

**NATUREZA DO TRABALHO: AVALIAÇÕES**

**RESUMO:**

*O presente trabalho tem por objetivo precípua apresentar uma confrontação entre os fatores preconizados pelo IBAPE/SP e aqueles decorrentes da aplicação de metodologia científica, utilizando base de dados simulada mediante a decomposição de Cholesky.*

**Palavras-chave:** *Fatores de homogeneização, Regressão linear, Simulação de Monte Carlo, Decomposição de Cholesky.*

## 1 - INTRODUÇÃO

Inequivocadamente, no âmbito do método comparativo com tratamento de dados por fatores, a norma do IBAPE/SP, em vigor desde 2005, trouxe inovações importantes em relação às antigas práticas de homogeneização, tais como a fixação de intervalos admissíveis de ajuste, especificação da precisão em função da amplitude do intervalo de confiança de 80% para a média, dentre outras.

Muito inobstante a essa inequívoca inovação, os autores entendem que existem oportunidades de melhorias no que se refere à aplicação de metodologias científicas atualmente já consagradas como alternativa aos modelos deduzidos preconizados.

Não se pretende declinar no presente trabalho as vantagens e desvantagens de uma ou outra metodologia. No entanto, não há como questionar o fato de que a atual norma de avaliação de bens editada pela ABNT, a NBR 14653, impõe que os fatores a serem utilizados no tratamento de dados sejam provenientes da aplicação de metodologia científica.

Como informa Reis (sem data), na tarefa de aumentar o conhecimento acerca de uma determinada área, a ciência precisa de critérios claros, métodos de investigação precisos que descartem as ilusões dos sentidos, os preconceitos, as crenças pessoais (religiosas ou não) e as superstições de todo o tipo. A ciência precisa de um método científico.

O método científico ficou por muito tempo polarizado entre a rigidez da dedução e a impossibilidade de demonstração da indução até que POPPER vaticinou que:

[...] partindo-se da observação da realidade, chega-se a uma abstração por meio de um modelo lógico: é a fase dedutiva. A partir daí, em uma fase consecutiva, o modelo é submetido à comprovação empírica, facilitada pelas hipóteses emitidas sobre o fato.

Observa-se, portanto, que a base da metodologia científica é sujeitar um modelo lógico à comprovação empírica, fazendo juízos probabilistas sobre as hipóteses admitidas para o mencionado modelo.

No caso da norma do IBAPE/SP, os modelos potenciais adotados para simulação da influência dos atributos dos imóveis\* no valor unitário, bem como os parâmetros de tais modelos (os expoentes), são fixos para uma determinada zona de uso do imóvel. Muito inobstante, como, por suposição, tanto o modelo quanto os valores dos parâmetros foram inferidos de uma amostra, os mesmos não podem ser considerados fixos, mas sim variáveis aleatórias, sobre as quais se desejaria proceder a juízos probabilistas.

Destarte, o presente trabalho apresenta um possível modelo inferencial que tenha decorrido de uma amostra simulada a partir dos fatores propostos pelo IBAPE/SP, na ausência da amostragem original.

---

\* No caso da norma do IBAPE/SP, as influências dos atributos frente, profundidade e área foram modeladas mediante funções potências, e não funções exponenciais, como menciona a referida recomendação.

Primeiramente, utilizou-se a Simulação de Monte Carlo em simultâneo com a decomposição de Cholesky para geração de amostras correlacionadas. A partir daí, propôs-se um modelo de regressão múltipla com variáveis de interação para alteração dos efeitos marginais no valor unitário. Após esta etapa, calculou-se quais seriam os fatores correspondentes, oriundos do modelo inferencial, confrontando-os posteriormente com os fatores propostos pelo IBAPE/SP.

## 2 – SIMULAÇÃO DA BASE DE DADOS: A DECOMPOSIÇÃO DE CHOLESKY

### 2.1 – Conceitos iniciais

O processo de Simulação de Monte Carlo (SMC) tem sido bastante utilizado na engenharia, tanto no estudo de fenômenos estocásticos quanto em problemas de integração numérica. O método consiste, basicamente, em gerar artificialmente observações de uma determinada variável, respeitando uma função densidade (ou função cumulativa) subjacente. Desta feita, conhecida a função cumulativa  $F(x)$  de uma variável aleatória (Figura 1) e os parâmetros dessa função, a SMC possibilita a obtenção de uma amostra “gerada” a partir da distribuição  $F(x)$ , como exposto na Figura 2.

No caso de uma distribuição normal, a simulação de Monte Carlo se processa da seguinte forma:

- 1º - Geração de um número aleatório “ $u_i$ ” entre 0 e 1;
- 2º - Cálculo de um valor simulado para a variável normalizada:  $z_i = F(u_i)^{-1}$ ;
- 3º - Cálculo de um particular valor da variável  $X = f(Z)$ .

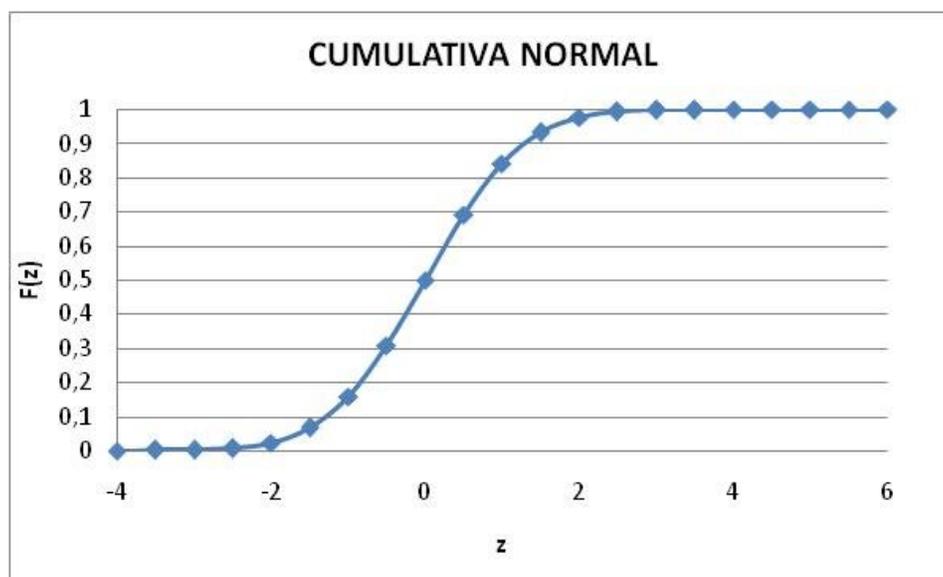


Figura 1 – Distribuição Cumulativa.

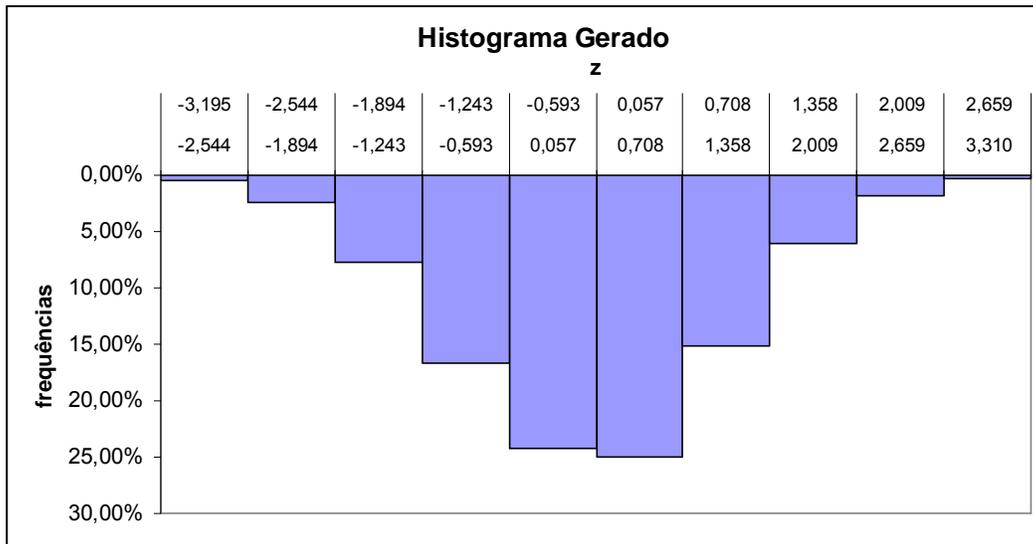


Figura 2 – Histograma de freqüências gerado por SMC, a partir da distribuição cumulativa.

O processo supra descrito é de aplicação imediata para a geração de valores aleatórios de uma variável. No entanto, é muito comum no mercado imobiliário a existência de correlações entre as variáveis, como por exemplo a correlação positiva entre valor total e área de um terreno, valor unitário e frente, etc. Destarte, valores aleatórios das variáveis valor unitário, frente e profundidade não podem ser gerados de forma independente.

Para a simulação de variáveis aleatórias que sejam correlacionadas, a SMC necessita ser implementada simultaneamente com a decomposição de Cholesky, um processo muito utilizado na solução de sistemas lineares.

Baecher e Christian (2003) consignam que a decomposição de Cholesky possibilita obter um vetor Y composto por n variáveis normalmente distribuídas com média zero e variância unitária a partir de um vetor X composto por n variáveis também normalmente distribuídas, com média zero e variância unitária, relacionada com Y mediante a seguinte matriz de correlação:

$$K = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \dots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & 1 & \dots & \rho_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

A matriz supra possui os elementos da diagonal principal iguais a 1 e cada elemento  $\rho_{ij}$  representa o coeficiente de correlação entre as variáveis i e j. A decomposição de Cholesky pode ser utilizada para fatorar a matriz K em uma matriz triangular superior S e a transposta da matriz triangular inferior  $S^T$ , ou seja:

$$K = S^T S \quad (2.2)$$

Com fulcro na matriz triangular resultante da decomposição, o vetor Y será obtido a partir de X mediante a seguinte formulação:

$$Y = S^T X \quad (2.3)$$

Baecher e Christian (2003) ainda informam que, no particular caso de se querer simular somente um par de números aleatórios correlacionados, por exemplo x e z, admitindo-se que as variáveis aleatórias X e Z sigam uma distribuição normal padrão, a formulação utilizada é a seguinte:

$$z = \rho \cdot x + y\sqrt{1 + \rho^2} \quad (2.4)$$

Onde x e y são valores aleatórios gerados a partir da normal padrão e  $\rho$  é o coeficiente de correlação entre as variáveis X e Z (admitido conhecido).

## 2.2 – Premissas utilizadas para a geração da amostra

A maior parte das premissas utilizadas para a geração da amostra decorreu da “NORMA PARA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS URBANOS – IBAPE/2005” (IBAPE, 2005). As referidas premissas adotadas foram as seguintes:

- Profundidade: foi admitida uma profundidade média de 30m, com desvio-padrão de 15m, normalmente distribuída. Tal assunção decorreu na geração de valores de profundidades concentrados na faixa entre 15m e 45m;
- Valor Unitário: os valores unitários foram simulados a partir da profundidade, considerando-se as relações deterministas apresentadas em OLIVEIRA e MEDEIROS JR. (2006), expostas a seguir:

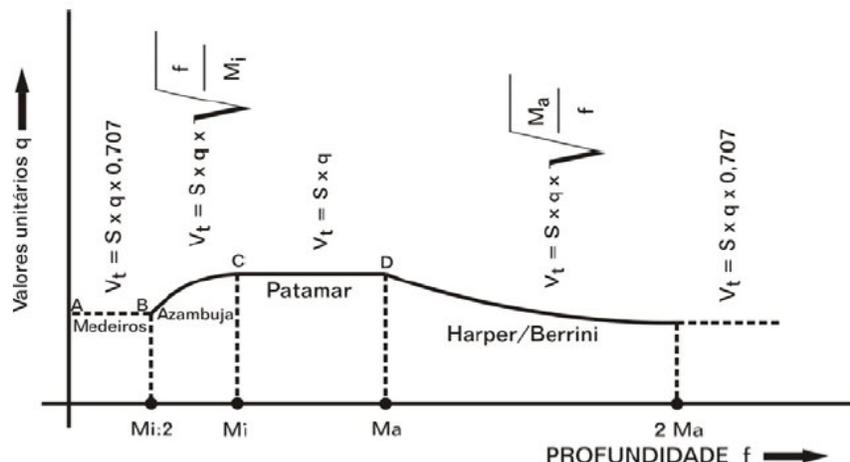


Figura 3 – Variação do valor unitário com a profundidade (Oliveira e Medeiros Jr., 2006).

Foi considerado um valor unitário médio de R\$ 500,00/m<sup>2</sup> e um coeficiente de variação de CV = 15%.

- Frente: as frentes foram geradas a partir dos valores unitários, admitindo-se que as variáveis frente e VU fossem correlacionadas positivamente. A correlação positiva entre o valor unitário e a frente decorre da própria expressão determinista do fator frente, como apresentado na norma do IBAPE/SP.

### 2.3 – Resultados da simulação

As figuras a seguir apresentam os resultados da simulação. A Figura 3 mostra os valores unitários gerados a partir das equações determinísticas apresentadas por OLIVEIRA e MEDEIROS JR. (2006).

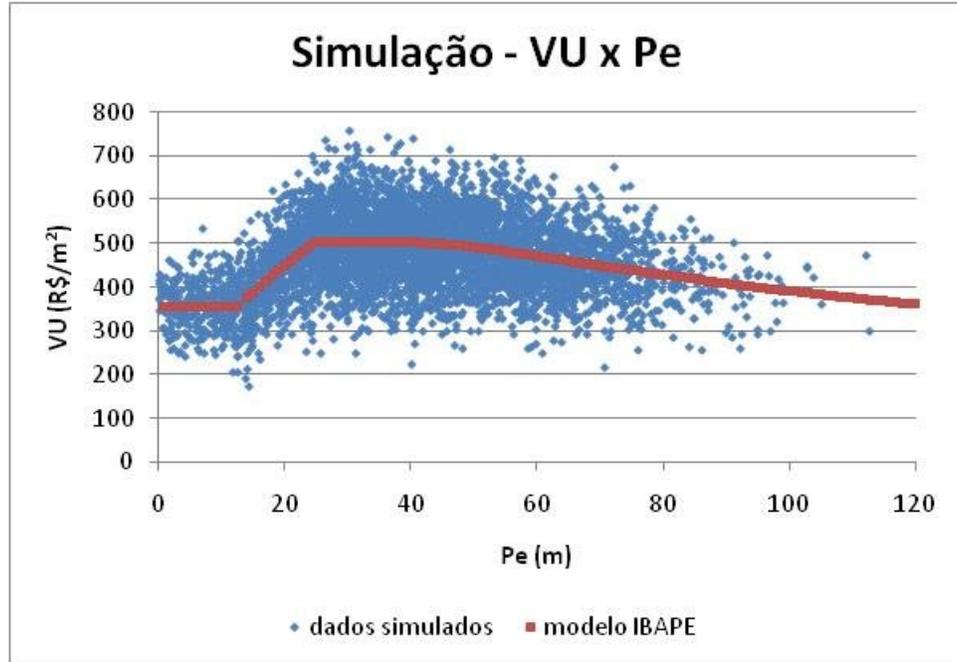


Figura 3 – Confrontação dos dados simulados com o modelo adotado pela norma IBAPE/SP.

Com base nos valores de profundidade e valor unitário previamente simulados, foi possível simular valores da variável frente, valores estes fracamente correlacionados com a variável valor unitário, mediante a utilização da simulação de Monte Carlo e da decomposição de Cholesky. O coeficiente de correlação entre a FRENTE e o VALOR UNITÁRIO foi fixado em  $\rho = 0,3$ .

A relação entre os valores unitários e as frentes simuladas segue apresentada na Figura 4.

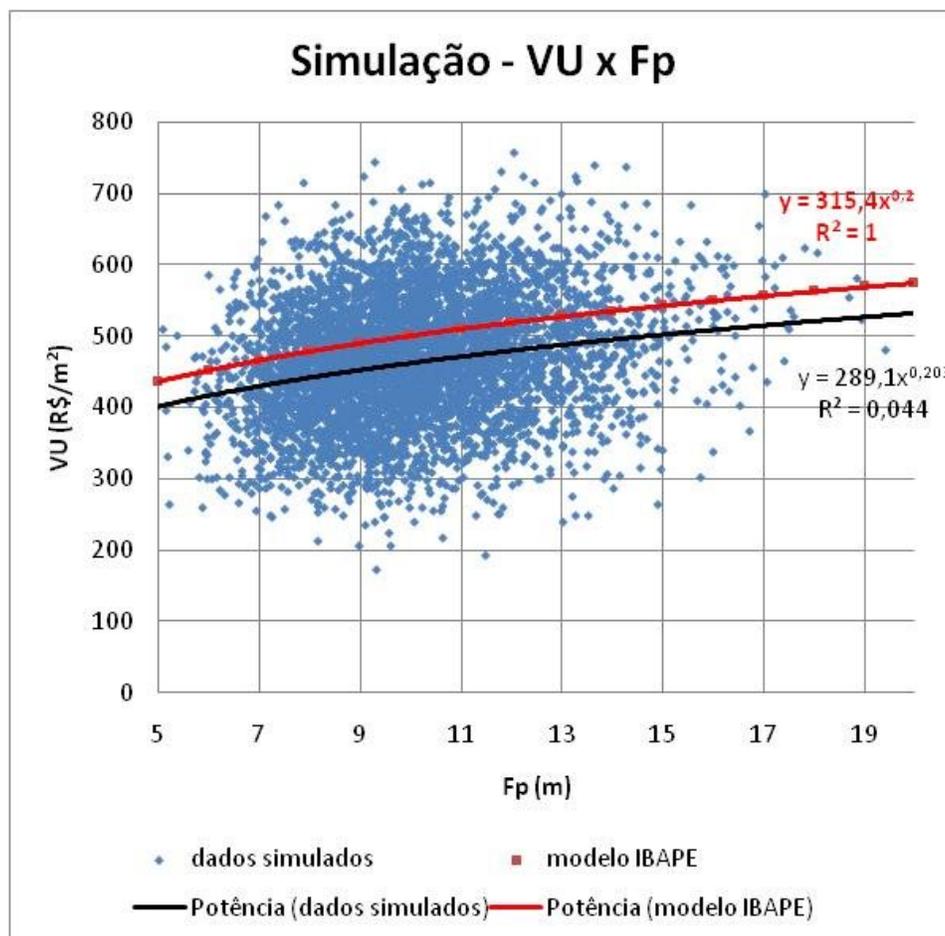


Figura 4 – Relação do valor unitário com a profundidade do terreno.

Analisando-se a Figura 4, observa-se a proximidade entre a curva determinista, resultante da aplicação da formulação proposta pelo IBAPE/SP, e a curva obtida pelo ajuste aos dados simulados mediante um modelo potencial. Nota-se também que o expoente do fator frente (expoente da função potência) obtido com base nos dados simulados (0,203 no caso) é praticamente idêntico ao expoente preconizado pelo IBAPE para imóveis situados em 2ª zona (expoente = 0,2).

Com os valores de profundidade e frente, foi possível avaliar a distribuição da variável ÁREA TOTAL. Tal distribuição segue apresentada no histograma a seguir.

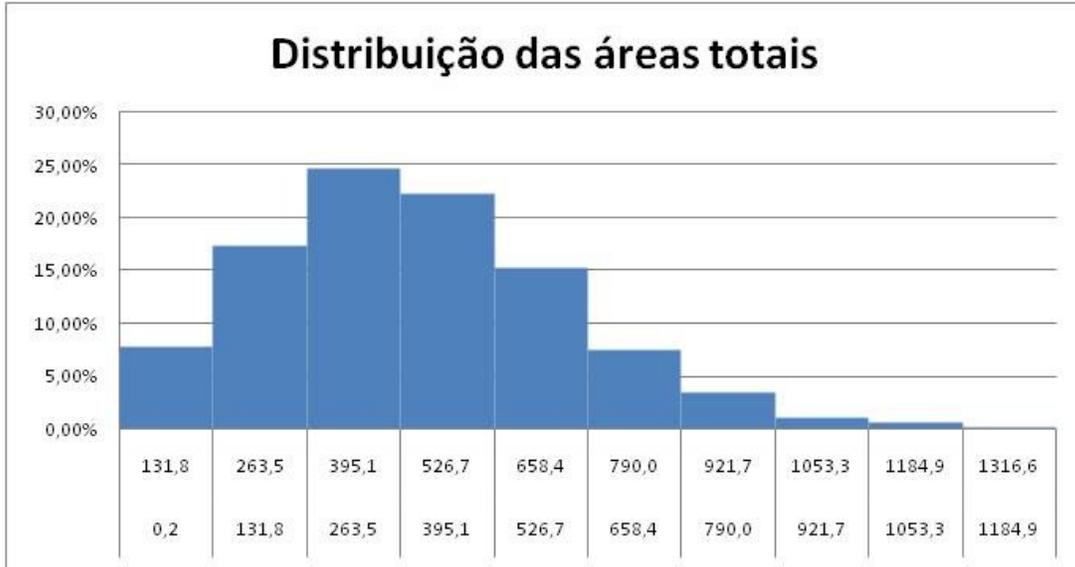


Figura 5 – Histograma de freqüências da variável ÁREA TOTAL.

Analisando-se a Figura 5, observa-se as maiores freqüências estão associadas à terceira e quarta classes, as quais englobam áreas totais variando de 263,5m<sup>2</sup> à 526,7m<sup>2</sup>. O intervalo característico apresentado na norma IBAPE/SP considera terrenos com área variando de 200 a 500m<sup>2</sup>.

Ao considerar o intervalo característico de áreas variando de 200 a 500m<sup>2</sup>, com área de referência de 250m<sup>2</sup>, a norma sugere uma distribuição das áreas com assimetria positiva, exatamente como apresentado na Figura 5.

Coerentemente, a amostra gerada resultou em forte correlação positiva entre o VALOR TOTAL e a ÁREA TOTAL de terreno, como mostra a Figura 6.

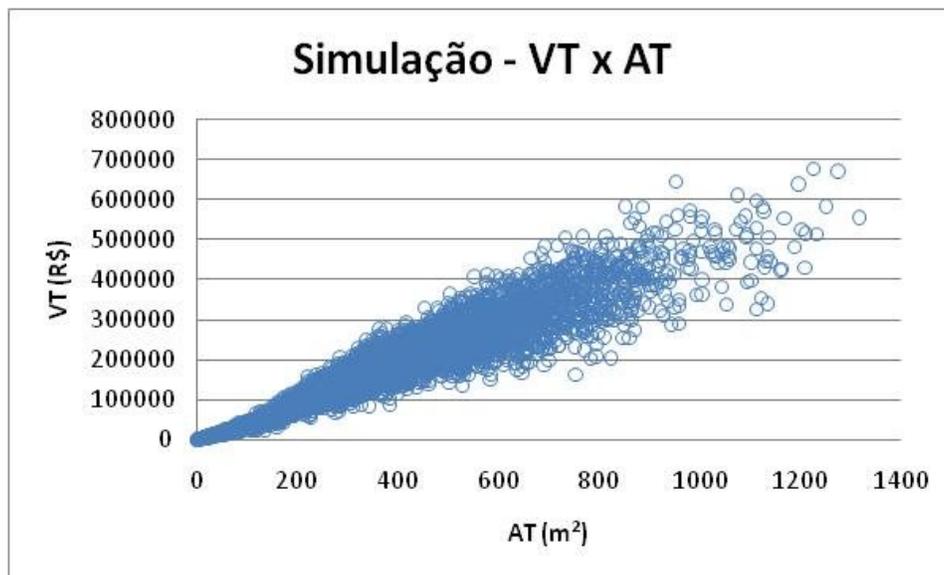


Figura 6 – Forte correlação positiva entre VT e AT.

Por todo o exposto, tem-se que a amostra gerada a partir das relações deterministas apresentadas na norma do IBAPE/SP pode se constituir em uma possível amostra que tenha dado origem às mencionadas funções deterministas.

O objetivo, doravante, será submeter a amostra gerada à regressão múltipla, com o fito de obter fatores fundamentados por metodologia científica.

### **3 – APLICAÇÃO DA REGRESSÃO MÚLTIPLA À BASE DE DADOS: AS VARIÁVEIS DE INTERAÇÃO**

A amostra simulada pela metodologia retro exposta foi utilizada na modelagem da variável dependente VALOR UNITÁRIO via regressão pelo método dos mínimos quadrados.

Um primeiro desafio enfrentado foi a especificação do modelo, particularmente no que tange à influência marginal da variável profundidade. Em conformidade com o estudo do IBAPE/SP, o modelo econométrico deveria ser especificado de tal forma que a influência marginal da profundidade fosse diferente nos intervalos a seguir identificados:

- 1º intervalo:  $Pe < 25m$ ;
- 2º intervalo:  $25m < Pe < 40m$ ;
- 3º intervalo:  $Pe > 40m$ ;

Para captar a diferença de efeito marginal da variável profundidade, optou-se por um modelo de REGRESSÃO POR PARTES, com utilização de variáveis de interação que propiciassem a alteração do efeito marginal nos diferentes intervalos do domínio. Interessantes aplicações das variáveis de interação são apresentadas por DANTAS (1998) e GUJARATI (2000).

O modelo especificado considerou a transformada logarítmica da variável dependente ( $Vu$ ), a saber:

$$LN Vu = \beta_0 + \beta_1.F + \beta_2.P + \beta_3.D_1.(P-25) + \beta_4.D_2.(P-40) \quad (3.1)$$

Onde:

$Vu$  = valor unitário;

$F$  = frente projetada;

$P$  = profundidade equivalente;

$\beta$ 's = parâmetros de regressão;

$D_1, D_2$  = variáveis *dummies* relativas à partição do domínio da variável independente profundidade, as quais assumem os seguintes valores:

XVI COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS -  
IBAPE/AM -2011

Condição	D1	D2
$Pe \leq 25$	1	0
$25 < Pe < 40$	0	0
$Pe \geq 40$	0	1

Tabela 1 – Variáveis “dummy” consideradas.

Feita a regressão por mínimos quadrados, os resultados obtidos foram os seguintes:

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	5,963	,022		266,696	,000	5,919	6,007
	F	1,901E-02	,001	,202	16,642	,000	,017	,021
	P	1,375E-03	,001	,136	2,489	,013	,000	,002
	INT1	1,730E-02	,001	,442	16,660	,000	,015	,019
	INT2	-5,42E-03	,001	-,332	-7,626	,000	-,007	-,004

a. Dependent Variable: LNVU

Tabela 2 – Valores dos parâmetros, das estatísticas t e os intervalos de confiança.

A Tabela 2 supra permite concluir que todos os regressores são estatisticamente significativos ao nível de significância mínimo estabelecido na NBR 14653-2 ( $\alpha = 10\%$ ) e a Tabela 3 nos leva a rejeitar a hipótese nula de inexistência do modelo. Os valores de correlação e do coeficiente de correlação foram 0,58 e 0,3 respectivamente.

**ANOVA<sup>b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	50,378	4	12,594	476,366	,000 <sup>a</sup>
	Residual	128,624	4865	2,644E-02		
	Total	179,001	4869			

a. Predictors: (Constant), INT2, F, INT1, P

b. Dependent Variable: LNVU

Tabela 3 – Quadro de análise de variância. A estatística F aponta para a significância do modelo.

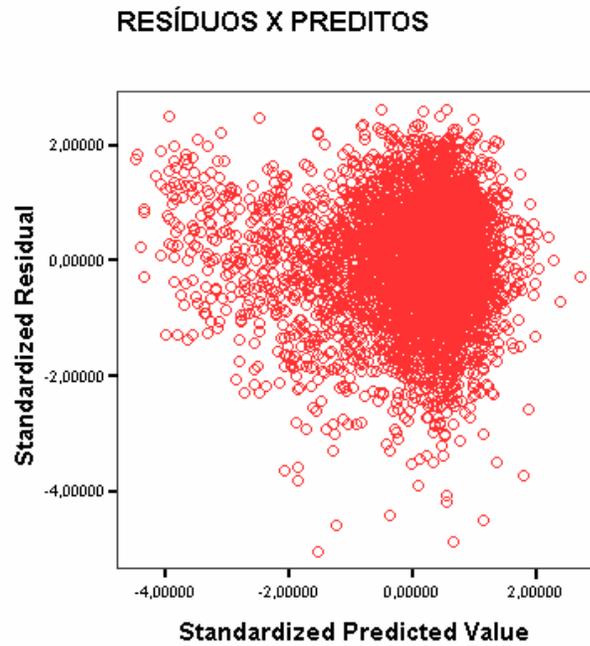


Figura 7 – Gráfico dos resíduos em relação aos preditos.

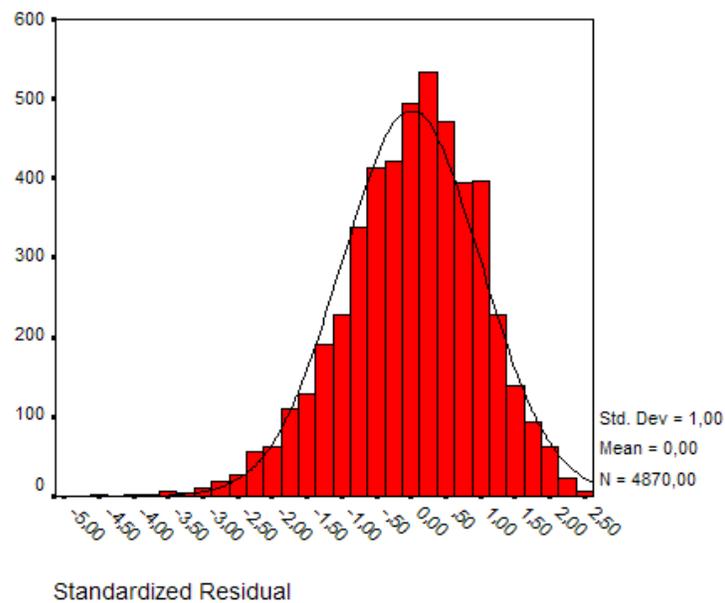


Figura 8 – Histograma dos resíduos padronizados.

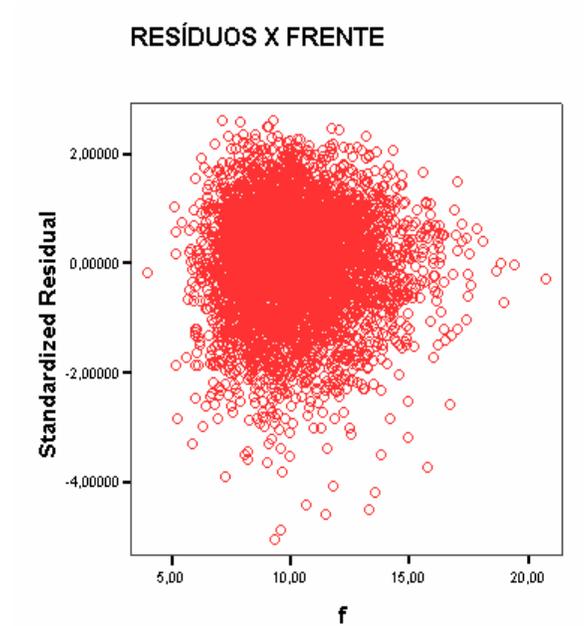


Figura 9 – Dispersão dos resíduos com a variável FRENTE.

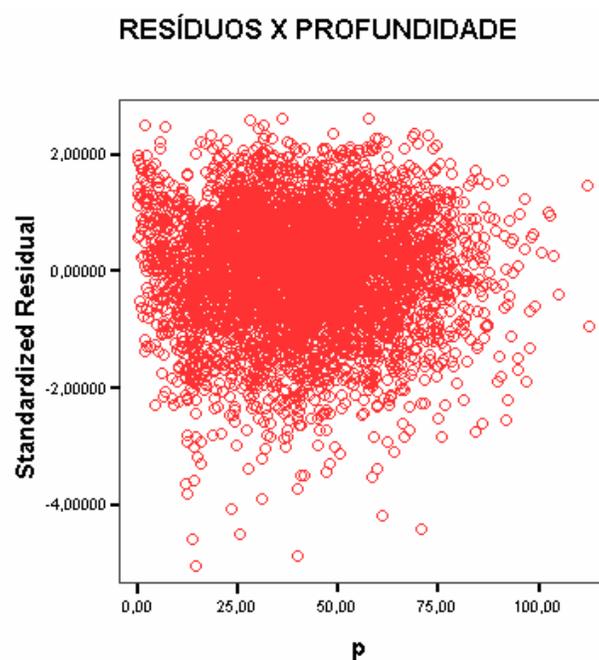


Figura 10 – Dispersão dos resíduos com a variável FRENTE.

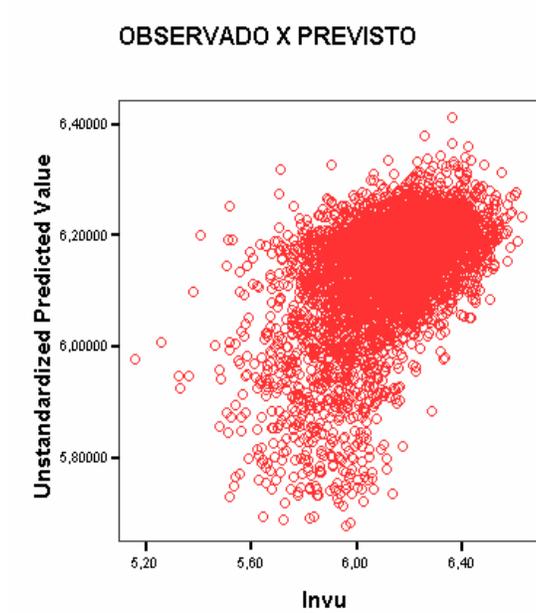


Figura 11 – Dispersão dos resíduos com a variável FRENTE.

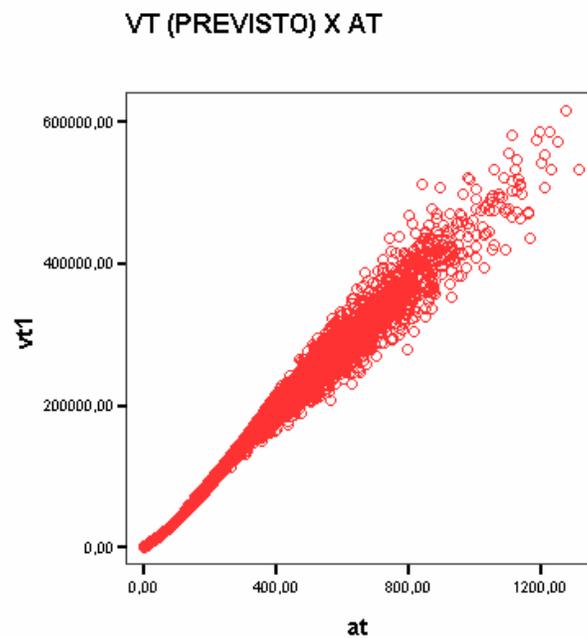


Figura 12 – Variação do valor total previsto com a área total.

Analisando-se os gráficos de resíduos com relação às variáveis independentes (Figuras 9 e 10), observa-se que não há evidências de autocorrelação. Além disso, analisando-se a Figura 7, não há evidências de heterocedasticidade. A normalidade dos resíduos pode ser apreciada na confrontação do histograma com a densidade normal da Figura 8.

A Figura 11 apresenta o gráfico de valores observados *versus* valores previstos. Analisando-se tal gráfico, observa-se uma tênue tendência de não linearidade, o que poderia sugerir transformações diversas daquelas utilizadas na modelagem. Esse efeito também pode ter sido agravado pela dispersão da amostra.

A Figura 12 sugere que a função VALOR TOTAL é monotonicamente crescente no domínio da variável ÁREA TOTAL. Essa verificação deve sempre ser feita em modelos semilogarítmicos, como vaticina BARBOSA FILHO (2000).

Pelo exposto, o modelo a ser utilizado para o cálculo dos fatores fundamentados segue apresentado abaixo:

$$VU = e^{5,963} \cdot e^{0,019 \cdot F} \cdot e^{0,001357 \cdot P} \cdot e^{0,0173 \cdot D_1 \cdot (P-25)} \cdot e^{-0,00542 \cdot D_2 \cdot (P-40)} \quad (3.2)$$

Esse modelo pode ser reescrito para os três subconjuntos que compõem o domínio da variável independente PROFUNDIDADE, aos quais estarão associados diferentes valores das dummies D1 e D2, conforme expõe a Tabela 1. A tabela a seguir apresenta os modelos derivados para cada partição do domínio da profundidade:

Subconjunto	Modelo
$Pe \leq 25$	$VU = e^{5,53} \cdot e^{0,019 \cdot F} \cdot e^{0,0186 \cdot P}$
$25 < Pe < 40$	$VU = e^{5,963} \cdot e^{0,019 \cdot F} \cdot e^{0,001357 \cdot P}$
$Pe \geq 40$	$VU = e^{6,17} \cdot e^{0,019 \cdot F} \cdot e^{-0,0041 \cdot P}$

Tabela 4 – Modelos finais obtidos para cada partição do domínio da profundidade.

Com fulcro nos modelos expostos na Tabela 4, apresenta-se a seguir a variação do valor unitário em função da profundidade, para um valor unitário médio amostral de R\$ 500,00.

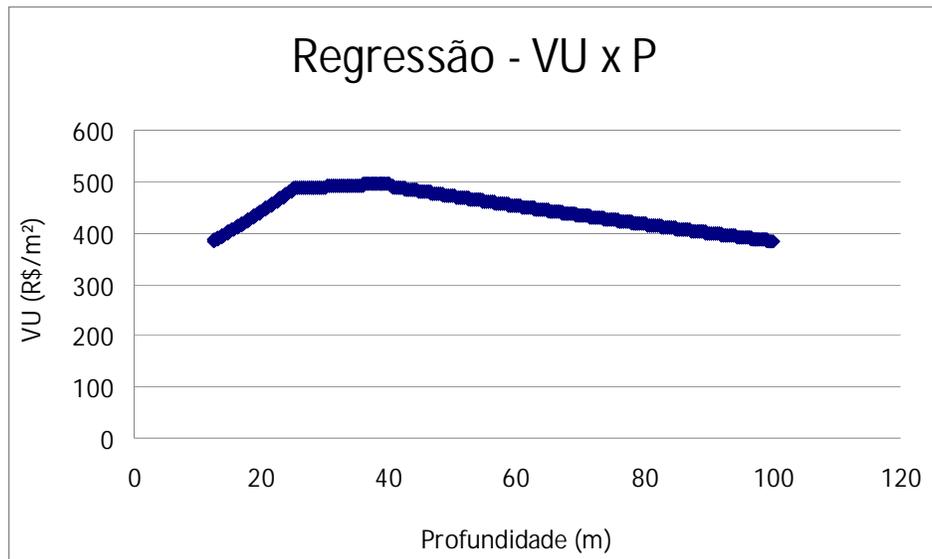


Figura 13 – Variação de Vu com Pe, para o modelo de regressão obtido.

Analisando-se a Figura 13, nota-se que a variação do valor unitário com a profundidade obtida pelo modelo de regressão é muito similar àquela apresentada nas formulações deterministas apresentadas na Figura 3, ou seja, a relação entre VALOR UNITÁRIO e PROFUNDIDADE é inicialmente crescente, seguida por um intervalo onde a variação do preço é, na prática, desprezível, e finalizada por uma relação decrescente entre VU e Pe.

A Figura 14 apresenta a variação de VU com a variável frente, decorrente do modelo de regressão obtido.

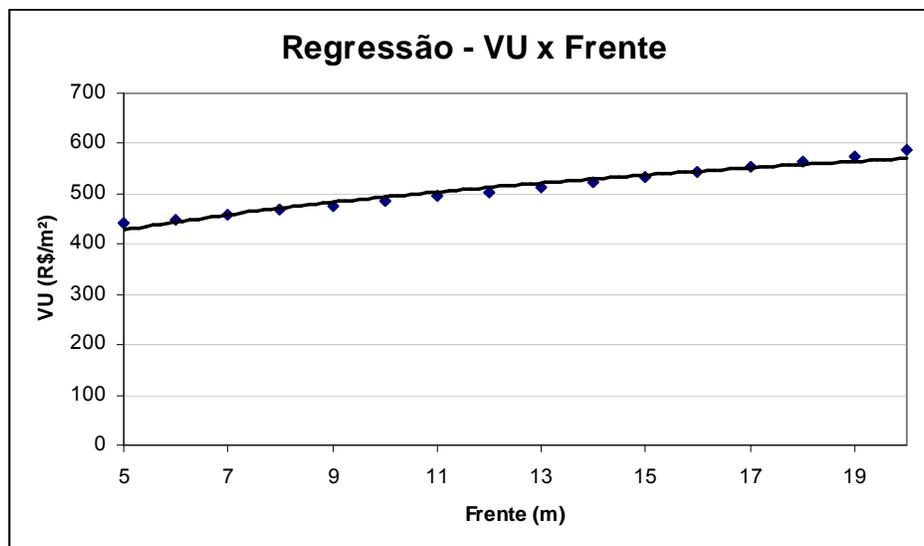


Figura 14 – Variação de Vu com Pe, para o modelo de regressão obtido.

#### 4 – CONFRONTAÇÃO DOS FATORES ADVINDOS DA REGRESSÃO COM OS FATORES PRECONIZADOS PELO IBAPE/SP

Uma vez obtido o modelo de regressão, pode-se calcular os fatores correspondentes ao referido modelo, inferidos da amostra simulada. Fatores fundamentados de modelos de regressão semilogarítmicos têm sido apresentados por LIMA (2003). Tais fatores são obtidos valendo-se da condição *coeteris paribus*, ou seja, estão associados às variações do valor unitário por alterações de um determinado atributo “i” mantendo-se os demais atributos constantes.

A partir do modelo de regressão calculado, os fatores frente e profundidade podem ser obtidos da seguinte forma:

$$Cf_i = \frac{g(f_i, p^*)}{g(f^*, p^*)} \quad (3.3)$$

$$Cp_i = \frac{g(f^*, p_i)}{g(f^*, p^*)} \quad (3.4)$$

Onde  $g(f,p)$  é a função de regressão obtida,  $p_i$  e  $f_i$  são a profundidade equivalente e a frente projetada de um imóvel “i” da amostra e  $f^*$  e  $p^*$  são a frente e a profundidade do elemento paradigma, que pode até coincidir com o avaliando. Se, por exemplo, o imóvel paradigma possui  $f^* = 10m$  e  $p^* = 25m$ , então, para um evento amostral com  $f_i = 12$  e  $p_i = 45$ , teríamos:

$$Cf_i = \frac{e^{(6,17+0,019 \cdot 12 - 0,0041 \cdot 25)}}{e^{(6,17+0,019 \cdot 10 - 0,0041 \cdot 25)}} = 1,039$$

$$Cp_i = \frac{e^{(6,17+0,019 \cdot 10 - 0,0041 \cdot 45)}}{e^{(6,17+0,019 \cdot 10 - 0,0041 \cdot 25)}} = 0,991$$

As tabelas apresentadas a seguir fazem uma comparação entre os fatores calculados através do modelo de regressão obtido com os fatores calculados conforme preconizado pelo IBAPE/SP.

XVI COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS -  
IBAPE/AM -2011

<b>FATOR FRENTE</b>				
<b>fi</b>	<b>vu*</b>	<b>fator - regressão</b>	<b>fator - ibape</b>	<b>diferença</b>
5	333,95	0,909	0,871	4,46%
6	340,36	0,927	0,903	2,65%
7	346,89	0,945	0,931	1,44%
8	353,54	0,963	0,956	0,67%
9	360,32	0,981	0,979	0,21%
10	367,23	1,000	1,000	0,00%
11	374,28	1,019	1,019	-0,01%
12	381,46	1,039	1,037	0,15%
13	388,77	1,059	1,054	0,45%
14	396,23	1,079	1,070	0,87%
15	403,83	1,100	1,084	1,40%
16	411,58	1,121	1,099	2,02%
17	419,47	1,142	1,112	2,72%
18	427,52	1,164	1,125	3,50%
19	435,72	1,186	1,137	4,36%
20	444,08	1,209	1,149	5,27%

Tabela 5 – Confrontação do fator frente calculado pela regressão com o fator frente calculado conforme preconiza o IBAPE/SP. Foi considerada uma frente de referência de 10m.

<b>FATOR PROFUNDIDADE</b>				
<b>p</b>	<b>vu*</b>	<b>fator-regressão</b>	<b>fator - ibape</b>	<b>diferença</b>
12,5	384,7139	0,793	0,707	12,08%
13	388,3085	0,800	0,721	10,93%
14	395,5986	0,815	0,748	8,91%
15	403,0256	0,830	0,775	7,19%
16	410,592	0,846	0,800	5,73%
17	418,3005	0,862	0,825	4,50%
18	426,1537	0,878	0,849	3,46%
19	434,1543	0,894	0,872	2,59%
20	442,3051	0,911	0,894	1,87%
21	450,609	0,928	0,917	1,29%
22	459,0688	0,946	0,938	0,81%
23	467,6873	0,963	0,959	0,45%
24	476,4677	0,982	0,980	0,18%

Tabela 6 – Confrontação entre os fatores profundidade, para  $P_e < 25m$ . Considerou-se  $P_e = 25,0m$  para o imóvel paradigma.

XVI COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS -  
 IBAPE/AM -2011

<b>FATOR PROFUNDIDADE</b>				
<b>p</b>	<b>vu*</b>	<b>fator-regressão</b>	<b>fator - ibape</b>	<b>diferença</b>
25	485,413	1,000	1,000	0,00%
26	487,0087	1,003	1,000	0,33%
27	487,67	1,005	1,000	0,46%
28	488,3322	1,006	1,000	0,60%
29	488,9954	1,007	1,000	0,74%
30	489,6594	1,009	1,000	0,87%
31	490,3243	1,010	1,000	1,01%
32	490,9901	1,011	1,000	1,15%
33	491,6568	1,013	1,000	1,29%
34	492,3245	1,014	1,000	1,42%
35	492,993	1,016	1,000	1,56%
36	493,6625	1,017	1,000	1,70%
37	494,3328	1,018	1,000	1,84%
38	495,0041	1,020	1,000	1,98%
39	495,6763	1,021	1,000	2,11%
40	490,782	1,011	1,000	1,11%

Tabela 7 – Confrontação entre os fatores profundidade, para 25 < Pe < 40m.

Analisando-se a Tabela 5, é possível consignar que os fatores decorrentes do modelo de regressão são muito próximos daqueles preconizados pelo IBAPE/SP, sensivelmente maiores, resultando em uma diferença percentual bastante reduzida.

Analisando-se a Tabela 6, nota-se que os fatores decorrentes do modelo inferencial são sistematicamente maiores que aqueles preconizados pelo IBAPE/SP, sendo possível concluir também que os maiores erros estão associados a profundidades menores.

No que se refere à Tabela 7, observa-se que a diferença percentual entre os fatores decorrentes do modelo e os fatores propostos pelo IBAPE/SP são praticamente desprezíveis. O modelo inferencial sugere um pequeno aumento do valor unitário mesmo para profundidades entre 25 e 40m.

XVI COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS -  
 IBAPE/AM -2011

<b>FATOR PROFUNDIDADE</b>				
<b>p</b>	<b>vu*</b>	<b>fator-regressão</b>	<b>fator - ibape</b>	<b>diferença</b>
41	488,7739	1,007	1,000	0,72%
42	486,774	1,003	0,999	0,40%
43	484,7823	0,999	0,998	0,12%
44	482,7988	0,995	0,996	-0,12%
45	480,8234	0,991	0,994	-0,31%
46	478,856	0,986	0,991	-0,47%
47	476,8967	0,982	0,988	-0,61%
48	474,9455	0,978	0,985	-0,71%
49	473,0022	0,974	0,982	-0,80%
50	471,0668	0,970	0,979	-0,86%
51	469,1394	0,966	0,975	-0,91%
52	467,2199	0,963	0,972	-0,94%
53	465,3082	0,959	0,968	-0,95%
54	463,4044	0,955	0,964	-0,96%
55	461,5083	0,951	0,960	-0,95%
56	459,62	0,947	0,956	-0,93%
57	457,7394	0,943	0,952	-0,90%
58	455,8665	0,939	0,947	-0,87%
59	454,0013	0,935	0,943	-0,83%
60	452,1437	0,931	0,939	-0,79%
61	450,2937	0,928	0,935	-0,73%
62	448,4513	0,924	0,930	-0,68%
63	446,6164	0,920	0,926	-0,62%
64	444,789	0,916	0,921	-0,56%
65	442,9691	0,913	0,917	-0,50%
66	441,1566	0,909	0,913	-0,43%
67	439,3516	0,905	0,908	-0,36%
68	437,5539	0,901	0,904	-0,29%
69	435,7636	0,898	0,900	-0,22%
70	433,9807	0,894	0,895	-0,15%
71	432,205	0,890	0,891	-0,08%
72	430,4366	0,887	0,887	-0,01%
73	428,6754	0,883	0,883	0,06%
74	426,9214	0,880	0,878	0,13%
75	425,1746	0,876	0,874	0,20%
76	423,435	0,872	0,870	0,27%
77	421,7025	0,869	0,866	0,34%
78	419,977	0,865	0,862	0,41%
79	418,2586	0,862	0,858	0,47%
80	416,5473	0,858	0,854	0,54%

Tabela 8 – Confrontação entre os fatores profundidade, para  $P_e > 40m$ .

## 6 – CONCLUSÕES

O presente estudo procedeu a um ensaio para a verificação da correspondência entre os fatores preconizados pelo IBAPE/SP e aqueles obtidos por regressão linear múltipla aplicada a uma amostra simulada a partir das expressões deterministas utilizadas pelo IBAPE, bem como se valendo da decomposição de Cholesky. Foi utilizada a técnica de regressão por partes, com variáveis de interação.

Os resultados mostram que os fatores oriundos do modelo de regressão são muito próximos daqueles preconizados pelo IBAPE, abrindo caminho para proposição de um possível modelo de regressão como alternativa a aplicação dos fatores preconizados pelo instituto.

O estudo também busca incentivar a investigação de possíveis efeitos de interação entre variáveis e a utilização da regressão por partes, eis que o comportamento subjacente admitido pelos precursores da Engenharia de Avaliações pode ser melhor captado com tais técnicas de modelagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAECHER, G.; CHRISTIAN, J.T. (2003) *Reliability and Statistics in Geotechnical Engineering*. John Wiley & Sons.

DANTAS, R. A. (1998) *Engenharia de Avaliações: Uma Introdução à Metodologia Científica* – Ed. PINI, São Paulo.

GUJARATI, D. N. (2000) *Econometria Básica*, 3ª edição, ed. Makron Books, São Paulo.

IBAPE (2005) Norma para Avaliação de Imóveis Urbanos. Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia – IBAPE/SP.

LIMA, G.P.A. (2003) *A análise de caminhos da regressão linear múltipla como subsídio para o tratamento de homogeneização por fatores*. XII COBREAP – Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias. Belo Horizonte/MG.

NBR 14653-2 (2004) “Avaliação de Bens – Parte2: Imóveis Urbanos”, ABNT.

OLIVEIRA, A.M.B.D; MEDEIROS JR., J. (2006) Evolução histórica dos critérios de avaliação de lotes segundo as normas IBAPE/SP – 2005.

XVI COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS -  
IBAPE/AM -2011

REIS, W.P. (sem data) *O método científico*. Disponível em [www.cin.ufpe.br/~if676/2009-1/metodocientifico.doc](http://www.cin.ufpe.br/~if676/2009-1/metodocientifico.doc)