	-0.57370
aquecimento	17.19832	4.30208	3.99770
parabólica	7.10642	4.65265	1.52740
Zona 1	-0.23155	0.00270	3.35080
Zona 2	-2.57940	0.02688	1.58950
Zona 3	26.39924	0.01292	0.24320
Zona 4	-2.75839	0.01695	-0.27020
Zona 5	-13.37209	0.02046	0.88120
Zona 6	-3.14617	0.01316	0.05200
Zona 7	12.85693	0.00943	0.10110

Oito dos dezoito coeficientes são negativos. Em seis deles o sinal era o esperado. O preço vai variar inversamente quer com o “número de pisos” (duplexes para uma mesma tipologia têm uma área superior apresentando um preço relativamente mais baixo), quer com a variável “usado” (os





apartamentos usados são mais baratos, mesmo que pouco), quer com as zonas "Centro", "Carvalhido", "Areosa" e "Campanhã" (zonas mais antigas ou periféricas ou sem envolventes onde os preços médios são mais baixos).

Não se entende o sinal negativo em marquise (embora em Aveiro isso também se verifique) e na zona das "Antas", porque estes atributos em princípio deveriam elevar o preço. Em relação à zona das "Antas", o sinal talvez se possa explicar pela idade dos apartamentos nesta zona, a sua idade média é de 3.3 anos. Contudo este resultado é irrelevante, dado que o coeficiente não é significativo.

Na regressão relativa a Aveiro onze coeficientes, excluindo o termo constante, são significativos a 90%. Estes coeficientes dizem respeito ao "número de quartos", "área", "garagem", "andar", "número de pisos", "marquise", "acabamento", "Z1 (Avenida)", "Z6 (Tribunal)", "Z4 (Esgueira)", "Z5 (Forca-Vouga)". Para um intervalo de confiança de 95% apenas são significativos os primeiros oito coeficientes.

O sinal dos coeficientes é o esperado para vinte um deles. No entanto, em quatro é contrário ao que se esperaria. Foi o que se verificou em "marquise", "parabólica", "dois elevadores ou mais" e "usado" em que se esperava sinal positivo nos três primeiros e negativo no quarto.

Também aqui se não entende o sinal negativo em "marquise", "parabólica" e "dois elevadores ou mais", porque nem correlacionados estão e a existência destes elementos deveria em princípio elevar o preço, já que são sinónimo de melhores acabamentos. Em relação à "marquise" talvez pelo facto desta estar negativamente (ainda que só em termos médios) correlacionada com a zona "Forca-Vouga" possa explicar o sinal do seu coeficiente, se grande percentagem de "marquises" se situarem nesta zona. Também não se entende o sinal positivo de "usado", já que este deveria diminuir o preço. No entanto, na amostra de Aveiro quase não existem usados podendo os preços dos existentes estar altamente correlacionados com o dos novos, o que inclusivamente poderá originar variações negativas na "idade" mais pequenas do que as esperadas. Mas dado que os coeficientes destes dois últimos atributos não são significativos, esta conclusão pode ser considerada irrelevante.

Quadro 3: Regressão para a cidade de Aveiro ($I=0.2$)

Variável independente	coeficientes	desvio padrão	valor t
constante	4.09488	0.01477	277.30000
número de quartos	0.01121	0.00267	4.19960
área	0.00093	0.00011	8.62910
garagem	0.00918	0.00376	2.43990
lareira	0.00252	0.00343	0.73520
andar	0.00157	0.00527	2.98670
número de pisos	-0.01489	0.00603	-2.46720
idade	-0.00215	0.00299	-0.71860
número quartos banho	0.00239	0.00460	0.51950
marquise	-0.01792	0.00663	-2.70260
varanda	0.00072	0.00533	0.13454
acabamentos	0.00903	0.00270	3.35080
usado	0.04273	0.02688	1.58950
número de serviços	0.00314	0.01292	0.24320
parabólica	-0.00458	0.01695	-0.27020
vídeo-porteiro	0.01803	0.02046	0.88120
jardim	0.00068	0.01316	0.05200
vidros duplos	0.00095	0.00943	0.10110
elevadores 2 ou mais	-0.03182	0.02232	-1.42540
Zona 1	0.01786	0.01057	1.68950
Zona 2	0.01138	0.00730	1.55940
Zona 3	-0.00367	0.00915	-0.40120
Zona 4	-0.01652	0.00887	-1.86280
Zona 5	0.02315	0.01226	1.88850
Zona 6	0.06609	0.01478	4.47120
Zona 7	0.00900	0.01178	0.76410



Sete dos vinte e cinco coeficientes são negativos. Em quatro deles o sinal era o esperado. O preço vai variar inversamente com o número de pisos (os duplexes para uma mesma tipologia têm uma área superior apresentando normalmente um preço relativamente mais baixo), com a idade (os apartamentos mais velhos são mais baratos, mesmo que pouco) e com as zonas "Sá-Barrocas" e "Esgueira" (zonas mais periféricas onde os preços médios são mais baixos).

4.1. Os Preços Implícitos

Os preços marginais ou preços sombra são obtidos pela derivada da função preço ajustada em ordem a cada um dos atributos, como já foi dito atrás, ou seja, $\delta \hat{P} / \delta z_i$, em que z_i representa o atributo de ordem i , e traduzem a alteração sofrida no preço face à variação de uma unidade adicional do atributo considerado.

No entanto, e porque sendo $(Y^\lambda - 1) / \lambda = W$, a transformação atrás já referida, temos que $Y = (\lambda W + 1)^{1/\lambda}$ donde $\delta Y / \delta z_i = (\lambda W + 1)^{(1-\lambda)/\lambda} \delta W / \delta z_i$. Como Y representa o preço, temos que o preço marginal é função, não só da derivada da equação transformada em ordem ao atributo i , como da própria equação transformada, o que torna complicada a sua interpretação.

Follain e Jimenez (1985) realçam o aspecto do preço marginal ser determinado simultaneamente ao longo da função e com a escolha da quantidade da característica consumida, caso o preço seja não linear, tal como acontece com a transformação atrás referida. Assim, a análise a ser efectuada vai apenas indiciar o sentido da variação que os atributos irão provocar nos preços.

Interessará analisar quais são as zonas nas duas cidades que originam maiores alterações do preço transformado. Em Aveiro é a zona do "Tribunal" seguida da zona "Forca-Vouga", que provocam as maiores variações positivas, o que não será de estranhar se se atender a que na primeira há muitos espaços verdes, e a segunda é uma zona em urbanização que em princípio será dotada também de boas infraestruturas. As zonas de "Sá-Barrocas" e de "Esgueira" afectam negativamente o preço, principalmente a última, talvez devido ao facto de serem zonas mais periféricas.

Em relação à cidade do Porto a zona que origina maior alteração positiva é a da "Foz", logo seguida da "Boavista", o que vem confirmar o que foi dito anteriormente. A "Areosa" é a zona que maior variação negativa provoca no preço transformado. Portanto, quer numa cidade quer noutra, a localização parece afectar significativamente o preço.

Outros atributos que têm interesse em associar-se a alterações do preço, são os que estão intimamente ligados ao tipo de serviços. Assim a existência de "aquecimento" central provoca na cidade do Porto uma grande variação positiva no preço, bem como "lareira" e "acabamentos", estando estes ligeiramente correlacionados. Este facto pode induzir uma oferta mais cara, se o acréscimo do preço for superior ao do custo que está associado a cada um dos atributos.

Em Aveiro a existência de "dois ou mais elevadores" provoca uma variação negativa, o que talvez se entenda por este estar positivamente correlacionado com a idade⁶. O "número de serviços", por sua vez, provoca uma variação positiva no preço, bem assim como "vídeo-porteiro" já que esta variável está bastante correlacionada com a anterior.

5 $(Y^\lambda - 1) / \lambda = W \Leftrightarrow Y^\lambda = \lambda W + 1 \Leftrightarrow Y = (\lambda W + 1)^{1/\lambda}$

$$\frac{\delta Y}{\delta z_i} = \frac{dY}{dW} \frac{\delta W}{\delta z_i} \Leftrightarrow \frac{\delta Y}{\delta z_i} = \frac{d[(\lambda W + 1)^{1/\lambda}]}{dW} \frac{\delta W}{\delta z_i} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{\delta Y}{\delta z_i} = \frac{1}{\lambda} \lambda (\lambda W + 1)^{(1-\lambda)/\lambda} \frac{\delta W}{\delta z_i} \Leftrightarrow \frac{\delta Y}{\delta z_i} = (\lambda W + 1)^{(1-\lambda)/\lambda} \frac{\delta W}{\delta z_i}$$

6 Convém referir que em Aveiro o andar em que se encontra localizado o apartamento não provoca alteração no preço.



No seu conjunto, quer em Aveiro quer no Porto o “número de quartos” é a variável com maior influência no preço. No Porto o “número de quartos de banho” tem igualmente uma importância significativa, o que não admira pelo facto destas duas variáveis estarem altamente correlacionadas.

4.2. Os Submercados

Da análise efectuada anteriormente parece deduzir-se a existência de submercados quer numa cidade quer noutra. Daí que se tenham efectuado regressões para as duas zonas mais amplas consideradas em ambas as cidades (zonas ocidental e oriental).

Em Aveiro tanto para a zona ocidental, como para a oriental foram retiradas algumas variáveis que eram combinações lineares das outras variáveis independentes na segunda zona (“usado”, “idade”, “marquise”, “jardim”, “mais de dois elevadores” e “vídeos duplos”).

Quadro 4: Regressão para a zona oriental de Aveiro

Variável independente	coeficientes	desvio padrão	valor t
constante	1.65675	0.000273	6059.6744
número de quartos	0.00042	0.000083	5.09450
área	0.00001	0.000005	1.93730
garagem	0.00063	0.000100	6.285
lareira	0.00036	0.000094	3.89800
andar	0.00003	0.000017	1.64250
número de pisos	-0.00021	0.000302	-0.70980
número quartos banho	0.00014	0.000154	0.90130
varanda	0.00030	0.000177	1.66240
acabamentos	0.00015	0.000080	1.8306
número de serviços	0.00051	0.000182	2.80570
parabólica	-0.00060	0.000367	-1.63820
vídeo-porteiro	-0.00022	0.000214	-1.00430

De acordo com os resultados apresentados no quadro 4, apenas os coeficientes do “número de quartos”, de “garagem”, de “lareira” e do “número de serviços” são significativos a 95%, para além da constante. O sinal é o esperado excepto para dois deles, “parabólica” e “vídeo-porteiro”, que apresentam um valor negativo quando se esperaria sinal contrário, mas como são coeficientes não significativos pode-se considerar sem significado tal resultado.

Para a zona oriental, obteve-se um λ igual a -0.6, com um valor de R^2 ajustado de 0.9157 e um F de 81.5416. Portanto, apenas cerca de oito por cento das variações do preço transformado da habitação para esta zona, em torno da sua média, não são explicados pelas variáveis incluídas no modelo. O valor para a estatística F é bastante superior ao valor de F(12,77), para 95%, o que indica que os coeficientes são diferentes de zero, estando o preço transformado relacionado com as variáveis independentes.

Quadro 5: Regressão para a zona ocidental de Aveiro

Variável independente	coeficientes	desvio padrão	valor t
constante	8.63140	0.106652	80.85270
número de quartos	-0.00307	0.044304	-0.06920
área	0.00670	0.001027	6.51910
garagem	0.02027	0.061397	0.33010
lareira	-0.00618	0.070575	-0.08760
andar	0.00894	0.007764	1.15200
número de pisos	-0.13115	0.065025	-2.01700
número quartos banho	0.15346	0.069275	2.21530
varanda	0.03455	0.063405	0.54490
acabamentos	-0.00834	0.031280	-0.26660
número de serviços	-0.07309	0.086293	-0.84700
parabólica	0.13733	0.118172	1.16220
vídeo-porteiro	0.08091	0.161237	0.50180



Para a zona ocidental (quadro 5) obteve-se um λ igual a 0.0 (transformação logarítmica), com R^2 ajustado igual a 0.9040 e estatística F igual a 35.5295. As variáveis incluídas no modelo explicam cerca de 90% das variações do preço transformado em torno da sua média e os parâmetros são significativamente diferentes de zero, atendendo ao valor da última estatística.

Apenas os coeficientes de “área”, “número de pisos”, “número de quartos de banho” são significativos a 95%. Cinco deles apresentam sinal negativo, e em quatro o sinal é diferente do esperado, sendo o caso de “lareira”, “número de quartos”, “acabamento” e “número de serviços”. No entanto, estes coeficientes não são significativos. Pelo exposto acima, dado que se tem bons ajustamentos e coeficientes não nulos, para as regressões das duas zonas, pode-se concluir pela existência de dois submercados na cidade de Aveiro. Aliás, as análises anteriormente efectuadas, quer a das médias dos preços, quer a da regressão inicial, com as zonas três e quatro a apresentarem coeficientes negativos (as únicas com este sinal), faziam já antever tal resultado.

Olhando estas duas regressões, vê-se que não são os mesmos atributos que se apresentam como significativos. Tem interesse também registar que, os dois submercados não apresentam sinal negativo para os mesmos coeficientes, com excepção para o número de pisos. Isto demonstra as particularidades de cada um deles e como tal a sua heterogeneidade.

Em relação à cidade do Porto foram efectuadas regressões para as zonas ocidental e oriental, com mais variáveis do que a regressão inicial, porque a não inclusão das zonas assim o permitiu.

Para a zona oriental (quadro 6) obteve-se um λ igual a 0.6, um R^2 ajustado de 0.8437, e um teste F de 70.2688. Assim, cerca de 84% das variações do preço transformado são explicadas pela influência das variáveis incluídas no modelo. Os parâmetros são significativamente diferentes de zero, estando o preço transformado relacionado com as variáveis independentes, atendendo à estatística F.

Quadro 6: Regressão para a zona oriental do Porto

Variável independente	coeficientes	desvio padrão	valor t
constante	200.32360	35.47370	5.64710
número de quartos	52.45343	11.20732	4.68030
área	1.65126	0.27371	6.03280
garagem	2.23604	10.26772	0.21780
lareira	52.99764	12.96709	4.08710
andar	4.23898	2.54978	1.72160
número de pisos	24.84366	27.12736	0.91580
idade	-4.67860	1.56663	-2.98640
número quartos banho	14.18610	10.44066	1.35870
marquise	-6.08660	11.94275	-0.50960
varanda	6.54163	12.27427	0.53300
acabamentos	2.96525	9.76396	0.30370
usado	-3.89180	21.02852	-0.18510
número de serviços	-12.00199	33.76438	-0.35550
parabólica	45.47410	61.01918	0.07452
video-porteiro	206.22056	73.45496	2.80740
vidros duplos	-98.50355	78.70972	-1.25150
elevadores 2 ou mais	14.52486	33.00107	0.44010
aquecimento	111.54107	50.46467	2.21030

Os coeficientes de “área”, “número de quartos”, “lareira”, “aquecimento”, “vídeo-porteiro” e “idade” são significativos a 95%, bem assim como o da constante. Com sinal negativo aparecem cinco, sendo o sinal o esperado em dois deles. Não se esperava sinal negativo em “marquise”, “vidros duplos”, “número de serviços”, pois como acabamentos deveriam elevar o preço. Mas



como estes parâmetros não são significativos este resultado não é conclusivo. Nesta zona a maior alteração positiva no preço transformado é originada pela existência de "vídeo-porteiro", logo seguida de "aquecimento".

Para a zona ocidental, (quadro 7) também se obteve um λ igual a 0.6, apresentando um R^2 ajustado de 0.8312 e uma estatística F de 51.8754. Portanto, apenas 17% das variações do preço transformado não é explicado pelas variáveis incluídas no modelo e rejeita-se a hipótese dos parâmetros serem todos nulos, atendendo ao valor da estatística F.

Quadro 7: Regressão para a zona ocidental do Porto

Variável independente	coeficientes	desvio padrão	valor t
constante	209.24545	70.77536	2.95650
número de quartos	-13.57351	20.13892	-0.67400
área	3.04673	0.3569	8.53580
garagem	-15.93363	31.50173	-0.50580
lareira	44.33057	25.05035	1.76970
andar	13.53671	4.66401	2.90240
número de pisos	-27.70569	38.79128	-0.71420
idade	2.68646	3.19743	0.84020
número quartos banho	75.72134	20.38364	3.71480
marquise	-36.29580	23.87768	-1.52010
varanda	-20.30200	23.32114	-0.87050
acabamentos	47.49032	16.09085	2.95140
usado	-67.76296	35.91336	-1.88680
número de serviços	60.19055	50.86915	1.18320
parabólica	-167.37729	145.10599	-1.15350
vídeo-porteiro	270.93781	209.10563	1.29570
vidros duplos	-316.03468	112.08586	-2.81960
elevadores 2 ou mais	-46.99689	51.92268	-0.90510
aquecimento	159.89310	73.48320	2.17590

Nesta regressão seis coeficientes, além da constante, são significativos a um nível de 95%. São os coeficientes das variáveis "área", "número de quartos de banho", "andar", "acabamento", "aquecimento" e "vidros duplos". Dos dezoito atributos metade apresentam sinal negativo, sinal que não era o esperado em sete deles. De facto não se entende o sinal negativo em "número de quartos", "marquise", "parabólica", "dois elevadores ou mais", "vidros duplos", "varanda" e "garagem". A explicação para a variável "número de quartos" poder originar uma variação inversa do preço, deve residir no facto de os potenciais compradores poderem pertencer a um escalão de altos rendimentos e privilegiarem então a "área" e não o "número de quartos". Também não se entende o sinal positivo em "idade", a não ser que os mais antigos apresentem uma área superior e como tal vão afectar o preço desta forma. No entanto, o coeficiente só é significativo em "vidros duplos" e como tal os resultados poderão ser considerados como inconclusivos.

A maior variação é de facto provocada pelos "vidros duplos", uma variação fortemente negativa, logo seguida pela do "vídeo-porteiro", só que neste caso é positiva. Parece pois deduzir-se que são os "serviços comuns" que mais alterações provocam nos preços.

Da análise destas regressões pode-se concluir que há dois mercados diferentes na cidade do Porto. Apesar da transformação ser igual a 0.6 nas duas regressões, os dois ajustamentos são bons. Os coeficientes são diferentes e têm mesmo comportamento opostos para determinados atributos. Exemplo disso é o que se passa nas variáveis "número de quartos", "número de pisos" e "número de serviços". Portanto, estes mercados apresentam certas especificidades. E como se viu a regressão original indicia já que a localização tem enorme influência sobre o preço. Em relação à média dos preços, esta é bastante mais alta na zona ocidental, e em relação à regressão as zonas apresentavam sinais e coeficientes diferentes.

5. Conclusões

Uma característica importante do bem habitação é a sua heterogeneidade. Esta particularidade leva muitos autores a pensarem ser possível aplicar a este bem a teoria lancasteriana do consumidor. Esta teoria defende que haverá um preço de equilíbrio para os atributos de bens e não um preço de equilíbrio para o bem. Em consequência desta análise é usual a estimação das funções hedônicas de preço. Os preços hedônicos são revelados aos agentes económicos a partir dos preços observados dos produtos diferenciados, como a habitação. Os modelos hedônicos permitem por um lado, determinar a forma como o preço de um bem deste tipo se relaciona com o conjunto dos seus atributos (função preço-hedónica) e por outro, estimar as funções oferta e procura de características.

Neste trabalho estimou-se funções preço-hedônicas para os mercados de habitação das cidades de Aveiro e Porto. Em ambos os casos obtiveram-se bons ajustamentos com valores de R^2 de 95% e 88% respectivamente.

Em relação aos atributos considerados significativos os resultados já não são tão bons. Em Aveiro, para as vinte e cinco variáveis contidas na regressão apenas oito apresentam coeficientes significativos a 95%, o que parece dar a ideia de que algumas das características englobadas na análise talvez não tenham sido as melhores, em termos de explicação do preço. No entanto, a zona do "Tribunal" é o atributo que maior variação positiva origina no preço, logo seguida da zona "Forca-Vouga" (esta apenas significativa a 90%). O "número de quartos" provoca também uma alteração positiva elevada, embora a existência de "vídeo-porteiro" seja ligeiramente superior. A maior variação negativa é causada pela existência de "dois ou mais elevadores".

No Porto e atendendo a que só se consideraram dezassete variáveis, doze coeficientes são significativos também a 95%, e entre eles três zonas ("Foz", "Areosa" e "Boavista") o que é um resultado melhor do que o de Aveiro. A "Foz" é precisamente o atributo com coeficiente positivo mais elevado, o que implica que este seja o que maior alteração provoca no preço desta cidade, logo seguida da existência de "aquecimento" e zona da "Boavista". A "Areosa", em contrapartida, apresenta a maior variação negativa.

As características, significativas a 95%, que se mostraram comuns às duas cidades, originando alterações no mesmo sentido foram a "área", "número de quartos de dormir" e de "banho", "lareira", "andar" e "número de pisos".

Com base na divisão, já atrás referida, em zonas ocidentais e orientais, estimaram-se regressões para cada uma delas, tendo-se também obtido bons ajustamentos. Para a cidade do Porto, o grau de transformação é igual para as duas zonas, sendo de 0.6. Os atributos significativos comuns são apenas a "área" e "aquecimento". No entanto, na zona oriental "número de quartos de dormir", "lareira", "aquecimento", "vídeo-porteiro" e "idade" são significativos, enquanto na ocidental aparecem o "número de quartos de banho", "andar", "acabamentos" e "vidros duplos". É importante referir que os coeficientes têm valores superiores na zona ocidental, o que indicará uma variação no preço maior nesta zona, face a qualquer alteração dos seus atributos, dado o coeficiente de transformação ser o mesmo para as duas zonas.

Em relação à cidade de Aveiro e para os dois submercados estudados, os graus de transformação são diferentes, tendo-se obtido -0.6 para o oriental e 0.0 para o ocidental. Para a zona oriental os coeficientes significativos são os do "número de quartos", da "lareira", da "garagem" e do "número de serviços" exactamente os que maiores variações positivas provocam no preço. Na zona ocidental a "área", o "número de pisos" e o "número de quartos de banho" apresentam os coeficientes significativos, com o segundo a originar a maior variação positiva e o terceiro a negativa.

As conclusões tiradas para estas duas cidades, principalmente no que diz respeito à localização, não poderão contudo ser generalizadas para outras, sem investigação adicional. Refira-se ainda



94
95

que, sendo estas funções preço-hedónicas importantes a nível de políticas e no fornecimento de informação a compradores e vendedores, o resultado obtido deve ser entendido como estático, limitado ao período em análise, podendo ser rapidamente desactualizado em ocasiões de forte subida do preço de habitação.

Referências Bibliográficas



- Box, G.; Cox, D. (1964) An Analysis of Transformations, *Journal of Royal Statistics Society*.
- Court, A. (1939) Hedonic Price Indexes with Automotive Examples, *The Dynamics of Automobile Demand*, General Motors.
- Follain, James R.; Jimenez, Emmanuel (1985) Estimating the Demand for Housing Characteristics: a Survey and Critique, *Regional Science and Urban Economics*, 15, 77-107.
- Griliches, Z. (1971) *Price Indices and Quality Change*, Harvard University Press.
- Halvorsen, R.; Polakowski, H. (1981) Choice of Funcional Form for Hedonic Price Equations, *Journal of Urban Economics*, 10.
- Lancaster, K. (1966) A New Approach to Consumer Theory, *Journal of Political Economy*, 74, 132-157.
- Linneman, Peter (1980) Some Empirical Results on the Nature of the Hedonic Price Function for the Urban Housing Market, *Journal of Urban Economics*, 8, 47-67.
- Ohsfeldt, Robert L. (1988) Implicit Markets and the Demand for Housing Characteristics, *Regional Science and Urban Economics*, 18, 321-343.
- Parsons, George R. (1990) Hedonic Prices and Public Goods: An Argument for Weighting Attributes In Hedonic Regressions by Lot Size, *Journal of Urban Economics*, 27, 308-321.
- Rosen, Sherwin (1974) Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation Pure Competition, *Journal of Political Economy*, 82, 34-55.
- Tinbergen, J. (1971) Some Remarks on the Distribution of Labour Incomes, *International Economic Papers*.