



SPOLM 2007

ISSN 2175-6295

Rio de Janeiro- Brasil, 08 e 09 novembro de 2007.

ANÁLISE DOS FATORES DETERMINANTES NA PRECIFICAÇÃO DE BENS DE CONSUMO – UM CASO NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

Camilo Brandão de Resende

Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 - Vila das Acácias
CEP 12228-900 – São José dos Campos – SP – Brasil
camilo_resende@yahoo.com.br

Rodrigo Arnaldo Scarpel

Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 - Vila das Acácias
CEP 12228-900 – São José dos Campos – SP – Brasil
rodrigo@ita.br

Resumo

O mercado de bens de consumo é, sabidamente, constituído por produtos heterogêneos. Esses produtos podem ser vistos, em geral, como uma união de atributos ou características. Desta forma, quantificar o valor desses atributos pode auxiliar na criação de uma regra de precificação que permita, por exemplo, precificar um produto não existente. O objetivo deste trabalho foi utilizar os métodos quantitativos de precificação hedônica e análise conjunta para determinar empiricamente o valor dos atributos, assim como sua importância relativa, na precificação de veículos. O modelo de previsão foi obtido em duas etapas distintas: a primeira foi dividir, aleatoriamente, a amostra obtida em duas partes, sendo três quartos da amostra destinados à formulação do modelo e um quarto ao teste do modelo. Na etapa de formulação do modelo foi utilizada uma das formas funcionais mais utilizadas pelos estudos na área, a forma linear. A função foi obtida minimizando o erro quadrático total. A segunda etapa consistiu na previsão fora da amostra. Isto é, a partir da forma funcional reduzida e utilizando-se dos coeficientes das variáveis significativas, obteve-se os preços estimados para o restante da amostra que foram comparados com os preços efetivamente praticados pelo mercado. Através do modelo obtido pode-se perceber a grande utilidade de métodos quantitativos para possibilitar previsões de preços de produtos não existentes na indústria de bens de consumo em geral. Pode-se concluir, através do modelo construído que a potência é o fator de maior impacto no preço de um veículo, seguido pelo grau de luxo e marca. Outra conclusão importante é que o tipo de combustível não afeta o preço dos veículos quando o mercado é analisado como um todo.

Palavras-Chaves: Fixação de preços; Análise estatística multivariada; Indústria automobilística; Estudo de mercado; Análise Conjunta.

Abstract

The market of consumer goods is constituted of heterogeneous products. These products can be seen, in general, as an union of attributes or characteristics. In this way, quantifying the value of these attributes can assist in the creation of a pricing rule that allows, for example, pricing a inexistent product. The objective of this work was to use quantitative methods of hedonic price and conjoint analysis experimentally to determine the value of the attributes, as well as its relative importance, in vehicles pricing. The forecasting model was gotten in two distinct stages: the first one was to divide, randomly, the sample gotten in two parts, being three quarters of the sample destined to the formularization of the model and one quarter to the test of the model. In the stage of formularization of the model was used one of the functional forms more used by the studies in the area, the linear form. The function was gotten minimizing the total quadratic error. The second stage consisted on the forecast of the test sample. The gotten model permitted to perceive the great utility of quantitative methods to make possible forecasts of prices of products in the industry of consumer goods. It can be concluded, by the constructed model that the power is the factor of bigger impact in the price of a vehicle, followed for the degree of luxury and mark. Another important conclusion is that the type of fuel does not affect the price of the vehicles when the market is analyzed as a whole.

Keywords: Pricing; Multivariate analysis; Automobile industry; Market study; Conjoint analysis.

1. INTRODUÇÃO

O mercado de bens de consumo é, sabidamente, constituído por produtos heterogêneos. Esses produtos podem ser vistos, em geral, como uma união de atributos ou características.

Uma das necessidades atuais dos produtores de bens de consumo é quantificar a “real modificação de preço” de um produto ao adquirir determinada característica. Somente com essa quantificação é possível estimar o preço de mercado de um produto antes de seu lançamento, assim como tomar uma decisão quanto a qual característica deve ser adicionada ao produto a fim de aumentar suas vendas e/ou margem de lucro.

Os produtos sofrem constantes modificações de seus atributos, então não podemos mais comparar diretamente os produtos disponíveis atualmente no mercado com os que existiam antes. Para comparações de preço, estes devem ser ajustados qualitativamente.

O mercado automobilístico é um exemplo claro da heterogeneidade de produtos, uma vez que as montadoras de automóveis procuram aumentar suas participações no mercado, assim como lucros, produzindo veículos com diferentes características (conforto, potência, tamanho etc.).

O objetivo deste trabalho é utilizar métodos quantitativos (análise conjunta e preço hedônico) para determinar empiricamente o valor dos atributos, assim como sua importância relativa na precificação de veículos, tornando possível realizar previsões de preços de veículos que não existem no mercado.

O modelo de previsão será obtido, com base em procedimentos econométricos, e terá duas etapas distintas: a primeira será dividir, aleatoriamente, a amostra obtida em duas partes, sendo três quartos da amostra destinados à formulação do modelo e um quarto ao teste do modelo.

Na etapa de formulação do modelo será utilizada uma das formas funcionais mais utilizadas pelos estudos na área, a forma linear. A função será obtida minimizando o erro quadrático total. A segunda etapa consistirá da previsão fora da amostra. Isto é, a partir da forma funcional reduzida e utilizando-se dos coeficientes das variáveis significativas, obter os preços estimados para o restante da amostra e compará-los com os preços efetivamente praticados pelo mercado.

2. METODOLOGIA

Para a realização do estudo foram utilizadas duas metodologias principais: teoria do preço hedônico e análise conjunta.

2.1. PREÇO HEDÔNICO

2.1.1. Teoria Econômica do preço hedônico

Segundo Nervole (1995), a análise do preço hedônico tem origem na economia agrícola quando F. V. Waugh (1929) publicou seu pioneiro estudo sobre fatores que influenciam os preços dos vegetais. Ainda segundo Nervole (1995), Waugh fez uma regressão dos preços por lote de aspargos em Boston (maio-junho, 1927) sob três diferentes dimensões de qualidade: avaliação da cor, tamanho da haste e uniformidade dos brotos. Seu objetivo era determinar as valorizações relativas que os consumidores davam a essas características, as quais consideravam como informações úteis para os produtores de aspargos.

O primeiro modelo de preço hedônico para o mercado automobilístico foi desenvolvido por Andrew T. Court (1939), analista da indústria automobilística americana segundo Goodman, (1998). Ele adotou o termo “hedônico” (tendência para agir de maneira a evitar o que é desagradável e a atingir o que é agradável), considerando o preço dos automóveis como uma função de suas diferentes características e realizou a análise de preço hedônico de bens heterogêneos. Sua proposta final era estruturar um índice de preços para a indústria automobilística. Mais tarde Griliches (1961) também rodou regressões similares com o propósito de descobrir as preferências dos consumidores em relação a vários opcionais nos automóveis que compravam.

Segundo Colwell e Dilmore (1999), Haas (1922) já utilizou o conceito de “hedônico”, e fez um modelo simples de preço hedônico para fazendas, considerando a distância para o centro da cidade e o tamanho da cidade como duas importantes variáveis.

Ridcker (1967) foi um dos primeiros acadêmicos a aplicar a teoria do preço hedônico para analisar o mercado imobiliário. Ele utilizou dados do mercado imobiliário para fazer um modelo de preço hedônico, calculando o impacto da melhoria das condições ambientais (como eliminação da poluição do ar) sobre o preço dos imóveis.

A fundamentação teórica do modelo de preço hedônico foi chamada de teoria do preço hedônico, possuindo fundamentalmente dois alicerces:

- O acadêmico americano Lancaster (1966) inicialmente divulgou uma nova teoria do consumidor. A teoria é uma expansão da teoria econômica clássica, também conhecida como teoria das preferências de Lancaster. A partir da heterogeneidade dos produtos, Lancaster analisou “elementos básicos” que formam o produto, e argumentou que a demanda por um produto não dependia do produto propriamente dito, mas sim de suas características. Produtos heterogêneos (como automóveis) possuem uma série de características integradas, e são vendidos como uma reunião de características inerentes. Famílias compram esses bens, os utilizando como uma espécie de “investimento” e os transformam em utilidade. O nível de utilidade depende da quantidade de diferentes características. É muito difícil analisar o mercado de bens de consumo com o modelo econômico tradicional, porque não podemos considerar apenas um preço total. Por isso adotamos uma série de preços (preços hedônicos) para expressar as correspondentes características dos produtos. Portanto, o preço de um produto é formado por preços hedônicos, com cada característica do produto possuindo seu próprio preço implícito e todos os preços hedônicos formam uma estrutura de preço.

- O economista americano Rosen (1976) desenvolveu um modelo de equilíbrio de oferta e demanda baseado nas características de produtos. Utilizando a condição de um

mercado perfeitamente competitivo, maximizando a utilidade dos consumidores e o lucro dos produtores como meta, Rosen analisou teoricamente o equilíbrio a curto e longo prazo do mercado de produtos heterogêneos. O trabalho de Rosen estabeleceu a fundamentação de um modelo para a teoria do preço hedônico, baseada em métodos econométricos que podem ser utilizados para estimar a função de preço hedônico, obter os preços implícitos das características dos produtos e analisar a demanda pelas características dos produtos.

Segundo Neto (2002), a análise empírica baseada na abordagem hedônica deve direcionar a duas questões, inicialmente propostas por Griliches (1961): a) Quais são as características relevantes; b) Qual é a forma de relacionamento entre os preços e as características. Portanto o presente trabalho procurará responder a estes questionamentos aplicados ao mercado automobilístico brasileiro.

2.1.2. Teoria Estatística do preço hedônico

Um dos objetivos clássicos da estatística de preços é quantificar a “real modificação de preço” de um produto ao adquirir determinada qualidade. O problema é que a qualidade se modifica e os produtos de hoje não são iguais ao que eram ontem. Então não podemos mais comparar diretamente os produtos disponíveis atualmente no mercado com produtos que existiam antes. Para comparações de preço, estes devem ser qualitativamente ajustados.

O ajustamento qualitativo é comumente considerado um dos problemas mais complicados na estatística dos preços. Técnicas como “linking” ou “overlap pricing” estão sendo atacadas (depois da publicação do “Boskin-Report” em 1996) por serem, sob algumas condições, tendenciosas. Os métodos hedônicos foram recomendados como uma alternativa razoável.

Segundo Neto (2002), métodos hedônicos já foram propostos a algumas décadas atrás no clássico paper escrito por Griliches (1961). Nos últimos anos, estatísticas oficiais de preços começaram a utilizar métodos hedônicos como uma base regular.

O ponto inicial de todo índice de preço hedônico é a hipótese hedônica. O centro dessa hipótese é que cada bem é caracterizado pela união de todas as suas características. Dado qualquer bem, façamos essa união ser ordenada e denotada pelo vetor $\mathbf{x} = (\mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_K)'$. Assumiremos que a preferência por qualquer bem é determinada somente por seu vetor de características correspondente.

Além disso, também é assumido que, para qualquer bem, existe um relacionamento funcional f entre seu preço e o vetor de características, i. e.

$$p = f(\mathbf{x}). \quad (1)$$

Essa função especifica a *relação hedônica* ou *regressão hedônica* típica para o bem.

Baseado no relacionamento funcional (1) o importante conceito de preços hedônicos ou implícitos pode ser introduzido. Esses preços são definidos como as derivadas parciais da função hedônica (1), i.e.

$$\frac{\partial p}{\partial x_k}(\mathbf{x}) = \frac{\partial f}{\partial x_k}(\mathbf{x}) \quad (k=1, \dots, K). \quad (2)$$

O preço hedônico $\partial f / \partial x_k(\mathbf{x})$ indica, quanto o preço p de um bem (aproximadamente) varia se esse bem for, *ceteris paribus*, dotado com uma unidade adicional da característica x_k .

Para aplicações práticas da relação hedônica (1) em estatística de preços, os problemas principais são a determinação do vetor de características de um bem e especificar a função hedônica (1).

2.1.3. Formato das funções utilizadas nas regressões hedônicas

Em aproximações hedônicas para problemas de índices de preço quatro diferentes formas de funções foram empregadas no passado. Nessa seção, uma visão sobre essas formas será dada.

A aproximação mais simples é a linear dada por

$$p = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k x_k \quad (3)$$

com os preços hedônicos

$$\frac{\partial p}{\partial x_k}(x) = \beta_k.$$

O coeficiente da regressão β_k ($k = 1, \dots, K$) indica a variação marginal do preço com respeito a uma mudança da k -ésima característica x_k de um bem.

Outra aproximação é a exponencial caracterizada por

$$p = \beta_0 \prod_{k=1}^K \exp(\beta_k x_k) \quad (4)$$

ou

$$\ln p = \ln \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k x_k \quad (5)$$

com os preços hedônicos

$$\frac{\partial p}{\partial x_k}(x) = \beta_k p.$$

Obviamente, nessa aproximação, os coeficientes da regressão podem ser interpretados como taxas de crescimento. O coeficiente β_k ($k = 1, \dots, K$) indica a taxa na qual o preço aumenta a um certo nível, dado o vetor característico \mathbf{x} .

Uma terceira aproximação é a função dupla logarítmica descrita por

$$p = \beta_0 \prod_{k=1}^K x_k^{\beta_k} \quad (6)$$

ou

$$\ln p = \ln \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k \ln x_k \quad (7)$$

com os preços hedônicos

$$\frac{\partial p}{\partial x_k}(x) = \frac{\beta_k}{x_k} p.$$

Nessa aproximação, os coeficientes da regressão podem ser interpretados como elasticidades parciais. O coeficiente β_k ($k = 1, \dots, K$) indica em qual porcentagem o preço p aumenta em um certo nível se a k -ésima característica x_k aumenta um por cento.

Uma quarta forma de aproximação é a forma logarítmica dada por

$$p = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k \ln x_k \quad (8)$$

com os preços hedônicos

$$\frac{\partial p}{\partial x_k}(x) = \frac{\beta_k}{x_k}.$$

No presente trabalho será utilizada a forma linear para analisar os fatores determinantes na precificação de automóveis.

2.2. ANÁLISE CONJUNTA

Análise conjunta é uma das muitas técnicas para lidar com situações nas quais o decisor tem que escolher entre opções que variam simultaneamente através de dois ou mais atributos. O problema que o decisor enfrenta é como pesar a possibilidade que a opção X seja melhor que a opção Y no atributo A, mas seja pior que a opção Y no atributo B. Por mais de quarenta anos, pesquisadores de várias disciplinas – economia, pesquisa operacional, psicologia, estatística, marketing e administração – estudam aspectos do problema da escolha com vários atributos.

Análise conjunta é uma técnica multivariável usada especificamente para entender como os clientes ou consumidores desenvolvem suas preferências pelos diversos produtos ou serviços. Ela se baseia na simples premissa de que consumidores avaliam o valor ou a utilidade de cada produto/serviço pela combinação das utilidades de cada atributo separadamente.

A análise conjunta se interessa pelas decisões feitas por consumidores dia-a-dia – qual marca de creme dental, automóvel, ou impressora comprar? O pesquisador de mercado deve coletar informações de opções de centenas ou até milhares de entrevistados. A coleta de dados e técnicas de processamento devem ser relativamente simples e rotineira para manipular problemas desse tipo.

Segundo o trabalho teórico de Luce e Tukey (1964), a análise conjunta foi introduzida para a comunidade de pesquisa de mercado no início da década de setenta (Green e Rao, 1971). A partir daquele momento, duas extensas revisões nesse campo (Green e Srinivasan, 1978, 1990) apareceram. Análise conjunta foi um dos métodos mais documentados em pesquisa de mercado. Julgando pelas milhares de aplicações da análise conjunta que foram conduzidas desde 1970, ela se tornou o mais popular modelo de decisão com vários atributos em marketing (Wittink e Cattin, 1989).

Esta técnica ganhou larga aceitação e aplicação durante a década de 80 segundo Fonseca e Trigueiro (1995), coincidindo com a introdução de programas computacionais que integraram todo o processo de modelagem da “Conjoint Analysis”, desde gerar as combinações dos valores das variáveis a serem calculadas até os simuladores das opções usados para prever as escolhas dos consumidores entre um grande número de configurações dos produtos ou serviços.

A análise conjunta envolve a mensuração de julgamentos psicológicos (como preferências do consumidor ou aceitação) ou similaridades e diferenças perceptíveis entre alternativas de escolha. O nome “Análise conjunta” implica no estudo de efeitos de união. Em aplicações de mercado, estudamos os efeitos da união de vários atributos de um produto em sua escolha.

Através da utilização da análise conjunta é possível identificar oportunidades para lançamentos de novos produtos, de maneira a maximizar o retorno sobre o investimento. Uma vez identificada uma oportunidade, segue-se o processo de desenvolvimento de produtos novos. De acordo com Polignano e Drumond (2001), a partir das oportunidades identificadas são gerados conceitos de produtos, os quais devem ser testados para que os mais promissores passem para a etapa de desenvolvimento.

O teste de conceito envolve apresentar o conceito do produto aos consumidores-alvo e obter suas reações [Kotler, 2000]. De acordo com Polignano e Drumond (2001) as técnicas

mais utilizadas no desenvolvimento de teste de conceito são a análise conjunta e a geração de mapas perceptuais utilizando análise fatorial. Urban *et al.* (1990) apontam que testes de conceito, mapas perceptuais, análise conjunta e “clínicas” de consumidores são práticas crescentes na indústria automobilística.

A análise conjunta é utilizada para avaliar as preferências dos consumidores por conceitos alternativos obtendo-se os valores de utilidade que os consumidores associam a níveis dos atributos de um produto, permitindo, então, determinar a importância relativa de cada atributo ao consumidor [Kotler, 2000].

Para modelar um problema de pesquisa do comportamento do consumidor via análise conjunta, o analista deve ser hábil para descrever o produto tanto em termos de suas características relevantes quanto em termo dos valores possíveis para cada uma destas.

Neste texto, usaremos indistintamente o termo atributo para nos referirmos a uma característica específica do produto. Os possíveis valores assumidos por cada atributo serão denominados níveis. Ao selecionar os atributos e níveis correspondentes, obtemos uma configuração possível para o produto. Nesse trabalho, várias características de veículos nacionais serão analisadas (atributos), onde os níveis dos atributos de cada veículo serão obtidos em revistas e jornais especializados.

2.2.1. Formulação matemática da análise conjunta

$$\text{MINIMIZAR MSE} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Sujeito a:

$$\hat{y}_i = \bar{y} + \sum_j \sum_k \beta_{jk} x_{ijk}$$

$$\sum_k \beta_{jk} = 0, j = 1, \dots, t$$

Onde,

\hat{y}_i : estimativa de y_i

\bar{y} : é o valor médio de y

β_{jk} : é o peso a ser calculado do atributo j ($j=1, \dots, t$) na categoria k ($k=1, \dots, r$)

x_{ijk} : $\begin{cases} 1, \text{ se o produto } i \text{ possui o atributo } j \text{ no} \\ \text{nível } k \\ 0. \text{ caso contrário} \end{cases}$

3. ANÁLISE DOS FATORES DETERMINANTES NA PRECIFICAÇÃO DE VEÍCULOS

3.1. MODELAGEM

Para analisar o mercado automobilístico inicialmente foi obtida uma base de dados através de jornais e revistas especializadas, contendo as seguintes informações:

- Modelo
- Marca
- Combustível
- Potência

- Tamanho do porta-malas
- Comprimento
- Altura
- Quantidade de portas
- Tipo de câmbio (mecânico ou automático)
- Preço

Foram obtidos dados de 150 (cento e cinquenta) automóveis nacionais em dezembro de 2005.

3.1.1. Atributos considerados

Por se tratar de um método de decomposição de preços e utilizando análise conjunta foram criados os seguintes atributos, contendo os seguintes níveis cada:

- Marca (Audi, Chevrolet, Citroën, Fiat, Ford, Honda, Peugeot, Renault, Toyota e Volkswagen);
- Potência (≤ 55 , >55 e ≤ 80 , > 80 e ≤ 100 , > 100 e ≤ 115 , > 115 e ≤ 135 , > 135 e ≤ 150 , >150);
- Luxo (5 níveis sendo: 1- Básico, 2- Ar-condicionado ou Direção Hidráulica, 3- Ar-condicionado + Direção Hidráulica, 4- Completo com câmbio manual, 5- Completo com câmbio automático);
- Número de portas (3 ou 5 portas);
- Combustível (Gasolina ou Flex);
- Comprimento (≤ 405 , >405 e < 430 , ≥ 430);

Observação: As faixas de potência foram determinadas empiricamente e o critério utilizado para a escolha das faixas de comprimento foi a segmentação visual baseada no gráfico a seguir:

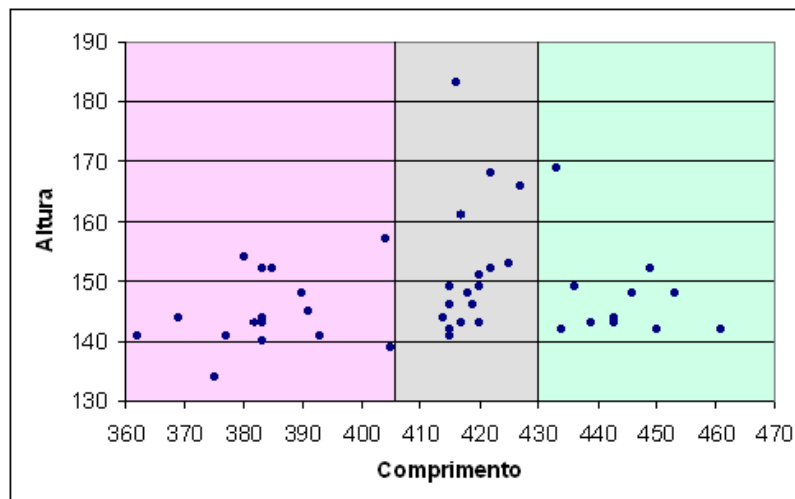


Figura 1 – Gráfico utilizado para escolha de faixas de comprimento.

3.1.2. Forma funcional

Pode-se, portanto, escrever uma relação funcional entre o preço (P) de um bem (I) e seu conjunto de características (X) e um erro ou distorção (u).

$$P = f(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}, u)$$

De acordo com Macedo (1996), a teoria econômica ainda não desenvolveu um critério de escolha para a forma funcional, assim sendo a maioria dos pesquisadores vê a escolha como uma questão empírica para ser decidida pela melhor adequação aos dados.

Logo, a escolha da forma funcional no relacionamento preço-característica é uma questão empírica. A forma funcional linear ($p = \alpha + \sum_j \sum_k \beta_{jk} x_{ijk} + u$) é frequentemente usada, onde α e β são os coeficientes a serem estimados e p, x e u, conforme definidos anteriormente. Nesse estudo essa forma funcional foi utilizada, porém considerando α como sendo o preço médio dos veículos utilizados para a modelagem ($\alpha = p_{\text{médio}}$).

O critério a ser utilizado para a determinação das constantes será o da minimização do erro quadrático médio (EQM). Para a obtenção do mesmo é necessário estabelecer a diferença entre o preço previsto pelo modelo e o preço informado pelo mercado. Para que seja possível após obtenção dos resultados realizar a análise conjunta, impõe-se à solução a restrição que a soma dos coeficientes de determinada característica (marca, potência etc.) seja nula ($\sum_{i=0}^k \beta_{ji} = 0, j = 1, \dots, t$).

Nesse sentido, das 150 observações (automóveis) disponíveis para estudo, 38 foram retiradas, aleatoriamente, para realizar o teste do modelo. Ou seja, o modelo será definido com 112 observações (automóveis). Desse modelo, são obtidas previsões para os preços a partir das características dos 38 automóveis retirados aleatoriamente e processa-se a comparação.

Abaixo será apresentada a forma funcional utilizada nesse trabalho e definido como se calcula o erro quadrático médio (EQM) para a forma utilizada, de acordo com as N observações selecionadas para o teste.

O erro quadrático médio é dado pela seguinte expressão:

$$EQM = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (p_i - E(p_i))^2$$

onde:

N – é a quantidade de observações testadas;

P_i – preço informado pelo mercado para o automóvel i;

$E(p_i)$ – Esperança matemática da variável p_i (preço calculado pelo modelo).

A esperança matemática da variável p_i (preço calculado pelo modelo) é dada pelas seguintes expressões, conforme a forma funcional:

LINEAR:
$$E(p_i) = \bar{p} + \sum_j \sum_k \beta_{jk} x_{ijk}$$

Para os cálculos das constantes foi utilizado o programa Microsoft Excel.

3.2. RESULTADOS

O quadro abaixo apresenta o resumo dos resultados das estimações realizadas para a forma linear:

Tabela 1 – Valores calculados para as constantes.

VARIÁVEL	VALOR CALCULADO	
PREÇO MÉDIO	43.439	
MARCA	AUDI	14.506
	CHEVROLET	1.002
	CITROËN	-3.553
	FIAT	1.652
	FORD	-1.298
	HONDA	-4.834
	PEUGEOT	-1.779
	RENAULT	-2.980
	TOYOTA	-3.242
	VOLKSWAGEN	526
POTÊNCIA	<=55	-17.877
	56-80	-6.296
	81-100	-6.231
	101-115	-116
	116-135	5.878
	136-150	10.742
	>=151	13.900
LUXO	1 - Básico	-12.279
	2	-8.552
	3- Ar + DH	-227
	4	7.112
	5 - Completo	13.945
Nº PORTAS	3	-3.486
	5	3.486
COMBUSTÍVEL	GASOLINA	1.206
	FLEX	-1.206
COMPRIMENTO	<=405	-2.524
	>405 E <430	145
	>=430	2.379

O modelo obtido apresenta um erro quadrático médio igual a 19.720.113 e um erro absoluto médio igual a 3.460 **em relação aos dados (112 veículos) utilizados para a sua construção.**

A seguir temos a comparação entre as curvas dos **preços reais dos veículos utilizados para a construção do modelo** e a curva aproximada pelo modelo.

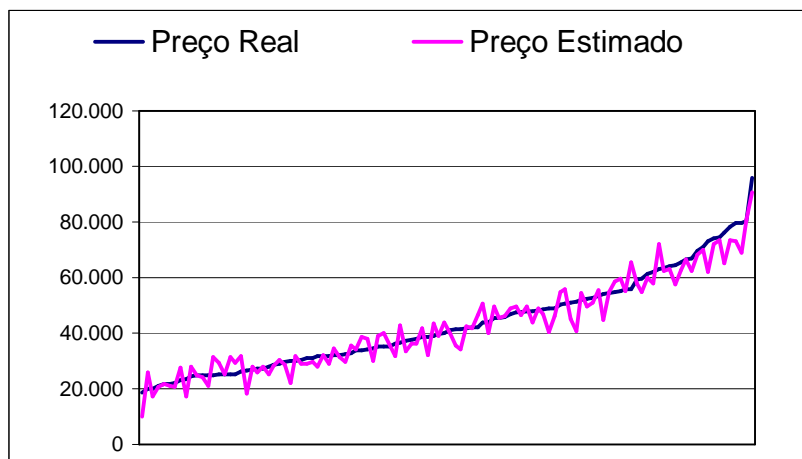


Figura 2 – Comparação entre valores obtidos no modelo e valores usados para o obtenção modelo.

O modelo obtido apresenta um erro quadrático médio igual a 22.007.008 e um erro absoluto médio igual a 3.382 **em relação aos dados separados para teste (38 veículos).**

Abaixo segue a comparação entre as curvas dos **preços reais dos veículos separados para teste** e a curva aproximada pelo modelo.

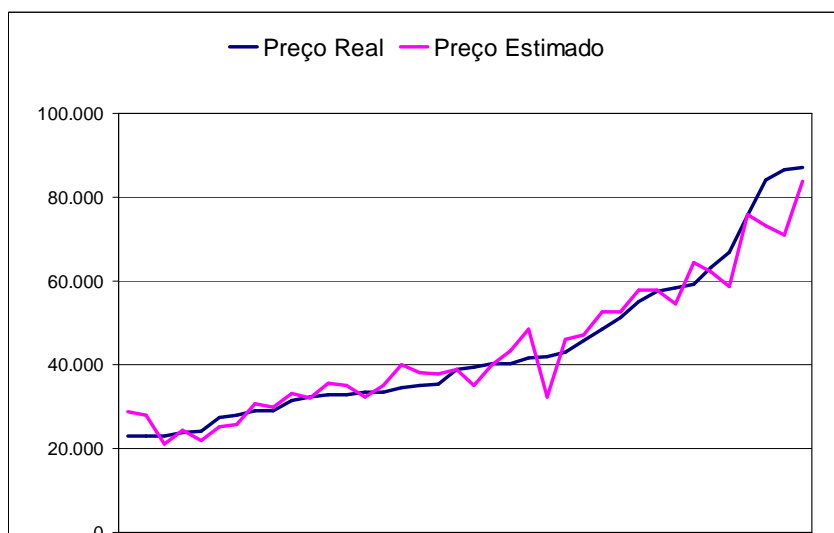


Figura 3 – Comparação entre valores obtidos no modelo e valores separados para o teste modelo.

Tabela 2 – Cálculo das importâncias relativas de cada atributo na precificação.

Atributo	\sum das normas dos pesos	% relativa
MARCA	35.372	23,1%
POTÊNCIA	61.040	39,9%
LUXO	42.115	27,5%
Nº PORTAS	6.973	4,6%
COMBUSTÍVEL	2.413	1,6%
COMPRIMENTO	5.047	3,3%

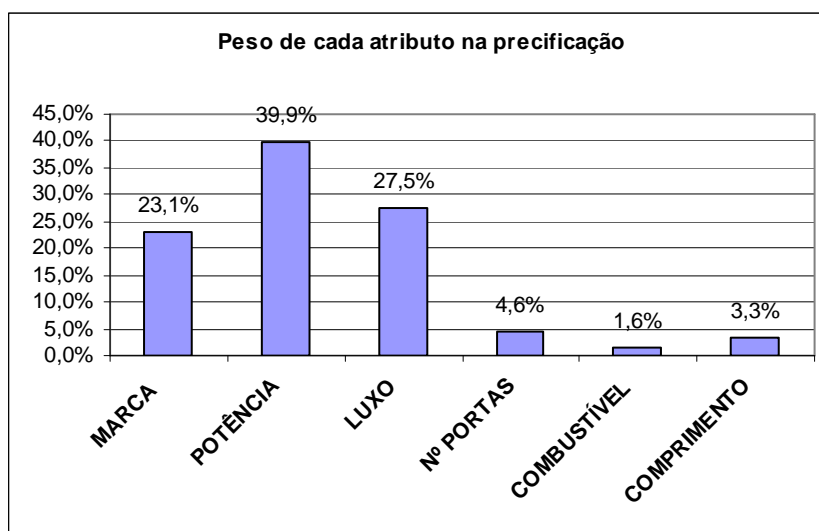


Figura 4 – Valores calculados da influência de cada atributo na precificação.

3.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Analisando os resultados obtidos podemos observar que o modelo foi capaz de representar com boa precisão os preços utilizados para teste. Aqueles preços que apresentaram maior erro entre a estimativa e o preço real correspondem a veículos que contêm características específicas que não são consideradas pelo modelo.

Tabela 3 – Veículos presentes nos dados para teste que apresentaram maiores erros (acima de 10%).

MODELO	MARCA	PREÇO (R\$)	PREÇO ESTIMADO (R\$)	ERRO (R\$)	ERRO (%)
ECOSPORT	FORD	41.950	32.196	-9.754	-23,3%
STILO	FIAT	86.600	70.941	-15.659	-18,1%
MAREA WK	FIAT	84.190	73.175	-11.015	-13,1%
VECTRA	CHEV.	66.851	58.510	-8.341	-12,5%
DOBLÒ	FIAT	39.380	35.081	-4.299	-10,9%
PARATI	VOLKS.	41.647	48.461	6.814	16,4%
CORSA	CHEV.	34.430	40.087	5.657	16,4%
CELTA	CHEV.	23.080	28.035	4.955	21,5%
PALIO	FIAT	22.930	28.685	5.755	25,1%

O veículo presente nos dados separados para teste que apresentou maior erro de estimativa foi um FIAT Stilo (167 cv), cujo preço real é R\$ 86.600 e a estimativa feita foi de R\$ 70.941. Esse grande desvio de estimativa se deve principalmente ao fato do modelo não considerar características de difícil mensuração, como design e pelo fato da classificação de luxo não levar em consideração acessórios extras, como limpador de pára-brisa automático, piloto automático etc.

Outro veículo que apresentou grande erro de estimativa foi um FIAT Marea Wk (160 cv), cujo preço real é R\$ 84.190 e o preço estimado foi de R\$ 73.175. O desvio obtido deve-se também aos fatos já citados como causadores do desvio de preços do FIAT Stilo, somando-se o fato do modelo não diferenciar modelos sedans de peruas. Podemos perceber entre os 9 veículos que apresentaram erros de estimativa maiores do que 10%, 4 pertencem às categorias de utilitários ou peruas (Ecosport, Marea WK, Doblô, Parati).

Analisando os pesos obtidos por marca, percebemos que a marca AUDI é a aquela que acrescenta maior preço a um veículo (R\$ 14.506), o que é razoável por se tratar de uma marca que explicitamente tenta conquistar seus clientes oferecendo status e diferenciação. As

marcas HONDA (- R\$ 4.834) e TOYOTA (- R\$ 3.242) são aquelas que mais diminuem o preço de um veículo, o que também é razoável por se tratarem de marcas que se destacam por menores custos de produção, característica reconhecidamente presente nos automóveis asiáticos.

Os pesos obtidos por potência também foram conforme o esperado, sendo que o peso mínimo obtido foi de - R\$ 17.877 (potência \leq 55cv) e o máximo de R\$ 13.900 (potência \geq 151cv). Os grandes valores absolutos desses atributos sinalizam a grande importância da potência na precificação de veículos.

Os pesos obtidos por luxo também foram conforme o esperado, sendo que o peso mínimo obtido foi de - R\$ 12.379 (nível 1 de luxo: Básico) e o máximo de R\$ 13.945 (nível 5 de luxo: Completo). Os grandes valores absolutos desses atributos também sinalizam a grande importância do luxo na precificação de veículos.

Os pesos obtidos para tipo de combustível foram o inverso do que se esperava, uma vez que o modelo apresentou um preço mais alto para motores movidos somente a gasolina do que para modelos flex (gasolina ou álcool). Porém, devemos salientar que os valores obtidos (R\$ 1.206 e - R\$ 1.206), possuem um valor absoluto muito pequeno quando comparado a qualquer outro atributo, o que indica que o tipo de combustível não é um fator determinante na precificação de automóveis.

Os pesos obtidos por comprimento também foram conforme o esperado, sendo que o peso mínimo obtido foi de - R\$ 2.524 (comprimento \leq 405cm) e o máximo de R\$ 2.379 (comprimento \geq 430cm).

Analisando os valores obtidos para as importâncias relativas na precificação, percebemos claramente que três fatores são os mais importantes para determinação de preço: marca (23,1%), potência (39,9%) e luxo (27,5%). Esses três fatores juntos corresponderam a 90,5 % de importância no preço. O baixo valor obtido para a importância do tipo de combustível (1,6 %) confirma que realmente essa não é uma característica de importância considerável na precificação de automóveis e explica o desvio em relação ao esperado que ocorreu com os pesos calculados para tipo de combustível.

4. SIMULAÇÕES ATRAVÉS DE APLICAÇÃO DO MODELO

Para simular uma aplicação do modelo, podemos usá-lo para estimar o preço de dois veículos que foram lançados após a coleta de dados e comparar as estimativas com o preço real (de lançamento). Os dois veículos são: Ford Fusion e Chevrolet Vectra (Modelo Elite).

Seguem os dados dos veículos extraídos dos web-sites das respectivas montadoras:

Tabela 4 – Dados extraídos para realização de simulação de aplicação.

Modelo	Potência (cv)	Comprimento(cm)	Luxo	Preço (R\$)	No Portas
Fusion	162	483	5	79990	5
Vectra Elite	151	462	5	84990	5

Realizando a simulação, foram obtidos os seguintes resultados:

Tabela 5 – Resultados da simulação e comparação com os preços reais.

Modelo	Preço (R\$)	Preço Estimado (R\$)	Erro (%)
Fusion	79990	77058	- 3,7
Vectra Elite	84990	79358	- 6,6

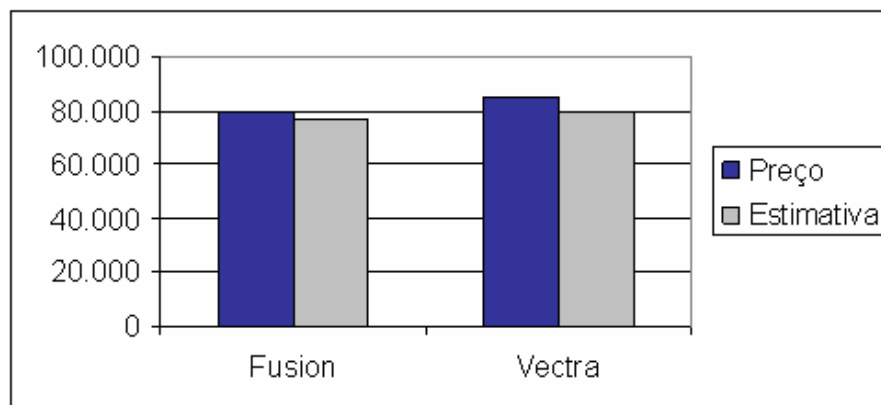


Figura 5 – Comparação entre os preços reais de lançamento e preços estimados utilizando o modelo construído.

Podemos observar que os valores estimados foram bem próximos aos valores reais e que, se ajustarmos o preço médio do modelo ao aumento do nível de preços (uma vez que os dados utilizados para confecção do modelo são de dezembro de 2005), as estimativas seriam ainda mais próximas.

5. CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos no presente trabalho, percebemos que os objetivos propostos foram alcançados, uma vez que foram estudados e aplicados os métodos de análise conjunta e preço hedônico, resultando em um modelo que permite a previsão de preços de veículos e a determinação da importância de cada fator na precificação de veículos.

Através do modelo obtido pode-se perceber a grande utilidade de métodos quantitativos para possibilitar previsões de preços de produtos não existentes na indústria de bens de consumo em geral.

Podemos concluir, através do modelo construído, que a potência é o fator de maior impacto no preço de um veículo (39,9 %), seguido pelo grau de luxo (27,5 %) e marca (23,1 %). Outra conclusão importante é que o tipo de combustível não afeta o preço dos veículos quando o mercado é analisado como um todo.

Percebemos através das análises dos resultados que é de fundamental importância aumentar o grau de especificação das características quando se deseja obter estimativas mais precisas. Os erros provavelmente diminuiriam consideravelmente com a utilização de algum tipo de segmentação baseada em métodos quantitativos.

A construção de um novo modelo considerando segmentos específicos do mercado automobilístico, utilização de outras formas funcionais para a função preço hedônico e assim como a utilização de diferentes métodos quantitativos fica como sugestão para trabalhos futuros.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] XAVIER, A. **Aplicação de métodos quantitativos em estudos de mercado**. 1994. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.
- [2] FONSECA, G. E; TRIGUEIRO, M. **Conjoint Analysis: sensibilidade da solução diante das múltiplas alternativas de formulação e comparação da eficiência de algoritmos para a técnica**. 1995. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.
- [3] GREEN, P. E.; SRINIVASAN, E. V. Conjoint analysis in consumer research: issues

and outlook. **Journal of Consumer Research**, v.5, p. 103-23, sep., 1978.

[4] NERLOVE, Marc. Hedonic price functions and the measurement of preferences: the case of Swedish wine consumers. **European Economic Review**, v. 39, p. 1697- 1716, 1995.

[5] GRILICHES, Z. Hedonic price indexes for automobiles: An econometric analysis of quality change. In: Griliches, Z. Price indexes and quality change: studies in new methods of measurement. Cambridge, Harvard University Press, 1971 – p.55-87.

[6] NETO, E. **Estimação do preço hedônico**: uma aplicação para o mercado imobiliário da cidade do Rio de Janeiro. 2002. Dissertação (Mestrado em Economia) - Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.

[7] ROSEN, Sherwin. Hedonic price and implicit markets: product differentiation in pure competition. **Journal of Political Economy**, v. 82, p. 34-55, 1974.

[8] PINDYCK, Robert S.; RYBINFELD, Daniel L. **Econometric model and economic forecasts**. 3.ed. New York: McGraw-Hill, 1991.

[9] POLIGNANO, L. A.; DRUMOND, F. B. The role of market research during product development. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 3., 2001, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: NeDIP-CTC/UFSC, 2001.

[10] KOTLER, P. **Administração de marketing**. 10 ed. São Paulo: Prentice-hall, 2000.

[11] URBAN, G. L.; HAUSER, J. R.; ROBERTS J. H. Prelaunch forecasting of new automobiles, **Management Science**, v.36, n. 4, 1990.