

## VIABILIDADE ECONÔMICA DO CADASTRO TÉCNICO URBANO - UMA ABORDAGEM PROBABILÍSTICA

Prof. Dr. NORBERTO HOCHHEIM

GT Cadastro

Departamento de Engenharia Civil - CTC

Universidade Federal de Santa Catarina

88049-900 - Trindade - Florianópolis (SC)

Fone: 31.94.21 Fax: 31.97.70

**RESUMO.** Este artigo propõe uma abordagem probabilística para a análise da viabilidade econômica do cadastro técnico urbano, utilizando a técnica da simulação para estimativa da perda de arrecadação devida à desatualização do cadastro. Após o trabalho de simulação, e baseado em seus resultados, procede-se à análise de viabilidade econômica do projeto de cadastro técnico. O método proposto considera que os fatos no mundo real acontecem de maneira que não pode ser conhecida com antecedência. Por isso, o resultado desta análise também não é um número determinístico, que vai acontecer com certeza. O método apresenta como resultado uma distribuição de probabilidade para o valor que o investimento trará como retorno, fornecendo assim, informações relevantes ao tomador de decisões, que poderá avaliar o risco envolvido no projeto de cadastro técnico urbano em análise.

**ABSTRACT.** This paper presents a probabilistic approach for an urban cadastre project analysis. The losses of tax revenues are obtained by application of simulation technique. The proposed methodology takes into account that future conditions are unknown and considers cash flow randomness effects. The result of the economic analysis is a probability distribution which will give to the decision maker important informations about the risk involved in urban cadastre investment projects.

### 1. INTRODUÇÃO

É proposto a seguir um método para análise da viabilidade econômica do cadastro técnico urbano (CTU). Este método leva em conta apenas as receitas adicionais proporcionadas pelo cadastro, não havendo preocupação em analisar-se os benefícios não quantificáveis.

Este procedimento foi adotado porque, atualmente, uma administração municipal, salvo raras exceções, somente investirá em cadastro se ele trazer retornos fiscais imediatos.

O método mostrará portanto se o projeto de cadastro técnico analisado é ou não auto-sustentável.

Para se proceder à uma análise de investimento de um projeto de cadastro, deve-se fazer estimativas de eventos futuros, representados pelas receitas tributárias advindas da implantação do cadastro.

As estimativas destas receitas podem ser feitas sob 3 condições:

- i) Condição de certeza, quando a realização das receitas é conhecida com exatidão.
- ii) Condição de risco, quando é conhecida uma distribuição de probabilidade associada à realização das receitas;

- iii) Condição de incerteza, quando as receitas não são conhecidas com exatidão e também não pode-se identificar uma distribuição de probabilidade associada à sua ocorrência.

Usualmente, os projetos de investimento em cadastro técnico tem sido avaliados considerando-se que as arrecadações futuras são conhecidas com certeza.

Mais grave, estas estimativas geralmente são feitas utilizando-se valores médios de arrecadação por unidade cadastrada, considerando-se todo o município.

A adoção da condição de certeza é pouco realista, e a adoção de valores médios pode distorcer bastante as estimativas, pois dentro de uma cidade existem diferenças muito grandes nas arrecadações, considerados os imóveis isoladamente.

Somando-se a estes fatores ainda o fato de que as estimativas da desatualização do cadastro imobiliário geralmente é feita de maneira expedita, verifica-se facilmente que as análises de viabilidade econômica, do modo como são feitas atualmente, deixam muito a desejar quanto à fiabilidade dos seus resultados.

A implantação de um projeto de cadastro envolve recursos vultuosos, merecendo pois uma análise mais acurada de sua viabilidade econômica, notadamente em

um País que não pode se dar ao luxo de empregar mal o dinheiro público.

Assim, propõe-se a seguir um método para análise da viabilidade econômica da implantação de um cadastro técnico, que considere a aleatoriedade dos elementos envolvidos.

Uma aplicação prática deste método é detalhada em outro artigo publicado nestes Anais, ou pode ser vista em [HOCHHEIM, 1993].

## 2. ANÁLISE DO RISCO ENVOLVIDO EM PROJETOS DE CTU

O método propõe-se também a avaliar o risco inerente ao projeto de cadastro, expresso pela probabilidade de que ele não traga retornos suficientes para cobrir os investimentos nele feitos.

Como a condição de incerteza não permite um tratamento matemático, muitas vezes na prática o analista transforma esta condição numa condição de risco para fazer sua análise. Assim, dá-se o mesmo significado para os termos risco e incerteza neste texto, ambos designando situações nas quais a realização de receitas não é conhecida com certeza.

Uma situação de risco apresenta três componentes [MacCRIMMON & WEHRUNG, 1986]:

- i) perda financeira potencial;
- ii) possibilidade de ocorrer perda (uma perda certa não envolve risco);
- iii) exposição ao risco, representada pelo número de fatores incontrolláveis que influenciam o andamento do projeto.

Para reduzir o risco, deve-se diminuir ao menos um destes três componentes.

A percepção do risco, por parte do tomador de decisão, é influenciada pela situação particular do local onde ocorre o projeto e pelas finalidades do projeto em si [FITCHEN, HEATH & FESSENDEN-RADEN, 1987]. Assim, uma prefeitura que apresenta uma situação de boa saúde financeira tende a assumir maiores riscos do que uma prefeitura de porte semelhante, mas que está em situação orçamentária crítica. Em projetos prioritários (mesmo que politicamente prioritários) admite-se riscos maiores do que projetos não prioritários.

A análise do risco pode suprir a deficiência de informações, indicar os limites aceitáveis para os parâmetros críticos, ou simplesmente servir de apoio às decisões a serem tomadas à nível da administração [GRAHAM, RAIFFA & VAUPEL; 1986].

A adoção de critérios vagos, como "alta probabilidade" ou "pouca probabilidade" de um projeto

não trazer o retorno esperado, não contribui em muito para a avaliação do risco envolvido, devendo-se buscar sempre uma quantificação desta probabilidade [PAGE & FERREJOHN, 1986].

A quantificação do risco envolvido num projeto pode ser feita através do cálculo da distribuição de probabilidade para o critério utilizado para avaliá-lo, por exemplo, valor presente líquido, custos anuais, ou taxa de retorno [WHITE, AGEE & CASE, 1984].

## 3. ABORDAGEM PROBABILÍSTICA DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO CTU

### 3.1. Estimativa da desatualização cadastral

A análise de viabilidade de um projeto de cadastro necessita da estimativa das receitas tributárias dos próximos períodos fiscais. Como as receitas atuais continuarão a existir, existindo ou não um (re)cadastro, elas devem ser excluídas da análise. Somente as receitas adicionais, advindas da implementação do cadastro, devem ser consideradas.

Estas receitas adicionais dependem do grau de desatualização do cadastro imobiliário da prefeitura, no qual se baseia o cadastro fiscal.

O grau de desatualização do cadastro imobiliário, seja em número de unidades não cadastradas, seja em número de unidades cadastradas mas com alterações, e qual a grandeza destas alterações, compõe um cenário de incerteza. Esta incerteza pode ser transformada em risco através de uma pesquisa de campo, por exemplo.

Neste trabalho de campo, através de técnicas de amostragem, seleciona-se diversos imóveis que serão visitados por uma equipe treinada com esta finalidade. Deve-se fazer a confrontação dos dados registrados no cadastro imobiliário com a realidade verificada em campo.

A evasão da receita deve ser calculada considerando-se as características de cada zona fiscal, levando-se em conta o número e tipo das unidades tributáveis, o grau de desatualização da respectiva zona, a política de tributação estabelecida pelo Código Tributário Municipal.

Esta é uma tarefa trabalhosa, que envolve muitas variáveis, muitas delas aleatórias. A técnica ideal para o tratamento de problemas complexos, de difícil modelagem matemática e que envolvam muitos cálculos, é a simulação [RICHMAN & COLEMAN, 1981; LEWIS, 1981]. Propõe-se, pois, a utilização da técnica da simulação para o cálculo da evasão de receitas, considerando-se cada zona fiscal separadamente.

### 3.2. Simulação da evasão da receita

Basicamente, uma simulação envolve a seguinte sequência de procedimentos [HOCHHEIM & MARTIN, 1993]:

- i) Modelagem do sistema: é uma representação lógico-matemática do sistema a simular. O modelo, que é uma representação simplificada da realidade, deve reproduzir esta realidade o mais fielmente possível. Assim, faz-se a coleta dos dados representativos do sistema real, determinando-se estatisticamente os respectivos valores.
- ii) Validação do modelo: deve ser assegurado que o modelo reproduz com fidelidade o funcionamento do sistema real. Procedem-se uma simulação com os dados levantados e verifica-se se os resultados correspondem àqueles observados na realidade.
- iii) Simulação propriamente dita: assegurada a fiabilidade do modelo, faz-se diversas simulações, das quais serão armazenados os resultados que interessam para a análise.

Deve ser assegurado na simulação que a probabilidade de seleção de qualquer valor seja proporcional à probabilidade de ocorrência deste valor na situação real.

A etapa de coleta de dados é dispendiosa, consumindo muito tempo e recursos financeiros. Quanto maior o número de dados coletados, melhores serão os valores estatisticamente determinados, mas a partir de um dado momento o custo da informação adicional não compensa o pequeno aumento na fiabilidade dos valores calculados. Assim, esta etapa deve ser dimensionada em função da margem de precisão requerida na simulação [HOCHHEIM, 1991].

A figura 1 apresenta uma proposta de fluxograma para a simulação de um cadastro. O fluxograma apresentado mostra o desenvolver da simulação para uma zona fiscal. A simulação das outras zonas fiscais segue este mesmo processo [HOCHHEIM, 1993].

Simulando-se diversas vezes uma zona fiscal, obtêm-se diversos valores para a evasão fiscal devido à desatualização do cadastro imobiliário. Isto é devido ao fato de estar-se aqui trabalhando com estimativas para esta desatualização, bem como com uma estrutura aleatória para o cadastro simulado. Assim, ao invés de um único resultado determinístico, tem-se diversos valores que vão compor uma distribuição de probabilidade.

### 3.3. Análise da viabilidade econômica

A perda total de arrecadação é obtida, desta forma, por uma soma de variáveis aleatórias.

Assim, designando-se por  $RZFi$  a receita recuperada pelo cadastramento da zona fiscal  $i$ , e por  $RT$

a receita total recuperada pelo cadastramento de todas as  $m$  zonas fiscais, tem-se:

$$E(RT) = \sum_{i=1}^m E(RZFi)$$

$$\text{Var}(RT) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \text{Cov}(RZFi, RZFj)$$

sendo que  $\text{Cov}(RZFi, RZFj) = \text{Var}(RZFi)$

Dificilmente o investimento feito num cadastro técnico pode ser recuperado num único ano. Tomando-se diversos períodos fiscais para a análise de viabilidade econômica do cadastro técnico, deve-se necessariamente descontar o fluxo de caixa assim obtido para levar em consideração a perda do valor do dinheiro no tempo.

Assim, considerando-se um fluxo de caixa com  $n$  períodos, o valor presente líquido (VPL) do fluxo de caixa que tem um componente  $RT_t$  no período  $t$ , é definido como

$$\text{VPL}(RT) = \sum_{t=0}^n RT_t / (1+i)^t$$

onde  $i$  é a taxa de desconto que reflete o valor do dinheiro no tempo para o investidor.

O valor esperado e a variância do  $\text{VPL}(RT)$  são:

$$E[\text{VPL}(RT)] = \sum_{t=0}^n E(RT_t) / (1+i)^t$$

$$\begin{aligned} \text{Var}[\text{VPL}(RT)] = & \sum_{t=0}^n \text{Var}(RT_t) / (1+i)^{2t} + \\ & + \sum_t \sum_{t', t' \neq t} \text{Cov}(RT_t, RT_{t'}) / ((1+i)^t \cdot (1+i)^{t'}) \end{aligned}$$

Admitindo-se independência entre os componentes do fluxo de caixa, tem-se

$$\text{Var}[\text{VPL}(RT)] = \sum_{t=0}^n \text{Var}(RT_t) / (1+i)^{2t}$$

E se a autocorrelação entre os fluxos de caixa for perfeita, tem-se

$$\text{Var}[\text{VPL}(RT)] = \left[ \sum_{t=0}^n \text{Var}(RT_t) / (1+i)^t \right]^2$$

O projeto de cadastro técnico urbano é economicamente viável se

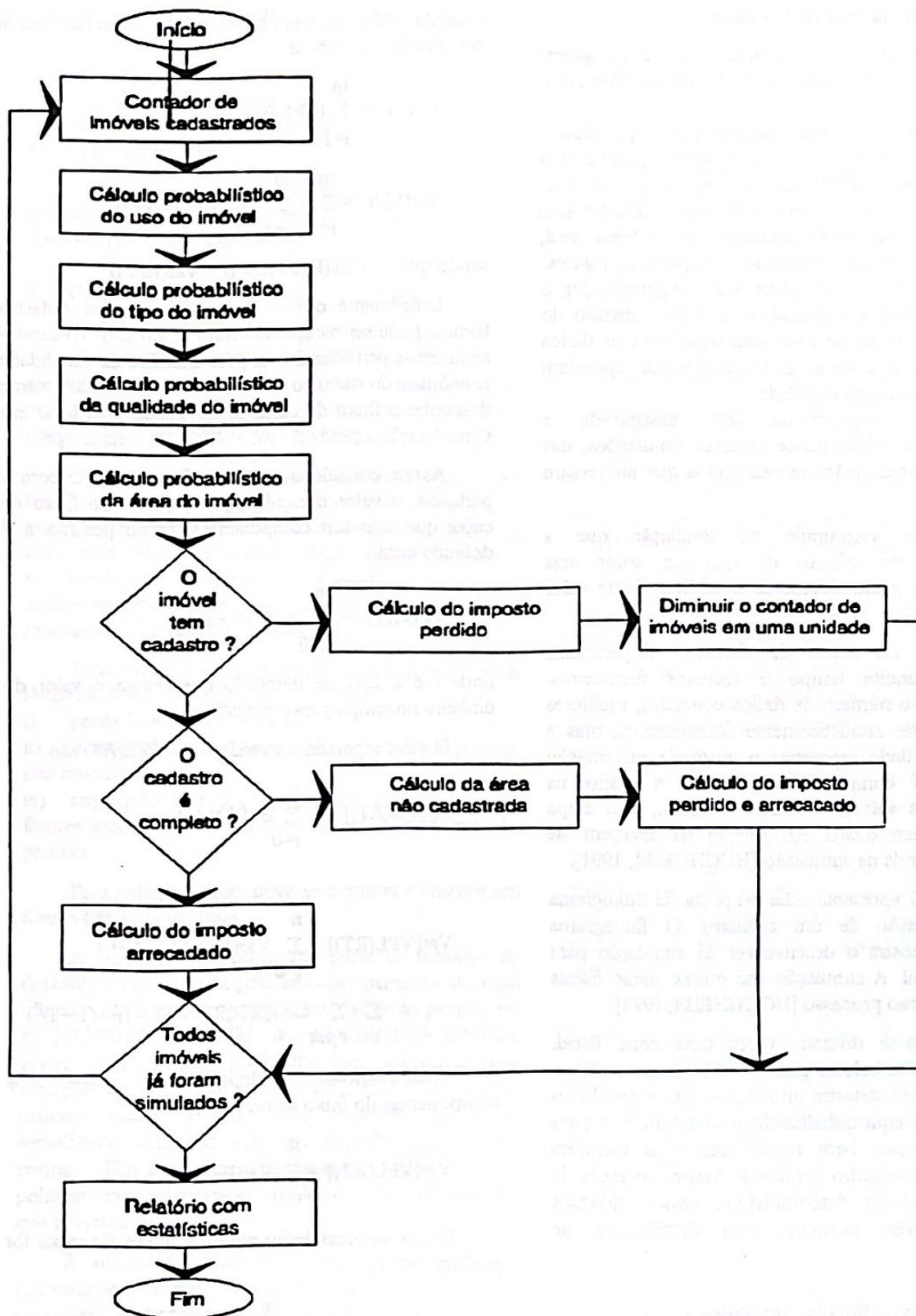


Figura 1: Fluxograma para a simulação de uma Zona Fiscal

$$VPL(RT) > 0$$

A  $Var[VPL(RT)]$  possibilita uma medida do risco de ter-se  $VPL(RT) < 0$ , mesmo sendo  $E[VPL(RT)] > 0$ .

### 3.4. Avaliação da informação probabilística

O valor esperado e o desvio padrão da distribuição de probabilidade do valor presente líquido fornecem informações para avaliar o risco envolvido em um projeto de investimento [HILLIER, 1971; CASAROTTO & KOPITKE, 1985; HOCHHEIM, 1986].

Para qualquer distribuição de probabilidade, a desigualdade de Tchebycheff estabelece a probabilidade  $(1 - 1/k^2)$  de que os valores de uma variável aleatória  $X$  estarão entre  $k$  desvios de  $E(X)$ , isto é

$$p(|X - E(X)| \geq k \cdot DP(X)) \leq 1/k^2$$

onde  $DP(X)$  é o desvio padrão da variável aleatória  $X$  e

$$DP(X) = [\text{Var}(X)]^{1/2}$$

Quando a distribuição de probabilidade é unimodal, com a moda ocorrendo em  $E(X)$ , então a desigualdade de Camp-Meidell assegura que

$$p(|X - E(X)| \geq k \cdot DP(X)) \leq 4/(9k^2)$$

o que estabelece a probabilidade  $[1 - 4/(9k^2)]$  de que os valores da variável aleatória  $X$  se situam entre  $k$  desvios padrões da média.

Informações ainda mais precisas poderão ser obtidas se a distribuição de probabilidade do valor presente líquido for normal. Neste caso, pode-se determinar facilmente a probabilidade de ocorrer um valor menor ou igual a qualquer valor da distribuição. Esta probabilidade é tabelada para a distribuição normal padronizada, que tem média zero e desvio padrão unitário, em função de uma troca de variável,  $z$ . Para uma distribuição de probabilidade normal que tenha média  $E(X)$  e desvio padrão  $DP(X)$ , o valor de  $z$  é dado por

$$z = [X - E(X)] / DP(X)$$

Ao valor de  $z$  corresponde um valor tabelado que é igual a probabilidade de ocorrer um valor menor ou igual a  $X$ , que está distante  $z$  desvios padrões de  $E(X)$ .

Denominando de  $I$  o investimento a ser realizado na execução do cadastro técnico, para a distribuição normal que tenha média  $E[VPL(RT)]$  e desvio padrão  $DP[VPL(RT)]$ , o valor de  $z$  é dado por

$$z = [I - E[VPL(RT)]] / DP[VPL(RT)]$$

O valor tabelado de  $z$  corresponde à probabilidade de ocorrer um valor menor ou igual a  $I$ , ou seja, à probabilidade de que o investimento feito no cadastro

técnico não seja recuperado pelas receitas adicionais proporcionadas por este cadastro.

### 3.5. Tempo de recuperação do capital investido

O horizonte de tempo a ser considerado na análise de investimento em cadastro técnico é função da importância que a receita tributária local tem dentro das receitas totais do município. Assim, nas cidades onde a participação dos impostos municipais tem pequena participação na receita total, pode-se considerar um horizonte de tempo mais longo do que nas cidades que dependem quase que exclusivamente dos seus impostos municipais.

Para o primeiro caso, no qual se enquadram as prefeituras que tem grande receita de transferência da União e/ou do Estado, pode-se considerar um horizonte de tempo de 6 anos ou mais. Já para os outros municípios, um horizonte acima de 3 anos pode comprometer seriamente a gestão que implementa o cadastro, ela mesma tendo pouco tempo para a realização de obras das quais o município tanto precisa.

Colocadas estas considerações, verifica-se o interesse que tem a administração municipal em saber em quanto tempo os recursos financeiros investidos no cadastro técnico, serão recuperados.

O método para calcular o tempo de recuperação do capital, também conhecido como *payback period method*, determina o número de períodos que o investidor levará para recuperar o capital investido, com os benefícios gerados por este investimento, considerada uma taxa de desconto igual a zero [KOUTSOYIANNIS, 1982; LUTZ, 1982].

A grande crítica feita a este método é que ele desconsidera o valor do dinheiro no tempo, proporcionando assim resultados não confiáveis. Esta deficiência pode ser contornada descontando-se os componentes do fluxo de caixa por uma taxa apropriada [GITMAN, 1977; HOSKING & NUMEY, 1979].

Assim, o tempo de recuperação do capital,  $s$ , é obtido pela relação:

$$\sum_{t=0}^s RT_t / (1+i)^t = I$$

Este método não serve para determinar a escolha entre diversas alternativas de investimento, pois nem sempre o investimento de mais rápido retorno é o investimento de melhor retorno [BUCK & TANCHOCO, 1982; STATMAN, 1982], mas serve para dar uma noção do risco envolvido no projeto de cadastro técnico: quanto menor o período de recuperação de capital investido, menor o risco

envolvido (e maior a disposição da administração municipal em investir em cadastro técnico!).

#### 4. CONCLUSÕES

O método proposto neste texto tem duas grandes vantagens sobre os métodos tradicionais de avaliação:

a) Permite verificar durante o processo de análise como e onde os receitas futuras se formam. Ficam assim identificadas, desde já, as regiões que necessitam com mais urgência da visita dos cadastradores.

b) Possibilita uma análise do risco envolvido no projeto de cadastro, identificando o momento a partir do qual pode-se esperar o retorno do capital investido no cadastro.

Uma vez o cadastro modelado, pode-se simular diversos cenários para a política fiscal. Medir o impacto que terá uma certa política de isenção de impostos, ou de sobretaxação, os efeitos de uma política de alíquotas progressivas, enfim, pode-se testar praticamente o que se quiser relacionado ao Código Tributário Municipal. Desta forma, o método de simulação proposto pode servir como instrumento de apoio à outras decisões tomadas a nível da gestão municipal.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUCK, James R. & TANCHOCO, Jose M. a. Economic risk analysis, *Handbook of industrial engineering*, New York, John Wiley & Sons, 1982
- CASAROTTO Fº, N. & KOPITKE, B. H. *Análise de investimentos*. São Paulo, Edições Vértice, 1992.
- FITCHEN, Janet M.; HEATH, Jenifer S. & FESSENDEN-RADEN, June. Risk perception in community context: a case study, *The social and cultural construction of risk*, edited by JOHNSON & COVELLO. Dordrecht, D. Reidel Publishing Company, 1987.
- GITMAN, Lawrence J. Capturing risk exposure in the evaluation of capital budgeting projects, *The Engineering Economist*, vol 22, nº 4, summer 1977, pp. 261-76.
- GRAHAM, John D.; RAIFFA, Howard & VAUPEL, James W. Sciences and analysis - roles in risk and decision making, *Risk evaluation and management*, edited by COVELLO, MENKES & MUMPOWER. New York, Plenum Press, 1986.
- HILLIER, Frederick S. *The evaluation of risky interrelated investments*. Amsterdam, North-Holland, 1971.
- HOCHHEIM, Norberto. *Análise de investimentos sob condições de risco e inflação*. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, Dissertação de mestrado, agosto 1986, 140 p.
- HOCHHEIM, Norberto. *Prise en compte des aspects tecnico-economiques dans la simulation: outil d'aide à la décision dans les scieries*. Nancy, Université de Nancy I, Thèse Nouveau Régime, 1991, 201 p.
- HOCHHEIM, Norberto & MARTIN, Patrick. *Determinação do custo da madeira serrada através da simulação de seu sistema de produção*. Curitiba, Anais do 1º Congresso Florestal Panamericano e 7º Congresso Florestal Brasileiro, 19 a 24 de setembro, 1993, pp. 610-613.
- HOCHHEIM, Norberto. *Um método para análise probabilística da viabilidade econômica do cadastro técnico urbano*. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, Tese para concurso de professor Titular, dezembro 1993, 84 p.
- HOSKING, Colin G. & NUMEY, Glen A. *Payback: a maligned method of asset ranking?* *The Engineering Economist*, vol 25, nº 1, fall 1979, pp. 53-65.
- KOUTSOYIANNIS, A. *Non-price decisions - the firm in a modern context*. Hong Kong, The Macmillan Press Ltd, 1982
- LEWIS, Low. *Range estimating for reduced risk*. S.A.M. Advanced Management Journal, vol 46, nº 3, summer 1981, pp. 37-41.
- LUTZ, Raymond P. Discounted cash flow techniques, *Handbook of industrial engineering*, New York, John Wiley & sons, 1982.
- MacCRIMMON, Kenneth R. & WEHRUNG, Donald A. *Taking risks*. New York, The Free Press, 1986.
- PAGE, R. Talbot & FERREJOHN, John A. Improving risk analysis, *Risk evaluation and management*, edited by COVELLO, MENKES & MUMPOWER. New York, Plenum Press, 1986.
- RICHMAN, Eugene & COLEMAN, Denis. *Monte Carlo simulation for management*. California Management Review, vol 23, nº 3, spring 1981, pp. 82-91.
- STATMAN, Meir. The persistence of the payback method: a principal-agent perspective, *The Engineering Economist*, vol 17, nº 3, spring 1972, pp. 157-176
- WHITE, John A.; AGEE, Marvin H. & CASE, Kenneth E. *Principles of engineering economic analysis*, 2ª edição. New York, John Wiley & Sons, 1984.