

Um Estudo Abordando Variáveis Independentes: sua Aplicabilidade na Avaliação de Custos de Produção

Eduardo Dória Silva (UFPE) edsdoria@nlink.com.br
Jorge Expedito Gusmão Lopes (UFPE) jlopeseli@ufpe.br
Paulo Cezar Ferreira de Souza (UFPE) pcfs@terra.com.br

Resumo

O objetivo desta abordagem, foi desenvolver uma ferramenta para agregar ao tratamento de variáveis independentes subsídios formais ao processo de avaliação de custos.

Para tal, adotou-se o método indutivo com embasamento documental bibliográfico, referenciada por um tratamento analítico, prático demonstrativo e coleta de campo. Para simplificar as implementações empregaram-se técnicas de recursividade.

Conclui-se que tais implementações são robustas e portáteis. Obtiveram resultados eficientes, rápidos e precisos quando da obtenção do conjunto de modelos gerados para criar um cenário de previsão orçamentária de custos de produção.

Palavras chave: Custos, Avaliação, Decisão

1. Introdução

A análise permanente na empresa é necessária como fonte de referência para o início de qualquer avaliação para se poder estabelecer estratégias a fim de melhorar a competitividade. A determinação de modelos para avaliação e previsão de custos de produção é um dos assuntos tratados por Iudícibus (1989). Combina o tratamento de variáveis independentes para avaliação e planejamento de atividades das instituições organizacionais com vistas dentre outras aplicações à simulação de cenários para se fazer cálculos orçamentários, discutidas em Ferreira (1994) e avaliação e previsão de custos (IUDÍCIBUS, 1989). A modelagem para avaliação de custos é construída e reforçada por Iudícibus (1991) como suporte importante à tomada de decisão. Assim os modelos podem ser construídos e manipulados a baixo custo para se determinar o impacto de diversos cenários para decisão e ainda são excelentes na previsão de consequências futuras (STAIR, 1998).

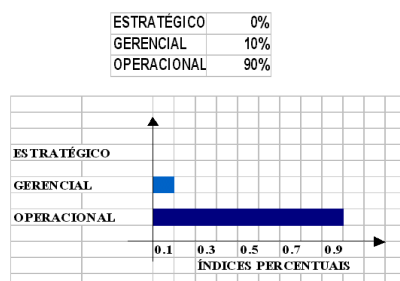
2. Caracterização do problema

Baseando-se no contexto apresentado e considerando as abordagens de custos conhecidas em Martins (2003), o desenvolvimento e implementação de algoritmos para determinar o número e respectivos modelos de equações lineares resultantes de um conjunto de variáveis independentes justificam um primeiro esforço no processo de indução a utilização de informações na avaliação de custos para apoio à tomada de decisão em empresas de serviços contábeis devido a resultados obtidos em pesquisa de campo. A carência de utilização de informações para fins estratégicos é verificada em pesquisa realizada numa amostra de empresas prestadoras de serviços na região metropolitana de Recife, associada ao Conselho Federal de Contabilidade (LIMA, 2003), conforme gráfico I mostrado adiante. Limita-se apenas a prestação de serviços gerenciais 10% e operacionais 90%.

Para se encontrar o modelo que melhor explique o comportamento de um universo de variáveis de custos e se fazer previsões como as apresentadas em Iudícibus (1998) são necessárias resolver algumas questões. Primeiro, conhecer a quantidade e o universo de todos os possíveis modelos. Isto porque, o melhor modelo será necessariamente um dos elementos deste conjunto. Segundo, estuda-se em Estatística os métodos “Backward Elimination”,

“Forward Selection”, “Stepwise Regression”, “ R^2 Method” e “Cp Method” (SCHABENBERG, 2001, p.24-28) como meios de selecionar e simplificar a obtenção do melhor modelo linear a partir de suas variáveis independentes porém, a disponibilidade destes é feita por meio de “softwares” com forma de pagamento não raro proibitivo para a realidade brasileira de um micro e pequeno empreendimento para produtos como SAS, por exemplo.

NÍVEL DE INFORMAÇÃO GERADA PELO SISTEMA

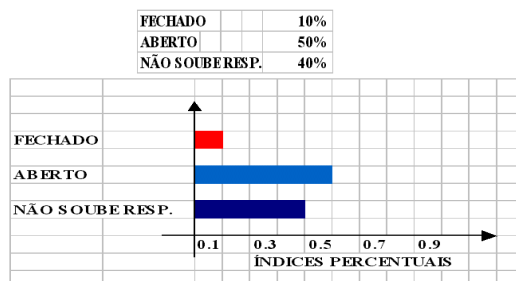


Fonte (Lima, 2003, p.54)

Gráfico I – Nível de informação gerada pelo sistema

Com a disseminação de produtos SOHO “Small Office Home Office”, de grande aceitação, baixo custo e funcionalidade de cálculos estatísticos é importante dotar estas entidades de meios para utilizarem estes programas de modo a se beneficiarem de uma alternativa para obterem os resultados encontrados em produtos específicos como SPSS e SAS. A viabilidade deste procedimento é factível considerando 50% dos sistemas utilizados pelas empresas pesquisadas são abertos conforme gráfico II, facilmente integráveis a outros. Este item da pesquisa está baseado nos conceitos de sistemas apresentados em Cornachione (1998). Os outros 50% dos sistemas requerem processos elaborados de adaptação por serem fechados.

TIPO DO SISTEMA CONTÁBIL



Fonte (Lima, 2003, p51)

Gráfico II – Tipo de sistema contábil

Para se resolver a primeira questão fez-se um estudo indutivo para formulação do número de modelos lineares baseados em variáveis independentes de custo. A geração de todos os modelos permitirá a escolha do melhor deles, por meio da utilização de funções disponíveis nos mencionados produtos de grande utilização. A segunda questão diz respeito à escolha do melhor modelo que pode ser feita por meio de funções disponíveis nos produtos de escritório.

3. Aplicação e resultados

Para se chegar a melhor solução é necessário antes calcular o número de objetos que compõem o universo de possíveis modelos conforme regras estabelecidas em Barbosa (1971). Em segundo lugar terá que se gerar todas os possíveis modelos de variáveis envolvidas.

Por se tratar de um problema de análise combinatória e as demonstrações de suas fórmulas serem baseadas em prova indutiva (BARBOSA 1971), utilizou-se o mesmo método para se chegar ao número de modelos possíveis com variáveis independentes de todas as

combinações resultantes por meio da seguinte fórmula: 2^n . Vide demonstração no apêndice I. Onde n é o número de elementos que compõe as variáveis independentes do modelo de custo. As equações modeladoras podem ser analisadas por quaisquer produtos de mercado portátil ou não de características SOHO que tenham funções estatísticas como as do StarOffice ou Office.

A geração dos modelos foi confrontada com os gerados em estudo de caso com pequeno número de variáveis para que os mesmos fossem manipulados. Ver próximo quadro. A variável Y corresponde aos custos indiretos em poder aquisitivo, X_1 produção em unidades, X_2 custos variáveis de horas trabalhadas pela mão-de-obra direta, X_3 número de horas máquina trabalhada, finalmente X_4 a variação da produção.

Mes	Y	X_1	X_2	X_3	X_4
Jan	1.823.712	6.945	7.470	6.000	555
Fev.	1.846.075	7.305	7.875	6.311	360
Mar	1.776.600	7.245	7.792	6.259	60
Abr	1.920.000	7.905	8.267	6.640	660
Mai	1.968.400	8.220	8.584	6.895	315
Jun	1.980.000	8.445	8.837	7.098	225
Jul	1.945.600	7.920	8.288	6.657	525
Ago	1.945.600	8.205	8.386	6.736	285
Set	1.980.000	8.340	9.795	7.850	135
Out	2.071.300	8.910	10.614	8.506	570
Nov	2.035.530	8.550	9.402	7.520	360
Dez	1.992.800	8.670	10.188	8.135	120

Fonte: (IUDÍCIBUS, 1989, p.35)

Quadro – Custos versus produção

Do apêndice I pode-se depreender diversas possibilidades de modelos de análise de custos resultantes do tratamento de dados realizado no quadro apresentado. Como há 4 variáveis independentes tem-se portanto 16 modelos possíveis para serem tratados para a escolha do melhor deles como mostrados no apêndice II. Assim, a primeira expressão encontra-se sem variáveis independentes e neste caso a variável dependente custo indireto será função apenas do tempo. O padrão adotado pelas funções dos produtos utilizados quando não há variável independente associada é um valor sequencial para cada observação. Ver item 1 apêndice II. Todos os demais modelos gerados, os quinze restantes, têm pelo menos uma variável independente em sua expressão. Pela abordagem de cálculo executado por funções de planilha, o melhor modelo é escolhido considerando o de maior coeficiente de determinação (BARBETA 2001) e menor erro padrão correspondentes aos valores 0,9601 e 19.133,08. Ver modelo 8 do apêndice II. Isto significa dizer a produção em unidades, os custos variáveis de horas trabalhadas pela mão-de-obra direta e a variação da produção respondem por 96,01% dos custos indiretos de fabricação. Através do valor estatístico F e do grau de liberdade chega-se a um grau de 95% de explicação do modelo (WONNACOTT, 1978).

Como exemplo de previsão de gastos com custos indiretos para um mês seguinte uma empresa que espera produzir 9.750 unidades, apropriando 10.483 para a quantidade de horas de mão-de-obra direta (KAPLAN, 1982) e tendo-se os valores dos coeficientes do modelo 8 do apêndice II ter-se-á o resultado $Y = 790.660 + 138,637 * 9.750 + 95,205 * (9.750 - 8.670)$ logo, o custo indireto de produção $Y = 2.245.192,15$.

A motivação do trabalho é justificada pela defesa de sistemas abertos para os quais há menores custos e permitem contribuições voluntárias. No estado de tecnologia atual estas ações estão facilitadas por meio de portais de servidores de produtos de baixo custo semelhantes à distribuição de ferramentas de escritório disponíveis como o Pro Suite 602.

4. Conclusões

As implementações das formulações revelaram eficiência, rapidez e precisão na obtenção dos valores e modelos gerados para criar cenários de previsão orçamentária. Os resultados apresentados no apêndice II foram realizados com apoio do suporte desenvolvido e do StarOffice através da função REGR.LINEAR. Poder-se-ia obter os mesmos resultados quando se utiliza a função PROJ.LIN do OFFICE.

Quanto às investigações conceituais observou-se que sua aplicação vem corroborar em subsidiar as execuções orçamentárias de custos no cumprimento do princípio da Oportunidade que trata da tempestividade e integridade do patrimônio. Isto é, na análise de custos estuda-se a variação no tempo que por conseguinte refletem na variação patrimonial. O complemento deste mesmo princípio acrescenta que esta variação ocorrida em tempo determinado serve de base para a geração de informações úteis ao processo decisório da gestão.

5. Bibliografia

602 Pro PC Suite 2001 – Disponível em: <<http://www.software602.com>> Acesso em: 25/03/2003

ARTYMIK, J; WRIGHTSON, K; MERLINO, J. StarOffice for Linux. Ed. Ciência Moderna Ltda. Rio de Janeiro. 2000.

ARNOLD, K.; GOSLING, J. The Java Programming Language. Addison Wesley. 1999.

BARBETA, P. A. Estatística Aplicada às Ciências Sociais. Ed. da Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. 2001

BARBOSA, Ruy M. Combinatórias e Probabilidade. G.E.E.M. São Paulo. 1971.

BRASIL. Princípios Fundamentais de Contabilidade e Normas Brasileiras de Contabilidade. Conselho Federal de Contabilidade. Brasília. 2001. Disponível em: <<http://www.cfc.org.br/uparq/princip.pdf>>. Acesso em 03/03/2003.

CORNACHIONE, E. B. Jr. Informática Aplicada às Áreas de Contabilidade, Administração e Economia. Ed. Atlas. São Paulo. 1998.

COUGO, P. S. Modelagem Conceitual e Projeto de Banco de Dados. Ed. Campus. São Paulo. 1997

FARRER, H. et al. Programação Estruturada de Computadores – Pascal Estruturado. Ed. Guanabara Dois S. A. Rio de Janeiro. 1986.

_____. Programação Estruturada de Computadores – Algoritmos Estruturados. Ed. Guanabara Dois S. A. Rio de Janeiro. 1989.

FERREIRA, Genival. Modelo de Projeção de Balanços. Um enfoque Gerencial. Ed. Raiz. Olinda 1994.

GIOVINAZZO, William A. Object-Oriented Data warehouse Design. Prentice Hall. 2000.

IUDÍCIBUS, S. Análise de Custos. Ed. Atlas. São Paulo. 1989.

_____. Contabilidade Gerencial. Ed. Atlas. São Paulo. 1991.

IUDÍCIBUS, S; et. al. Contabilidade Introdutória. Ed. Atlas. São Paulo. 1998.

KAPLAN, Robert S. Advanced Management Accounting. Prentice Hall. 1982.

LIMA, Ivanildo de L. A Tecnologia de Informação Aplicada à Contabilidade. Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 2003.

MANZANO, JOSÉ A. N. G. StarOffice – Guia Prático de Demonstração e Desenvolvimento. Ed. Érica. São Paulo. 2002.

MARTINS, E. Contabilidade de Custos. Ed. Atlas. São Paulo. 2003.

MICROSOFT. Disponível em: <<http://www.microsoft.com>>. Acesso em: 04/03/2003.

NORBERT, Welty. Successful SAP/R3 Implementation Practical Management. Adison Wesley 1999.

SILVA, E. D. Análise de Custos Através de uma Linguagem Paramétrica Usando o Método “Backward Elimination”. Contabilidade Vista & Revista. Belo Horizonte, Mg. Agosto, 1992a.

_____. Minimizando Custos: Uma Abordagem Analítica de Gestão de Desempenho para Tomada de Decisão Baseada em Modelo Linear. XIV Congresso Brasileiro de Contabilidade. Salvador Ba. Outubro, 1992b.

SAS Institute Inc. SAS/ESTAT. Disponível em <<http://www.sas.com>>. Acesso em 22/03/2003

SCHABENBERG, Oliver. Multiple Linear Regression. Stat 5616 Statistic in Research – Spring 2001. 18/04/2001. Disponível em: <<http://kitchen.stat.vt.edu/~oliver/stat5616/handouts>>. Acesso em: 30/03/2003.

SCHMIDT, P. et al. Controladoria – Agregando Valor para a Empresa. Bookman Companhia Editora Ltda. Porto Alegre. 2002

SHAZAM. Disponível em: <<http://shazam.econ.ubc.ca/runshazam>>. Acesso em 5/10/2002.

StarOffice. Version 5.2. SUN Microsystem, Inc. Disponível em: <<http://www.sun.com/software/download/index.html>>. Acesso em 21/11/2001.

SPSS. Statistical Package for the Social Sciences. Disponível em: <<http://www.spss.com>>. Acesso em 02/04/2003

STAIR, Ralph M. Princípios de Sistemas de Informação – Uma Abordagem Gerencial. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro. 1998.

WATT, D. A.; BROWN D. F. Programming Language Processors in Java. Prentice Hall. London. 2000.

WONNACOTT, Ronald J.; WONNACOTT, Thomas H. Econometria. Ed. Livro Técnico. Rio de Janeiro. 1978.

APÊNDICE I

DEMONSTRAÇÃO

A análise de regressão é o estudo de relações lineares entre uma variável dependente Y e variáveis independentes X_1, X_2, \dots, X_n .

Deve-se ter então uma função linear da forma:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n$$

Onde: $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ são quantidades desconhecidas e devem ser estimadas de um conjunto de dados.

Cálculo do número de modelos pelo método indutivo.

1. Para equação sem variável independente:

$$Y = \beta_0 + \epsilon$$

- há um único modelo resultante:

$$Y_0 = \beta_0 + \epsilon$$

- número de modelos: 1 ou 2^0

2. Para uma variável simples:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \epsilon$$

- modelos resultantes:

$$Y_0 = \beta_0 + \epsilon$$

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \epsilon$$

- número de modelos: 2 ou 2^1

3. Para duas variáveis

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \epsilon$$

- modelos resultantes:

$$Y_0 = \beta_0 + \epsilon$$

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \epsilon$$

$$Y_2 = \beta_0 + \beta_2 x_2 + \epsilon$$

$$Y_3 = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \epsilon$$

- número de modelos: 4 ou 2^2

-

n. Para ene variáveis:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_n x_n + \epsilon$$

- modelos resultantes:

$$Y_0 = \beta_0 + \epsilon$$

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \epsilon$$

$$Y_2 = \beta_0 + \beta_2 x_2 + \epsilon$$

$$Y_3 = \beta_0 + \beta_3 x_3 + \epsilon$$

$$Y_n = \beta_0 + \beta_n x_n + \epsilon$$

$$Y_{n+1} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \epsilon$$

$$Y_{n+2} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_3 x_3 + \epsilon$$

$$Y_{n+3} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_4 x_4 + \epsilon$$

$$Y_{n+C_{n,2}} = \beta_0 + \beta_{n-1} x_{n-1} + \beta_n x_n + \epsilon$$

$$Y_{n+C_{n,2}+1} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \epsilon$$

$$Y_{n+C_{n,2}+2} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_4 x_4 + \epsilon$$

$$Y_{n+C_{n,2}+3} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_5 x_5 + \epsilon$$

.

$$Y_{n+C_{n,2}+C_{n,3}} = \beta_0 + \beta_{n-2} x_{n-2} + \beta_{n-1} x_{n-1} + \beta_n x_n + \epsilon$$

.

$$Y_{n+C_{n,2}+C_{n,3}+\dots+C_{n,n}} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_n x_n + \epsilon$$

- número de modelos: $n + C_{n,2} + C_{n,3} + \dots + C_{n,n} + 1$ ou 2^n c.q.d.

APÊNDICE II

ESTUDO DE CASO

Considerando o exposto no apêndice I, estudo de caso do quadro I, e a execução do programa gerador de modelos teremos para a equação $Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \epsilon$ com quatro variáveis independentes 16 modelos.

Utilizar-se-á a seguinte notação:

β_n	β_{n-1}	...	β_2	β_1	β_0
se_n	se_{n-1}	...	se_2	se_1	se_{β_0}
r_2	se_y				
F	d_f				
SS_{reg}	SS_{resid}				

Onde:

$\beta_n, \beta_{n-1}, \dots, \beta_2, \beta_1, \beta_0$ os coeficientes das variáveis e constante independente

$se_n, se_{n-1}, \dots, se_2, se_1$ os valores do erro padrão para os coeficientes $\beta_n, \beta_{n-1}, \dots, \beta_2, \beta_1$.

se_{β_0} os valores de erro padrão para a constante independente β_0 ($se_{\beta_0} = \#N/D$ quando constante é 0).

r_2 o coeficiente de determinação. Compara valores de y estimados e reais e seu valor varia entre 0 e 1.

se_y o valor de erro para a estimativa de y.

F a estatística F, ou o valor de F observado. A estatística F é usada para determinar se a relação observada entre as variáveis dependentes e independentes ocorre por acaso.

d_f os graus de liberdade. O valor encontrado na tabela com a estatística F retornada por REGR.LINEAR determina o nível de confiança para o modelo com a ajuda dos graus de liberdade (WONNACOTT, 1978).

ss_{reg} a soma dos quadrados da regressão.

ss_{resid} a soma dos quadrados do resíduo

1) Y_0 :

20367,7028	1808078,015
4040,176888	29734,89678
0,71763061	48313,48868
25,4146035	10

2) Y_1 :

135,3117239	850532,1474
13,08595048	105686,4392
0,914471678	26589,76908
106,9203347	10

3) Y_2 :

74,34135383	1286896,071
14,16148347	125235,1244
0,733743223	46914,80614
27,55772943	10

4) Y_3 :

94,17057162	1276510,621
17,74087937	125802,782
0,738055674	46533,32529
28,17605117	10

5) Y_4 :

47,77572793	1923866,018
139,2129526	54964,88083
0,011640464	90389,30955
0,117775603	10

6) Y_5 :

-0,550562932	136,1169419	848886,3901
19,14305964	31,21068031	125235,8461
0,914479538	28026,78968	#N/D
48,11898621	9	#N/D

7) Y_6 :

-0,600087165	136,0084812	849150,7316
24,45285059	31,56524369	124814,0531
0,914477401	28027,13987	#N/D
48,1176713	9	#N/D

8) Y_7 :

95,20496541	138,6374123	790660,0016
29,64545776	9,472972831	78300,19562
0,960144048	19133,08174	#N/D
108,4066006	9	#N/D

9) Y_8 :

1468,458557	-1088,197218	1153864,499
1262,68613	999,7310463	168032,5031
0,768527951	46109,20282	#N/D
14,94079218	9	#N/D

10) Y_9 :

111,0629419	77,81124063	1217796,189
67,68821083	13,26628377	123237,3371
0,795051	43387,16142	#N/D
17,45668191	9	#N/D

11) Y_{10} :

109,8254274	98,41367949	1208429,899
67,15168537	16,62284655	123647,93
0,798069507	43066,47129	#N/D
17,78489581	9	#N/D

12) Y_{11} :

121,6486454	-95,74483927	134,0965286	844367,388
890,7990434	697,376047	36,2244522	136742,5446
0,914678433	29692,3115	#N/D	#N/D
28,58764297	8	#N/D	#N/D

13) Y_{12} :

96,92055951	5,415719591	130,7766571	805769,9176
31,45643115	13,86673489	22,45368017	90912,18757
0,960889749	20102,95488	#N/D	#N/D
65,5166512	8	#N/D	#N/D

14) Y_{13} :

96,77369091	6,644366521	130,9774797	804968,9666
31,44987167	17,70909457	22,71598718	90733,00151
0,960833243	20117,47182	#N/D	#N/D
65,41828337	8	#N/D	#N/D

15) Y_{14} :

96,49119511	1059,605735	-761,5049657	1130869,767
70,83671419	1243,410146	985,0002596	161458,9886
0,812107116	44062,56385	#N/D	#N/D
11,52581687	8	#N/D	#N/D

16) Y_{15} :

100,8187647	-324,1040486	259,2783253	135,9447809	816075,5588
33,96406457	651,1871785	510,2666683	25,77441591	97732,48739
0,962226488	21120,50283	#N/D	#N/D	#N/D
44,57876067	7	#N/D	#N/D	#N/D