

**X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA
DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS**

X COBREAP

**O MÉTODO ESTATÍSTICO COMO O INÍCIO DE UM
PROJETO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÃO**

MARCELO SUAREZ SALDANHA

**Engenheiro Civil e Agrotécnico - CREA-RS Nº 53.446-D
Rua Washington Luiz nº 500 cj. 405 - Centro - Porto Alegre-RS
Tel-Fax (051) 228-4511 - CEP 90.010-460
E-mail: marcsald@cpovo.net**

Resumo: A aplicação do método estatístico na engenharia de avaliações, como um projeto de obtenção, apresentação e análise de valores numéricos para as tomadas de decisões diante de situações de incertezas, como o início de tudo, determinando o que se quer saber, justificando cientificamente a formulação de predições com base nas avaliações de mercado.

Abstract: The statistical method applied to the appraisal engineering process, as a project to get, show and analyse numeric values, to decisions making, in unknown situations, like the beginning of everything, determining what is wanted to be known, scientificaly justifying the predictions formulation on market based valuations.

1. Introdução:

Numa avaliação, a quantidade de dados à disposição dos avaliadores é ao mesmo tempo tão grande como pequena, que torna-se necessário estudar somente parte dessas informações para se tomar um decisão.

A especialidade do avaliador é o resultado de um método e o projeto de aplicação desta medida, como por exemplo:

- O que deve ser avaliado?
- Que perguntas devem ser formuladas?
- Que erro pode-se cometer?
- Qual o significado dos Resultados?

As maiores dificuldades de um projeto de avaliação pelo método estatístico, tomando-se por base uma amostra de dados de mercado, são:

- Especificação: consiste em determinar o erro máximo que pode ser cometido;
- Projeto: consiste em produzir a confiabilidade desejada, utilizando-se das facilidades e recursos disponíveis;
- Avaliação: consiste em verificar as diferenças entre os diversos procedimentos utilizados para a comparação dos resultados.

Estes aspectos não são independentes, e influenciam um ao outro, desse modo pode-se definir que a amostragem é uma ciência e a arte de controlar e medir a confiabilidade de informações estatísticas por meio da teoria da probabilidade. Em estatística não se interessa concluir a respeito de unidades individuais de observação, mas sim de grupos e conjuntos, porque seu objetivo é o estudo da chamada população.

2. Método Estatístico:

O método estatístico é um processo básico utilizado para obter, apresentar e analisar características ou valores numéricos para uma melhor tomada de decisão em situações de incertezas, justificando-a cientificamente.

A estatística divide-se em dois ramos: a estatística descritiva ou dedutiva, que trata da apuração, apresentação, análise e interpretação dos dados observados, e a estatística indutiva ou inferência estatística, método que parte do particular para o geral, ou seja, o processo pelo qual são feitas generalizações para a população a partir da amostra.

Ambos os métodos usam a hipótese da amostragem ser probabilística, e para obter uma amostragem probabilística, é necessário que o avaliador procure ser aleatório, devendo buscar uma população homogênea, com uma amostra que não seja influenciada por qualquer características dos elementos da população, pois o processo de amostragem é subjetivo e o seu rendimento depende do conhecimento que o avaliador possui a respeito da estrutura da população, não deixando de lembrar que a amostra é uma parcela proporcional desta estrutura.

2.1. Passos da Metodologia:

Os passos da metodologia estatística são os seguintes:

- 1º Passo: Definição do Problema
- 2º Passo: Coleta das Unidades de Observação
- 3º Passo: Análise de Resultados
- 4º Passo: Divulgação dos Resultados

2.2. Visão Estatística:

A partir dos valores obtidos na amostra, começa-se as atividades exploratórias das informações obtidas, descrevendo os aspectos importantes de um conjunto de características ou fazendo generalizações a respeito de uma população, naquilo em que se observa na amostra.

2.3. Plano de Amostragem:

É uma descrição de um procedimento de escolha de observações da população e não está, necessariamente, relacionado ao instrumento de medição que é usado.

2.4. Elemento:

É um objeto do qual se coletam informações.

2.5. Unidade Amostral:

É um elemento individual ou uma coleção de elementos retirados da população.

2.6. Base Amostral:

É uma listagem de todas as unidades amostrais.

2.7. Coleta de Dados:

As obtenções de informações sobre o processo que se quer estudar, medida de uma característica obtida por um observador ou automaticamente por um instrumento. O método mais comum de coleta de dados é a observação direta.

3. Conceituação Básica:

Para discutir e aplicar os métodos estatísticos é preciso antes lembrar dos conceitos básicos de população e de amostra.

3.1. População:

Consiste na totalidade de unidades de observação (variáveis) a partir das quais se deseja tomar decisões.

3.2. Amostra:

É o conjunto de unidades de observação selecionadas de uma população, com mesmas características.

3.3. Amostragem:

É o processo de coleta pelo qual uma amostra de unidades da população é observada, sendo a parte mais importante da estatística, e envolve no mínimo duas tarefas: a escolha das unidades e registro das observações.

3.4. Erros na Amostragem:

Normalmente, existem três fontes de erros comuns nas amostras examinadas, sendo:

- a falta de aleatoriedade na escolha das unidades da população pesquisada;
- a falta de representatividade da população, devido a falta de experiência do avaliador pela medição;
- a falta de especificação ou determinação de uma população, listagem incorreta de uma base amostral;

3.4.1. Problemas Associados a Amostragem:

- definição da população, o grupo para o qual se deseja generalizar.
- determinação do tamanho da amostra.

3.5. Variáveis:

Em estatística, variável é uma atribuição de um número a cada característica de unidade de observação, isto é, uma função matemática definida na população.

Os tipos de variáveis mais usadas são as seguintes:

- Qualitativa:

Variável não-numérica, denominada de atributo, podendo ser expressa numericamente. Por exemplo: padrão (1), (2) e (3);

- Quantitativa:

Variável numérica, podendo assumir determinados valores resultados de uma contagem ou medição. Por exemplo: área útil 38,00m²;

- Variáveis Discretas: são variáveis que podem assumir apenas determinados valores, e resultam de uma contagem. Exemplo: nota de 5 a 10;

- Variáveis Contínuas:

Variáveis que assumem qualquer valor dentro de uma determinada faixa de valores, e resultam de uma medição. Exemplo: frente 10,00m;

- Variáveis Binárias:

Variáveis que assumem dois valores distintos, usados como atributos de representação qualitativa. (Dummy Variables: se para o mesmo exemplo, duas variáveis indicadoras, digamos X1 e X2, são empregadas para representar variáveis qualitativas), como a seguir:

<i>Classe</i>	<i>X1</i>	<i>X2</i>
<i>Uso Frequente</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
<i>Uso Ocasional</i>	<i>0</i>	<i>1</i>
<i>Por Exclusão</i>	<i>0</i>	<i>0</i>

3.6. Escalas de Medidas:

São as escalas usadas para caracterizar as unidades de uma população, podendo ser classificadas em:

- Nominal:

As características se classificam-se em categorias, nas quais um valor numérico não tem significado real; Exemplo: variáveis qualitativas;

- Ordinal:

As características são ordenadas (de maneira crescente ou decrescente) em situações para as quais a posição associada é importante (codificação); Exemplo: variáveis quantitativas;

- Intervalar:

As características têm atribuído a elas valores que permitem comparar não só a ordem como também a variação numérica entre as características; Exemplo: variáveis binárias.

- Proporcional:

As características são ordenadas e a variação entre elas pode ser comparada, havendo um zero natural para a escala de medição; Exemplo: variáveis quantitativas.

Nota:

O fato de uma variável ser expressa por números não significa que ela seja necessariamente quantitativa, porque a classificação da variável depende de como foi medida e não do modo como se manifesta.

4. Estatística Descritiva:

É a parte da estatística que descreve os aspectos importantes de um conjunto de características observadas, referem-se as atividades exploratórias das informações obtidas, proporcionando o discernimento entre o comportamento de uma população e o comportamento de uma amostra.

A estatística descritiva tem por finalidade descrever as unidades de observação coletadas na amostra, através da amplitude da amostra, das medidas de tendência central, do coeficiente de variação, etc.

Ela permite fazer comentários, da maneira mais informativa possível, usando métodos numéricos e gráficos, a interpretação dos resultados é função da inferência estatística.

4.1. Medidas de Tendência Central:

4.1.1. Média da Amostra (X):

É um valor de um conjunto de números, levando em conta a totalidade dos elementos do conjunto, que pode substituir a todos, sem alterar determinada característica deste conjunto.

A Média de uma amostra com “n” valores, X1, X2, X3,..., Xn, é simbolizada por X:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

4.1.2. Desvio Padrão (s):

É medida de variabilidade resultante da divisão por (n-1) da soma das diferenças ao quadrado entre cada valor da amostra e a média da amostra.

4.1.3. Coeficiente de Variação (CV):

É a grandeza relativa do desvio padrão quando este é comparado com a média da amostra.

4.2. Análise Exploratória de Dados:

É a fase inicial do processo de um estudo dos elementos coletados nas amostras, nas quais se obtém as informações que serão utilizadas na fase final a chamada inferência estatística.

5. Inferência Estatística:

É a parte da estatística que visa uma amostra para fazer generalizações a respeito de aspectos importantes de uma população, ou seja, generalizar para a população aquilo que se observou na amostra caracteriza a inferência estatística.

As técnicas de indução usam a hipótese da amostragem ser probabilística, no entanto, nos casos em que a população não é totalmente acessível, utiliza-se uma amostra não aleatória, e nesses casos, prevalece o bom senso, na possibilidade de utilização ou não das técnicas de indução para este tipo de amostragem.

5.1. Processo de Coleta:

O processo de coleta de pesquisado será equivalente ao de uma amostragem probabilística, se na definição do plano de amostragem, o avaliador:

- 1°) Procurar ser aleatório;
- 2°) Buscar uma população homogênea;
- 3°) Ter uma amostra que não seja influenciada por qualquer característica dos elementos da população;

Como as informações provêm de um conjunto menor que a população, cometem-se erros ao se fazer uma inferência. Esses erros são quantitativos por um valor numérico, denominado probabilidade.

É importante enfatizar que a estratégia descritiva e as probabilidades são ferramentas para a inferência estatística, à qual interpreta de duas maneiras os resultados obtidos a partir das amostras retiradas de uma população:

- 1°) fazendo uma estimativa de uma característica cujo valor de desconhece.
- 2°) realizando um teste sobre essa característica

5.2. Seleção da Amostra:

Na seleção da amostra devem ser tomados cuidados especiais, para se ter uma boa representatividade da população a ser analisada, a amostra deve possuir as mesmas características básicas da população, de modo geral, independente das variáveis que se deseja estudar, o problema de definição da amostragem exige sempre muito bom senso e experiência do avaliador no assunto.

Fundamentalmente, existem dois tipos de amostragem: a probabilística e a não-probabilística. A amostragem será probabilística se todos os elementos da população tiverem probabilidade conhecida e não nula de pertencer a amostra; em caso contrário ela será não-probabilística.

5.3. Equivalência das Amostragens:

A amostragem não probabilística será considerada equivalente a uma amostragem probabilística, quando:

- a população-objeto (aquela coletada no mercado) for semelhante a população-amostrada (aquela parte da população que é acessível);
- a amostra não puder ser influenciada por qualquer característica dos elementos da população;
- a população for homogênea;
- o avaliador não cometer equívoco na seleção da amostra.

6. Roteiro Básico:

6.1. Justificação:

Motivos que explicitam a pesquisa delimitando o problema, definindo a proposta de avaliação.

6.2. Fundamentação:

Descrição do relacionamento da avaliação com o método estatístico, examinando as diversas correntes teóricas, decidindo a mais adequada a avaliação proposta.

6.3. Planificação:

Especificação da amostra e coleta de dados no mercado avaliando, descrevendo o plano de pesquisa, caracterizando o tipo de avaliação.

6.4. Teste-Piloto:

O teste-piloto pode ser definido a partir de ajustes de curvas de indução, através do emprego das variáveis binárias (dummy variables), extraído das amostras representativas da população os atributos dos dados pesquisados, sendo os seus fatores derivados da equação de ajuste:

$$LN(Y) = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + \dots + B_nX_n$$

sendo:

$B_0, B_1, B_2, \dots, B_n$ são os regressores obtidos no modelo inferencial;

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ são os atributos de questionamento, definidos pelas variáveis binárias, assumindo dois valores distintos, zero e um.

Partindo do modelo de regressão, retroagindo a transformação logarítmica, resulta:

Variável Explicada = Y

$$Y = e^{(B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + \dots + B_nX_n)}$$

E finalmente, podemos extrair também os fatores de homogeneização derivados do modelo de regressão

(Lima, 1995) que são dados por:

$$F_n = e^{B_n X_n}$$

6.5. Avaliação:

A análise por regressão é representada por uma equação matemática usada para prever valores de uma variável quando se conhecem ou se supõem conhecidos valores de outras variáveis.

6.6. Análise dos Resultados:

A estatística F, é um teste unilateral superior, isto é, a hipótese nula de que as médias são iguais para cada grupo será rejeitada se o F calculado a partir dos valores é significativamente grande, ou seja, excede um valor teórico acima do qual o erro a ser cometido é maior que o desejado.

7. Aplicação Prática:

No projeto de avaliação por um método estatístico, representados por três processos de análise para a obtenção de seus resultados, que podem ser ajustados pela descrição da amostra ou pelas variáveis explicativas discretas ou dummy, observando-se como é importante a utilização da estatística descritiva como uma ferramenta básica da inferência estatística, conforme segue:

7.1. Descrição da Amostra:

Deseja-se analisar o mercado de locações de lojas comerciais situadas no mesmo pólo de comércio e serviços, entre outras: Wytcher, Rihan, Murphis, Boticário, Zeppelin, Súbito, Gang, Pop Som, Kirk, Classic, Ellus, Super Festas, etc. a partir da relação existente entre lojas de tipologia diferentes, definidas por lojas de shopping, lojas de rua e lojas de galeria.

7.2. Processo Estatístico:

7.2.1. Processo Descritivo:

Cálculo obtido a partir das medidas de tendência central aplicadas na sub-amostra lojas de shopping:

Número de Dados: 5
Média da Sub-Amostra: R\$ 5,14 /m²
Desvio Padrão: 0,7158
Coeficiente de Variação: 13,93%

7.2.2. Processo Indutivo:

Cálculo obtido a partir de ajustes de indução por dois modelos de regressão, sendo um discreto e outro dummy:

Número de Dados: 15		
	Discreta	Dummy
Shopping:	1	1 / 0
Rua:	2	0 / 1
Galeria:	3	0 / 0

A) Modelo Discreto:

$$LU = 6,9191 - 1,4058E-02*ABL - 1,1949*TIP$$

Coeficiente de Correlação: R² = 0,8191
Teste F de Snedecor F = 10,19

B) Modelo Dummy:

$$LU = \text{Exp}\{1,5643 - 1,3019\text{E-}02*\text{ABL} + 0,6966*\text{SHOP} + 1,1374*\text{RUA}\}$$

Coeficiente de Correlação: $R^2 = 0,9309$

Teste F de Snedecor $F = 19,48$

7.3. Análise dos Resultados:

Testadas as hipóteses de validação dos tratamentos estatísticos adotados, temos:

Processo	Descritivo	Discreto	Dummy
Área Locada	45,00m ²	45,00m ²	45,00m ²
Unitário	R\$ 99,20/m ²	R\$ 98,43/m ²	R\$ 100,36/m ²
Amplitude	+/- 13,93%	+/- 12,01%	+12,41% / -11,04%
Locativo	R\$ 4.464,00	R\$ 4.429,35	R\$ 4.516,20

8. Conclusão:

Assim sendo, este trabalho busca sistematizar um projeto de avaliação, tendo como base a análise de dados pelo Método Estatístico, valorizando a técnica avaliatória e valendo-se da aplicação de quaisquer ferramentas, com o propósito de obter-se respostas a determinadas questões que influenciam na tomada de decisões racionais, aumentando o conhecimento sobre os diversos mercados de transações imobiliárias, quer de: alugueis, vendas, garantias, seguros, tributação, etc.

Não há justificativa em chamar-se de avaliação os estudos que não obedecem às regras estatísticas, pois não se consegue nada em avaliação, se não se tem cuidado no estudo correto do problema, como na pesquisa, análise e interpretação dos resultados até se chegar a uma conclusão válida.

Em resumo, um projeto de engenharia de avaliação de mercado deve ser iniciado sempre por um processo fundamentado a partir do método estatístico que descreve o problema, ou seja, pela estatística descritiva, buscando a assim a certeza de produzir uma confiabilidade desejada na aplicação de técnicas de indução e de instrumento de verificação das diferenças entre os diversos procedimentos avaliatórios utilizados na comparação dos resultados, isto é, quer por inferência, por análise multivariada, por programação linear, por análise fatorial, por redes neurais, etc.

9. Bibliografia:

- ABNT - COBRACON - CE 02-134.02 - Avaliação na Construção Civil, Atas das Reuniões, São Paulo-SP, 1999
- APPRAISAL INSTITUTE, Uniform Standards of Professional Appraisal Practice, Appraisal Foundation, Washington, DC, USA, 1999;
- BALLESTERO, Enrique e CIVERA, Jose Miguel, Teoria de Los Precios y los Mercados, INECO-SPUPV, Valencia, Espanha, 1997;
- BALLESTERO, Enrique e RODRIGUEZ, Jose Angel, Tasacion Inmobiliária Urbana, INECO-SPUPV, Valencia, Espanha, 1997;
- CHAMPNESS, Peter, Normas Europeas Aprobadas sobre Tasación de Bienes Inmuebles, CSCAE, Espanha, 1998;
- DANTAS, Rubens Alves, Avaliação de Imóveis Utilizando Modelos Especiais, Anais do IX COBREAP, São Paulo-SP, 1997;
- DONAIRE, Denis e GUERRA, Mauri J., Estatística Indutiva - Teoria e Aplicações, LCT Editora, São Paulo-SP, 1982;
- HOFFMANN, Rodolfo e VIEIRA, Sonia, Análise de Regressão - Uma Introdução à Econometria, Editora Hucitec, São Paulo-SP, 1983;
- HOFFMANN, Rodolfo e VIEIRA, Sonia, Estatística Experimental, Editora Atlas, São Paulo-SP, 1989;
- IVSC - Internacional Valuation Standards Committee, Principles, Standards, and Applications and Performance Guidance, London-UK, 1997;
- LIMA, Gilson Pereira de Andrade, Homogeneização Fundamentada - Uma Utopia, Anais do VIII COBREAP,

Florianópolis-SC, 1995;

- LOPES, Paulo Afonso, Princípios dos Métodos Estatísticos, Editora Universitária Santa Úrsula, Rio de Janeiro-RJ, 1998;
- LOPES, Paulo Afonso, Probabilidades & Estatística, Reichmann & Affonso Editores, Rio de Janeiro-RJ, 1999;
- NETER, John; WASSERMAN, William and KUTNER, Michael H., Applied Linear Statistical Models, Irwin, Boston-USA, 1990;
- SALDANHA, Marcelo Suarez, Ser ou Não Ser. Eis a Questão: Vamos Questionar o Mercado!, Anais do IX COBREAP, São Paulo-SP, 1997;
- SALDANHA, Marcelo Suarez, Aplicação da Variável Dummy Como Atributo de Análise e Homogeneização de Mercado, CBAP-IBAPE nº 111/Set/98, Avalien Editora, Porto Alegre-RS, 1998;
- TOLEDO, Geraldo L., MARTINS, Gilberto de A. e FONSECA, Jairo S. da, Estatística Aplicada, Editora Atlas, São Paulo-SP, 1989;

10. Currículo Profissional:

- **Engenheiro Civil** diplomado pela PUCRS, em DEZ/84, atuante em Engenharia de Avaliações e Perícias Judiciais, desde MAI/85;
- **Mestrando no Curso Universitário Internacional em Engenharia de Avaliações**, promovido pelo Centro de Ingeniería Económica da Universidad Politécnica de Valencia, Espanha, 1ª Edição, Curso 97/98, através da Internet;
- **Especialização em Engenharia de Avaliações**, promovido pelo Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da PUCRS, no período de AGO/88 a NOV/88;
- **Curso de Graduação em Estatística** - UFRGS, matrícula nº 4059/86-9, Curso Incompleto;
- **Extensão em Engenharia de Avaliações**, promovido pelo CEPUERJ -Centro de Produção da Universidade do Estado do Rio de Janeiro-RJ, duração de 40 hs, no período de JUL/96;
- **Técnico em Agropecuária** diplomado pela UFSM-EAFA, Alegrete-RS, em DEZ/78;
- **Coordenador** do Câmara de Normas Técnicas do IBAPE/RS;
- **Ministrante do Curso de Perícias Judiciais**, promovido pela UFRGS, IBAPE-RS, CREA-RS;
- **Membro Efetivo da Comissão de Estudo CE-02 do COBRACON-ABNT** da proposta da revisão da norma de Avaliações de Bens que substituirá a norma NBR 5676/89;
- **Membro das Diretorias do IBAPE/RS e IBAPE-Nacional**, Gestão 1998/2000.
- **Trabalhos Publicados:** Método Comparativo do Custo Unitário de Reprodução, CBAP Nº 65/Nov/94; Arbitramento de Aluguel em Shopping Center, CBAP Nº 83/Mai/96; Colapso e Desabamento de Marquise de Concreto Armado, CBAP Nº 110/Ago/98; Aplicação da Variável Dummy Como Atributo de Análise e Homogeneização de Mercado, CBAP Nº 111/Set/98; O Arbitramento de Valor Indenizatório por Dano Sofrido Ante Publicidade Enganosa, CBAP Nº 117/Mar/99;