ANÁLISE DE SENSIBILIDADE



■ **Antonio Carlos M. Mattos**

Professor do Depto. de Informática e Métodos Quantitativos da EAESP/FGV.

A EMERGÊNCIA DA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Suponhamos que você seja um empresário ou um executivo financeiro e esteja interessado no lançamento de um novo produto por sua empresa. Para saber se tal projeto de investimento é exeqüível, você precisa saber se sua rentabilidade é aceitável. Para tanto podem-se usar como critérios de análise a Taxa Interna de Retorno, o Valor Presente Líquido, o *Payback* simples, deflacionado ou financeiro etc.

Suponhamos que você decida utilizar o primeiro desses indicadores, a TIR.

Um exemplo ilustrativo

O Fluxo de Caixa desse Projeto, preparado pelo Departamento de Marketing (estimativa das vendas), pelo de Engenharia (custos de produção) e pelo Financeiro (custos indiretos, impostos etc), poderia ser o seguinte (valores mensais em OTN postecipados):

FLUXO DE CAIXA SIMPLIFICADO				
Mês	Investim. Iniciais	Despesas Pré-oper	Receitas Líquidas	Total
0-6	(6.000)	(500)		(45.500)
7-24			3.000	54.000
Total	(42.000)	(3.500)	54.000	8.500

Calculando-se a TIR chega-se ao valor de 18,12% a.a, o que reflete uma boa rentabilidade, já que a empresa trabalha com uma taxa real mínima aceitável de 15% a.a. Assim, o projeto pode ser implantado.

A Teoria e a Prática não se entendem

Entretanto, passados os cinco anos, ao se levantarem os dados históricos (contábeis) referentes a esse projeto, iremos verificar que, embora as receitas, despesas e investimentos tenham oscilado em torno dos valores previstos acima, A RENTABILIDADE DESSE PROJETO EFETIVAMENTE CONSTATADA NA PRÁTICA RESULTOU MENOR QUE OS 18,12% a.a.!

A primeira idéia é que se trata de uma exceção. Porém, se a análise for repetida para os demais projetos já implantados, a conclusão será a mesma. Parece que alguma coisa está saindo errada!

Essa constatação não é nada original. Já em 1968, David Hertz, em um famoso artigo da *Harvard Business Review*, havia mencionado o comentário do Presidente de uma empresa multinacional, com sede nos EUA:

Não posso entender por que nossa política de investimentos não tem funcionado da maneira esperada. Há alguns anos atrás, o comitê executivo de nossa empresa havia decidido que cada projeto de investimento, para ser aceito, deveria

Análise de sensibilidade

apresentar uma TIR AIR de 20% a.a., no mínimo. A regra foi seguida à risca. No entanto, com o passar do tempo, temos observado que os projetos têm apresentado um resultado real de 14% a.a. para a TIR AIR. E temos entre nós os melhores analistas de investimentos".[59]

O que estaria acontecendo na realidade?

A origem da discrepância

O problema básico reside em não se considerar o fator RISCO OU INCERTEZA na análise do fluxo de caixa. Com efeito, os valores indicados na tabela acima são meramente ESTIMATIVOS, ou esperados, podendo na prática sofrer variações de 10, 20 ou até mesmo 50% (em países imprevisíveis como o nosso). Além disso, os PRAZOS também podem sofrer atrasos: o lançamento do produto no mercado, previsto para seis meses, pode se dar após sete, oito ou até mais meses a contar do início da execução do projeto. Os investimentos também podem sofrer alterações nas datas de efetivação.

Aí reside a origem do problema.

Análise de Risco: a idéia original de Hertz

Foi pensando em resolvê-lo, ou pelo menos em minimizar seus efeitos, que Hertz lançou em 1964 uma idéia original, chamada por ele de Análise de Risco [62]. Consistia em criar centenas de fluxos de caixa semelhantes ao originalmente proposto (com os *most likely values*), sendo que cada um deles teria as suas entradas e saídas variadas aleatoriamente de acordo com as distribuições de probabilidades previamente fornecidas pelos analistas que construíram o fluxo de caixa. Para cada fluxo assim simulado, seria determinada a TIR (ou outros parâmetros financeiros convenientes) pelas vias convencionais. O resultado final não mais seria a determinação de UMA ÚNICA TIR (como feito no exemplo acima), mas sim o aparecimento de centenas de TIRs, as quais, devidamente transformadas em um histograma, indicariam ao executivo financeiro quais as TIRs possíveis de serem verificadas na prática, bem como as CHANCES de suas ocorrências.

Dessa forma, o administrador poderia tomar uma decisão bem mais acertada, pois teria em mãos não somente a TIR "esperada", mas também os RISCOS envolvidos do empreendimento. A simulação explicava também porque a TIR verificada na prática geralmente não coincidia com a TIR única obtida na análise convencionalmente feita até então.

A idéia foi muito bem aceita na época, tendo o artigo de Hertz sido incluído entre os melhores publicados pela *Harvard* em 1964.

Nem tudo, no entanto, era um mar de rosas.

Dificuldades de implementação

Quando as empresas mais dinâmicas resolveram implementar a nova técnica de tomada de decisões, depararam-se logo com um problema: como determinar as distribuições de probabilidades para as entradas e saídas do Fluxo de Caixa? A dificuldade era semelhante a definir as probabilidades de a inflação no próximo mês ser de 5, 10, 15, 20, 25, 30% etc. Mesmo que se diga que a chance de ser 30% é de 40%, por exemplo, ainda resta a dúvida: que quer dizer 40% de chance? E como este valor deve ser obtido?

Nem mesmo os estatísticos sabem responder com certeza que quer dizer esse "40% de chance", chegando mesmo a haver várias "escolas de pensamento", cada uma dando uma interpretação diferente a esse número. Ora, para um executivo, responsável por investimentos de milhões de dólares, explicações desencontradas não são úteis para a sua profissão. Talvez nas escolas de administração essa dificuldade não seja considerada muito grave, mas, no mundo real, um modelo que se baseie em dados obscuros e obtidos sem muito critério, não pode ser de grande valia.

De fato, foi exatamente essa a reação dos financistas ao modelo apresentado por Hertz, como está fartamente documentado na literatura especializada. [45, 52, 53, 56]

Como conseqüência, o modelo foi aos poucos perdendo aceitação.

Nem tudo, no entanto, estava perdido.

A Análise de Sensibilidade

Com o passar dos anos, os pesquisadores foram verificando que as famosas "curvas de probabilidade" não eram assim tão indispensáveis, e o risco poderia ser analisado a contento, bastando que se fornecesse a faixa de variação associada a cada elemento do fluxo, bem como de seus prazos. Assim, ao invés de se definir a distribuição de probabilidades de um investimento inicial de, digamos, 10.000 OTNs, bastaria que o analista informasse qual a margem de valores possíveis de serem verificados na prática. Por exemplo, poder-se-ia simplesmente fornecer ao modelo os dados 10.000 OTNs ± 20%. Desse modo, a incerteza seria expressa por 20% de margem de erro no valor do investimento de 10.000 OTNs, isto é, poderíamos ter um investimento cujo valor real estaria entre 8.000 e 12.000 OTNs. Sem dúvida um dado muito mais fácil de ser conseguido nas empresas, além de ser cla-

ro o seu significado. Diga-se, *en passant*, que essa maneira de apresentar um resultado numérico é, de há muito, utilizada pelos engenheiros e físicos, dentro do que se chama "Teoria dos Erros de Medida"*.

Com essa nova maneira de definir a incerteza, aliás ditada pelo bom senso, o modelo de simulação pode ser executado sem dificuldades, e até mais rapidamente. Assim, a mesma idéia de Hertz, mas agora sem as problemáticas probabilidades, acabou por ganhar uma aceitação mais ampla entre os executivos americanos, tornando-se hoje em dia um lugar-comum em finanças. Pelo menos nos EUA. A essa técnica, adaptada para a realidade empresarial, deu-se o nome de ANÁLISE DE SENSIBILIDADE. [37, 45, 49, 53, 55] Atualmente, essa metodologia é aplicada não apenas em finanças, mas em muitas outras áreas profissionais, tais como Sociologia, Recursos Humanos, Auditoria, Contabilidade, Engenharia, Economia, Medicina etc., como se pode verificar na Bibliografia adiante.

As obras básicas de referência, a "Bíblia do assunto", como se costuma dizer, continuam no entanto sendo as de Hertz: seus artigos de 1964 e 1968 e seus dois livros de 1983 e 1984.

UM EXEMPLO PRÁTICO DE APLICAÇÃO

No sentido de mostrar ao leitor um exemplo de aplicação prática de Análise de Sensibilidade, iremos em seguida processar o exemplo dado no início deste texto. Os resultados abaixo indicados foram obtidos com o *software* SENSIBIL, um modelo de Análise de Sensibilidade por Simulação desenvolvido por este autor para uso em microcomputadores IBM. A simulação demora cerca de 10 segundos, se utilizado o co-processador 8087 da Intel, e são calculados 500 fluxos de caixa diferentes.

Análise convencional

Ao se analisar o Fluxo inicial, a primeira impressão é de tratar-se de um bom projeto, pois para um total de 45.000 OTNs de desembolsos, há um retorno de 54.000 OTNs, ou um retorno líquido de 8.500 OTNs, ao cabo de dois anos. Isto é ainda confirmado por uma TIR de 18,12% a.a real (já que o Fluxo está indexado). Assim, o projeto merece aprovação.

A análise acima é a convencionalmente realizada. O fator risco, naturalmente, não foi considerado. Pelo menos quantitativamente. Algumas vezes, para "melhorar" um pouco a análise, costuma-se incluir mais dois valores. Passamos a ter então três parâmetros: a TIR pessimista, a mais provável, e a otimista. Isto, entretanto, não melhora em muito os resultados.

Vejamos agora como se leva o risco em consideração.

A Análise de Sensibilidade do projeto

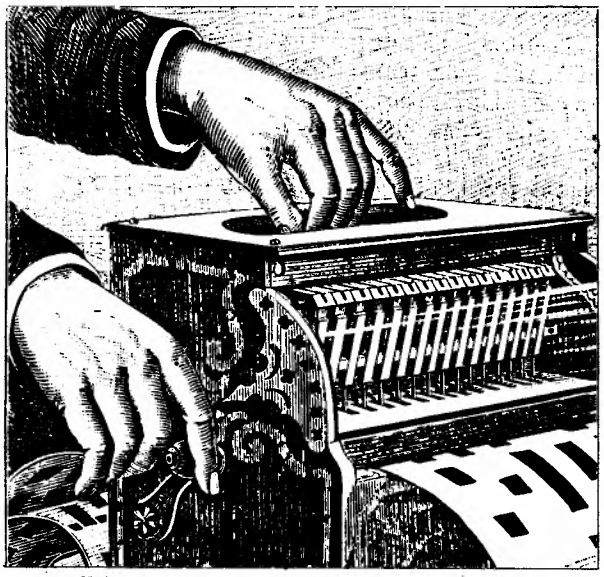
Admitamos que aos investimentos seja associada uma incerteza de ± 15%. Para as receitas líquidas, obtidas com o lançamento do novo produto, iremos supor um erro máximo de ± 40% nas estimativas iniciais. Quanto aos prazos, estimaremos um atraso máximo de oito meses para o lançamento, e de dois meses para a efetivação dos investimentos. Com relação às taxas de juros reais a vigorar nos próximos dois anos, admitiremos que oscilarão entre 0,5 e 1,5% ao mês (6,17 a 19,56% a.a). O quadro a seguir reflete esses dados de entrada para SENSIBIL.

Programa de análise de sensibilidade de investimentos

Fluxo de Caixa a Simular			
fim per	valor (OTN)	inc. (%)	atraso (meses)
0	-6,500	± 15	0
1	-6,500	± 15	2.00
2	-6,500	± 15	2.00
3	-6,500	± 15	2.00
4	-6,500	± 15	2.00
5	-6,500	± 15	2.00
6	-6,500	± 15	2.00
7	3,000	± 40	6.00
8	3,000	± 40	6.00
9	3,000	± 40	6.00
10	3,000	± 40	6.00
11	3,000	± 40	6.00
12	3,000	± 40	6.00
13	3,000	± 40	6.00
14	3,000	± 40	6.00
15	3,000	± 40	6.00
16	3,000	± 40	6.00
17	3,000	± 40	6.00
18	3,000	± 40	6.00
20	3,000	±40	6.00
21	3,000	± 40	6.00
22	3,000	± 40	6.00
23	3,000	± 40	6.00
24	3,000	± 40	6.00

1. Incerteza das taxas de juros

Para o cálculo do *Payback* e do VPL, serão utilizadas taxas de juros simuladas dentro de uma



certa FAIXA de valores estimativos, representando os custos de capital, vigentes durante o transcorrer do fluxo.

Forneça agora a MENOR e a MAIOR taxa de juros que você acha que serão verificadas futuramente, em % e separadas por vírgula. Limite: 1000%.

? 0.5, 1.5

2. Parâmetros financeiros não simulados

Payback financeiro (meses)	24,00
Valor Presente Líquido (OTN)	2.173,13
Taxa Interna de Retorno (% a/m)	1,40

Taxa de juros utilizada em VPL e PBF: 1% a/m

Resultado das Simulações

PAYBACK FINANCEIRO

Número de Casos Observados		
PBF	(cada ■ representa 2% de casos)	%
até 23.0		0.6
até 23.7		0.0
até 24.4	■	5.8
até 25.1	■■	11.6
até 25.8		0.0
até 26.5	■■■	16.4
até 27.2	■■■■	24.6
até 27.9		0.0
até 28.6	■■■	19.8
até 29.3	■■	15.2
até 30.0	■	6.0

Valor médio do PBF = 27,09 meses
Total absoluto de casos observados: 500 (número de simulações)

VALOR PRESENTE LIQUIDO

Número de Casos Observados		
VPL	(cada ■ representa 2% de casos)	%
até - 7041.7		0.2
até - 5469.3		1.0
até - 3896.9	■	4.6
até - 2324.4	■	9.0
até - 752.0	■■	13.8
até 820.4	■■■	18.6
até 2392.8	■■■	18.8
até 3965.2	■■■	17.6
até 5537.6	■■	10.4
até 7110.0	■	4.2
até 8682.4		1.8

Valor médio do VPL = 1.028,46 OTN
Total absoluto de casos observados: 500 (número de simulações)

TAXA INTERNA DE RETORNO

Número de Casos Observados		
TIR	(cada ■ representa 2% de casos)	%
até 0.0		0.4
até 0.2	■	2.4
até 0.5	■	5.0
até 0.7	■■	11.8
até 1.0	■■	13.8
até 1.2	■■■	17.8
até 1.4	■■■	21.8
até 1.7	■■■	12.6
até 1.9	■	9.4
até 2.2	■	3.6
até 2.4		1.4

Valor médio da TIR = 1.16% ao mês
Total absoluto de casos observados: 500 (número de simulações)

Análise de Resultados

Antes de iniciar a simulação, SENSIBIL mostra os três parâmetros financeiros mais comuns, obtidos diretamente do fluxo inicial: o *Payback* Financeiro, o VPL e a TIR. Nos três quadros seguintes vemos como se comportam esses três parâmetros quando os riscos são considerados. O quadro abaixo fornece a síntese dos resultados:

Parâmetros	Usual	Médio	Variação
Payback (meses)	24	27	23 a 30
VPL (OTN)	2.173	1.028	(7.041) a + 8.682
TIR (% a/a)	18,16	14,84	0 a 32,92

Como notamos claramente, a inclusão do risco na análise traz como resultado um aumento do *Payback* de 24 para 27 meses, além de uma dispersão que vai de 23 a 30 meses. Isto é, o projeto pode produzir um *Payback* entre 23 e 30 meses, embora os valores mais prováveis de ocorrer se situem em torno de 27 meses. O VPL também sofre alteração tendo seu valor médio caído para a metade do valor usualmente calculado. A dispersão vai de menos 7.041 OTNs (o que significa prejuízo) até mais 8.682. Quanto à TIR, de folgados 18,16% a.a, sofre redução para 14,84% a.a., mostrando que seu valor médio está abaixo da taxa de corte da empresa. Isto, entretanto, não significa que o projeto deva ser necessariamente recusado, mas sim que há uma boa chance de não produzir os resultados esperados. Em outras palavras, é um projeto arriscado. No caso de haver um outro projeto-candidato, com TIR média também em torno de 15%, porém com menor dispersão em torno dessa média, este deverá ser preferido, pois apresentará um risco menor.

O exemplo prático acima mostra-nos de onde provém o fato mencionado por aquele Presidente citado por Hertz, onde a TIR verificada *a posteriori* sempre resultava inferior à TIR calculada *a priori* pelos analistas financeiros.

NOTA:

*BEERS, Yardley. *Introduction to the Theory of Error*. s.1.p., Addison-Wesley, 1962. É um livro que trata desse assunto, bem como: LEME, Ruy Aguiar da Silva. *Curso de Estatística*. s.1.p., Ao Livro Técnico, 1967.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

● Heraldo Vasconcellos
● Chefe do serviço de Documentação da Biblioteca Karl A. Boedecker da EAESP/FGV.

OBSERVAÇÕES

1-A pesquisa foi realizada no acervo da Biblioteca da EAESP/FGV, sendo que as referências bibliográficas foram organizadas em **ordem alfabética, dentro de cada ano de publicação** (os anos aparecem em ordem cronológica decrescente, abrangendo o período de 1964 a 1988).

2-As referências precedidas de asterisco (*) estão disponíveis no acervo da Biblioteca da EAESP/FGV.

01. *BARRON, Hutton & SCHMIDT, Charles P. Sensitivity analysis of additive multiathribute value models. *Operations Research*, 36(1):122-27, Jan,/Feb. 1988.

02. *GREEN, Paul E. & KRIEGER, Abba M. Choice rules and sensitivity analysis in conjoint simulators. *Journal of the Academy of Marketing Science, 16*(1):114-27, Spring 1988.

03. *HORRIGAN, Michael W. & HANGEN, Steven E. The declining middle-class thesis: a sensitivity analysis. *Monthly Labor Review*, 3(5):3-13, May 1988.

04. *STARK, Oded. et alii. Migration, remittances and equality. *Journal of Development Economics*, 28(3):309-22, May 1988.

05. BALACHANDRAN, K.R. & SRINIDHI, B.N. A rationale for fixe charge application. *Journal of Accounting, Auditing & Finance*, 2:15-83, Spring 1987.

06. CARROL, J.J. & NEWBOULD, G.D. Spreadsheets simplify sensitivity analysis for capital decisions. *Healthcare Financial Management*, 41:78-80, June 1987.

07. CRONSHAW, S.F. et alii. Incorporating risk: into selection utility: two models for sensitivity analysis and risk simulation. *Organizational Behavior and Human Decision Process*, 40:270-86, Oct. 1987.

08. MANSON, G.R. Evaluating existing rate structures (pricing hospital services).*Topics in Healthcare Financing*, 14;36-49, Fall 1987.

09. *MROZ, T.A. The sensitivity of an empirical model of married women's hours of work to economic and statistical assumptions. *Econométrica*, 55(4):765-800, July 1987.

10. TRIESCHMANN, J.S. & LEVERETT, E.J. A sensitivity analysis of selected variables in agency valuation. *The Journal of Risk and Insurance, 54*:357-63, June 1987.

11. CADY, K.B. Quantifying uncertainty in investment analysis. *Real State Review*, 16:85-9, Spring 1986.

12. NORGAARD, R.B. Environmental evoluation techniques and optimization in on uncertain world. *Land Economies* 62:210-3, May 1986.

13. BODILY, S.E. *Modern decision making*: a guide to modeling with decision support systems. MacGraw-Hill, N.Y., 1985.325p.

14. BRACHINGER, H.W. & SCHUBERT, R. The robust decision concept: an application (investment project). *Management International Review,25*:34-43,1985.

15. ERENGUC, S.S. et alii. A non-dual approach to sensitivity analysis - the right-handside case. *Decision Sciences, 16*:223-9, Spring 1985.

16. SCHNELLER, G.O. & SPHICAS, G. On sensitivity analysis in decision theory. *Decision Sciences*, 16:399-409, Fall 1985.

17. *SCHRAGE, L. & WOLSEY, L. Sensitivity analysis for branch and bound interger programing. *Operations Research, 33*:1008-23, Sept./ Oct. 1985.

18. *SMIELIAUSKAS, N. Sensitivity analysis of the realized risks of auditing with uncertainty concerning internal control evaluations. *Journal of Accouting Research, 23*(2):718-39, Autumm 1985.

19. *DAFERMOS, S. & NAGURNEY, A. Sensitivity analysis for the general spatial economic equilibrium problem. *Operations Research, 32*:1069-86, Sept./Oct. 1984.

20. DAS,C. A unified approach to the price-break economic order quantity (EOQ) problem (developing countries). *Decision Science, 15*:350-8, Summer 1984.

21. EVANS, J.R. Sensitivity analysis in decision theory. *Decision Science, 15*:239-47, Spring 1984.

22. *FEVER, M.J. & SCHINNAR, A.P. Sensitivity analysis for promotion opportunities in graded organizations. *Journal of the Operational Research Society*,35(10):915-22, Oct. 1984.

23. HERTZ, David B.& HOWARD, Thomas. *Practical risk analysis, an approach through case histories*. New York, Wiley, 1984. 326p.

24. KNOLMAYER, G. The effects of degeneracy on cost-coefficient ranges and on algarithm to resolve interpretation problems. *Decision Science*, 15:14-21, Winter 1984.

25. MURPHY, N.B. & KRAAS, R.H. Measuring the interest sensitivity of money market accounts. *Magazine of Bank Administration, 60*:70+, May 1984.

26. SACHAN, R.S. On (T, Si) policy inventory model for deteriorating items with time proportional demand. *Journal of the Operational Research Society, 35*:1013-9, Nov. 1984.

27. *ALSMILLER JR., R.G. et alii. Sensitivity theory and its application to a large energy-economics model. *Operations Research, 31*:915-37, Sept./Oct. 1983.

28. CHO, D. Integrated risk management decision-making a worker's compensation lors exposure case study. *Journal of the Risk and Insurance, 50*:281-300, June 1983.

29. CUNNINGHAM, R.P. Sensitivity analysis and probability study. *The Real State Appraiser and Analysis, 49*:68-77, Summer 1983.

30. HERTZ, David B. & HOWARD, Thomas. *Risk analysis and its applications*. New York, Wiley, 1983, 323p.

31. *HO, Y.C et alii. A new approach to determine parameter sensitivities of transfer lines. *Management Science*, 29(5):700-14, June 1983.

32. *LEAMER, E. & LEONARD, H. Reporting the fragility of regression estimates. *The Review of Economics and Statistics, 65*(2):306-17, May 1983.

33. BROWN, A. Sensitivity analysis of capital recovery with return. *The Engineering Economist*, 27:233-7, Spring 1982.

34. FIACCO, A.V. & GHAEMI, A. Sensitivity analysis of a nonlinear water pollution control model using on upper Hudson river data base. *Operation Research*,30;1-28, Jan./Feb. 1982.

35. *MELO, M.H. de. Simulation of development strategies in on economy-widd model. *Economic Development and Cultural Change,*

30(2):335-49, Jan.1982.

36. *OLIVEIRA, José Alberto do Nascimento. *Engenharia econômica*: uma abordagem às decisões de investimentos. São Paulo, McGraw-Hill, 1982. 173p.

37. THAL, L.S. Sensitivity analysis - a way to make feasibility analysis work. *Appraisal Journal, 50*:57-62, Jan 1982.

38. *FINKELSTEIN, Slan N. et alii. Two-stage model for the control of epidemic influenza. *Management Science, 27*:834-46, July 1981.

39. HONG, H.K. Reciprocal service cost allocatin and sensitivity analysis. *Business Research, 11*:117-20, Spring 1981.

40. *LEE, D.R. Interest rate sensitivity analysis (IRSA) a bank planning approach to the interest rate cycle. *Managerial Planning, 29*(5):16-22+, Mar./Apr. 1981.

41. *TIGERT, D. & FARIVAR, B. Bass new product growth model: a sensitivity analysis for a high technology product. *Journal of Marketing, 45*(4):81-96, Fall 1981.

42. CACUCI. et alii. Generalized sensitivity theory for systems of coupled nonlinear equations. *Nuclear Science Engineering, 75*:88-100, 1980.

43. *KOEHLER, G.L. & WHINSTON, A.B. Sensitivity analysis in leantief substitution systems. *Management Science, 26*:1272-80, Dec. 1980.

44. *NEELY, Walter P. et alii. Goal programing priority sensitivity analysis: an application in natural resource decision making processes. *Interfaces, 10*:83-8, Oct. 1980.

45. *SINGHVI, Surendra S. Practical approach to risk and sensitivity analysis. *Long Range Planning, 13*(1):12-9, Feb. 1980.

46. PAKER, H. & SADTLER, D. How to sail through a recession. *Director, 33*:49-50 Sept. 1980.

47. TRIESCHMANN, James S. & McKEOWN, Patrick G. Sensitivity analysis worker's compensation costs. *Journal of risk and Insurance, 47*:735-52, Dec. 1980.

48. CROON, Peter. Crids in determining strategy the internal analysis. *Long Range Planning, 12*(4):65-73, July/Aug. 1979.

49. *DURWAY, Jerry W. Evaluating risk: sensitivity analysis and simulation. I*nfosystems, 26*(5):70+, May 1979.

50. *FARO, Clovis de. *Elementos de engenharia econômica*. São Paulo, Atlas, 1979. 328p.

51. MENKE, M.M. Strategic planning in an age of uncertainty. *Long Range Planning, 12*:27-34, Aug. 1979.

52. HALL, William K. Why risk analysis isn't working. *Long Range Planning, 8*:25-9, Dec. 1975.

53. HASTIE, K. Larry. One businesman's view of capital budgeting. *Financial Management :39*, Winter 1974.

54. LUECKE, Michael C. Computer models: black box or management oriented? *Management Adviser, 10*(1):22-3, Jan./Feb. 1973.

55. WILLIAMSON, Robert N. Uncertainty in present value calculations. *Management Advisor, 10*(1):25, Jan./Feb. 1973.

56. *CARTER, E. Eugene. What are the risks in risk analysis? *Harvard Business Review, 50*(4):72-82, July/aug. 1972.

57. *NAYLOR, T.H. *Computer simulation experiments with models of economic systems*. New York, Wiley, 1971. 502p.

58. *DEGARMO, E. Paul. *Engineering economy*. New York, The MacMillan Co., 1969. 573p.

59. *HERTZ, David B. Investment policies that pay off. *Harvard Business Review, 46*(1):96-108, Jan./Feb. 1968.

60. *HOUSE, Willian C. *Sensitivity analysis in making capital investment decisions*. New York, NAA, 1968. 86p.

61. *GRANT, Eugene L. *Principles of engineering economy*. New York, The Ronald Press Company, 1964. 624p.

62. *HERTZ, David B. Risk analysis in capital investment. *Harvard Business Review, 42*(1), Jan./Feb. 1964.