



**Sergio Rozenbaum**

**IMPA- Índice Municipal de Preços de Apartamentos:  
Proposta de Metodologia**

**Tese de Doutorado**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração de Empresas da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Administração de Empresas.

Orientador : Prof. Luiz Felipe Jacques da Motta

Rio de Janeiro, fevereiro de 2009



**Sergio Rozenbaum**

**IMPA- Índice Municipal de Preços de Apartamentos:  
Proposta de Metodologia**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Administração de Empresas da PUC - Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Prof. Luiz Felipe Jacques da Motta**  
**Orientador**

Departamento de Administração - PUC-Rio

**Prof<sup>a</sup>. Teresia Diana Lewé van Aduard de Macedo-Soares**  
Departamento de Administração - PUC-Rio

**Prof. Jorge Ferreira da Silva**  
Departamento de Administração - PUC-Rio

**Prof<sup>a</sup>. Angela Maria Cavalcanti da Rocha**  
COPPEAD - UFRJ

**Prof. Celso Funcia Lemme**  
COPPEAD - UFRJ

**Prof. Nizar Messari**  
Vice-Decano de Pós-Graduação do CCS

Rio de Janeiro, 12 de fevereiro de 2009

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

## **Sergio Rozenbaum**

Graduou-se em Engenharia Civil (construção civil) pela Escola Nacional de Engenharia da UFRJ em 1972. Pós-graduado em Redes de Computadores pelo CCE da PUC - Rio em 2000. Obteve, em 2004, o título de Mestre em Administração de Empresas pelo IAG da PUC - Rio. Desde janeiro de 1969, desenvolveu, ininterruptamente, atividades profissionais no mercado imobiliário em planejamento, incorporação, construção e vendas.

### Ficha Catalográfica

Rozenbaum, Sergio

IMPA - Índice Municipal de Preços de Apartamentos: proposta de metodologia / Sergio Rozenbaum ; orientador: Luiz Felipe Jacques da Motta. – 2009.

154 f. : il. ; 30 cm

Tese (Doutorado em Administração)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

Inclui bibliografia

1. Administração – Teses. 2. Preços de apartamentos. 3. Modelo hedônico. 4. Mercado imobiliário. 5. Índice de preços. 6. Regiões homogêneas. I. Motta, Luiz Felipe Jacques da. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Administração. III. Título.

CDD:658

À minha mãe, que sempre insistia e comprovou,  
na prática, que, estudar é fundamental.  
Aos meus netos, Guilherme, Julia e Felipe,  
esperando que um dia acreditem nisso!

## Agradecimentos

À minha esposa, que participou da solução de todos os problemas que tiveram de ser resolvidos para que a tese ficasse pronta dentro do prazo.

Às minhas filhas, que, sempre que solicitadas ao longo dos últimos vinte meses, imediatamente mandaram suas opiniões e propostas para a solução dos problemas apresentados. Sorte a minha ter à disposição uma equipe com tal qualidade.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luiz Felipe Jacques da Motta, que, mesmo em um tema fora de sua linha de pesquisa, deu-me, desde o início, todo o apoio necessário.

Ao Prof. Dr. Jorge Ferreira da Silva, pela revisão da parte de estatística, e também aos demais professores doutores da banca examinadora, cuja participação valoriza esta tese.

Aos colegas, professores e funcionários do IAG (mestrado e doutorado), pela ótima convivência durante todos estes anos.

## Resumo

Rozenbaum, Sergio; Motta, Luiz Felipe Jacques da. **IMPA - Índice Municipal de Preços de Apartamentos: Proposta de Metodologia**. Rio de Janeiro, 2009. 154p. Tese de Doutorado - Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Vem-se observando, no Brasil, um crescimento do mercado imobiliário. Os jornais e revistas das principais cidades brasileiras contêm inúmeras páginas de anúncios de lançamentos imobiliários. São muitas ofertas, muitos compradores e muitos negócios. O mercado imobiliário está em expansão, atendendo a quase todas as classes sociais e empregando um grande contingente de mão-de-obra. Várias empresas de construção civil foram listadas na Bolsa de Valores de São Paulo, obtendo recursos para o desenvolvimento de projetos. Esse mercado está assumindo, finalmente, um papel importante na economia do Brasil, a exemplo dos EUA, da União Européia e dos países da OCDE (Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico). Ainda falta, contudo, um indicador das tendências do mercado que permita uma análise do investimento, tanto para produtores quanto para os compradores. Na verdade, não existe um índice de preços para o mercado imobiliário para nenhuma cidade brasileira. Esta pesquisa concluiu que para grande parte das prefeituras brasileiras, é possível usar as bases de dados do ITBI (Imposto de Transmissão de Bens Imóveis) e do IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano) para a construção de um índice municipal de preços de apartamentos (IMPA). Um índice foi construído através de um modelo hedônico em que os atributos utilizados são os que constam da base de dados do ITBI, e mais uma variável, que atribui um valor à localização das ruas de um bairro (VR). Essa variável foi obtida na planta genérica de valores (PGV), que serve de base de cálculo do IPTU. A partir do modelo utilizado na cidade de Paris, França, foi proposta uma nova metodologia, testada na cidade do Rio de Janeiro. A divisão das cidades em regiões homogêneas, representadas por um ou mais de seus bairros mais importantes, permitiu a obtenção de índices regionais e, por agregação, um índice municipal. A metodologia é de fácil replicação por grande parte das prefeituras das cidades brasileiras de grande e médio porte que

possuam um cadastro das edificações residenciais multi-familiares e uma planta genérica de valores. Quando essas prefeituras construírem seus índices, será possível obter um índice nacional. Os resultados obtidos para o Município do Rio de Janeiro validaram o modelo.

## **Palavras-chave**

Preços de apartamentos; modelo hedônico; mercado imobiliário; índice de preços; regiões homogêneas.

## Abstract

Rozenbaum, Sergio; Motta, Luiz Felipe Jacques da (Advisor). **MICP – Municipal Index of Condominium Prices: A Proposed Methodology.** Rio de Janeiro, 2009. 154p. Tese de Doutorado - Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A growth of the real estate market has been observed in Brazil. The newspapers and magazines of main Brazilian cities contain many pages of ads for new real estate developments. There are many offers, many buyers and many deals. The real estate market is growing, meeting the needs of almost all social classes and employing a large pool of labor. A number of construction companies have been listed on the Sao Paulo Stock Exchange, having obtained capital funding for development projects. This market is finally getting an important role in Brazil's economy, like the U.S., EU and OECD countries (Organization for Economic Cooperation and Development). However, it still lacks an indicator of market trends to enable an analysis of the investment, both for developers and for buyers. As a matter of fact, there is not a price index for the real estate market of any Brazilian city. This research concluded that for most Brazilian cities, it is possible to use the ITBI (Transmission of Real Estate Tax) and IPTU (Buildings and Urban Property Tax) databases for the creation of a municipal index of condominium prices (MICP). An index was created through a hedonic model that uses attributes from the ITBI database, plus a variable attribute which assigns a value to the location of the streets of a neighborhood (VR). This variable attribute was obtained from the plant of generic values (PGV), which serves as the basis for calculating IPTU. Based on the model used in the city of Paris, France, a new methodology was proposed and tested in the city of Rio de Janeiro. The division of cities into homogeneous regions, represented by one or more of the most important neighborhoods, enabled the achievement of a regional index and, by means of aggregation, a municipal index. The methodology is easy to replicate for most Brazilian cities of large and medium size that have a record of multi-family residential buildings and a general valuation platform. After those cities build their own indexes, it will be possible to obtain a national index. The results for Rio de Janeiro have validated that model.



## **Key-words**

Condominium prices; hedonic model; real estate; municipal index; homogeneous regions.

## Sumário

1. Introdução	15
1.1. O Problema da Pesquisa	18
1.2. Objetivo Principal e Objetivos Intermediários	20
1.3. Delimitação do Estudo	20
1.4. Relevância do Estudo	21
1.5. Estrutura da Tese	22
2. Referencial Teórico	23
2.1. Conceitos Centrais	23
2.1.1. Mercado Imobiliário Residencial	24
2.1.2. Características que Influenciam o Preço	25
2.1.3. Barreiras para a Construção do Índice no Brasil	26
2.2. Revisão da Bibliografia	26
2.2.1. Estudos sobre Variações de Preços no Mercado Imobiliário	26
2.2.2. Modelos de Índices de Preços para Imóveis Residenciais	27
2.2.2.1. Modelos de Vendas Repetidas	27
2.2.2.2. Modelos Hedônicos e Adaptações	29
2.2.3. A Escolha do Modelo Hedônico para Índices	34
2.3. Modelo Conceitual	39
2.4. Hipóteses	45
3. Metodologia	47
3.1. A Epistemologia e o Tipo da Pesquisa	47
3.2. Etapas da Pesquisa	48
3.3. Universo, Amostra e Seleção de Sujeitos	49

3.4. Coleta dos Dados	49
3.5. Tratamento dos Dados	50
3.5.1. A Base de Dados do ITBI	50
3.5.2. O Atributo de localização (VR)	53
3.5.3. Variáveis explicativas disponíveis e a Variável Dependente	54
3.5.4. Redução da base de dados (Idade, Área, Sextos)	58
3.5.5. Divisão em Regiões Homogêneas	59
3.6. Construção do índice de uma Região Homogênea (RH)	62
3.6.1. A Forma Funcional da Regressão Múltipla	64
3.6.2. Testes de Verificação dos Pressupostos da Regressão Múltipla	62
3.6.3. As Variáveis Indicativas dos Trimestres e a Regressão do Tipo “ <i>Pooled Cross Section</i> ”	67
3.6.4. Justificativa para Eliminação de Observações	68
3.6.5. Heterocedasticidade	73
3.6.5.1. Correção pelo Método da Regressão <i>Weighted Least Squares</i>	75
3.6.5.2. Correção de Huber-White (Robust Standard Errors)	78
3.6.6. Multicolinearidade	80
3.6.7. Autocorrelação	81
3.6.8. Erros de Especificação	82
3.6.8.1. Variáveis Omitidas	84
3.6.8.2. Seleção de Variáveis	85
3.6.8.3. Teste da Especificação:- linktest	85
3.6.9. Roteiro para Validação das Regressões	86
3.6.9.1. Validação da Regressão (passo a passo)	89
3.6.10. Agregação dos Índices das RH- Obtendo o IMPA	97
3.7. Limitações do Método	99

3.7.1. Credibilidade	101
3.7.2. Vagas de automóveis e Idade	101
3.7.3. A Escolha das Regiões Homogêneas	102
3.7.4. Anos-Base	103
3.7.5. Inflação	103
3.7.6. Sazonalidade	104
3.7.7. Zoneamento	104
3.7.8. Autocorrelação Espacial	105
3.8. Weighted Least Squares (WLS) e Robust Standard Errors (RSE)	105
4. Resultados	107
4.1. Índices das RH e o IMPA	107
4.2. Comprovações das Hipóteses da Tese	114
4.3. Testes Estatísticos das Regressões	118
5. Discussão	127
6. Conclusões	131
6.1. Utilidade e Contribuição	131
6.2. Proteção do Patrimônio Imobiliário	133
6.3. Propostas para a PMRJ: - Uma Nova Ficha para o ITBI, uma Nova Forma de Correção dos Impostos e uma Fusão entre IPTU e ITBI	134
6.4. Recomendações para Futuras Pesquisas	135
7 Referências Bibliográficas	137

## Lista de tabelas

Tabela 1 - Estudos ordenados por método	44
Tabela 2 - Variáveis Independentes	56
Tabela 3 - Índices de Preços na OCDE	58
Tabela 4 - Regiões, bairros e seus representantes	61
Tabela 5 - Critérios de justificativa para remoção de pontos atípicos	72
Tabela 5 - Participação de cada RH no índice	72
Tabela 6 - Contribuição trimestral das RH no índice	97
Tabela 7 - Coeficientes beta	98
Tabela 8 - Resultado dos testes estatísticos	117
Tabela 9 - Coeficientes, erros, p-value e intervalos RH 1 e 2	121
Tabela 10 - Coeficientes, erros, p-value e intervalos RH 3 e 4	122
Tabela 11 - Coeficientes, erros, p-value e intervalos RH 5 e 6	123
Tabela 12 - Coeficientes, erros, p-value e intervalos RH 7 e 8	124
Tabela 13 - Coeficientes, erros, p-value e intervalos RH 9	125
Tabela 14 - Coeficientes, erros, testes t, e intervalos da RH 9	126

## Lista de figuras

Figura 1- Etapas de Pesquisa	48
Figura 2 - Regiões administrativas da cidade do Rio de Janeiro	60
Figura 3 - Preparação dos dados	62
Figura 4 - Base de dados do ITBI	64
Figura 5 - Teste <i>gladder</i> (Avaliação)	90
Figura 6 - Gráfico <i>pnorm</i> (Avaliação)	90
Figura 7 - Teste <i>gladder</i> (VR)	91
Figura 8 - Teste <i>gladder</i> (Andar)	91
Figura 9 - Teste <i>gladder</i> (Idade)	92
Figura 10 - Teste <i>gladder</i> (Área)	93
Figura 11 - Regressão (STATA)	94
Figura 12 - Testes: <i>hettest</i> e <i>linktest</i>	94
Figura 13 - Correção pelo RSE, <i>linktest</i> , VIF e teste de Durbin- Watson	96
Figura 14 - Esquema da obtenção do Impa	99
Figura 15 - Índice RH 1	107
Figura 16 - Índice RH 2	108
Figura 17 - Índice RH 3	108
Figura 18 - Índice RH 4	109
Figura 19 - Índice RH 5	109
Figura 20 - Índice RH 6	110
Figura 21 - Índice RH 7	110
Figura 22 - Índice RH 8	111
Figura 23 - Índice RH 9	111
Figura 24 - Índice IMPA (1999.4 e 2007.2)	112
Figura 25 - Índice IMPA x Selic x IPCA-E	113