

# Análise de risco em incorporações imobiliárias: construção de cenários e simulação de Monte Carlo

Pedro Beck Di Bernardi (UFSC) [pedrodibernardi@hotmail.com](mailto:pedrodibernardi@hotmail.com)  
Norberto Hochheim (UFSC) [hochheim@ccv.ufsc.br](mailto:hochheim@ccv.ufsc.br)

## Resumo

*O objetivo deste artigo é mostrar como a análise determinística e a análise probabilística se complementam em estudos de viabilidade econômica de empreendimentos imobiliários, pelo método do fluxo de caixa descontado. A análise determinística se caracteriza pela construção de três cenários (otimista, realista e provável) onde os resultados são pontuais (fixos). A análise probabilística, executada pela simulação do Método de Monte Carlo, caracteriza-se pela geração de centenas de cenários possíveis, analisando os resultados estatisticamente e mensurando o risco envolvido. A simulação pode complementar a análise determinística quantificando a probabilidade de ocorrência dos cenários construídos. A utilização conjunta destas metodologias em estudos de viabilidade econômica oferece ao empresário resultados que podem auxiliá-lo a melhorar a qualidade de suas decisões. As metodologias são aplicadas num estudo de caso real, com informações baseadas nas expectativas do empresário. Primeiro são construídos os três cenários determinísticos. Depois, é executada a simulação para a análise do risco. O processo de simulação é repetido 500 vezes, sendo que a variância estabiliza-se com aproximadamente eventos simulados. A simulação indica que um retorno entre zero e o cenário provável tem 37,8% chances de ocorrer.*

*Palavras chave: simulação, investimento imobiliário, análise de risco.*

## 1. Introdução

A necessidade de aplicar capital em projetos que ofereçam rendimento é o cerne do sistema capitalista. Considerando que o capital é escasso e limitado, a necessidade de uma análise prévia da viabilidade econômica torna-se obrigatória no processo de decisão. Esta deve gerar informações capazes de orientar o investidor sobre as chances do investimento oferecer rendimento, segundo suas estratégias e interesses.

Porém, ambientes empresariais cercados de dúvidas, ameaças e oportunidades são uma constatação, dificultando visões e previsões antecipadas dos resultados dos investimentos.

Nos investimentos de base imobiliária a análise prévia da viabilidade econômica possui as mesmas dificuldades. Ainda mais quando o empresário segue as premissas da Lei 4.591/64, lei da Incorporação Imobiliária. Esta lei impõe determinadas responsabilidades ao empresário incorporador como: vender as unidades imobiliárias num certo preço, concluir e entregar a obra no prazo determinado, sem a alteração do valor acordado inicialmente, independentemente do mau comportamento das vendas e/ou elevação dos custos.

A utilização de metodologias complementares, como a utilização da análise determinística e a análise probabilística do fluxo de caixa descontado, é uma alternativa que possibilita melhorar a qualidade de informações sobre o futuro comportamento econômico do empreendimento.

## **2. Análise determinística com criação de 03 cenários**

O método de avaliação de projetos de investimentos conhecido como fluxo de caixa descontado apura cálculos do capital no tempo gerados pelo empreendimento, descontando os capitais futuros a uma determinada taxa. Para DANTAS (1996) o fluxo de caixa transforma todas as entradas e saídas monetárias em uma unidade homogênea comparável, usando o fator de descontos para atualizá-lo. Este método é denominado Valor Presente Líquido (VPL). Segundo LAPPONI (2000, p.87) o VPL seria o Valor Presente (VP) dos capitais na data inicial do fluxo de caixa do projeto, e quando o VPL for positivo ou nulo, o projeto poderia ser aceito.

A análise determinística se caracteriza pela construção de um fluxo de caixa do empreendimento onde se especula sobre o comportamento de suas entradas e saídas monetárias, representadas por um VPL pontual, um valor fixo.

Grande número de autores e especialistas sugerem a técnica de análise de risco que considera a sensibilidade do valor do VPL em função das estimativas do empreendimento pela construção de três cenários: otimista; realista; e provável.

O cenário otimista representaria então um ótimo comportamento das variáveis de entrada e saída monetária. O cenário pessimista registraria o inverso, isto é, um comportamento das variáveis abaixo das expectativas. Já o cenário provável interpretaria o comportamento mais provável de ocorrer.

Na posse destes resultados o decisor teria o conhecimento dos intervalos prováveis do VPL, porém, não saberia identificar a probabilidade de ocorrência de cada um destes cenários. Neste caso, a análise probabilística pela simulação pelo Método de Monte Carlo (MMC) possibilitaria quantificar a probabilidade de ocorrência dos três cenários determinísticos.

## **3. Análise Probabilística com simulação de Monte Carlo**

A simulação é uma ferramenta indispensável, segundo Barbosa (2000), para formular hipóteses relacionadas com o processo em problemas cuja solução analítica é inadequada. É visto em Shimizu (1975, p.04) que este processo “substitui a resolução direta pelo emprego de um modelo matemático.”

Pesquisas citadas por Saliby (1989, p.22) indicam que “a simulação é sempre uma das mais empregadas sobre o uso de técnicas quantitativas”. Para Meier, Newell e Pazer (1969), a simulação de negócios e a simulação de sistemas econômicos tem se mostrado como uma poderosa ferramenta disponível para analisar negócios e problemas econômicos.

Para Saliby (1989:p.17) “volta-se à simulação como uma técnica de Pesquisa Operacional (...) que corresponde à realização de experimentos numéricos com modelos lógico-matemáticos (...) envolvendo geralmente grande volume de cálculos repetitivos”.

“O estudo em Pesquisa Operacional consiste em construir um modelo de um sistema real existente (ou ainda em concepção) como meio de analisar e compreender o comportamento dessa situação”(Andrade, 1989,p.9).

De acordo com Kelton, Sadowski e Sadowski (1998) simulação refere-se a uma larga coleção de métodos e aplicações para imitar o comportamento de um sistema real, usualmente sobre um computador com um programa apropriado.

O Método de Monte Carlo, para Barbosa (2000: p.02) é a “técnica de simulação que envolve a utilização de números aleatórios e distribuição estocástica de probabilidade”. Um Modelo estocástico, segundo Sandroni (1998), é um modelo que contém pelo menos um elemento aleatório, sendo portanto seu resultado probabilístico.

Hertz (1964) expôs em seu clássico e pioneiro artigo '*Risk Analysis in Capital Investment*', "um modelo de simulação adaptado à análise de investimentos para cálculo dos valores presentes líquidos e das taxas internas de retorno para projetos que se destinam a lançar novos produtos ou a baratear custos inexistentes" (Abreu e Stephan, 1982: p.154) e (Saliby, 1989).

Um processo de simulação deve seguir as etapas básicas propostas por Kelton, Sadowski e Sadowski (1998: p.39), agrupadas em 04 fases:

- *Fase\_01*: entendimento do sistema, formulação do problema e formulação do modelo;
- *Fase\_02*: coleta de dados reais, transcrição para o programa de computador e verificação da representatividade do modelo;
- *Fase\_03*: validação do modelo;
- *Fase\_04*: execução do experimento, análise dos resultados e documentação.

### **3.1. Formulação do modelo probabilístico**

Elaborou-se um modelo de simulação em planilha eletrônica para analisar a probabilidade de ocorrência dos três cenários determinísticos.

As entradas monetárias são representadas pelas unidades imobiliárias à venda. Os preços e a forma de pagamento são associados a valores aleatórios dirigidos. Este processo é repetido centenas de vezes gerando grande número de combinações. Estas combinações produzem resultados em Reais (R\$), representados pelo VPL.

O modelo de simulação é apresentado pela Figura 01.

As variáveis relativas ao nível de parcelamento das unidades são: valor do ato, valor do reforço; quantidade de reforços e número de parcelas. Considera-se um percentual para comercializações de unidades a vista, onde os valores dos atos correspondem a percentuais iguais a 100%.

As saídas monetárias recebem tratamento aleatório (variável estocástica) sobre os desembolsos mensais, que também sofrem alterações dirigidas.

### **3.2. Desenvolvimento do programa em computador**

Foi desenvolvido um programa em computador com os recursos da planilha eletrônica Excel da Microsoft. Os recursos utilizados foram: MACROS, a função procura e referencia PROCVLOR, a função matemática ALEATÓRIO, a função lógica SE, e a função financeira VPL.

## **4. Estudo de caso**

O investimento analisado economicamente é um empreendimento imobiliário residencial regido pela Lei 4.591/64, referente à Incorporação Imobiliária. Os dados foram coletados em mar/2002. Neste mesmo mês a obra estava em fase de conclusão e as unidades imobiliárias na primeira etapa de vendas. Está localizado em Florianópolis-SC, possui 18 unidades imobiliárias e área total de 2.214 m<sup>2</sup>. É composto de 06 andares com 03 unidades por andar. Os apartamentos possuem metragem média de 123 m<sup>2</sup> e são de 03 dormitórios sendo 01 suíte.

Primeiro são criados os cenários determinísticos. A simulação é executada em seguida, e está baseada na metodologia proposta por HERTZ(1964) adaptado à viabilidade econômica de investimentos imobiliários.

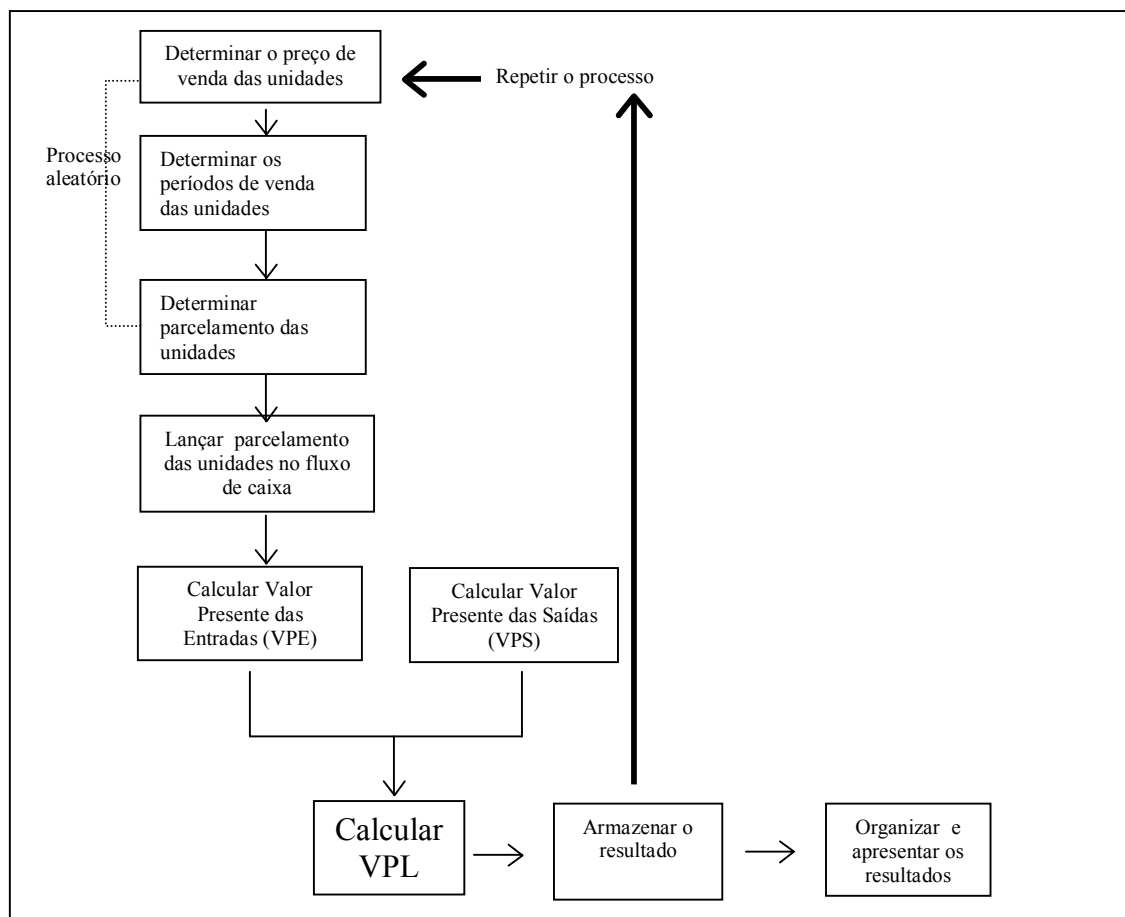


Figura 1 - Fluxograma do Modelo de Simulação

Os preços das unidades imobiliárias foram diferenciados pela metragem e também pela localização da unidade na obra (de frente, fundos e por andar), variando de R\$ 75.000 a R\$ 120.000. A receita total nominal chega a R\$ 1,700 milhões. Os desembolsos nominais totalizavam R\$ 1,243 milhões. O terreno foi adquirido em mar/2000 (período zero no fluxo de caixa), a obra iniciou em mar/2001 e foi concluída em maio/2002. Neste orçamento estão incluídos os desembolsos relativos ao terreno, elevador, publicidade, custos e despesas relativas à obra, impostos e custos financeiros. O Fluxo de Caixa tem 120 meses. A TMA é de 1,50%. Os juros do financiamento próprios são de 0,95%am.

As variáveis a serem analisadas são: preço, parcelamento, reforço, ato, vendas a vista e desembolsos mensais.

#### 4.1 Os parâmetros e resultados dos cenários determinísticos

O Cenário Provável apresentou um VPL de R\$ 30.372,00. Determinou-se uma velocidade de vendas média de 01 unidade mês. Foram consideradas uma venda por mês com preços de R\$ 95 mil, sendo todas as unidades financiadas em 60 parcelas e 06 reforços. O percentual dos atos sobre o valor nominal de venda foi fixado em 20%, e o percentual do reforço fixado em 01%. Considerou-se três vendas a vista nos meses 26, 30 e 34 do fluxo de caixa. Os desembolsos da obra são programados até o mês 74, com custo global nominal orçado em R\$ 1,243 milhões, considerando neste período quatro anos (48 meses) de responsabilidade da incorporadora após conclusão da obra.

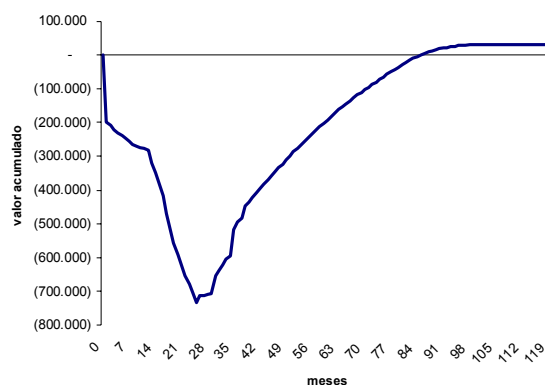


Figura 2 – Fluxo de Caixa do Cenário Provável da análise determinística

O Cenário Pessimista apresentou um VPL de R\$ (87.611). Determinou-se uma velocidade de vendas média de 0,64 unidade mês. Foi considerado uma venda por mês nos primeiros três meses, e depois dois meses sem vendas. Esta seqüência se repete por seis vezes. Os preços médios foram de R\$ 92 mil, sendo 50% das unidades financiadas em 60 parcelas e 50% em 90 parcelas, e todas com 06 reforços. O percentual dos atos sobre o valor nominal de venda foi fixado em 18%, e o percentual do reforço fixado em 0,8%. Considerou-se duas vendas a vista nos meses 28 e 32 do fluxo de caixa.

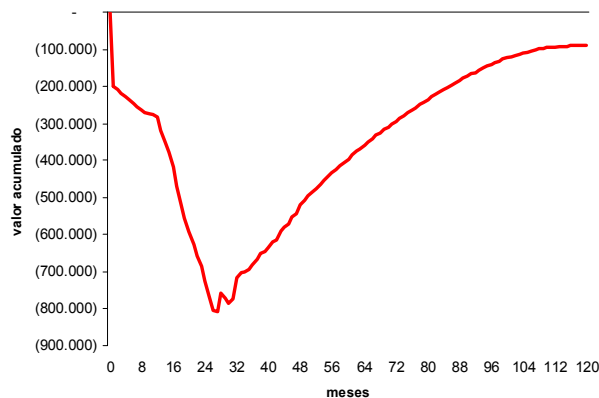


Figura 3 – Fluxo de Caixa do Cenário Pessimista da análise determinística

O Cenário Otimista apresentou um VPL positivo de R\$ 97.784. Determinou-se uma velocidade de vendas média de 1,29 unidade mês. Foi considerado uma venda por mês nos primeiros dez meses, depois duas vendas por mês para as demais oito unidades. Os preços médios foram de R\$ 98 mil, sendo cinco unidades financiadas em 30 parcelas, nove unidades financiadas em 60 parcelas e quatro financiadas em 90 parcelas, sendo todas com 04 reforços. O percentual dos atos sobre o valor nominal de venda foi fixado em 23%, e o percentual do reforço fixado em 1%. Considerou-se quatro vendas a vista nos meses 25, 27, 30 e 32 do fluxo de caixa.

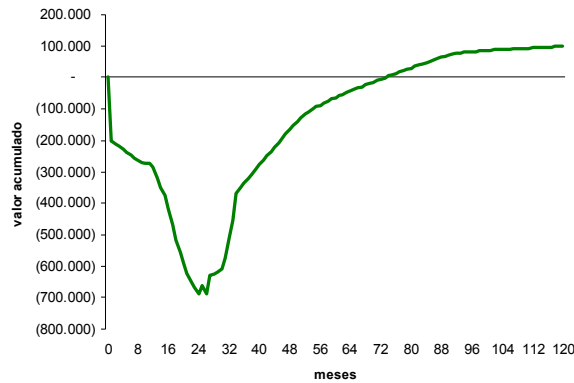


Figura 4 – Fluxo de Caixa do cenário otimista da análise determinística

O resumo dos resultados dos cenários determinísticos são apresentados na Tabela 1 .

Cenário	VPL em R\$
Otimista	97.784,
Provável	30.372,
Pessimista	(87.611,)

Tabela 1 - Resultados dos cenários

#### 4.2 Os parâmetros e resultados da simulação de Monte Carlo

No modelo de simulação não há determinação pontual do comportamento das vendas, nem das condições de pagamento e dos desembolsos, sendo as variáveis estimadas em intervalos estratificados aleatórios.

Os parâmetros utilizados nas variáveis consideradas estão baseados nos limites dos cenários das análises determinísticas, e são reproduzidas conforme Tabela 2 e Tabela 3. A velocidade de vendas foi estratificada em três etapas e baseada também nas velocidade de vendas dos cenários determinísticos.

Etapas de Comercialização	Tempo Total das vendas	Velocidade de vendas média	Posição no Fluxo de caixa (mês)
06 unidades	06 meses	1,00	21 – 26
06 unidades	10 meses	0,60	27 – 36
06 unidades	05 meses	1,20	37 – 41

Tabela 2 - Informações para estimar as vendas por simulação

Variável	Mínimo	Máximo
Preço médio de 06 unidades	R\$ 92.000	R\$ 100.000
Preço médio de 12 unidades	R\$ 94.000	R\$ 100.000
Percentual do ato, sobre preço total	18%	25%
Percentual do reforço, sobre preço total	0,8%	2%
Quantidade de reforços	4	12
Quantidade de parcelas	30, 60 ou 90	
Juros do financiamento próprio	0,95%am	
Vendas a vista	0 %	30%
Desembolsos da obra	-3%	3%

Tabela 3 – Variáveis estocásticas utilizadas

Com geração de 500 cenários hipotéticos a variância estabilizou-se após 120 cenários. Os resultados VPL's são agrupados em 15 classes com intervalos de 2,0%, dando origem ao histograma da Figura 04, mostrando a probabilidade acumulada e relativa. Através deles é possível analisar o risco do empreendimento imobiliário e quantificar a probabilidade dos resultados obtidos na construção dos cenários determinísticos.

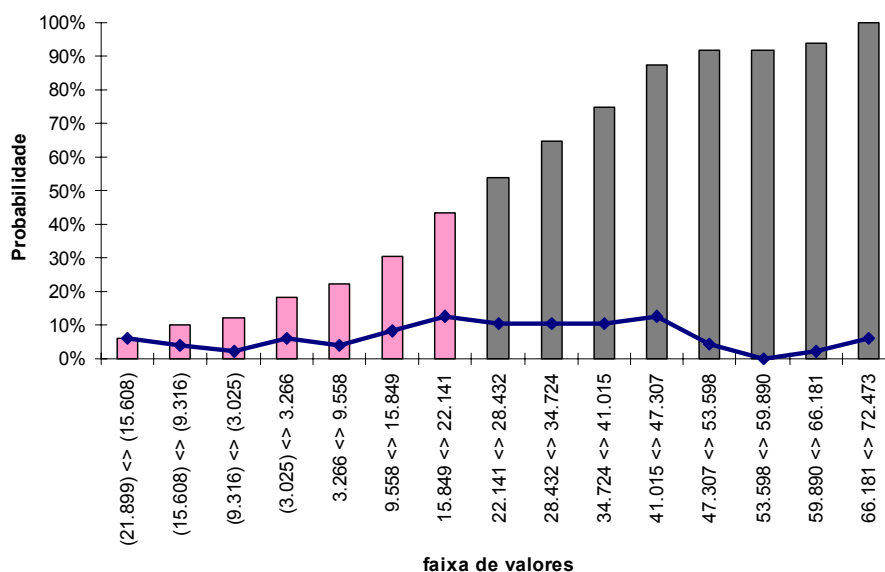


Figura 5 – Histograma com probabilidade acumulada e relativa do Valor Presente Líquido (VPL)

A amostra de 500 corridas da simulação apresentaram um VPL médio de R\$ 25.243 e desvio padrão de R\$ 23.138.

### 4.3 A análise de risco dos cenários

Considerando a amostra de 500 corridas da simulação, o empreendimento teria a probabilidade de 83,8% de sucesso. O Cenário Provável de R\$ 30.372 apresenta probabilidade de ocorrência de 37,8%. Os demais cenários estão conforme Tabela 04.

Cenário	VPL em R\$	Probabilidade
Maior ou igual a zero	$x \geq 0$	83,4 %
Provável	$0 \leq x \leq 30.372$	37,8%
Prejuízo	$x \leq 0$	16,6 %

Tabela 4 - Informações dos resultados dos cenários determinísticos

## 5. Conclusões

Pelo processo de simulação vários fluxos de caixa foram criados gerando informações a respeito do negócio.

É possível desenvolver modelos de simulação voltados à análise de investimentos utilizando apenas os recursos das planilhas eletrônicas, dispensando profundos conhecimentos em programação e o uso de softwares específicos de simulação.

O estudo de caso real apresentado foi elaborado sobre as expectativas do empresário quanto, principalmente, às incertezas do comportamento das vendas sobre as variáveis relacionadas ao preço, datas de vendas e às condições de pagamento.

A simulação é um poderosa ferramenta pois cria vários cenários de vendas possíveis, e não somente aqueles três usuais cenários determinísticos: otimista, pessimista e provável. Como consequência, a simulação oferece resultados ao empresário que podem auxiliá-lo a melhorar a qualidade de suas decisões.

## Referências

- ANDRADE, E. *Introdução à pesquisa operacional: métodos e técnicas para análise de decisão*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1989.
- BARBOSA, J. *Aplicações de técnicas de simulação Monte Carlo nas análises industriais*. II Simpósio Brasileiro de Engenharia de Avaliações, 2000.
- BRUNI, A FAMA, R. SIQUEIRA, J. *Análise do risco na avaliação de projetos de investimento: uma aplicação do método de Monte Carlo*. Caderno de Pesquisas em Administração. V.1, n 6. São Paulo, 1998.
- DANTAS, A. *Análise de Investimentos e projetos aplicada à pequena empresa*. Brasília: UB, 1996.
- DI BERNARDI, P. *Análise do risco em investimentos imobiliários por Simulação*. Dissertação de mestrado. Engenharia Civil: UFSC, 2002.
- GROPPELLI, A; NIKBAKTH, E. *Administração financeira*. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 1998.
- GITMAN, L. *Princípios da administração financeira*. 3 ed. São Paulo: Harbra, 1984.
- HERTZ, D. *Risk Analysis in Capital Investment*. Harvard Business Review 42, 1964, pg.96-105.
- HOCHHEIM, N. *Análise de investimentos sob condições de risco e inflação*. Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia de Produção: UFSC, 1986.
- KELTON, W. SADOWSKI, R. SADOWSK, D. *Simulation whit Area*. McGraw-Hill, 1998.



- LAPPONI, J. C. *Projetos de Investimentos: construção e avaliação do fluxo de caixa: modelos em Excel*. São Paulo: Lapponi, 2000.
- MEIER, R. NEWELL, W. PAZER, H. *Simulation in business and economics*. Prentice-Hall, 1969.
- SHIMIZU, T. *Simulação em computador digital*. São Paulo: Edgar Blucher, 1975.
- SALIBY, R. *Repensando a simulação: a amostragem descritiva*. Rio de Janeiro: Atlas, 1989.
- SANDRONI, P. *Dicionário de administração e finanças*. São Paulo: Best Seller, 1996.
- ABREU, P. STEPHAN, C. *Análise de Investimentos*. Rio de Janeiro: Campus, 1982.