

## A SIMULAÇÃO COMO INSTRUMENTO DE SELECÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE INVESTIMENTO EM CONDIÇÕES DE INCERTEZA

Jacinto Vidigal da Silva<sup>1</sup>  
Universidade de Évora

A incerteza é uma característica do meio em que as empresas operam. Apesar desta realidade, muitos modelos de decisão estratégica não levam em consideração os efeitos das alterações do meio externo. Na prática é assumido que os resultados das estratégias não são afectados pelas modificações da envolvente económica.

O objectivo deste trabalho é o desenvolvimento de um modelo que considere os efeitos das alterações da conjuntura económica sobre as estratégias de investimento e sobre as preferências estratégicas dos empresários. O resultado final é um modelo de simulação que se baseia na aleatoriedade da conjuntura económica e assume como aspecto central o conceito de fluxo líquido de tesouraria.

The uncertainty is a characteristic of the firms environment. Many strategic decision models don't considered the effects of the environment changes. In practice, it is assumed that the strategic results are not affected by environment changes. The objective of the present work is to develop a model that integrate the effects of changes in the economic environment changes on the investment strategies and on the entrepreneur's strategic preferences. The final result is a simulation model based on the random economic environment that assume the cash-flow as the central concept.

**PALAVRAS-CHAVE:** Simulação, Equivalentes de Certeza, Prémios de Risco, Riqueza Futura Líquida e Utilidade Esperada.

**KEYWORDS:** Simulation, Certainty Equivalent, Risk Premium, Net Future Worth and Expected Utility.

### 1. INTRODUÇÃO

A literatura demonstra o forte impacte que o meio externo tem sobre as empresas (Dess e Beard, 1984). A relação entre a estratégia, o meio e os resultados das empresas foi realizada por Jauch, Osborn e Glueck (1980) e Prescott (1986). Jauch, Osborn e Glueck (1980) mostraram a influência dos factores do meio externo no sucesso financeiro das empresas.

A tendência actual da investigação nesta área é para o estudo de estratégias num contexto de incerteza e de rápida evolução. Em 1995, Taylor apresentou uma metodologia para o desenvolvimento e implementação de estratégias em organizações que actuam num ambiente em grande turbulência. Bacot, Hartman e Lundberg (1992), estudaram estratégias adaptativas para a sobrevivência das empresas em conjunturas económicas desfavoráveis. Lohman e Oakford (1982) estudaram o efeito das políticas de endividamento sobre as estratégias de investimento das empresas com base em dois modelos de simulação. Em 1996, estes autores realizaram uma descrição dos modelos AnMod e DecSim, os quais são baseados na técnica de Monte-Carlo.

As técnicas de selecção de estratégias de investimento em condições de incerteza têm conhecido um grande desenvolvimento nos últimos anos. Destes trabalhos destaca-se a investigação realizada por Ho e Pike (1992) que estudaram os efeitos do uso da técnica de análise de risco sobre os custos e os resultados das empresas. Brookfield (1995) analisou várias técnicas de incorporação do risco na avaliação de estratégias de investimento com base no modelo do valor actual líquido. Choobineh e Behrens (1992) realizaram uma análise crítica da aplicação da teoria das probabilidades à selecção de estratégias de investimento. Smith (1994) apresentou um modelo de simulação para a avaliação do risco associado às decisões de selecção de investimentos.

A incerteza é uma característica do meio em que as empresas operam. Esta situação, que dificulta a previsão de resultados e a escolha de estratégias, tem conduzido ao abandono dos modelos tradicionais de planeamento. Estes modelos, cuja construção é baseada na escassez de recursos e na utilização de valores determinísticos, têm-se revelado desajustados face à incerteza crescente do

<sup>1</sup> Professor auxiliar do Departamento de Gestão de Empresas da Universidade de Évora, email: jsilva@uevora.pt

contexto em que a actividade empresarial é desenvolvida. Estes desajustamentos resultam da não integração da incerteza no processo de selecção de estratégias. Nesta perspectiva, a abordagem do problema da escolha de estratégias de investimento exige a introdução do risco no processo de decisão. Esta evolução determina o abandono dos pressupostos que fundamentam os modelos determinísticos e a avaliação das estratégias de investimento em condições de incerteza.

Muitos modelos de decisão estratégica não levam em consideração os efeitos das mudanças do meio externo. Na prática é assumido que os resultados das estratégias não são afectados pelas alterações da envolvente económica. No entanto, sabe-se que os projectos de investimento são influenciados pela situação da economia, a qual condiciona a envolvente externa e os resultados obtidos. Quando a situação económica é favorável os investimentos tendem a apresentar bons resultados, enquanto, durante os períodos de recessão tendem a obter-se resultados contrários (Thompson, 1984).

O objectivo deste trabalho é o desenvolvimento de um modelo que permita considerar os efeitos das alterações da conjuntura económica sobre as estratégias de investimento e sobre as preferências estratégicas dos empresários. O resultado final é um modelo que permite estudar os efeitos da variabilidade dos indicadores económicos sobre as estratégias de investimento e sobre as preferências estratégicas dos empresários.

A situação da economia é considerada um factor decisivo na selecção de estratégias de investimento. Por exemplo, o comportamento da taxa de juro é considerado um factor decisivo do investimento das empresas (Silva, 1997). As alterações da conjuntura económica condicionam os preços dos produtos e os preços dos factores de produção. A inclusão da variabilidade dos preços permite a avaliação de estratégias de investimento em condições de incerteza.

Como a conjuntura económica não é conhecida em condições de certeza, a escolha das estratégias de investimento é baseada em expectativas. O estudo das estratégias não está completo se não integrar no processo de selecção a atitude dos empresários em relação ao risco. Os projectos de investimento só se concretizam se as estratégias são consistentes com os objectivos dos empresários. Assim, inclui-se neste modelo o estudo do impacte da atitude dos empresários em relação ao risco sobre a selecção de estratégias de investimento.

A motivação para a realização deste trabalho é a existência de reduzido número de modelos que integrem os efeitos das alterações da envolvente económica sobre o processo de decisão estratégica das empresas.

## 2. DESCRIÇÃO DO MODELO

O processo de avaliação estratégica é complexo na medida em que incorpora diferentes efeitos interactivos previsionais. Estes efeitos incluem as relações entre os recursos disponíveis e os recursos a adquirir, os efeitos dos resultados anteriores sobre os resultados futuros, os efeitos do aumento dos níveis e da composição da produção sobre os custos, as modificações do nível de risco e dos desejos dos empresários e os efeitos da conjuntura económica sobre os resultados futuros das estratégias. Na prática, estas inter-relações resultam numa estrutura bastante complexa, que coloca o analista perante um complicado dilema, quando pretende desenvolver um modelo para estudar estratégias de investimento (Thompson, 1984). O desejo de desenvolver um modelo que consiga retratar a realidade empresarial pode conduzir o analista a exagerar em detalhes, o que dificulta a sua utilização. O equilíbrio é alcançado através da adopção de um conjunto de pressupostos que simplifiquem a representação da realidade sem perda das principais características do processo de decisão. Os pressupostos básicos do modelo utilizado neste trabalho de investigação são sete.

O primeiro pressuposto está associado ao principal objectivo da empresa que visa a definição de uma estratégia de investimento que maximize a satisfação do empresário. Assim, em cada período, são escolhidos os projectos que proporcionam fluxos líquidos de tesouraria mais elevados, dentro das limitações impostas pelos fundos disponíveis para investimento.

O segundo pressuposto considera que as decisões de investimento são tomadas numa base periódica regular. Em cada período é analisada uma carteira de projectos de investimento, cuja decisão de realização é tomada no início. Estes períodos de tempo iguais e sucessivos têm um intervalo de um ano.

O terceiro pressuposto assume que as despesas de investimento, o valor residual e a vida económica de cada projecto são conhecidas, enquanto o valor dos fluxos líquidos de tesouraria anuais por eles gerados são aleatórios. A validade deste pressuposto está ligada à natureza da decisão de investimento, na qual as despesas são conhecidas no início do processo, mas os resultados apenas o são no fim.

O quarto pressuposto considera que os investimentos são financiados através dos fundos gerados internamente e por financiamentos bancários até um determinado limite definido como "plafond" de crédito. Assim, os fundos disponíveis para investimento num dado período  $t$  são compostos pelo fluxo líquido de tesouraria da empresa mais os fluxos líquidos de tesouraria dos projectos concretizados em períodos anteriores e os empréstimos bancários.

O quinto pressuposto assume que não se efectua o pagamento de dividendos durante o período em estudo de forma a evitar os efeitos desta política sobre o investimento da empresa.

O sexto pressuposto considera que cada projecto de investimento é considerado uma unidade lógica, independente e indivisível, constituído por recebimentos e pagamentos, cuja diferença é definida como fluxo líquido de tesouraria anual do projecto. Todos os projectos de investimento são representados por um desembolso inicial chamado despesa de investimento realizado de uma só vez no início da sua vida económica. Depois desta data, os fluxos líquidos de tesouraria dos projectos, positivos ou negativos ocorrerão exclusivamente de uma só vez no fim de cada período.

O último pressuposto assume que a empresa tem informação incompleta sobre a evolução da conjuntura económica e dos seus efeitos sobre os projectos de investimento que podem surgir no futuro. A avaliação apenas considera as estimativas dos fluxos líquidos de tesouraria dos projectos do período e não inclui as estimativas dos projectos futuros.

## 2.1. Definição dos Projectos de Investimento

O objectivo desta fase do modelo é a determinação das características dos projectos de investimento disponíveis em cada período de decisão. Estas características são fornecidas através das relações estabelecidas entre o valor dos fluxos líquidos de tesouraria anuais dos projectos de investimento com os indicadores de conjuntura económica descritos nesta secção. A figura 2.1 apresenta um esquema dos dados e dos resultados obtidos a partir das relações estabelecidas neste módulo.

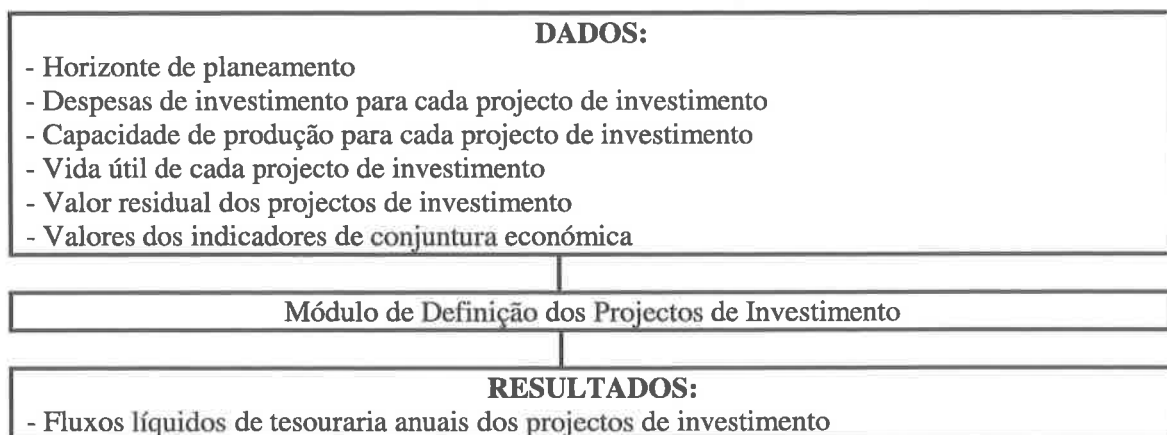


Figura 2.1 - Definição de Projectos de Investimento

As características aleatórias dos indicadores de conjuntura económica e das variáveis que integram os modelos de avaliação de projectos de investimento, conduzem à definição de uma função de difícil tratamento matemático. Este facto implica a necessidade de simplificação do modelo para estudar os efeitos da conjuntura económica. Este desenvolvimento, que integra aspectos relacionados com a produção, parte da definição do conceito de excedente bruto de exploração anual dos projectos de investimento, o qual corresponde à diferença entre os proveitos e os custos que implicam desembolsos e pode representar-se pela seguinte expressão:

$$E_{jt} = \sum_{i=1}^3 \sum_{t=1}^H r_{it} q_i - C_{jt} \quad (2.1)$$

onde:

- $E_{jt}$  = Excedente bruto de exploração do projecto  $j$  no período  $t$ ;  
 $r_{it}$  = Preço de venda unitário aleatório do produto  $i$  no período  $t$ ;  
 $q_i$  = Quantidade aleatória do produto  $i$  produzida pelo projecto  $j$  no período  $t$ ; e,  
 $C_{jt}$  = Custo de produção do projecto  $j$  no período  $t$ .

A função custo translogarítmica é utilizada para calcular o custo de um dado nível de produção, dados os preços dos factores utilizados na produção. Esta função é uma aproximação local à verdadeira função custo na vizinhança da média aritmética de cada variável. A estimação desta função implica o escalonamento dos dados em torno da média aritmética de cada variável. A função pode escrever-se da forma seguinte para explicitar o custo de produção associado a cada projecto de investimento:

$$\begin{aligned} \hat{C}_s = & \exp \left[ \ln \bar{C} + \hat{\alpha}_0 + \sum_{i=1}^3 \hat{\alpha}_i \ln (q_{is} / \bar{q}_i) + \sum_{i=1}^3 \hat{\beta}_i \ln (p_{is} / \bar{p}_i) + \hat{\phi} \ln (Z_s / \bar{Z}) + \right. \\ & 0.5 \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \hat{\sigma}_{ij} \ln (q_{is} / \bar{q}_i) \ln (q_{js} / \bar{q}_j) + 0.5 \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \hat{\delta}_{ij} \ln (p_{is} / \bar{p}_i) \ln (p_{js} / \bar{p}_j) + \\ & 0.5 \hat{\psi} \ln (Z_s / \bar{Z}) \ln (Z_s / \bar{Z}) + \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \hat{\mu}_{ij} \ln (p_{is} / \bar{p}_i) \ln (q_{js} / \bar{q}_j) + \sum_{i=1}^3 \hat{\phi}_i \ln (q_{is} / \bar{q}_i) \ln (Z_s / \bar{Z}) + \\ & \left. \sum_{j=1}^3 \hat{\tau}_j \ln (p_{is} / \bar{p}_i) \ln (Z_s / \bar{Z}) \right] \end{aligned} \quad (2.2)$$

onde:

- $\hat{C}_s$  = Custo de produção do projecto  $s$  estimado por cada iteração;  
 $q_{is}$  = Quantidade do produto  $i$  produzida pelo projecto  $s$ ;  
 $Z_s$  = Valor do factor fixo do projecto  $s$ ;  
 $p_{is}$  = Preço do factor  $i$  no projecto  $s$ ;  
 $\bar{C}$  = Custo de produção médio;  
 $\bar{q}_i$  = Quantidade média produzida do produto  $i$ ;  
 $\bar{Z}$  = Valor médio do factor fixo;  
 $\bar{p}_i$  = Preço médio do factor  $i$ ;  
 $\ln$  = Logaritmo natural; e,  
 $\hat{\alpha}, \hat{\beta}, \hat{\phi}, \hat{\sigma}, \hat{\delta}, \hat{\psi}, \hat{\mu}, \hat{\phi}, \hat{\tau}$  = Parâmetros estimados do modelo.

As necessidades em fundo de maneo (NFM) são calculadas automaticamente pelo modelo através da diferença entre a soma do saldo das existências (EX) com o saldo de clientes (CL) e a soma do saldo de fornecedores (FOR) com o estado e outros entes públicos (EOEP). Este valor é calculado pela expressão seguinte (Neves, 1989):

$$NFM_{jt} = (EX_{jt} + CL_{jt}) - (FOR_{jt} + EOEP_{jt}) \quad (2.3)$$

onde:

- $NFM_{jt}$  = Necessidades em fundo de maneo do projecto  $j$  do período  $t$ ;  
 $EX_{jt}$  = Existências finais de matérias e de produtos acabados do projecto  $j$  do período  $t$ ;  
 $CL_{jt}$  = Saldo de clientes do projecto  $j$  no período  $t$ ;  
 $FOR_{jt}$  = Saldo de fornecedores do projecto  $j$  no período  $t$ ; e,  
 $EOEP_{jt}$  = Dívida ao estado relativa ao imposto sobre o valor acrescentado do projecto  $j$  do período  $t$ .

Após a integração do valor das amortizações anuais é calculado o imposto sobre o rendimento a pagar. Os fluxos líquidos de tesouraria anuais dos projectos de investimento obtêm-se pela substituição da expressão (2.2) na expressão inicial do excedente bruto de exploração anual dos projectos de investimento (2.1), o qual é corrigido pelas rubricas ligadas às políticas financeiras de curto prazo, através do valor das variações das necessidades permanentes em fundo de maneio geradas pelos projectos de investimento. Assim, os fluxos líquidos de tesouraria anuais de cada projecto de investimento são calculados da forma seguinte:

$$L_{jt} = E_{jt} - (E_{jt} - A_{jt}) i_t + \Delta NFM \quad (2.4)$$

onde:

- $L_{jt}$  = Fluxo líquido de tesouraria do projecto j no período t;
- $E_{jt}$  = Excedente bruto de exploração do projecto j no período t;
- $A_{jt}$  = Amortização do projecto j no período t;
- $i_t$  = Taxa do imposto sobre o rendimento no período t; e,
- $\Delta NFM_{jt}$  = Variação das necessidades em fundo de maneio do projecto j do período t;

Os fluxos líquidos de tesouraria anuais do projecto j são escritos em função do preço de venda unitário do produto  $i$ ,  $r_{jt}$ , das quantidades produzidas do produto  $i$ ,  $q_i$ , do custo unitário dos factores de produção,  $p_i$  e de um factor fixo. Estes elementos dos fluxos líquidos de tesouraria anuais dos projectos, que são definidos como variáveis exógenas, são descritos como função dos indicadores económicos, cujo valor é determinado pela evolução da conjuntura económica. Os preços de venda unitários dos produtos são definidos como uma função do comportamento dos indicadores da economia. Assim, os preços de venda unitários dos produtos no período t são calculados com base no seguinte modelo de regressão:

$$r_{jt} = M + a_1 I_1 + \dots + a_j I_t \quad (2.5)$$

onde:

- M = Ordenada na origem;
- $I_1, \dots, I_t$  = Indicadores da conjuntura económica gerados aleatoriamente para cada período; e,
- $a_1, \dots, a_j$  = Coeficientes dos indicadores da conjuntura económica associados aos preços de venda dos produtos.

Os preços de venda dos produtos são uma função crescente dos indicadores de conjuntura económica se o coeficiente  $a_j$  é maior do que zero, porque os aumentos destes indicadores estão associados a aumentos dos preços de venda dos produtos. Se o coeficiente  $a_j$  é menor do que zero, os preços de venda dos produtos são uma função decrescente dos indicadores de conjuntura económica. Estas relações pretendem projectar a tendência da economia sobre os preços de venda dos produtos, os quais são assumidos como directamente condicionados pela conjuntura económica.

Da mesma forma, os preços dos factores de produção são descritos como uma função aditiva dos indicadores de conjuntura económica, dados pela expressão seguinte:

$$p_{jt} = R + b_1 I_1 + \dots + b_j I_t \quad (2.6)$$

onde:

- R = Ordenada na origem; e,
- $b_1, \dots, b_j$  = Coeficientes dos indicadores da conjuntura económica associados aos preços dos factores de produção.

A expressão anterior evidencia que os preços dos factores de produção são função dos indicadores de conjuntura económica. Se o coeficiente  $a_j$  é maior do que zero, o preço do factor de produção é uma função crescente dos indicadores de conjuntura económica e é decrescente quando o coeficiente  $a_j$  é menor do que zero. Admitindo que os fluxos líquidos de tesouraria de cada projecto de



investimento estão dependentes da evolução da conjuntura económica, a correlação entre eles no tempo e entre os projectos de investimento é conseguida através da substituição dos valores de  $p_{jt}$  na expressão (2.2) e de  $r_{jt}$  na expressão (2.1).

## 2.2. O Processo de Simulação

O modelo desenvolvido assume como aspecto central o conceito de fluxo líquido de tesouraria anual dos projectos de investimento. Num primeiro nível, o fluxo líquido de tesouraria é definido como excedente bruto de exploração dos projectos de investimento medido pela diferença entre os proveitos e os custos de exploração desembolsáveis dos projectos de investimento. Num segundo nível são introduzidas as correcções relativas às políticas financeiras de curto prazo e ao imposto sobre o rendimento, de modo a calcularem-se os pagamentos e os recebimentos de exploração, cuja diferença corresponde ao valor do fluxo líquido de tesouraria anual. Num terceiro nível, são isolados os preços de venda dos produtos e os preços dos factores de produção no cálculo dos fluxos líquidos de tesouraria anuais dos projectos de investimento. Este procedimento permite interligar a variabilidade da conjuntura económica com os preços de venda dos produtos e os preços dos factores de produção. Os preços de venda dos produtos e os preços dos factores de produção são condicionados pela conjuntura económica através das relações estabelecidas pelas expressões (2.5) e (2.6). A aleatoriedade dos indicadores económicos permite captar os efeitos da conjuntura económica sobre os fluxos líquidos de tesouraria anuais dos projectos de investimento. O objectivo deste módulo é a determinação do valor dos fluxos líquidos de tesouraria anuais aleatórios e o valor esperado dos fluxos líquidos de tesouraria anuais de cada projecto de investimento. Os componentes deste módulo podem ser analisados na figura 2.2.

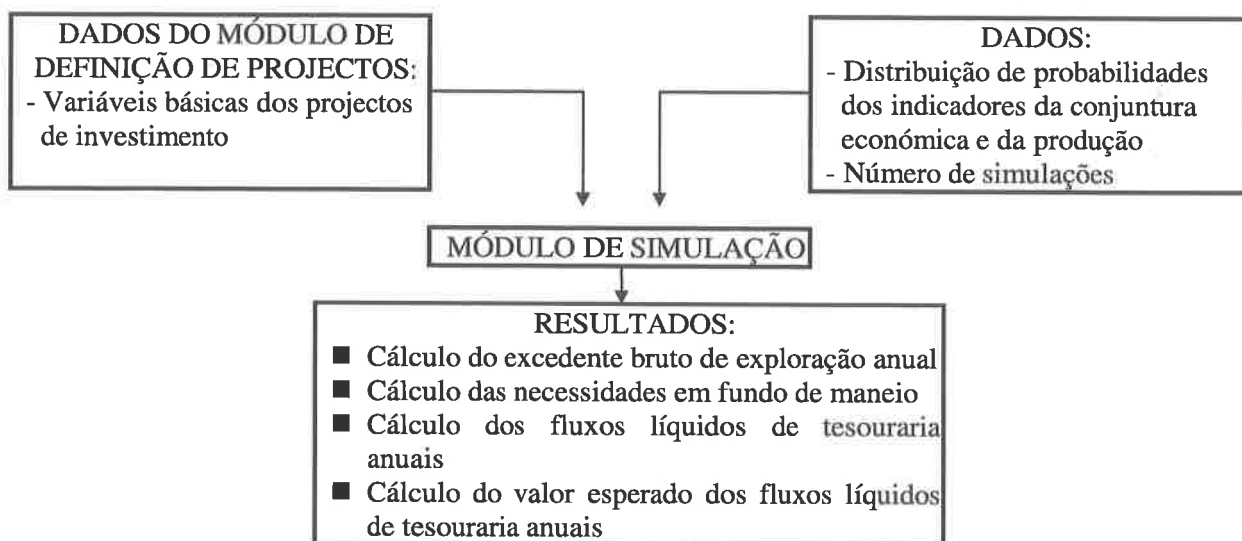


Figura 2.2 - Processo de Simulação

Os fluxos líquidos de tesouraria anuais dos projectos de investimento são determinados a partir da distribuição de probabilidades da produção e dos indicadores económicos, os quais são condicionados pelos preços dos produtos ( $r_{jt}$ ), pelos preços dos factores de produção ( $p_{jt}$ ) e pela produção ( $q_{js}$ ). Assim, o valor dos fluxos líquidos de tesouraria dos projectos de investimento dependem dos preços anuais aleatórios dos produtos e dos preços dos factores de produção, que são função dos indicadores de conjuntura económica, cujas distribuições de probabilidades são estimadas com base na opinião de especialistas e em estudos macroeconómicos. O objectivo é estudar o comportamento aleatório dos fluxos líquidos de tesouraria anuais dos projectos de investimento considerados como função da evolução económica. Esta relação é estabelecida a partir de um estudo de regressão entre os preços dos produtos e dos factores de produção com os indicadores de conjuntura económica dos últimos anos. O modelo estudado considera as distribuições de probabilidades dos

indicadores de conjuntura económica para gerar amostras dos fluxos líquidos de tesouraria anuais de cada projecto de investimento. As amostras de cada indicador de conjuntura económica são geradas aleatoriamente com o objectivo de obter, mediante a substituição dos seus valores no modelo, o valor dos recebimentos e dos pagamentos anuais aleatórios dos projectos de investimento. Este processo utiliza o método de Monte-Carlo, que permite estimar amostras dos fluxos líquidos de tesouraria anuais dos projectos de investimento mediante a simulação. O processo de simulação assenta nas distribuições de probabilidades dos indicadores de conjuntura económica, os quais são encarados como variáveis aleatórias. A simulação combina um conjunto de valores tirados ao acaso para calcular o preço de venda anual dos produtos e os preços dos factores de produção. Estes preços são também considerados variáveis aleatórias, porque assumem diferentes valores de acordo com a aleatoriedade dos indicadores de conjuntura económica. O processo de simulação é repetido para obter um elevado número de situações que descrevem o comportamento aleatório dos fluxos líquidos de tesouraria anuais de cada projecto de investimento. Este processo elabora um elevado número de projectos de investimento com base na variabilidade dos indicadores de conjuntura económica, o que possibilita o cálculo do valor esperado dos fluxos líquidos de tesouraria anuais dos projectos de investimento. O processo de simulação é repetido o número de vezes suficiente para obter uma certa estabilização da variabilidade dos fluxos líquidos de tesouraria anuais dos projectos de investimento.

### 2.3. Módulo de Decisão

Os modelos de programação matemática identificam as estratégias óptimas de investimento em função da escassez de recursos. No entanto, além da disponibilidade de recursos, o investimento de uma empresa também é condicionado pelas condições de incerteza em que o empresário se encontra (Penrose, 1959). A abordagem deste problema exige a introdução do risco neste modelo. Esta introdução conduz ao abandono das hipóteses que fundamentam os modelos determinísticos. A escolha de uma estratégia é ponderada pelas expectativas em relação aos resultados futuros (Chansa, 1989). Estes resultados, que integram a aleatoriedade da rendibilidade futura dos projectos de investimento, dependem de um conjunto de factores inicialmente assumidos em condições de certeza, dos quais se destacam os preços de venda dos produtos e os preços dos factores de produção.

A aleatoriedade é representada através da distribuição de probabilidades dos indicadores de conjuntura económica, os quais determinam a variabilidade dos preços de venda dos produtos e dos preços dos factores de produção. Esta variabilidade condiciona o valor dos fluxos líquidos de tesouraria dos projectos de investimento integrados em cada estratégia. A realização de diversas iterações permite recolher uma amostra dos fluxos líquidos de tesouraria anuais e a determinação do valor esperado.

Para estudar o impacte da política económica é utilizado como modelo de decisão o valor actual líquido integrado unitário, o qual é calculado pela seguinte expressão (Galesne, 1981):

$$E[VALIU_{jt}] = \left[ \frac{\sum_{t=1}^T E[L_{jt}] (1 + E[e_t])^{T-t} (1 + E[e_t])^{Tmax - T}}{(1 + E[K_t])^{Tmax}} - D_0 \right] / D_0 \quad (2.7)$$

onde:

- $E[VALIU_{jt}]$  = Valor esperado do valor actual líquido integrado unitário do projecto j do período t;
- $D_0$  = Despesa de investimento inicial;
- $E[L_{jt}]$  = Valor esperado do fluxo líquido de tesouraria do projecto j do período t;
- $E[e_t]$  = Valor esperado da taxa de juro das aplicações financeiras no período t;
- $E[K_t]$  = Valor esperado da rendibilidade mínima exigida no período t;
- $T$  = Vida económica do projecto de investimento; e,
- $Tmax$  = Vida económica do projecto de investimento com maior duração.

A opção pelo modelo do valor actual líquido integrado unitário está relacionada com o facto deste modelo resolver algumas das principais limitações atribuídas aos modelos tradicionais. Estas limitações estão ligadas ao irrealismo do reinvestimento dos fluxos líquidos de tesouraria, ao desajustamento para a selecção de projectos com despesas de investimento e duração diferentes e ao pressuposto do acesso ilimitado aos recursos do mercado de capitais perfeito. O modelo do valor actual líquido integrado unitário permite resolver o primeiro problema ao considerar uma taxa de reinvestimento dos fluxos líquidos de tesouraria diferente da taxa de rendibilidade mínima exigida. Os problemas relacionados com as diferenças de duração e de valor absoluto e a limitação no acesso aos recursos do mercado de capitais são resolvidos com a capitalização dos fluxos líquidos de tesouraria até à vida útil máxima dos projectos de investimento que constituem a carteira anual da empresa. O modelo do valor actual líquido integrado unitário, que integra o conceito de rendibilidade relativa, selecciona os projectos de investimento que permitem a obtenção de uma rendibilidade mais elevada por unidade de capital investida (Galesne, 1981).

A avaliação das preferências estratégicas dos empresários é realizada com base numa função de utilidade do tipo exponencial de potência que apresenta aversão absoluta e relativa ao risco decrescentes. A expressão, que selecciona os projectos de investimento para integrarem a melhor estratégia de acordo com as preferências estratégicas dos empresários, assume a forma da função apresentada na expressão (2.8), que é a seguinte (Saha, 1993):

$$E[U(\text{VAL}_{jt})] = a - e^{-b\text{VAL}_{jt}} \quad (2.8)$$

onde:

$E[U(\text{VAL}_{jt})]$  = Utilidade esperada do valor actual líquido do projecto  $j$  iniciado no período  $t$ ;

$\text{VAL}_{jt}$  = Valor actual líquido do projecto  $j$  iniciado no período  $t$ ;

$a, b$  e  $c$  = Parâmetros da função de utilidade.

A análise da expressão 2.8 implica a definição dos valores dos parâmetros  $a$ ,  $b$  e  $c$ , em função do comportamento dos empresários em relação ao risco. O parâmetro  $a$  tem por objectivo garantir a não negatividade do valor da função de utilidade e não tem efeitos sobre o processo de selecção. Os valores dos parâmetros  $b$  e  $c$  são fixados em função dos pressupostos assumidos em relação ao comportamento dos empresários em relação ao risco. Se os empresários apresentam uma aversão absoluta ao risco decrescente, significa que a aversão ao risco diminui com o aumento da riqueza. A propensão dos empresários para a constituição de carteiras de investimento com risco também aumenta com o acréscimo da riqueza. Este pressuposto equivale a considerar que os empresários apresentam uma aversão relativa ao risco decrescente. A aversão relativa ao risco decrescente é representada através da atribuição de um valor menor do que zero ao parâmetro  $b$  da função de utilidade. Ao parâmetro  $c$  é atribuído um valor menor do que zero para representação da aversão absoluta ao risco decrescente. A fixação dos valores dos parâmetros  $a$  e  $b$  e a variação do valor do parâmetro  $c$  permite classificar os empresários em função do comportamento em relação ao risco e estudar o seu efeito sobre as estratégias de investimento das empresas.

Para estudar os efeitos sobre as estratégias de crescimento do comportamento dos empresários em relação ao risco é preciso calcular os prémios de risco, os quais revelam os níveis de compensação esperados para a selecção dos projectos de investimento. O cálculo dos prémios de risco exige a determinação dos equivalentes de certeza. O valor dos equivalentes de certeza,  $EC_{jt}$ , é calculado através da operação inversa da expressão referida em (2.8), a qual pode representar-se da seguinte forma:

$$EC_{jt} = \frac{1}{b} \left[ \ln \left( a - E[U(\text{VAL}_{jt})] \right) \right] \quad (2.9)$$

onde:

$EC_{jt}$  = Equivalente de certeza do projecto  $j$  iniciado no período  $t$ ;

$E[U(\text{VAL}_{jt})]$  = Utilidade esperada do valor actual líquido do projecto  $j$  iniciado no período  $t$ ;

$\text{VAL}_{jt}$  = Valor actual líquido do projecto  $j$  iniciado no período  $t$ ;



$a, b$  e  $c$  = Parâmetro da função de utilidade;  $e$ ,  
 $\ln$  = Logaritmo natural.

O valor do prémio de risco exigido para cada projecto de investimento,  $\pi_{jt}$ , é determinado pela diferença entre o valor esperado do valor actual líquido de cada projecto de investimento e o equivalente de certeza. Esta relação pode representar-se através da expressão seguinte:

$$\pi_{jt} = E(\text{VAL}_{jt}) - EC_{jt} \quad (2.10)$$

onde:

$\pi_{jt}$  = Prémio de risco do projecto  $j$  iniciado no período  $t$ ;  
 $E(\text{VAL}_{jt})$  = Valor esperado do valor actual líquido do projecto  $j$  iniciado no período  $t$ ;  $e$ ,  
 $EC_{jt}$  = Equivalente de certeza do projecto  $j$  iniciado no período  $t$ .

O valor do prémio de risco representa a compensação esperada pelos empresários em relação aos projectos de investimento seleccionados. Quanto maior o nível de compensação esperado, maior é a aversão dos empresários em relação ao risco. As variações dos prémios de risco e das estratégias de investimento seleccionadas permitem classificar os empresários em função da aversão em relação ao risco.

## 2.4 - Estrutura do Modelo

Esta secção apresenta a identificação e uma breve descrição das principais rotinas que integram o modelo. O modelo foi escrito na linguagem de programação SIMSCRIPT II.5 e é constituído por várias fases. O programa desenvolvido obedece à estrutura base de desenvolvimento de programas na linguagem de programação SIMSCRIPT II.5, a qual é constituída por três elementos principais. O primeiro elemento é o "PREAMBLE", que é uma rotina onde é realizada a descrição estática de cada variável do modelo. O segundo elemento é o "MAIN", que é a rotina principal e responsável pela coordenação das rotinas do programa. O terceiro elemento integra as rotinas que correspondem a cada processo identificado nas diferentes fases da estrutura do modelo.

O modelo de simulação divide-se em duas partes. As rotinas utilizadas para estudar os efeitos da conjuntura económica sobre as estratégias de investimento. As rotinas utilizadas para estudar os efeitos da atitude dos empresários em relação ao risco das estratégias. O modelo inicia-se com as rotinas para a leitura dos dados, a simulação dos indicadores de conjuntura económica, a definição das características dos projectos de investimento e prossegue com as rotinas que combinam todos os projectos uns com os outros de forma a constituírem-se carteiras de investimento alternativas. Em seguida são chamadas as rotinas ligadas aos módulos de decisão, as quais seleccionam as melhores carteiras de projectos de investimento. As rotinas, que integram o modelo do valor actual líquido integrado unitário, são chamadas quando se pretendem estudar os efeitos da conjuntura económica. Estas rotinas calculam o valor actual líquido integrado unitário de cada carteira de projectos de investimento e seleccionam as que têm o mais elevado valor esperado do valor actual líquido integrado unitário, dentro das restrições financeiras impostas pelo fluxo líquido de tesouraria acumulado pela empresa até esse período e pelo "plafond" de crédito bancário imposto à empresa. O modelo de decisão inclui uma função de utilidade e é constituído por um conjunto de rotinas que estimam a utilidade esperada dos projectos de investimento, os equivalentes de certeza, os prémios de risco e seleccionam a estratégia de investimento que permite a obtenção de maior satisfação aos empresários. O valor da riqueza criada é calculado numa rotina própria que inclui apenas o valor da riqueza líquida criada no horizonte de planeamento pelos projectos seleccionados nas rotinas dos módulos de decisão.

O objectivo é seleccionar a melhor estratégia de investimento, ou seja, o conjunto dos projectos que permitem a obtenção da mais elevada riqueza futura líquida da empresa no horizonte de planeamento. Esta é medida pelo valor do fluxo líquido de tesouraria acumulado pela empresa no horizonte de planeamento, mais o valor actual líquido dos fluxos líquidos de tesouraria dos projectos gerados para além do horizonte de planeamento, através da seguinte expressão:

$$\sum_{t=1}^H Q_t (1+r)^{(H-t)} + \sum_{t=1}^H \sum_{j=1}^n L_{jt} (1+r)^{(H-t)} X_j + \sum_{t=H+1}^{H+\bar{G}} \sum_{j=1}^n L_{jt} (1+p)^{(H-t)} X_j - E_t \quad (2.11)$$

onde:

- $L_{jt}$  = Fluxo líquido de tesouraria do projecto j no período t;
- $X_j$  = Variável de decisão do projecto j;
- $X_j$  = 0 ou 1;
- $\bar{G}$  = Vida útil máxima dos projectos de investimento;
- $p$  = Taxa de actualização após o fim do horizonte de planeamento; e,
- $n$  = Número total de projectos de investimento.
- $Q_t$  = Fluxo líquido de tesouraria da empresa no período t, antes da selecção dos projectos do período;
- $r$  = Taxa de juros das aplicações de curto prazo, fixa e conhecida.
- $t$  = 1, ..., H;
- $E_t$  = Empréstimo bancário no período t;
- $e$  = Taxa de juro do empréstimo bancário; e,
- $H$  = Horizonte de planeamento, fixo e conhecido.

O modelo termina com um conjunto de rotinas que imprimem os resultados e revelam a estratégia de investimento que permite alcançar o mais elevado valor da riqueza futura líquida.

### 3. VALIDAÇÃO DO MODELO

A validação do modelo é realizada com base em dois critérios. O primeiro critério de validação, validação teórica do modelo, diz respeito à conceptualização do modelo. O segundo critério de validação, validação dos resultados, realiza a comparação do modelo com as características e as práticas das empresas. O objectivo é obter informação adicional que permita verificar se o modelo se comporta de uma forma aceitável e consistente com a prática das empresas.

O primeiro critério de validação, validação teórica do modelo, recorre a testes estatísticos para realizar a verificação do comportamento das variáveis chave do modelo. O objectivo é verificar se estas variáveis se comportam de uma forma aceitável e consistente com os princípios teóricos e as opções enunciadas. Estes testes devem informar sobre os efeitos da opção por determinadas distribuições de probabilidades para representação do comportamento futuro dos indicadores de conjuntura económica. A relação entre as condições de exploração, os cenários de conjuntura económica e o valor das estratégias de investimento também devem revelar-se significativos. Estas variáveis também são significativas para a variabilidade dos fluxos líquidos de tesouraria dos projectos de investimento. A escassez de recursos financeiros e a sua importância para a implementação de estratégias de investimento também deve revelar-se significativa para o valor das estratégias de investimento seleccionadas pelo modelo. Em síntese, os testes estatísticos realizados devem revelar se as variáveis consideradas são estatisticamente significativas para as estratégias de investimento, o que permite justificar a sua integração no modelo e a construção teórica realizada.

O segundo critério de validação, a validação dos resultados, revela se os resultados do modelo são consistentes com a prática das empresas através da comparação dos resultados obtidos pelo modelo com os valores reais das empresas. Este critério inclui a validação das variáveis chave do modelo, produções anuais, preços dos produtos e preços dos factores de produção, as quais são comparadas com os valores reais com o recurso a intervalos de confiança. A validação dos resultados das estratégias seleccionadas pelo modelo deve realizar-se em reuniões com empresários e especialistas dos sectores de actividade.

### 4. CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES

Este trabalho desenvolveu um modelo de simulação para a selecção de estratégias de investimento. O modelo permite a selecção de estratégias de investimento em função de dois objectivos. Para estudar o impacte da conjuntura económica é utilizado um modelo do valor esperado do valor actual líquido unitário. Para estudar os efeitos da atitude dos empresários em relação ao risco

das estratégias é utilizada uma função utilidade exponencial de potência. Os resultados deste modelo identificam estratégias de investimento em função dos fluxos líquidos de tesouraria disponíveis em cada período, da capacidade financeira da empresa e do limite de financiamento externo disponível.

O modelo foi desenvolvido para fornecer uma ampla perspectiva dos efeitos da conjuntura económica sobre as estratégias de investimento. A utilidade do modelo depende da consistência entre a evolução dos objectivos dos empresários e dos pressupostos definidos, bem como das iterações entre a produção e o sistema económico. Estas limitações, embora não coloquem restrições sobre a validade do modelo, permitem a identificação de alguns aspectos que merecem investigação adicional. Ao nível metodológico destacam-se as limitações associadas à perspectiva de abordagem na óptica dos custos, que se caracteriza por desprezar todos os efeitos e os aspectos ligados à procura dos produtos e aos efeitos que as suas variações exercem sobre os preços. Esta limitação pode ser resolvida com a utilização de uma função dual do lucro, a qual permite derivar as funções de oferta dos produtos e de funções de procura dos factores de produção.

Neste trabalho destaca-se o estudo inovador dos efeitos dos cenários económicos sobre as empresas e a integração de uma função translogarítmica num modelo de simulação. Os problemas científicos relacionados com a integração de uma função local num processo de simulação discreta merecem também alguma reflexão adicional. A natureza da forma funcional translogarítmica constitui uma limitação. Esta forma funcional, que representa uma expansão de segunda ordem da série de Taylor em torno da média aritmética, pode produzir resultados menos fidedignos fora deste ponto. Esta limitação pode resolver-se através do recurso a outras formas flexíveis que utilizam aproximações globais como é o caso da forma flexível de Fourier.

Em síntese, espera-se que o modelo desenvolvido contribua para apoiar o processo de selecção de estratégias de investimento, na perspectiva de uma aproximação ao problema, ou como um projecto que não deve terminar aqui, mas sim que deve ser desenvolvido e incrementado para apoiar a gestão financeira e a selecção de estratégias das empresas para o próximo século.

## BIBLIOGRAFÍA

- AISLABIE, Colin, 1992. "Sudden Change in a Model of Small Firm Growth". *Small Business Economics*, 4(4).
- AKRIDGE, Jay and Thomas H. HERTEL, 1986. "Multiproduct Cost Relationship for Retail Fertilizer Plants". *American Journal of Agricultural Economics*, 68(4).
- BACOT, L. Marie, Sandra HARTMAN e Olof H. LUNDBERG, 1992. "Adaptative Strategies and Survival in an Environmant Dominated by Economic Decline". *Journal of Applied Business Research*, 9(1).
- BINSWANGER, H. P., 1974. "A Cost Function Approach to the Measurement of Factor Demand Elasticities of Substitution". *American Journal of Agricultural Economics*, 56(2).
- BOUSSARD, Jean-Marc, 1971. "Time Horizon, Objective Function, and Uncertainty in a Multiperiod Model of Firm Growth". *American Journal of Agricultural Economics*, 53(3).
- BROOKFIELD, David, 1995. "Risk and Capital Budgeting: Avoiding the Pitfalls in Using NPV When Risk Arises". *Management Decision*, 33(8).
- BROWN, Rendall S., D.W. CAVES and L.R. CHRISTENSEN, 1979. "Modelling the Structure of Cost and Production for Multiproduct Firms". *Southern Economic Journal*, 46(1).
- BUSSEY, Linn E., 1978. *The Economic Analysis of Industrial Projects*. Prentice-Wall, Inc., New Jersey.
- CACI, Products Company, 1983. *SIMSCRIPT II.5, Programming Language*. CACI Products Company, California.
- CHANSA- Ngavej, Chuvej, 1989. *Decision Criteria Under Uncertainties in Multiperiod Capital Budgeting*. Ph.D., The Ohio State University. University Microfilms International - Dissertation Information Service, Ann Arbor.
- CHEN, Shimin, 1995. "An Empirical Examination of Capital Budgeting Techniques: Impact of Investment Types and Firm Characteristics". *The Engineering Economist*, 40(2).
- CHO, Dongsae, 1996. "An alternative and Pratical Theory of Capital Budgeting: Stockholder Wealth Maximization Approach". *Mid-Atlantic Journal of Business*, 32(3).

- CHOOBINEH, F. e A. BEHRENS, 1992. "Use of Intervals and Possibility Distributions in Economic Analysis". *Journal of The Operational Research Society*, 43(9).
- DESS, Gregory G. e Donald W. BEARD, 1984. "Dimensions of Organizational Task Environments". *Administrative Science Quarterly*, 29.
- FOSTER, M. John, 1993. "Scenario Planning for Small Businesses". *Long Range Planning*, 26(1).
- GALESNE, Alain, 1981. *Les Décisions Financières de L'Entreprise*. 1<sup>o</sup> Édition, Dunod, Paris.
- HO, Simon S. M. e Richard H. PIKE, 1992. "Adoption of Probabilistic Risk Analysis in Capital Budgeting and Corporate Investment". *Journal of Business Finance & Accounting*, 19(3).
- JAUCH, L. R., R. N. OSBORN e W. F. GLUECK, 1980. "Short-Term Financial Success of Large Business Organizations: The Environment-Strategy Connection". *Strategic Management Journal*, 1.
- LAW, Averill M. e W. David Kelton, 1991. *Simulation Modeling & Analysis*. Second Edition. McGraw-Hill, Inc.
- LOHMANN, Jack R. and Robert V. OAKFORD, 1982. "The Effects of Borrowing on the Rate of Growth of Capital and Risk of Ruin of a Firm". *Journal of Business Finance and Accounting*, 9 (2).
- NEVES, J. C. Carvalho, 1986. *Análise Financeira: Métodos e Técnicas*. Texto Editora.
- PENROSE, Edith T., 1959. *The Growth of Firm*. Basil Blackwell.
- PRESCOTT, J. E., 1986. "Environment as Moderators of the Relationship Between Strategy and Performance". *Academy of Management Journal*, 29.
- RUSSEL, Edward C., 1992. *Building Simulation Models with SIMSCRIPT II.5*. CACI Products Co., USA.
- SAHA, Atanu, 1993. "Expo-Power Utility: A Flexible Form for Absolute and Relative Risk Aversion". *American Journal of Agricultural Economics*, 75(4).
- SILVA, Jacinto Vidigal, 1997. *Avaliação de Estratégias de Crescimento das Empresas do Sector dos Mármore da Região de Évora*. Tese de doutoramento, Universidade de Évora.
- SILVA, Jacinto Vidigal, 1998. "Estratégias Óptimas de Crescimento de Empresas do Sector dos Mármore da Região de Évora". *VIII Jornadas Luso-Espanholas de Gestão Científica*. Universidade Portucalense, Porto.
- SILVA, Jacinto Vidigal and Amílcar SERRÃO, 1996. "Assessment of Stategies for Developing Competitiveness in the Évora Marble Industry of Portugal". *24rd Annual European Association for Research in Industrial Economics Conference*, Aútria.
- SMITH, D. J., 1994. "Incorporating Risk into Capital Budgeting Decisions Using Simulation". *Management Decision*, 32(9).
- TAYLOR, Bernard, 1995. "The New Strategic Leadership - Driving Change, Getting Results". *Long Range Planning*, 28(5).
- THOMPSON, Robert Alvin, 1984. *Dynamic Corporate Investment Decision Analysis*. Ph.D., Georgia Institute of Technology. University Microfilms International - Dissertation Information Service, Ann Arbor.
- THOMPSON, Robert A. and Gerald J. THUESEN, 1985. "Dynamic Investment Criteria for Capital Budgeting Decisions". *The Engineering Economist*, 31(1), Fall.
- WANG, Eric C., 1995. "Factor Substitution Approach to Testing the Time Variations in Production: The Case of Taiwan's Manufacturing". *Applied Economics*, 27.