



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 11, Issue, 11, pp. 51849-51853, November, 2021

<https://doi.org/10.37118/ijdr.23410.11.2021>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE SAB PARA REALIZAÇÃO DA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS POR MEIO DA INFERÊNCIA ESTATÍSTICA

Yudson Samuel Vasconcelos Lima^{1,*}, Lucas Willian Braga Silva², Wellington Campos dos Santos³, Paulo Ricardo Alves dos Reis Santos⁴, Jefferson de Brito Sousa⁵ and Paulysendra Felipe Silva⁶

¹Pós-Graduando em Avaliações, Perícias, Engenharia Diagnóstica e Patologia das Construções. BSSP Centro Educacional, Teresina, Piauí, Brasil

²Pós-Graduando em Avaliações, Perícias, Engenharia Diagnóstica e Patologia das Construções. BSSP Centro Educacional, Teresina, Piauí, Brasil

³Graduando em Engenharia Civil. Centro Universitário de Ciências e Tecnologias do Maranhão, Caxias, Maranhão, Brasil

⁴Mestrando em Engenharia de Materiais, Instituto Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil

⁵Mestre em Matemática, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil

⁶Mestranda em Engenharia de Materiais, Instituto Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil

ARTICLE INFO

Article History:

Received 06th August, 2021

Received in revised form

11th September, 2021

Accepted 13th October, 2021

Published online 28th November, 2021

Key Words:

Avaliação de Imóveis,
Inferência Estatística, Regressão Linear
Múltipla, Variável.

*Corresponding author:

Yudson Samuel Vasconcelos Lima

ABSTRACT

O presente trabalho tem como enfoque a aplicação do software SAB, a sua precisão para realizar uma avaliação de imóveis mais próxima dos valores reais de mercado e identificar as possíveis disparidades entre os métodos realizados no município de Caxias-MA. Através deste é possível entender o motivo do modelo de regressão linear múltipla ser o preferido dos avaliadores, e, aplicando a inferência estatística sobre este, gerar maior credibilidade ao valor encontrado para os imóveis em questão. Por fim, a partir do software, foi estabelecida uma função que correlaciona a variável preço unitário/m² com outras variáveis permitindo a elaboração, por conta do que foi obtido nos resultados, de uma tabela comparativa entre os valores ofertados no mercado e os valores projetados por regressão linear múltipla.

Copyright © 2021, Yudson Samuel Vasconcelos Lima et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Yudson Samuel Vasconcelos Lima, Lucas Willian Braga Silva, Wellington Campos dos Santos et al. "Utilização do software SAB para realização da avaliação de imóveis por meio da inferência estatística", *International Journal of Development Research*, 11, (11), 51849-51853.

INTRODUCTION

De acordo com Dantas (2003), a Engenharia de Avaliações no Brasil evoluiu bastante na última década, principalmente pela introdução da metodologia científica como ferramenta essencial a um trabalho avaliatório, que tem objetivo de orientar o avaliador, desde a escolha das informações que almeja, a forma de coletá-las, analisa-las e tratá-las. A regressão linear múltipla é um método que visa correlacionar uma variável dependente e várias variáveis independentes, através de uma função estabelecida, no caso da avaliação de imóveis a variável dependente é o preço do imóvel avaliado, e as variáveis independentes são de aspecto qualitativo, quantitativo, dicotômicas e

proxy. Segundo Baptistella (2005), o modelo de Regressão Linear Múltipla é o preferido dos avaliadores, por ter se mostrado bastante eficiente, e aplicando a inferência estatística sobre este, oferece um valor mais aproximado do valor real do imóvel. González (1997) argumenta que avaliações incorretas podem causar erros no planejamento urbano ou na avaliação da viabilidade econômica, evasão de recursos públicos e falta de credibilidade dos serviços prestados pela empresa ou pelo avaliador. Os erros ocasionados em uma avaliação de imóveis, geralmente ocorrem quando avaliadores passam a fazer homogeneizações usando elementos com características não semelhantes, quando o método em questão é o método comparativo de dados de mercado, assim em alguns casos, os resultados encontrados distanciavam dos valores reais de mercado.

Quando o modelo é o de Regressão Linear Múltipla, os erros estão relacionados ao excesso de variáveis, a complexidade dos modelos e o desconhecimento da relação entre as variáveis. Segundo Baptistella (2005), a introdução da inferência estatística na engenharia de avaliações brasileira correspondeu à tentativa de solucionar esses casos, além de tentar diminuir a subjetividade envolvida nas homogeneizações. A inferência estatística será empregada na avaliação de imóveis na cidade de Caxias-MA, usando regressão linear múltipla, a modelagem dos dados será feita por meio do software SAB, afim de comprovar o quão preciso será esse modelo na obtenção do valor real de mercado do imóvel e identificar as possíveis disparidades entre os métodos já realizados no município.

Revisão De Literatura

MÉTODO COMPARATIVO DIRETO DE DADOS DO MERCADO
O método comparativo direto de dados de mercado é o mais usual entre todos os outros métodos, sendo amplamente utilizado no mercado imobiliário. Segundo a NBR 14653-1 da ABNT (2019), esse método determina o valor de mercado do bem por meio de tratamento técnico dos atributos dos elementos comparáveis, constituintes da amostra. Condição essencial para aferir o valor do imóvel através deste método é a existência de dados de transações com imóveis semelhantes que possam ser tomados. É necessário existir essa semelhança para a comparação direta ou aplicação de parâmetros homogeneizados para a transposição de dados dos lotes pesquisados para o lote avaliado (ABUNAHMAN, 2008). Segundo a NBR 14653-1 da ABNT (2019), o método mais recomendável para avaliações de terrenos é o comparativo, pois possui um procedimento direto, porém cabe ao profissional de avaliação determinar por meio de suas análises o método mais viável e que se adapta melhor ao que está sendo avaliado.

A aplicação do método se constitui das seguintes etapas:

- caracterização da propriedade;
- caracterização da região;
- vistoria;
- identificação das variáveis influenciadoras;
- levantamento de dados de mercado;
- tratamento de dados.

Classificação Das Variáveis

Segundo Pelli Neto (2003), na engenharia de avaliações as variáveis são representações das características dos imóveis, essas variáveis podem ainda ser divididas basicamente em quatro grupos:

- **Variáveis Qualitativas:** variáveis que não podem ser medidas ou contadas, mas apenas ordenadas ou hierarquizadas, de acordo com atributos inerentes ao bem.
- **Variáveis Quantitativas:** variáveis que podem ser medidas ou contadas.
- **Variável dicotômica:** variável que podem ser medidas ou contadas.
- **Variável proxy:** são utilizadas para substituir outras variáveis de difícil mensuração e que se presume guardar relação de pertinência com outras variáveis.

Inferência Estatística: Segundo MAGALHÃES e LIMA (2004) a inferência estatística é um conjunto de técnicas que objetiva estudar a população através de evidências fornecidas por uma amostra. Através disso é adquirido um modelo probabilístico ou estatístico, já que a amostra contém os elementos que podem ser observados e, a partir disso, as quantidades de interesses podem ser medidas. Para FIKER (2008) a inferência estatística representa tanto melhor a realidade quanto mais precisas forem as informações e variáveis utilizadas no modelo. Desta forma, o conhecimento profissional em avaliação e estatística irá evitar a inclusão de variáveis inadequadas ou ausência de variáveis importantes.

É importante que na seleção do modelo a ser utilizado, este deve representar, na medida do possível, a complexidade que envolve o mundo real da população em estudo (BOLFARINE; SANDOVAL, 2010). A inferência pode ser aplicada na regressão linear múltipla, em conjunto com intervalo de confiança, teste de hipótese, métodos de estimação e distribuição normal. Afim de que se obtenha uma função que correlacione o preço do imóvel e as variáveis utilizadas (MORETTIN; BUSSAB, 2010). De acordo com González (1997) a aplicação da estatística inferencial possibilitou o surgimento de procedimentos de avaliação de valores de imóveis com maior precisão.

Regressão Linear Múltipla

A regressão linear múltipla é o método que envolve a relação entre uma variável dependente e duas ou mais variáveis independentes, ou covariáveis, ou explanatórias, ou regressoras. É a técnica mais utilizada quando se deseja estudar o comportamento de uma variável dependente em relação a outras que são responsáveis pelas variabilidades observadas nos preços (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019). O modelo genérico é dado pela equação 1, segundo LEVINE et.al (2005), quando aplicado a uma amostra de tamanho n:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki} + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \text{ Eq.1}$$

Eq.1

onde:

y_i = variável dependente ou explicada $i = 1, 2, \dots, n$, também chamada de resposta;

β_0 = intercepto ou termo independente de variável;

β_1 = inclinação de Y em relação à variável X1, mantendo constantes as variáveis X2, X3, ..., Xk;

β_2 = inclinação de Y em relação à variável X2, mantendo constantes as variáveis X1, X3, ..., Xk;

β_k = inclinação de Y em relação à variável Xk, mantendo constantes as variáveis X1, X2, X3, ..., Xk-1;

ε_i = erro aleatório em Y, para a observação i , $i = 1, 2, \dots, n$.

Coefficiente de Determinação (R^2) e Correlação (R): O coeficiente de determinação define o percentual da variação total dos valores dos dados da amostra em torno da sua média aritmética, originado nas diferenças analisadas pela equação de regressão (PELLI NETO, 2003). Esse coeficiente não permite uma conclusão a priori sobre a consistência do modelo de regressão, apenas indica que uma parte da variação teve explicação.

Segundo GUJARATI (2004) o coeficiente de correlação é intimamente relacionando ao coeficiente de determinação, mas conceitualmente diferente, pois trata-se de uma medida do grau de associação entre duas variáveis.

Resíduos do Modelo: A análise dos resíduos consiste nas observações da dispersão dos dados em torno da média, segundo Pelli Neto (2003) a análise pode verificar a situação ideal, ou seja, a distribuição homogênea dos dados em torno da reta representativa da média, e ainda possibilita verificar a presença de heterocedasticidade no modelo.

Homocedasticidade: A verificação da homocedasticidade é realizada a partir do gráfico de resíduos da variável dependente, e segundo Pelli Neto (2003) a sua presença pode ser observada quando a distribuição dos pontos no gráfico em torno da reta representativa da média apresenta comportamento bem definido, indicando a mesma variação da dispersão ao longo da reta.

METODOLOGIA

- Inicialmente foram feitos estudos dos atuais métodos de avaliação de imóveis que utilizam inferência estatística, com especial aos que utilizam o modelo de regressão linear múltipla.

- Para obtenção dos dados foi necessário fazer uma coleta por meio de fotos e medição dos imóveis selecionados, uma coleta de dados em imobiliárias na cidade de Caxias-MA e conversa com corretores.
- A modelagem dos dados ocorreu por tratamento estatístico, utilizando um software especializado, sendo que o valor real de cada imóvel também será encontrado por ele.
- A análise dos dados será comparativa a fim de, evidenciar as principais características que, torna o método ligeiramente mais eficaz. Sendo extraído uma tabela do Excel para o software SAB, depois utilizado na ferramenta o ícone geração do modelo estatístico. Posteriormente foi definida a escala e em fim gerado o modelo com todos os resultados.
- Com todos os dados definidos e analisados, apresenta-se as conclusões e considerações de todo o processo de avaliação de imóveis, destacando as principais etapas e eventualmente destacando as circunstâncias que traduzem uma divergência ao real valor do imóvel.

Resultados Gerais	
Modelo	Clássico de Regressão
Desvio Padrão	0,0609
Estatística Fc	14,9556
Nível de Significância do Modelo	0,0010
Coefficiente de determinação	0,7494
Coefficiente de determinação ajustado	0,6993

Resultados Por Variável					
Variável	Escala	Coefficientes	Desvio Padrão	Estatística t	Nível de Significância
Interseção		7,0396	0,1946	36,1835	0,0000
Área (m²)	x	-0,0014	0,0003	-5,3173	0,0003
Padrão	x	0,0002	0,0001	1,5123	0,1614
Preço Unitár...	Ln(x)				

Fonte: Acervo do autor (2021)

Figura 1. Resultados gerais e resultados por variáveis

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 ilustra os dados fornecidos pelas imobiliárias da cidade de Caxias-MA. Foram disponibilizados no Excel os 13 imóveis obtidos e suas respectivas áreas (m²), padrão, sendo esse retirado do Custo Unitário Básico (CUB) Maranhão, sem desoneração da mão de obra e utilizando os valores de R8, observado na Tabela 2 do mês de setembro de 2021, que é o mais usado, geralmente, em projetos residenciais, e o preço unitário/m², sendo que esse último foi calculado através da relação preço ofertado do imóvel com a área. Em torno dessas amostras e suas variáveis procura-se obter também o valor do imóvel fictício com área de 300m² e padrão de 1258,69.

Tabela 1. Dados amostrais e variáveis

Elementos Comparativos	Área (m ²)	Padrão	Preço Unitário/m ²
1	260	1.550,18	1076,92
2	220	1.258,69	1090,91
3	232	1.258,69	1077,59
4	432	1.258,69	810,19
5	303	1.258,69	990,10
6	250	1.258,69	1000,00
7	380	1.258,69	842,11
8	300	1.550,18	1000,00
9	280	1.258,69	1071,43
10	300	1.550,18	1100,00
11	300	1.258,69	1000,00
12	200	1.258,69	1000,00
13	202	1.258,69	1237,62

Tabela 2. Projetos padrão residenciais (Valores R\$/m²)

PADRÃO BAIXO		PADRÃO MÉDIO		PADRÃO ALTO	
R-1	1.367,31	R-1	1.536,69	R-1	1.916,62
PP-4	1.247,35	PP-4	1.453,29	R-8	1.550,18
R-8	1.186,28	R-8	1.258,69	R-16	1.601,46
PIS	924,15	R-16	1.223,36		

Fonte: (NBR 12.721:2006 – CUB:2006) – Setembro/2021

Resultados Gerais e por Variável

Após extrair os valores do Excel para o software SAB, foi utilizado na ferramenta modelo o ícone geração do modelo estatístico. Posteriormente foi definida a escala de cada variável, onde a área (m²) e o padrão ficaram em escala de X e a variável preço unitário/m² ficou na escala Ln(x), essa mudança ocorreu em função de ter obtido um modelo melhor e mais representativo, e em fim, foi gerado o modelo, como ilustra a Figura 1.

Análise do coeficiente de determinação (r²): Segundo Pelli Neto (2003), coeficientes elevados (próximos a 1,0) significa que as variáveis estão com bom poder de explicação, um alto grau de colinearidade ou multicolinearidade e que a presença dos outliers contribui significativamente para um aumento do coeficiente. Coeficientes muito baixos (abaixo de 0,5) significa que as variáveis não estão bem definidas ou as escalas utilizadas estão incorretas e pode significar que os dados são homogêneos. No estudo foi gerado um coeficiente de determinação de 0,7494, isso significa dizer que 74,94% da variação dos valores dos imóveis em torno da média aritmética, se deve a variação das variáveis utilizadas. O restante da variação pode ser explicado por alguma aleatoriedade do mercado ou de outras características não estudadas.

Análise do nível de significância: A NBR 14653-2 da ABNT (2011), estabelece uma classificação quanto ao grau de fundamentação ao ser alcançado pelo trabalho de avaliação. Esse grau de avaliação pode ser classificado de acordo com os seguintes níveis:

- **Grau I** – Nível de significância igual a 30%
- **Grau II** – Nível de significância igual a 20 %
- **Grau III** – Nível de significância igual a 10%

De acordo com o estudo realizado o nível de significância do modelo, que representa quando às duas variáveis juntas se relacionam, foi de 0,1%. Quando se analisa essa significância por variável, percebe-se que o valor encontrado na variável padrão é alto (16,14%) se comparado com o valor da variável área (0,03%). A classificação quanto ao grau de fundamentação é analisada a significância por variável e a que prevalece entre elas; devido a isso o estudo está classificado no Grau II nesse quesito.

MATRIZ DE CORRELAÇÃO (r): O coeficiente de correlação representa numericamente o quanto as variáveis estão relacionadas entre si, sendo isso uma importante medida na análise de modelos de regressão. Existem algumas fórmulas para obtê-lo, mas como esse coeficiente é intimamente relacionado ao coeficiente de determinação (GUJARATI 2004), podemos calculá-lo sendo ele a raiz quadrada do coeficiente de determinação, assim encontramos um valor bem aproximado.

$$R = \sqrt{(r^2)} \quad \text{Eq.2}$$

O coeficiente de correlação varia entre -1 e +1, a Tabela 3 abaixo ilustra a relação de influência de que uma variável exerce sobre a outra, dependendo do valor encontrado para o coeficiente. Como nosso coeficiente de determinação é igual 0,7494, a raiz quadrada desse valor equivale ao coeficiente de correlação da amostra que é igual a 0,8657, subtende-se por esse valor que a relação entre as variáveis é forte. De acordo com a Figura 2 abaixo, conclui-se que quando maior for a área do imóvel, menor será o preço unitário/ m².

Tabela 3 – Intervalos dos coeficientes de correlação

	r	=	0	relação nula
0	<	r	≤ 0,3	relação fraca
0,3	<	r	≤ 0,7	relação média
0,7	<	r	≤ 0,9	relação forte
0,9	<	r	≤ 0,99	relação fortíssima
	r	=	1	relação perfeita

Fonte: Dantas (2012)

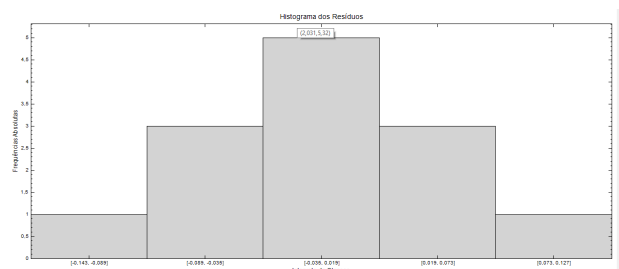


Fonte: Acervo do autor (2021)

Figura 2. Matriz de Correlações

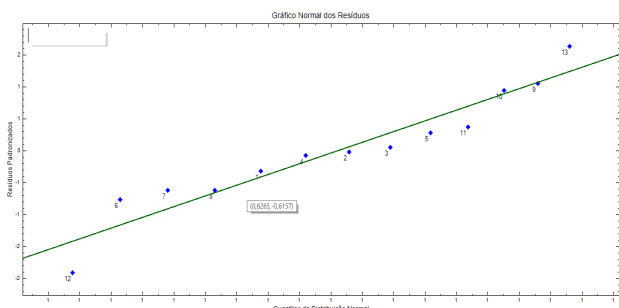
Resíduos do Modelo

Segundo Pelli Neto (2003) a análise dos resíduos é uma das etapas mais importantes na definição da equação. É necessário ser observados alguns pontos em relação a essa análise. Primeiro, os resíduos devem apresentar uma tendência a distribuição normal, segundo a análise gráfica da dispersão dos dados em torno da média é importante para verificar se a distribuição é homogênea em torno da reta representativa da média, possibilitando a verificação da existência da homocedasticidade ou da heterocedasticidade. A Figura 3 abaixo ilustra o histograma dos resíduos que, segundo a NBR 14653-1(2019), tem o objetivo de verificar se a forma guarda semelhança com a curva normal, e também é possível verificar a normalidade dos resíduos. A Figura 4 é um complemento que ilustra o gráfico entre os resíduos padronizados e pontos de distribuição normal, a posição dos pontos em torno da linha de tendência.



Fonte: Acervo do autor (2021)

Figura 3. Histograma dos resíduos



Fonte: Acervo do autor (2021)

Figura 4. Gráfico normal dos resíduos

Equação do Modelo: A equação de Regressão Linear Múltipla que descreve a relação entre o preço unitário/ m² e as variáveis área(m²) e padrão é:

$$Preço_{Unitário} m^2 = 1140,8868 * 0,9986 \text{Área}(m^2) * 1,0002 \text{Padrão}$$

Eq.3

Encontrada a equação é possível determinar os valores reais de cada imóvel da amostra e do imóvel fictício. A Tabela 4 apresenta os valores ofertados pelos avaliadores e corretores de imóveis e o valor projetado por regressão linear múltipla.

Tabela 4. Comparação de valores

Imóvel	Valor Ofertado (R\$)	Valor projetado por regressão múltipla (R\$)
1	280.000,00	280.967,06
2	240.000,00	237.206,34
3	250.000,00	245.974,65
4	350.000,00	346.097,49
5	300.000,00	290.834,46
6	250.000,00	258.458,30
7	320.000,00	327.444,04
8	300.000,00	306.524,91
9	300.000,00	277.559,02
10	330.000,00	306.524,91
11	300.000,00	289.167,72
12	200.000,00	221.769,79
13	250.000,00	223.360,76
Imóvel Fictício		289.167,72

Fonte: Acervo do autor (2021)

CONCLUSÃO

Desta forma, foi possível observar nesse estudo, com essas amostras, nesse determinado tempo, através do software SAB, que houve uma depreciação dos valores dos imóveis analisados, e que os preços estabelecidos pelas imobiliárias estão próximos aos valores encontrados em estudo, ou seja, através da matriz de correlação fornecida notou-se uma desproporcionalidade entre a área dos imóveis e seus respectivos preços. Através do estudo aqui realizado pôde-se constatar que as variáveis utilizadas facilitaram a interpretação dos dados, e que a partir disso foi possível determinar a equação do modelo de regressão e comprovar a eficácia da avaliação de imóveis por meio da inferência estatística, mais precisamente utilizando a regressão linear múltipla, dentro da cidade de Caxias-MA.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.721:2006: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios – Procedimento. 2006, Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14.653-1: Avaliação de bens parte 1: procedimentos gerais. 2019, Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14653-2: Imóveis urbanos. Rio de Janeiro, 2011.

ABUNAHMAN, S. A. Curso básico de engenharia legal e de avaliações. 4. Ed. Ver. E ampl. – São Paulo: Pini, 2008.

BAPTISTELLA, M., O uso de redes neurais e regressão linear múltipla na engenharia de avaliações: Determinação dos valores venais de imóveis urbanos. Curitiba/PR, 2005.

BOLFARINE, H.; SANDOVAL, M. C. Introdução à inferência estatística. 2. ed. – Rio de Janeiro: SBM, 2010.

DANTAS, R. A. Modelos Espaciais aplicados ao mercado habitacional: um estudo de caso para a cidade do Recife. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Economia, 2003.

DANTAS, R. A. Engenharia de avaliações: uma introdução à metodologia científica. 3.ed. São Paulo: Pini, 2012.

FIKER, J. Manual de avaliações e perícias em imóveis urbanos. 3. ed. São Paulo: Pini, 2008

GONZÁLEZ, M.A.S. A Engenharia de Avaliações na Visão Inferencial. São Leopoldo: Unisinos, 1997.

GUJARATI, D.N., Econometria Básica. 3.ed., São Paulo: Markon Books, 2004

- LEVINE, D.M; BERENSON, M.L.; STEPHAN, D. Estatística: Teoria e Aplicações. Rio de Janeiro: LTC, 2005.
- LIMA, A. C. P; MAGALHÃES, M. N. Noções de Probabilidade e Estatística. 6ª ed. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.
- MORETTIN, P.A; BUSSAB, W. de O. Estatística Básica. 6 ed. São Paulo: Saraiva, 2010.
- PELLI NETO, A. Curso de engenharia de avaliação imobiliária – fundamentos e aplicação da estatística inferencial. Belo Horizonte/MG, 2003.
