

Modelos de preços hedônicos para estimar a relação preço-satisfação na compra de veículos populares novos

(Hedonic price models to estimate the relationship between price and satisfaction in the acquisition of new vehicles – a focus on popular cars)

Alceu Souza
Silvio Cesar Avila
Wesley Vieira da Silva

Resumo

Este trabalho tem como objetivo a construção de um modelo hedônico visando a estimar a relação preço-satisfação na compra de veículos populares novos. Tomou-se como hipótese inicial o fato de os preços dos veículos serem formados em função da presença ou não de determinado atributo, valendo-se da técnica de análise de regressão linear múltipla para determinar quais variáveis compõem o preço final do veículo. Os resultados auferidos a partir dos dados coletados de cinco montadoras instaladas no país levam à conclusão de que as variáveis mais importantes na composição do preço são *air bag*, ar-condicionado, direção hidráulica e carroceria *sedan*, enquanto as variáveis de menor importância, identificadas pelo modelo, são limpador e desembaçador de vidros traseiros, aquecedor e pintura metálica.

Palavras-chave: Preços hedônicos; Regressão linear múltipla; Comportamento do consumidor; Mercado automobilístico.

A retomada do crescimento no mercado automobilístico brasileiro, acompanhada de seu desenvolvimento tecnológico, possibilita a comercialização cada vez maior de variedades e tipos de veículos, bem como a disponibilidade crescente de novos acessórios, opcionais e itens de conforto. Mesmo após algumas tentativas da indústria e do governo nos últimos anos de não estimular a venda de veículos não-populares com potência acima de 1.000 cilindradas, estes ainda são a maioria na opção dos consumidores, fechando o ano de 2004 com aproximadamente 60% de participação no total (ANFAVEA, 2005). Esse esforço da indústria e do governo poderia ter sucesso caso os consumidores vislumbrassem vantagens na relação entre opcionais adicionais e preço final do bem.

Apesar de grande parte dos veículos disponíveis para venda no Brasil ser popular, somente esse aspecto não é suficiente para a determinação do preço de venda. Os consumidores potenciais desses veículos tendem a diferenciar as diversas possibilidades de configuração destes, em função do que consideram prioritário (ANGELO; FAVERO, 2003). A partir dos atributos que o consumidor percebe como úteis, ele escolhe o pacote de características disponíveis na avaliação de compra. Assim, os bens comercializados se tornam heterogêneos, cada um visto como uma coletânea de atributos ou características individuais (MURRAY; SARANTIS, 1999).

Uma vez que o comportamento do consumidor e das empresas apóia-se nos pressupostos da racionalidade econômica, parte-se da suposição de que os agentes econômicos procuram atribuir valores a alguns recursos que não possuem mercado ou mesmo agem de forma diferenciada na

* Texto recebido em novembro/2006 e aprovado para publicação em dezembro/2006.

análise previamente considerada, pautando-se no uso de técnica de preferências reveladas. Para De Negri (1998), nos modelos agregados que avaliam comportamento da demanda por automóveis, geralmente procura-se relacionar a variável demanda com a média dos preços e a renda das famílias. Esses modelos concentram a análise no número total de veículos comprados e ignoram o tipo de escolha do consumidor.

O método de análise usado neste trabalho é o *hedonic price models* (modelos de preços hedônicos). Essa metodologia de estimação de preços hedônicos é usualmente utilizada para mensurar os preços de bens para os quais não existe um mercado direto. A hipótese subjacente é que é possível obter indiretamente o preço ou o valor que os indivíduos atribuem a itens incorporados em um produto, mas que também são isoladamente negociáveis na economia.

O objetivo deste trabalho é estimar, econometricamente, quanto os indivíduos estariam dispostos a pagar, *ceteris paribus*, pela inclusão de um ou mais acessórios no veículo em negociação. Esse tipo de avaliação é importante porque possibilita a estimação de um valor indireto, que é uma espécie de controle e margem de negociação para o preço do atributo.

Este trabalho respalda-se nos estudos de Houthakker (1952) e Lancaster (1966). Ao contribuir para a avaliação qualitativa da teoria do comportamento do consumidor, esses autores revelaram que os consumidores adquirem parte de seus bens sem levar em conta algumas soluções de canto preconizadas pela teoria microeconômica tradicional. Considerando estudos anteriores a respeito dos preços hedônicos no mercado automobilístico brasileiro, realizados por Ângelo e Fávero (2003), este estudo procura verificar o poder de adequação dos modelos hedônicos linear e semilogarítmico. Busca-se verificar o modelo de melhor aplicabilidade, bem como se os resultados fornecem informação suficiente sobre os atributos disponíveis em veículos populares e se a análise incorpora as diferenças nos preços dos veículos em virtude da presença ou não de determinada característica.

A abordagem aplicada neste trabalho refere-se ao produto da indústria automobilística, com enfoque na satisfação provocada pelos atributos decorrentes da inclusão de acessórios adicionais de um carro popular *vis-à-vis* da aceitação do preço de venda pelo consumidor. Com base na teoria de preços hedônicos, foi desenvolvido um modelo que possibilitou analisar a importância relativa de cada atributo, considerando os diferentes veículos populares existentes no Brasil. Uma breve revisão de literatura aborda os conceitos da teoria de preços hedônicos e sua aplicabilidade à indústria automobilística. Descreve-se, detalhadamente, a metodologia. Apresentam-se e discutem-se os resultados encontrados por meio do uso de regressão linear múltipla e identificam-se os atributos de maior e de menor importância sob a ótica do consumidor.

Referencial teórico-empírico

A criação do conceito de preços hedônicos é atribuída a Waugh, com base em seus trabalhos sobre a variação de preços de vegetais no mercado de Boston em 1928, em função de suas características (AGUIRRE; MACEDO, 1996). O primeiro autor a fazer uso de regressões hedônicas para a construção de índices de preços hedônicos utilizando como exemplo os automóveis foi Court, em 1939 (AGUIRRE; FARIA, 1997).

Griliches (1961) proporcionou uma ampla divulgação dessa técnica, relacionando os efeitos das mudanças de qualidade nos produtos na mudança de preços dos bens na indústria automobilística, com o objetivo de elaborar índices de preços ajustados por mudanças de qualidade. A teoria de preços hedônicos parte do princípio de que os bens são heterogêneos, cada um visto como uma coletânea de atributos ou características individuais (MURRAY; SARANTIS, 1999). Cada característica de qualidade é tratada como um bem ou serviço diferente, respondendo por um preço implícito próprio.

Essa abordagem de atributos dos bens nos estudos de comportamento do consumidor foi preconizada por Houthakker (1952) e formalizada por Lancaster (1966), na tentativa de superar as deficiências na relação entre bens da teoria clássica de economia. Lancaster (1966) resumiu sua abordagem em três pontos fundamentais: (i) o bem, por si só, não oferece muita utilidade para o consumidor, mas possui características que a oferecem; (ii) um bem geralmente possui mais do que uma característica, e muitas características podem ser partilhadas por mais de um bem; e (iii) uma combinação de bens pode apresentar características diferentes daquelas pertinentes às mercadorias separadamente.

No método de preços hedônicos, os valores dos atributos de um bem são derivados com base em informações dos preços de mercado de bens substitutos próximos. A análise desse método fundamenta-se no pressuposto de que os agentes possuem informações completas e são capazes de escolher e comprar o conjunto exato desejado de características que o mercado está a ofertar (BENITEZ, 2001).

Muitos outros autores, tendo como referência Lancaster (1966), passaram a realizar estudos sobre preços hedônicos. O primeiro a utilizar esse tipo de pesquisa aplicada ao mercado foi Rosen (1974), que formalizou os fundamentos teóricos para a hipótese hedônica, com base no pressuposto de que as mercadorias são valorizadas por seus atributos e que estes são portadores de utilidade, resultando em sentimentos de bem-estar do consumidor.

Rosen (1974) reconhece que as informações de preços são menos reveladoras do que se supõe, mas algumas propriedades inerentes ao bem podem ser de particular interesse. No modelo desenvolvido pelo autor, o equilíbrio competitivo é quantificado em um espaço de diversas dimensões, nas quais os compradores e vendedores se localizam. Assim, os agentes procurarão maximizar nesse espaço suas funções e sua utilidade, sendo o equilíbrio atingido quando ambos

estiverem num estado perfeito de relacionamento. Além de Rosen (1974), outros autores valeram-se desse artifício em pesquisas sobre características de veículos no Reino Unido (MURRAY; SARANTIS, 1999), indústria de vinhos da Austrália e Nova Zelândia (SCHAMEL; ANDERSON, 2003), mercado internacional de petróleo (WANG, 2003), entre outros.

Trandel (1991) argumenta que diversas análises de políticas alternativas dependem do tamanho da elasticidade da demanda do mercado. Em geral, estimam-se modelos que controlam um número relativamente pequeno de características físicas dos carros, tais como a potência do motor ou o tamanho. O referido autor ressalta que esses atributos físicos não são suficientes para quantificar a preferência do consumidor.

Benitz (2001) procura preencher, por meio da fundamentação microeconômica, uma lacuna teórica verificada freqüentemente nos trabalhos relacionados à teoria de preços hedônicos. Com base nos trabalhos de Rosen (1974), Benitz desenvolve as funções hedônicas e de utilidade aplicadas à teoria do consumidor. Para esse autor, a existência de bens diferenciados implica uma grande variedade de produtos oferecidos, sendo cada um deles a combinação de características dos produtos em suas mais diversas proporções e quantidades, resultando num bem como um conjunto de atributos oferecido ao mercado. Assim, pode-se determinar a função preço $P(z)$ com base no acréscimo de qualquer característica z_i , tal como na equação (1).

$$P(z) = P(z_1; z_2; z_3; \dots; z_n) \quad (1)$$

Numa situação de equilíbrio, quando ocorre o perfeito encontro entre todos os compradores e vendedores por meio de um ajuste de preços para cada característica do bem, a função acima equivale a uma regressão hedônica, que relaciona os preços dos bens a seus distintos conjuntos de atributos. Se os bens com os mesmos atributos forem oferecidos ao consumidor, este irá optar pelo de menor preço. A regressão fornecerá, então, o preço mínimo atribuído a uma cesta de características. Como consequência desse equilíbrio, uma empresa somente poderá elevar o preço de seu produto se elevar a quantidade de suas características, ou seja, pelo uso de quantidades adicionais em suas características. Assim, o consumidor acabará tomando suas decisões com o intuito de maximizar essa utilidade de acordo com sua renda disponível, sendo a função utilidade $U(x; z)$ expressa na equação (2).

$$U(x; z) = U(x; z_1; z_2; z_3; \dots; z_n; \alpha) \quad (2)$$

Em que: x representa o consumo de outros bens e α um parâmetro para os gostos e quantidades. Considera-se também que, além da renda, os gostos diferem entre consumidores e, conseqüentemente, a quantidade desejada difere de pessoa para pessoa.

Murray e Sarantis (1999) assumem que um mercado implícito existe para cada característica Q_j e que cada um desses mercados implícitos apresenta um preço de equilíbrio para cada característica. Assim, o preço para cada característica de um veículo responderá ao valor marginal dessa característica para os consumidores. O preço P_i do i -ésimo carro novo, registrado no período, é interpretado como a soma de gastos em cada característica contida no veículo, determinado pelo produto entre quantidades de características $Q_{j,i}$ e o valor marginal ou preço implícito dessas, representado por α . Dessa maneira, o preço P_i de um veículo novo é dado pela equação (3), que é uma expressão de preços hedônicos.

$$P_i = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot Q_{1,i} + \alpha_2 \cdot Q_{2,i} + \dots + \alpha_j \cdot Q_{j,i} \quad (3)$$

Apesar da possibilidade de se verificar os preços dos veículos e das características, o valor marginal de cada uma delas não pode ser diretamente observado.

A especificação de modelos de preços hedônicos, quando aplicados em um contexto de estimação de preços marginais de atributos em um mercado automobilístico, requer que as variáveis independentes utilizadas relacionem-se com os atributos que produzam e gerem utilidade aos consumidores. (ANGELO; FAVERO, 2003)

Considerando o comportamento desse mercado, as aplicações hedônicas podem abranger diversas características que interferem nos preços dos veículos, como, por exemplo, dimensão dos veículos, número de portas, presença de ar-condicionado, direção hidráulica, rádio etc.

Fonseca (1997) pesquisou as mudanças de qualidade dos automóveis brasileiros pautando-se em estimativas de equações hedônicas para vários períodos. Nesse caso, para o período entre 1992 e 1994, o autor encontrou significância estatística nas seguintes variáveis explicativas do preço: velocidade máxima, comprimento/largura e variáveis *dummies* para injeção eletrônica, luxo, álcool, populares, freios ABS, utilitários, quatro portas e direção hidráulica.

Aspectos metodológicos

A coleta dos dados

Os dados secundários para a construção do modelo são provenientes de cinco montadoras automobilísticas presentes no Brasil, a partir dos respectivos *sites* eletrônicos. Esses dados referem-se aos veículos novos de 2005 para as vendas nesse mesmo ano. Portanto, referem-se a um estudo de corte transversal (*cross-section*), cuja amostra perfaz o total de 111 veículos. As informações coletadas foram: (i) preço médio dos veículos, (ii) opcionais disponíveis para os modelos analisados e (iii) preço médio dos respectivos opcionais. Foi inserida uma variável *dummie* aditiva para cada opcional presente nos veículos, objetivando realizar o tratamento dos dados com o objetivo de construir a equação de regressão linear múltipla.

Caracterização da pesquisa

Este trabalho pode ser caracterizado como uma pesquisa aplicada, que, segundo Vergara (2000, p. 47), é “fundamentalmente motivada pela necessidade de resolver problemas concretos”, no caso a mensuração das variáveis que influenciam na determinação do preço de um automóvel popular novo.

O método utilizado foi o hipotético-dedutivo, buscando regularidades e causalidade entre elementos, bem como permitindo utilizar-se a codificação dos dados coletados em categorias numéricas, revelando a fotografia e um determinado período de tempo (VERGARA, 2000).

Método de análise

O método de análise utilizado corresponde à análise de regressão linear múltipla, métrica que nasce da tentativa de relacionar um conjunto de variáveis independentes ou explicativas ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) com as variáveis dependente ou explicada (Y).

Para estimar os parâmetros populacionais da função hedônica utiliza-se o método dos mínimos quadrados ordinários. O Quadro 1 apresenta a descrição das variáveis independentes utilizadas no modelo.

QUADRO 1
Definição das variáveis hedônicas

Variável	Definição da variável
X_1 : COR	Pintura metálica do veículo = 1 ; Pintura opaca = 0
X_2 : AQUECEDOR	Aquecedor interno = 1 ; Não = 0
X_3 : AR	Ar-condicionado = 1 ; Não = 0
X_4 : DH	Direção hidráulica = 1; Não = 0
X_5 : LIMP	Limpador de vidros traseiros = 1; Não = 0
X_6 : TRIO	Trio elétrico = 1; Não = 0
X_7 : 4PORTAS	Quatro portas = 1; Não = 0
X_8 : CD	Rádio com CD = 1; Não = 0
X_9 : RODAS	Rodas de liga leve = 1; Não = 0
X_{10} : AIRBAG	Air bag = 1; Não = 0
X_{11} : 16V	Motor com 16 válvulas = 1 ; Não = 0
X_{12} : SEDAN	Carroceria sedan = 1 ; Não = 0

Fonte: Os autores.

O objetivo da análise de regressão linear múltipla pode ser explicativo (demonstrar uma relação matemática que pode indicar, mas não prova, uma relação de causa/efeito) ou preditivo (obter uma relação que nos permita, perante futuras observações das variáveis X_i , prever o correspondente valor de Y , sem necessidade de o medir).

Modelo teórico

A abordagem de preços hedônicos neste trabalho é a mais usada para obter estimativas acerca da propensão ao pagamento pelos compradores. Tal abordagem considera que o preço de um

veículo ou de um bem qualquer pode ser obtido a partir da análise de um conjunto finito de seus atributos ou características. Cada atributo, separadamente, contribui de alguma forma para o preço final do bem investigado. O valor hedônico de um atributo representa a valorização provocada por uma unidade adicional daquele atributo no bem.

O modelo utilizado na construção deste trabalho fundamenta-se em Rosen (1974), que utiliza a análise de regressão para avaliar o impacto dos atributos de um produto na determinação do preço de venda. No caso da formulação da regressão linear múltipla com transformação logarítmica, a variável dependente é o logaritmo do preço, enquanto os coeficientes resultantes da regressão podem ser interpretados como uma mudança percentual estimada de valor para uma mudança unitária em um atributo particular, conhecido como elasticidade (GRILICHES, 1971 *apud* ANGELO; FAVERO, 2003, p. 2).

Rosen (1974) mostra que uma função de preços hedônicos não representa a oferta nem a demanda, mas o equilíbrio de mercado. Em geral, o modelo teórico de Rosen empregado neste trabalho pode ser expresso a partir de (4):

$$U = u(z, y, \alpha) \quad (4)$$

Onde z refere-se às características que identificam o bem ou serviço avaliado; y diz respeito aos demais bens ou serviços que compõem o mercado e α refere-se ao vetor de parâmetros que caracterizam as preferências individuais ou familiares. Notadamente, o preço que os consumidores estão dispostos a pagar para obter o bem ou serviço z é derivado da função utilidade e sujeito à renda familiar R . Dessa forma, uma função automóvel pode ainda ser definida tal como em (5):

$$\gamma(z, R, U, \alpha) \quad (5)$$

implicitamente, tem-se ainda a expressão denotada em (6):

$$U = u(z, R, \gamma, \alpha) \quad (6)$$

Assim, a derivada da função automóvel em relação a z_i corresponde à taxa à qual os consumidores estão dispostos a trocar os gastos com o automóvel por atributos, tudo o mais permanecendo constante.

Pautando-se em Rosen (1974), as condições de primeira ordem que garantem a escolha ótima pelos consumidores são caracterizadas pela igualdade entre a inclinação da função automóvel e o vetor de preços hedônicos das características, tal como em (7):

$$\frac{\partial \gamma}{\partial z_i} = \frac{\partial p}{\partial z_i} = p_i \quad (7)$$

Sob a hipótese de maximização do consumidor, a expressão denotada em (7) garante que os preços hedônicos estimados para as características correspondem ao valor que os consumidores atribuem a essas características e quanto estariam dispostos a pagar para usufruir delas.

Em geral, o modelo de regressão múltipla, seja na forma linear ou semi-logarítmica,¹ pode ser visualizado a partir da equação (8):

$$P_i = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \alpha_3 X_3 + \alpha_4 X_4 + \alpha_5 X_5 + \alpha_6 X_6 + \alpha_7 X_7 + \alpha_8 X_8 + \alpha_9 X_9 + \alpha_{10} X_{10} + \alpha_{11} X_{11} + \alpha_{12} X_{12} + \mu \quad (8)$$

Percebe-se, pela equação (8), que o valor dos veículos pode ser considerado como uma função de suas próprias características. A expectativa teórica dos parâmetros populacionais a serem estimados pelo método dos mínimos quadrados ordinários leva a crer que os valores a serem encontrados serão todos positivos, considerando um nível de significância estatística de 5%. Para a análise de regressão linear múltipla, os opcionais existentes em cada modelo de carro analisado foram utilizados nas variáveis independentes *dummies* aditivas, nas quais o valor 1 ou 0 indicam a presença ou não de determinado atributo.

A relação exposta na expressão (8) encontra-se especificada com os sinais positivos e a variável aleatória μ possui uma distribuição de probabilidade normal com média igual a zero e variância constante, isto é, $\mu \sim N(0; \sigma^2)$. Os dados foram processados e posteriormente analisados a partir do uso do *software XLStat* versão 7.5-Pro, conhecido *plug-in* do *Microsoft Excel*.

Apresentação e análise dos resultados

O mercado nacional de automóveis novos recuperou-se nos últimos anos e ainda busca desempenho semelhante ao período entre 1995 e 1997, quando houve o recorde de comercialização de veículos novos no país. A participação dos veículos populares tem apresentado diminuição ano a ano, decorrente da política de impostos praticados sobre os veículos com motorização superior. A TAB. 1 ilustra essa situação.

TABELA 1
Vendas internas no atacado de automóveis de 1.000 cc – 1990/2004

Ano	Automóveis de 1.000 cc	Total de automóveis	Participação em %
1990	23.013	532.906	4,3
1991	67.299	597.892	11,3
1992	92.959	596.964	15,6
1993	243.511	903.828	26,9
1994	540.925	1.127.673	40,0
1995	602.098	1.407.073	42,8
1996	703.118	1.405.545	50,0
1997	880.119	1.569.727	56,1

¹ A forma funcional semi-logarítmica é utilizada com vistas a estabilizar a variância residual, normalizar os resíduos, além de os parâmetros estimados serem interpretados como elasticidades.

1998	748.474	1.211.885	61,8
1999	625.445	1.011.847	61,8
2000	777.604	1.176.774	66,1
2001	920.389	1.295.096	71,1
2002	820.135	1.229.146	66,7
2003	707.430	1.118.603	63,2
2004	742.005	1.295.800	57,3

Fonte: Anfavea, 2005.

O índice de preços de veículos novos (IPVN) vinha apresentando um comportamento superior ao da inflação até o final de 2004, iniciando 2005 com uma aparente redução na carga de preços ao consumidor final. A FIG. 1 compara o comportamento do índice de preços ao consumidor (IPC) e do índice de preços de veículos novos (IPVN), de janeiro de 2004 a junho de 2005.

O presente estudo tomou como base os preços fixados pelas montadoras no mês de junho de 2005. Foram consideradas apenas as versões de veículos populares com motorização de 1.000 cc. A TAB. 2 apresenta o intervalo de preços desses veículos, sendo o preço mínimo aplicado ao veículo sem a incorporação de opcionais e o preço máximo, o maior valor alcançado pela combinação dos atributos do veículo.

O preço médio refere-se à média aritmética dos preços para cada modelo no período, variando entre R\$ 23.107,00 (Volkswagen Gol Special) e R\$ 35.885,00 (Renault Clio Sedan Authentique). A média geral de preços para os veículos utilizados no estudo foi de R\$ 29.815,00. A média geral para preços mínimos e preços máximos ficou estimada em R\$ 27.481,00 e R\$ 32.410,00, respectivamente.

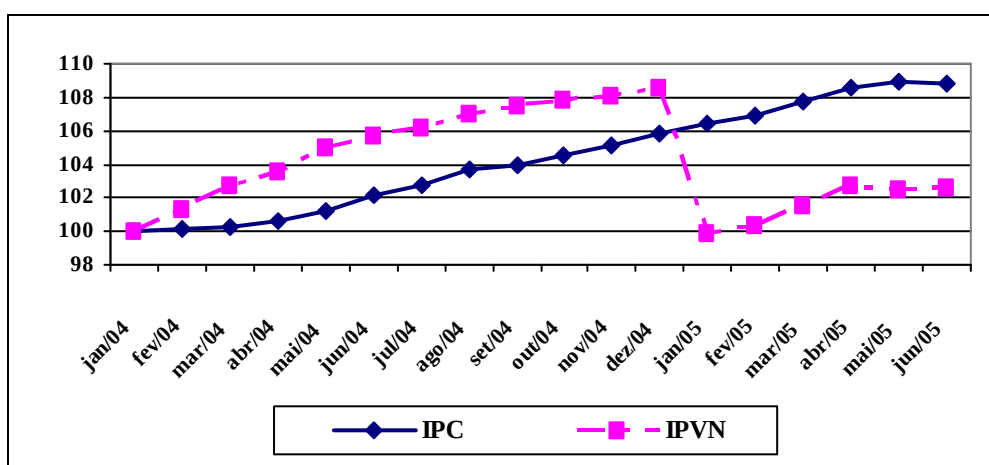


FIGURA 1 - Evolução do índice de preços ao consumidor (IPC) e do índice de preços de veículos novos (IPVN)
Fonte: Fipe/USP, 2005.

TABELA 2
Intervalo de preço médio dos veículos novos em 2005

Montadora	Modelo	Versão base	Preço mínimo (R\$)	Preço máximo (R\$)	Preço médio (R\$)
-----------	--------	-------------	--------------------	--------------------	-------------------

Volkswagen	Gol	Special	21.990	25.951	23.107
	Fox	City	27.755	32.965	30.012
Peugeot	206	Sensation	25.990	31.890	28.539
Chevrolet	Celta	Life	23.155	28.106	25.215
	Corsa Hatch	Joy	27.705	28.379	28.042
	Corsa Sedan	Joy	29.815	29.815	29.815
Ford	Ka	GL	24.730	28.030	26.338
	Fiesta	Personnalité	28.080	35.790	31.698
		Supercharger	28.780	38.690	34.493
	Fiesta Sedan	Personnalité	29.590	32.840	31.160
Renault	Clio	Authentique	29.540	37.330	33.483
	Clio Sedan	Authentique	32.640	39.130	35.885
Média geral			27.481	32.410	29.815

Fonte: Site das montadoras, 2005.

A TAB. 3 evidencia o comportamento do preço médio dos equipamentos disponíveis para os veículos do estudo, os equipamentos com maior peso sendo o ar-condicionado, a opção de carroceria *sedan* e o *air bag*. Os opcionais com menor preço médio de venda foram o limpador/desembaçador de vidros traseiros e o aquecedor. Não foi possível obter a média para o preço do motor com 16 válvulas, uma vez que este estudo não contemplou veículos que apresentassem motor com oito válvulas de série e outro motor de 16 válvulas como opcional, apesar de existirem casos de veículos populares com essa característica.

TABELA 3
Preço médio dos equipamentos opcionais dos veículos investigados

Variável	Equipamento opcional	Preço médio (R\$)
X ₁ : COR	Pintura metálica	708
X ₂ : AQUEC	Aquecedor	542
X ₃ : AR	Ar-condicionado	3.565
X ₄ : DH	Direção hidráulica	1.595
X ₅ : LIMP	Limpador/desembaçador de vidro traseiro	537
X ₆ : TRIO	Trio elétrico	1.523
X ₇ : 4PORTAS	Quatro portas	1.374
X ₈ : CD	Rádio CD	1.139
X ₉ : RODAS	Rodas de liga leve	1.566
X ₁₀ : AIRBAG	<i>Air bag</i>	1.873
X ₁₁ : 16V	Motor com 16 válvulas	—*
X ₁₂ : SEDAN	Carroceria <i>sedan</i>	2.240

* Os veículos da amostra apresentam apenas motores de oito ou 16 válvulas, cujo acréscimo foi considerado apenas na comparação entre veículos diferentes.

Fonte: Site das montadoras, 2005.

A TAB. 4 apresenta os resultados das regressões múltiplas aplicadas aos veículos do estudo.

TABELA 4
Regressões múltiplas para os preços de veículos populares novos

Variáveis	Forma linear			Forma semi-logarítmica		
	Coeficientes	Erro padrão	t-student	Coeficientes	Erro padrão	t-student
PREÇO MÉDIO	25.248,7852	361,5447	69,8359*	4,4058	0,0058	763,3942*
X ₁ : COR	975,7133	384,3993	2,5383**	0,0117	0,0061	1,9036**
X ₂ : AQUEC	846,3436	797,2097	1,0616	0,0108	0,0127	0,8462
X ₃ : AR	3.549,1895	356,9879	9,9420*	0,0487	0,0057	8,5417*
X ₄ : DE	2.262,2117	379,9270	5,9543*	0,0313	0,0061	5,1556*
X ₅ : LIMP	420,1108	643,1155	0,6532	0,0065	0,0103	0,6371
X ₆ : TRIO	2.037,1057	384,6314	5,2963*	0,0286	0,0061	4,6631*
X ₇ : 4PORTAS	2.138,3107	355,0575	6,0224*	0,0326	0,0057	5,7465*
X ₈ : CD	1.452,8940	779,5532	1,8638**	0,0209	0,0124	1,6785**
X ₉ : RODAS	1.791,8875	882,7048	2,0300**	0,0267	0,0141	1,8955**
X ₁₀ : AIRBAG	4.106,9724	934,5953	4,3944*	0,0607	0,0149	4,0701*
X ₁₁ : 16V	1.927,6238	407,9356	4,7253*	0,0292	0,0065	4,4836*
X ₁₂ : SEDAN	2.140,0329	439,7130	4,8669*	0,0281	0,0070	4,0021*
R²		83,76%			80,09%	
R² Ajustado		81,77%			77,65%	
F Calculado		42,1182			32,8425	

Notas: * Significância de 1%; ** Significância de 5%.

Fonte: Os autores.

Comparados, os dois modelos apresentam valores para as estatísticas *t-student's* muito próximas com a mesma quantidade de parâmetros da regressão estimada. Ao nível de significância 5% aparecem as variáveis pintura metálica, rádio CD e rodas de liga leve. Ao nível de significância de 1% incluem-se ar-condicionado, direção hidráulica, trio elétrico, quatro portas, *air bag*, motor 16 válvulas e carroceria *sedan*.

O poder de explicação de ambos os modelos também é muito próximo. O modelo de regressão linear apresenta estatística R^2 (83,7%), R^2 ajustado (81,77%) e F-Snedecor calculado (42,11) superiores ao modelo de regressão semilogarítmico, com 81,77%, 80,09% e 32,8425, respectivamente. As estatísticas *t-student's* também são maiores para o modelo de regressão linear, exceto para a estimativa do preço, coerente, portanto, pela maior variação nos valores, se comparado ao modelo semilogarítmico.

Uma vantagem a mais para o modelo de regressão linear é a facilidade de sua compreensão, cujos resultados são observados diretamente. Os parâmetros estimados informam o valor direto de contribuição do atributo ao preço final do modelo. Por exemplo, para um veículo com ar-condicionado e direção hidráulica, o preço final é estimado somando-se os valores fornecidos pelo modelo de preço, ar-condicionado e direção hidráulica, respectivamente, R\$ 25.248,78, R\$ 3.549,19 e R\$ 2.262,21, totalizando R\$ 31.060,18. Para o modelo semilogarítmico, utilizado para diminuir os efeitos da variabilidade de preços entre os produtos (atenuada neste modelo pelo fato de se utilizar somente veículos populares e a média dos preços não se mostrar discrepante), o resultado necessita do cálculo do antilogaritmo para que se valorizem então os atributos que farão parte do preço final estimado do veículo.

Analisando-se os coeficientes dispostos na TAB. 5, percebe-se que as variáveis individuais de maior importância na composição do preço de um veículo popular novo, para o modelo linear, são o *air bag*, o ar-condicionado, a direção hidráulica e a carroceria *sedan*. Para o modelo semilogarítmico são *air bag*, ar-condicionado, quatro portas e direção hidráulica. Essa comparação direta pode ser realizada pelo fato de que todas as variáveis estão expressas na mesma escala, segundo Hair Jr. *et al.* (2005). Da mesma maneira, as variáveis de menor importância para ambos os modelos são o limpador/desembaçador de vidros traseiros, o aquecedor e a pintura metálica.

TABELA 5
Comparação entre o preço médio observado e o preço médio estimado pelos modelos

Variável	Preço médio observado (R\$)	Modelo linear		Modelo semilogarítmico*	
		Preço estimado (R\$)	ABS (ei) %	Preço estimado(R\$)	ABS (ei) %
PREÇO MÉDIO	27.481	25.249	8,84	25.457	7,95
X ₁ : COR	708	976	27,44	713	0,73
X ₂ : AQUEC	542	846	35,96	653	17,00
X ₃ : AR	3.565	3.549	0,45	3.040	17,25
X ₄ : DH	1.595	2.262	29,49	1.884	15,32
X ₅ : LIMP	537	420	27,82	414	29,83
X ₆ : TRIO	1.523	2.037	25,24	1.758	13,36
X ₇ : 4 PORTAS	1.374	2.138	35,74	2.010	31,63
X ₈ : CD	1.139	1.453	21,60	1.261	9,69
X ₉ : RODAS	1.566	1.792	12,61	1.633	4,09
X ₁₀ :AIRBAG	1.873	4.107	54,39	3.839	51,21
X ₁₁ : 16 V *	-	-	-	-	-
X ₁₂ : SEDAN	2.240	2.140	4,67	1.695	32,13

Nota: ABS (ei) refere-se ao percentual de erros absolutos dos modelos estimados.

* Os veículos da amostra apresentam apenas motores oito ou 16 válvulas, cujo acréscimo foi considerado apenas na comparação entre veículos diferentes.

** Com base no antilogaritmo para os valores do modelo.

Fonte: os autores.

Pode-se entender a importância das variáveis no modelo como o incremento no valor do veículo, determinado pelos coeficientes evidenciados na TAB. 5 para cada atributo que este venha a possuir. Apesar de o ar-condicionado e a opção de carroceria *sedan* apresentarem os maiores preços médios entre os opcionais selecionados, não são, nessa ordem, as variáveis individuais mais importantes para os modelos.

A TAB. 5 apresenta uma comparação entre o preço médio observado e o preço médio estimado pelos modelos para os equipamentos opcionais considerados neste estudo. O maior erro absoluto encontrado [ABS (ei)], para ambos os modelos, refere-se à variável X₁₀ (*air bag*), com um erro de 54,39% no modelo linear e 51,21% no modelo semilogarítmico. Para o modelo linear, destacam-se também X₂ (aquecedor) e X₇ (opção de quatro portas), com erros de 35,96% e 35,74%, respectivamente. Já para o modelo semilogarítmico, cabe mencionar as variáveis X₁₂ (carroceria *sedan*) e X₇ (opção de quatro portas) com erros de 32,13% e 31,63%, respectivamente.

A significância do modelo geral, determinada pela razão F, mostra-se satisfatória ao se atingirem os valores apresentados (42,1182 para o modelo linear e 32,8425 para o modelo semilogarítmico). O valor de R^2 também é estatisticamente significativo para ambos os modelos, assegurando um poder de 0,80, segundo Hair Jr. *et al.* (2005). O teste *Jarque-Bera*, para aferir o grau de normalidade, segue uma distribuição do tipo qui-quadrado com dois graus de liberdade. O seu valor crítico, no nível de significância de 5%, é igual a 5,99, conduzindo à aceitação da hipótese nula de que a distribuição dos resíduos do modelo estimado é aproximadamente normal. O teste *Reset* de Ramsey também aceitou a hipótese nula de que os parâmetros e variáveis estimadas possuam uma combinação linear.

Os resíduos advindos do modelo estimado não comprometem a *performance* de sua formulação, dado que não foram encontradas quaisquer violações dos intervalos de confiança, predeterminados em torno de 5% para o respectivo teste.

As informações pautadas no modelo formulado servem de base para a elaboração e a concepção de projetos de novos veículos, bem como para a remodelação dos veículos já existentes, em função da inclusão ou não de atributos mais ou menos representativos da composição de preços, e que sejam sensíveis ao que os potenciais consumidores percebam em termos de utilidade.

Por fim, a análise dos resultados serve de base para que o gestor possa planejar melhor o veículo, desde as fases do projeto, prospecção, até o lançamento, priorizando os tipos de veículos consistentes com as preferências de seus pretendentes. Nesse caso, pode-se inclusive determinar os mínimos de recursos e tecnologias dispensadas a cada projeto, em função de seus atributos intrínsecos, que podem orientar, inclusive, a política de comercialização da empresa.

Considerações finais e recomendações

Os resultados obtidos para o modelo de preços hedônicos de veículos populares novos confirmam o poder de explicação do modelo de preços hedônicos aplicado à indústria automobilística. Os atributos com maior importância estão relacionados, em sua maioria, ao preço médio do equipamento disponível, com exceção do motor de 16 válvulas, cujo valor médio não pôde ser calculado. Os atributos mais importantes na determinação do preço dos veículos estão relacionados à segurança e ao conforto: *air bag*, ar-condicionado, quatro portas, carroceria *sedan* e direção hidráulica.

Isso não evidencia, necessariamente, que a opção realizada pelo consumidor na compra de um veículo novo seja baseada na importância dos atributos, mas apenas no grau em que esta determina o preço do veículo. Para tal, deve-se realizar uma análise estatística comparativa dos dados de comercialização dos produtos com o objetivo de se descobrir quais seriam os atributos preferidos pelos consumidores de veículos.

Ambos os modelos possuem um poder de explicação significativo, mas as principais estatísticas induzem ao uso do modelo linear. O modelo apresentado pode ser usado na elaboração e definição de produto na indústria automobilística, bem como na adequação das linhas atuais de produtos. Ele visa a contribuir na composição de preços e determinação de pacotes opcionais com base nos valores intrínsecos dos atributos.

Apesar de ter um poder relativamente alto de explicação de suas variáveis, o modelo proposto deve ser aprimorado, com a identificação de outros atributos que possam explicar melhor o incremento dos preços. Pesquisas futuras devem ter também como objeto o veículo de outros segmentos que não os populares, como os médios, *sedans* de luxo, esportivos, utilitários. Estudos que comparem os diversos segmentos também se mostram bastante interessantes.

Por fim, a elaboração de modelos de preços hedônicos abre um vasto campo de estudos, que pode estender-se a outras dimensões do mercado, desde que haja a possibilidade de se mensurarem os valores dos atributos incluídos nos produtos.

Na elaboração de trabalhos futuros, recomenda-se a incorporação de outras variáveis, como acessórios de painel, tipos de roda, volume de porta-malas etc., que podem complementar as análises existentes. Sugere-se também que os dados sejam atualizados sistematicamente, de forma que o conjunto de variáveis componentes do veículo possa ser comparado monetariamente, sem que haja interferência dos efeitos da inflação.

Abstract

This paper aims to construct a hedonic price model to estimate the price-satisfaction relationship in the acquisition of new low-price vehicles. The initial hypothesis is that the prices of vehicles are estimated in function of the presence or not of several attributes. The technique of multiple linear regression analysis was used to determine the main attributes that contribute to the final price of the vehicle. The data used in the study concern five automotive industries in Brazil. Results of data collected from five assemblage companies in the country indicate that the most important attributes in the price composition are air bag, air conditioning, hydraulic wheeling and sedan trunk, while the least important ones are rear-glass cleaner, rear glass defogger, heater and metallic painting.

Key words: Hedonic prices; Multiple linear regression; Consumer behavior and automotive industry market.

Referências

- AGUIRRE, A.; FARIA, D. M. C. P. A utilização de “preços hedônicos” na avaliação social de projetos. **Revista Brasileira de Economia**, v. 51, n. 3, p. 391-411, set. 1997.
- AGUIRRE, A.; MACEDO, P. B. R. Estimativas de preços hedônicos para o mercado imobiliário de Belo Horizonte. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMETRIA, 18, Águas de Lindóia. **Anais...** Rio de Janeiro: SBE, 1996. p. 1-16.

ANGELO, Cláudio Felisoni de; FÁVERO, Luiz Paulo Lopes. Modelo de preços hedônicos para avaliação de veículos novos. In: SEMINÁRIO DE ADMINISTRAÇÃO FEA-USP, 6, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Semead, 2003. 1 CD Rom.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**. São Paulo: Anfavea, 2005.

BENITEZ, Rogério Martin. Valoração hedônica em mercados implícitos: uma análise diferenciada. **Perspectiva Econômica**, v. 36, n. 114, p. 5-25, abr./jun. 2001.

DE NEGRI, João Alberto. **Elasticidade-renda e elasticidade-preço da demanda de automóveis no Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas, 1998.

FONSECA, Ricardo. **Quality change in Bbrazilian automobiles**. Rio de Janeiro: Ipea, 1997. (Texto para discussão, n. 462).

GRILICHES, Z. Hedonic prices indexes for automobiles: an econometric analysis of quality change. **National Bureau of Economic Research**, n. 73, p. 137-196, 1961.

HAIR, Joseph F. *et al.* **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HOUTHAKKER, H. S. Compensates changes in quantities and qualities consumed. **Review of Economic Studies**, v. 19, n. 3, p. 155-164, 1952.

LANCASTER, Kelvin J. A new approach to consumer theory. **Journal of Political Economy**, n. 74, p. 132-157, 1966.

MURRAY, Jonathan; SARANTIS, Nicholas. Price-quality relations and hedonic price indexes for cars in the United Kingdom. **International Journal of the Economics of Business**, v. 6, n. 1, p. 5-27, 1999.

ROSEN, Sherwin. Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. **Journal of Political Economy**, n. 82, p. 34-55, 1974.

SCHAMEL, Günter; ANDERSON, Kym. Wine quality and varietal, regional and winery reputations: hedonic prices for Australia and New Zealand. **The Economic Record**, v. 79, n. 246, p. 357-369, set. 2003.

TEIXEIRA FILHO, J. **Gerenciando conhecimento**: como a empresa pode usar a memória organizacional e a inteligência competitiva no desenvolvimento dos negócios. Rio de Janeiro: Senac, 2000.

TRANDEL, Gregory A. The bias due to omitting quality when estimating automobile demand. *The Review of Economics and Statistics*, v. 73, n. 3, p. 522-525, ago. 1991. AGUIRRE, A.; FARIA, D. M. C. P. A utilização de “preços hedônicos” na avaliação social de projetos. **Revista Brasileira de Economia**, 51 (3), p. 391-411, setembro/1997.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

WANG, Zhongmin. Hedonic prices for crude oil. **Applied Economic Letters**, n. 10, p. 857-861, 2003.