

AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS URBANOS POR ESTATÍSTICA INFERENCIAL E REGRESSÃO MÚLTIPLA : APLICAÇÃO PARA O CENTRO DE FLORIANÓPOLIS - SC

HOCHHEIM, Norberto⁽¹⁾⁽²⁾

PETRY, Giane

SCHERER, Silvia Raquel

SIMOM, Lilian Mendonça

WOLSKI, Mário Sérgio

(1) Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil (CPGEC)- Opção em Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM).

Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Departamento de Engenharia Civil.

Caixa Postal 476. 88010-970 - Florianópolis - SC

(2) O primeiro autor é professor da disciplina de Engenharia de Avaliações do CPGEC e os demais autores são alunos do CPGEC, na opção CTM.

ABSTRACT

This current paper describes some activities carried out by Post-Graduation students in Civil Engineering - Multipurpose Technical Cadastre option, within the Evaluation Engineering subject, to develop a study about residential buildings of downtown area, Florianópolis (Santa Catarina - Brasil). The methodology was based on NBR 5676/89 of the Brazilian Association of Technical Norm (ABNT), adopting the comparative method of real state market informations using the inferencial statistics and multiple regression to analyse the gathered data. This article explains the experiment, pointing out the faced troubles and the results.

Keywords: Evaluation Engineering, Evaluation of residential buildings.

RESUMO

O presente trabalho descreve as atividades realizadas pelos alunos de Pós-graduação em Engenharia Civil - Opção em Cadastro Técnico Multifinalitário, no decorrer da disciplina de Engenharia de Avaliações, com o objetivo de realizar um estudo sobre os imóveis residenciais do centro de Florianópolis. A metodologia adotada baseou-se na NBR 5676/89 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, adotando o método comparativo de dados de mercado e a estatística inferencial e regressão múltipla para análise dos dados. O objetivo do artigo é o de apresentar esta experiência, salientando as dificuldades enfrentadas e as conclusões obtidas.

Palavras chave: Engenharia de Avaliações, Avaliação de imóveis urbanos.

1. INTRODUÇÃO

A idéia expressa por Zancan (1995) traduz, com muita propriedade, a importância do ensino da engenharia de avaliações. Segundo a autora, "a evolução da Engenharia de Avaliações e Perícias passa necessariamente pela difusão da prática de ensino no âmbito da Graduação, Extensão e Pós-graduação. Na Graduação, os cursos de engenharia limitam-se aos conhecimentos

básicos para o desempenho da atividade de avaliação e perícias. A Extensão universitária permite o aprendizado das técnicas avaliatórias que vêm sendo utilizadas e a Pós-graduação, a nível de Especialização, Mestrado ou Doutorado, contribui com pesquisa, aplicações e novas técnicas.”

O objetivo deste artigo é o de relatar a experiência obtida durante a realização deste trabalho de avaliação de imóveis residenciais urbanos. Durante o trabalho, percebeu-se a complexidade dos fatores envolvidos nos procedimentos de avaliação e a importância do conhecimento das diretrizes e das etapas que compõem o processo. A tarefa de avaliação exige um embasamento muito concreto a respeito do elemento a ser avaliado ou julgado, bem como dos métodos e ferramentas disponíveis.

A avaliação em específico apoiou-se em uma amostragem inicial de 27 (vinte e sete) imóveis residenciais urbanos do centro de Florianópolis, executada nos meses de agosto e setembro de 1995.

2. BASE TEÓRICA

A avaliação de imóveis urbanos, de acordo com Arende, citado por Caldas (sd), pode ser definida como o conjunto de operações que leva à formação de juízo sobre o valor de um imóvel, ou de um direito sobre o imóvel.

No Brasil, a avaliação de imóveis urbanos é regida pela NBR 5676/89 da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, que dá especial ênfase à utilização de Regressões Múltiplas e Inferência Estatística nas avaliações.

A introdução da Inferência Estatística na Engenharia de Avaliações proporcionou a diminuição do grau de subjetividade, uma vez que esta técnica propicia a determinação de quais características (variáveis) mais influenciam no valor de mercado e de que forma se dão essas influências, a partir de um modelo matemático adequado, conhecido como modelo de regressão, que transmite à avaliação a confiabilidade do rigor estatístico.

O método adotado para esta avaliação foi o método comparativo de dados de mercado, considerado o método mais utilizado e o mais recomendado na avaliação de imóveis, pois permite a determinação do valor, levando em consideração as diferentes tendências e flutuações do mercado imobiliário.

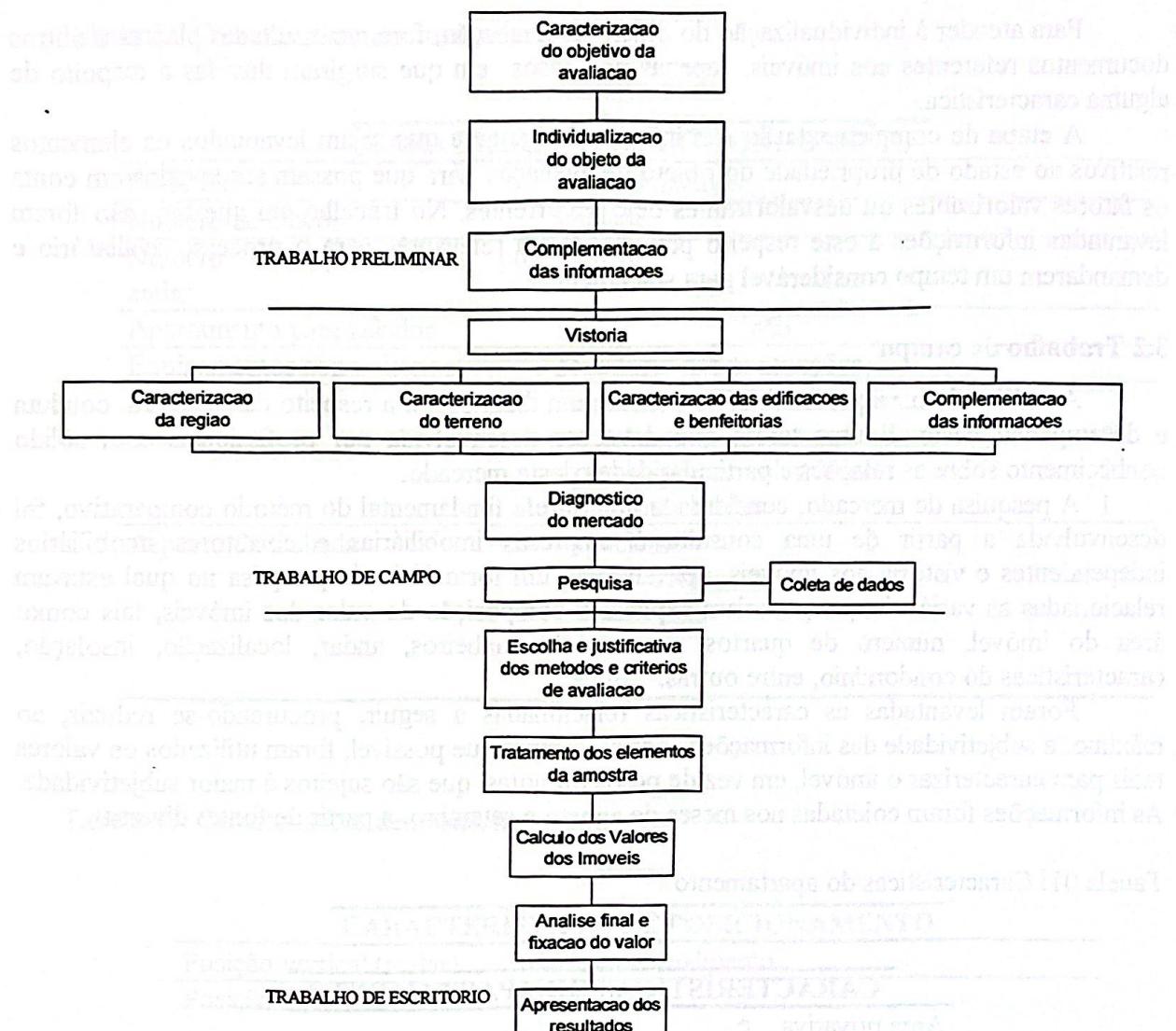
O método comparativo de dados de mercado é aquele que define o valor através da comparação com dados de mercado assemelhados quanto às características intrínsecas e extrínsecas. É condição fundamental para aplicação deste método a existência de um conjunto de dados que possa ser tomado, estatisticamente, como amostra do mercado imobiliário.

Utilizando o método comparativo de dados de mercado, determina-se o valor de um imóvel pela sua comparação com outros de natureza e características semelhantes, a partir de um conjunto de dados e informações relacionados com transações efetivas e ofertas existentes, e que irão compor uma amostra representativa do mercado, salienta Moreira Filho et al (1993).

3. METODOLOGIA

A NBR 5676/89, dentre suas diretrizes, estabelece a seqüência de etapas que devem ser desenvolvidas durante o processo avaliatório. O fluxograma que segue apresenta estas etapas.

1. A definição e elaboração das etapas de avaliação (COBRAC) que vai ser realizada, bem como a elaboração de critérios para a seleção de imóveis a serem avaliados, assim como a elaboração de critérios de avaliação de imóveis que se enquadram no tipo de avaliação que se pretende realizar, considerando que cada tipo de avaliação não se aplica a todos os imóveis.



Estas etapas relacionam-se ao procedimento para a avaliação de um determinado imóvel. O presente trabalho, embora não apresente este objetivo e sim o de determinar um modelo de regressão que possa representar o comportamento dos preços dos imóveis residenciais em um local específico, adotou basicamente o mesmo fluxo de atividades, conforme descrito a seguir:

3.1 Estudo Preliminar

A caracterização do objeto de avaliação é uma das etapas mais importantes da avaliação, pois possibilita a estruturação das demais fases a serem realizadas. Ao determinar-se o objetivo da avaliação pode-se definir o grau de detalhamento das atividades básicas, o nível de precisão desejado e outros elementos que possam influir no valor dos imóveis.

Todas as atividades foram realizadas com o propósito de executar uma avaliação que atendesse os requisitos estabelecidos pela norma para a avaliação classificada como "rigorosa". De acordo com a norma, a adoção do nível rigoroso prevê o uso da estatística inferencial.

Os objetos de avaliação foram imóveis residenciais localizados no centro de Florianópolis-SC. Excluiu-se da amostragem os imóveis localizados na avenida Beira-Mar por apresentarem características que os diferiam dos demais imóveis do centro.

Para atender à individualização do objeto de avaliação, foram consultadas plantas e outros documentos referentes aos imóveis, apenas nos casos em que surgiram dúvidas a respeito de alguma característica.

A etapa de complementação das informações sugere que sejam levantados os elementos relativos ao estado de propriedade do objeto de avaliação para que possam ser levados em conta os fatores valorizantes ou desvalorizantes dele decorrentes. No trabalho em questão, não foram levantadas informações a este respeito por não serem relevantes para o processo avaliatório e demandarem um tempo considerável para sua coleta.

3.2 Trabalho de campo

A análise do mercado imobiliário permite um diagnóstico a respeito da estrutura, conduta e desempenho deste. É uma tarefa que deve ser desenvolvida por profissionais com sólido conhecimento sobre as relações e particularidades deste mercado.

A pesquisa de mercado, considerada uma tarefa fundamental do método comparativo, foi desenvolvida a partir de uma consulta à empresas imobiliárias e corretores imobiliários independentes e vistoria aos imóveis, aplicando-se um formulário de pesquisa no qual estavam relacionadas as variáveis que poderiam explicar a composição do valor dos imóveis, tais como: área do imóvel, número de quartos, número de banheiros, andar, localização, insolação, características do condomínio, entre outras.

Foram levantadas as características relacionadas a seguir, procurando-se reduzir, ao máximo, a subjetividade das informações. Assim, sempre que possível, foram utilizados os valores reais para caracterizar o imóvel, em vez de pesos ou notas, que são sujeitos à maior subjetividade. As informações foram coletadas nos meses de agosto e setembro, a partir de fontes diversas.

Tabela 01: Características do apartamento

CARACTERÍSTICAS DO APARTAMENTO										
Área privativa	m ²									
Número de suítes	unidade									
Número de quartos	unidade									
Número de amb. sala	unidade									
Número de garagens	unidade									
Dependência de empregada	sim	não								
Lavabo	sim	não								
Despensa	sim	não								
Área de serviço	sim	não								
Sacada	sim	não								
Churrasqueira	sim	não								
Mobiliário	sim	não								
Planta reversível	sim	não								
Padrão de acabamento	<table><tr><td>- luxo</td><td>4</td></tr><tr><td>- normal</td><td>3</td></tr><tr><td>- modesto</td><td>2</td></tr><tr><td>- inferior</td><td>1</td></tr></table>		- luxo	4	- normal	3	- modesto	2	- inferior	1
- luxo	4									
- normal	3									
- modesto	2									
- inferior	1									

Tabela 02: Características do condomínio

CARACTERÍSTICAS DO CONDOMÍNIO		
Idade real	número de anos	
Número de blocos	unidade	
Número de apartamentos por unidade andar		
Apartamento para zelador	sim	não
Equipamentos comunitários ¹	somatório das pontuações	
Segurança	- circuito de TV/po ^{teiro/po^{teiro e portão}} eletrônico - portão/po ^{teiro eletrônico} - po ^{teiro eletrônico}	
Aspecto da fachada		
	- excelente	5
	- muito bom	4
	- bom	3
	- razoável	2
	- ruim	1

Tabela 03: Características de posicionamento

CARACTERÍSTICAS DE POSICIONAMENTO		
Posição vertical (andar)	número do pavimento	
Posição horizontal	- frente	3
	- lateral	2
	- fundos	1
Insolação	- ótima	3
	- boa	2
	- ruim	1
Localização	- zona residencial/pouco movimentada/boa vizinhança 4 - zona residencial/movimentada/boa viz. 3 - zona comercial-residencial/movimentada/ vizinhança regular 2 - zona comercial-residencial/movimentada/ vizinhança ruim 1	

3.3 Trabalho de escritório

O atendimento às exigências de uma avaliação rigorosa prevê a utilização da estatística inferencial, que trata de generalizações sobre a população feita a partir de dados fornecidos por amostras.

¹ Foram relacionados todos os equipamentos existentes no condomínio, atribuindo-se o valor 1 (um) para cada um deles, por exemplo, playground=1, salão de festas=1, quadra poliesportiva=1, entre outros. O valor final foi composto pelo somatório destas pontuações.

A técnica utilizada é a de análise de regressão, através da qual fez-se o estudo das múltiplas variáveis que explicam o valor do imóvel.

Conforme Zancan (1995), "a análise de regressão consiste em estudar uma variável dependente em relação a outras independentes que são responsáveis pela sua formação. A utilização da regressão múltipla permite, após a escolha do melhor modelo de ajustamento, projetar os valores que assumirão imóveis a serem avaliados a partir de suas características particulares".

O tratamento estatístico foi feito utilizando-se um pacote estatístico. O modelo escolhido foi aquele que apresentou o melhor coeficiente de determinação e que, submetido aos demais testes, mostrou-se adequado.

$$Y(\text{valor total}) = -4530.40 + 595.76 (\text{área}) - 947.91 (\text{idade}) + 6249.1 (\text{posição horizontal})$$

Em uma análise preliminar, pode-se verificar que o modelo apresenta coerência, pois o valor do imóvel (Y) cresce positivamente em relação ao aumento da variável área e posição horizontal² e decresce com o aumento da idade do imóvel.

3.3.1 Resumo da regressão

Tabela 04: Resumo da Regressão

Variáveis (x)	B	Erro padrão de B	t(21)	nível de significância
Área	595.76	34.14	17.45175	0.000000
Idade	-947.91	384.95	-2.46245	0.022529
Poshoriz	6249.10	2952.45	2.11658	0.046407

$$R=0.97339799 \quad R^2 = 0.94750364 \quad R^2 \text{ ajustado} = 0.94000416$$

Erro padrão da estimativa: 11665

O coeficiente de determinação (r^2) de 0.9475 demonstra que aproximadamente 94.75% do valor da avaliação é explicado pela equação de regressão ajustada. O coeficiente de correlação (r) de 0.9733, expressa um grau de correlação fortíssimo das variáveis independentes em relação à variável dependente (preço).

3.3.2 Análise de variância

A análise de variância é feita com o objetivo de testar a hipótese de não existência de regressão. Para tanto, comparou-se o F (Fisher - Snedecor) calculado com o F tabelado para 3 graus de liberdade no numerador, 21 graus de liberdade no denominador e 5% de significância. O valor de 126.34 fornecido pelo software é maior que o valor tabelado de 3.01 (valor crítico), configurando a existência de regressão.

Tabela 05: Análise de Variância

Fonte	SQ	GL	MQ	F	α
Regressão	515754E5	3	17191E5	126.3426	.000000
Residual	285753E4	21	136073E3		
Total	544330E5				

² Os maiores valores para posição horizontal representam melhor posicionamento com relação à rua a qual o edifício faz frente.

3.3.3 Significância dos bi

Todos os regressores foram importantes na formação do modelo, rejeitando-se a hipótese de $bi = 0$, ao nível de 5% de significância. O quadro resumo de regressão (tabela 04) demonstra esta afirmação, pois todos os valores (última coluna) são inferiores a 5%.

3.3.4 Número de dados amostrais

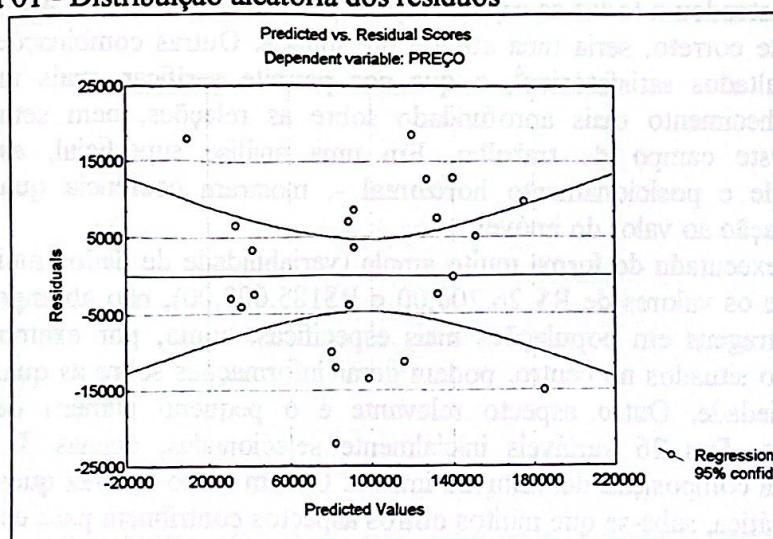
A exigência expressa pela norma foi atendida, já que o número de elementos utilizados foi superior a $K + 5$ (onde K é o número de variáveis dependentes e independentes). O número de dados amostrais N foi 25³, superando a exigência de nove dados ($K + 5 = 4 + 5 = 9$).

3.3.5 Testes complementares

Os testes adicionais sugeridos pela NBR 5676/89 foram realizados para a amostra, indicando que o modelo atendeu a todas as exigências impostas, ou seja:

- os dados de Y_i foram coletados em fontes diferentes, a partir de pesquisas independentes, o que permite aceitar a aleatoriedade de Y_i ;
- a aleatoriedade de X_i foi demonstrada, embora de maneira simplificada e superficial, pelo coeficiente de correlação simples entre as variáveis independentes, consideradas duas a duas. Os valores encontrados (idade X área = -0.30, idade X posição horizontal = -0.06 e área X posição horizontal = -0.20), indicam a não existência de multicolinearidade. De acordo com Moreira Filho (1993), coeficientes reduzidos de até 0.40, não deixam razões para preocupações;
- a distribuição aleatória dos resíduos “ e_i ” (condição verificada pela plotagem de e_i versus valores esperados Y), demonstrou não haver tendência, sendo a variância constante e a condição de homocedasticidade satisfeita, conforme demonstra a figura 01.

Figura 01 - Distribuição aleatória dos resíduos



- a existência de auto-correlação entre os erros, não desejada sob a hipótese de normalidade, foi rejeitada. O valor para o teste *Durbin Watson* fornecido pelo software ($DW = 1.69$) foi superior aos valores tabelados ($D_l = 1.12$ e $D_U = 1.66$) para $K = 3$, $N = 25$ e 5% de significância;

³ Dos 27 dados iniciais, dois foram eliminados por serem discrepantes em relação aos demais. Ver “outliers” em testes complementares.

- foi verificada a existência de dois *outliers* - pontos atípicos em relação aos demais - que após identificados e analisados foram extraídos da amostra e novamente processados os dados. A amostra final ficou composta, desta forma, por 25 observações.

COMENTÁRIOS FINAIS

O trabalho avaliatório não pretendeu, em momento algum, estabelecer afirmações conclusivas sobre a técnica de avaliação, mas sim, proporcionar um primeiro contato com o tema e tornar perceptíveis as suas particularidades e dificuldades. As inúmeras situações enfrentadas possibilitaram verificar a complexidade deste campo de trabalho, muito embora o mesmo pareça, num primeiro momento, simples.

A facilidade oferecida pelos *softwares* estatísticos no cálculo dos modelos de regressão não elimina análises mais apuradas, que devem ser feitas por profissionais experientes, com conhecimento sobre as relações do mercado imobiliário. Um conhecimento sobre os procedimentos estatísticos é uma condição também fundamental, principalmente para análises que envolvam variáveis múltiplas. A utilização de um *software* específico para avaliações facilita a obtenção dos resultados, mas não exclui a necessidade deste conhecimento básico prévio. Sem estes embasamentos, análises incorretas podem ser feitas, já que, em alguns casos, existe a possibilidade de ocorrência de variáveis com representação pouco significativa para a determinação do modelo, mas que, na prática, contribuem para a formação do valor do imóvel. O contrário também pode ocorrer: variáveis componentes do modelo de regressão podem não ser significativas efetivamente. São situações que somente a experiência e a habilidade do avaliador podem detectar e solucionar.

Estudar preliminarmente a população alvo do trabalho, definir claramente os objetivos da avaliação e os métodos a serem empregados são providências simples que não podem ser desconsideradas. Um maior gasto de tempo nesta etapa, proporcionará, muito provavelmente, uma economia em tempo e em problemas nas análises futuras. Um formulário estruturado de maneira clara, abrangente e simples, é fundamental para o sucesso do trabalho avaliatório.

O modelo obtido atendeu à todas as especificações da norma. Entretanto, aceitá-lo como definitivo e absolutamente correto, seria uma atitude precipitada. Outras combinações testadas também forneceram resultados satisfatórios⁴, o que nos permite verificar, mais uma vez, a necessidade de um conhecimento mais aprofundado sobre as relações, nem sempre muito evidentes, existentes neste campo de trabalho. Em uma análise superficial, as variáveis encontradas - área, idade e posicionamento horizontal -, mostram coerência quanto à sua representatividade em relação ao valor do imóvel.

A amostragem, executada de forma muito ampla (variabilidade de dados muito grande, englobando imóveis entre os valores de R\$ 26.200,00 e R\$ 185.000,00), não abrangeu algumas faixas de preços. Amostragens em populações mais específicas, como, por exemplo, apenas imóveis de um dormitório situados no centro, podem gerar informações sobre as quais se possa inferir com mais propriedade. Outro aspecto relevante é o pequeno número de variáveis componentes do modelo. Das 26 variáveis inicialmente selecionadas, apenas 3 explicaram aproximadamente 95% da composição do valor do imóvel. O bom senso nos faz questionar esta informação, já que, na prática, sabe-se que muitos outros aspectos contribuem para estabelecer o valor de um imóvel, como sua localização, o número de garagens que possui, seu padrão de acabamento, entre outras.

A utilização de gráficos, sugerida por Duarte (1990), auxiliou nas análises iniciais, especialmente através da plotagem das variáveis independentes em relação à variável dependente.

⁴ O modelo escolhido foi o que apresentou o maior coeficiente de determinação (r^2). Outros modelos, com pequenas diferenças para menos em relação ao coeficiente do modelo escolhido, também passaram nos testes a que foram submetidos.

Essas análises foram utilizadas para definir o tipo de modelo de regressão a ser empregado, se linear ou não linear (logarítmico, exponencial, inverso,...).

As informações coletadas para a execução deste trabalho farão parte de um banco de dados, a ser composto e alimentado periodicamente pelos demais levantamentos feitos durante a disciplina de Engenharia de Avaliações. Através deste armazenamento de dados, análises mais embasadas e conclusões mais concretas poderão ser feitas sobre o comportamento dos imóveis urbanos de Florianópolis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas- NBR 5676/89. **Avaliação de Imóveis Urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1990.
- CALDAS, Léo Saraiva. **Introdução à Engenharia de Avaliações**. Florianópolis: ICAPE, (sd).
- DUARTE, André Montenegro. Inferência Estatística: a importância do gráfico. **Caderno Brasileiro de Avaliações e Perícias**, Porto Alegre, p.61-73.
- MOREIRA FILHO, Ibá et al. **Avaliações de Bens por Estatística Inferencial e Regressões Múltiplas - Teoria e Aplicações**. 2º edição. Porto Alegre: Avalien, 1993.
- MOREIRA, Alberto Lélio. **Princípios de Engenharia de Avaliações**. 3º edição. São Paulo: PINI, 1994.
- ZANCAN, Evelise C. **Metodologia para Avaliação em Massa de Imóveis para Efeito de Cobrança de Tributos Municipais - Caso dos Apartamentos da Cidade de Criciúma, SC** Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, SC, 1995.