

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

METODOLOGIA DE DECISÃO MULTICRITERIAL E COLETIVA  
PARA INVESTIMENTOS, EM SITUAÇÕES DE RISCO

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA A UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA

FERNANDO DIAS ALBUQUERQUE

FLORIANÓPOLIS  
SANTA CATARINA - BRASIL  
DEZEMBRO - 1987

METODOLOGIA DE DECISÃO MULTICRITERIAL E COLETIVA  
PARA INVESTIMENTOS, EM SITUAÇÕES DE RISCO

FERNANDO DIAS ALBUQUERQUE

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO  
TÍTULO DE

"MESTRE EM ENGENHARIA"

ESPECIALIDADE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E APROVADA EM SUA FOR  
MA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO.

Prof. Ricardo Miranda Barcia, PhD  
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Francisco Jose Klemann Neto, Dr  
Orientador

Prof. Ricardo Miranda Barcia, PhD

Prof. Álvaro Guilherme Rojas Lezana, M.Sc.

Prof. João Ernesto Escosteguy Castro, M.Sc.

Meus sinceros agradecimentos:

- ao professor Francisco José Kliemann Neto, pela orientação dada no desenvolvimento deste trabalho;
- aos professores Ricardo Barcia, Álvaro Lezana e João Ernesto Castro, pelas sugestões apresentadas;
- ao CNPq, pelo apoio financeiro;
- ao amigo Eduardo Cabral, pelo interesse demonstrado na discussão de alguns tópicos desta dissertação;
- aos primos Jacinto e Cynthia, pelo apoio dispensado em Porto Alegre;
- à Zelita e Margarete, pelo ótimo desempenho na secretaria do Curso.

À meus pais,  
Wellington e Valdete

## RESUMO

O propósito desta dissertação é descrever qualitativamente algumas espécies de riscos capazes de comprometer a aceitabilidade dos projetos de investimentos normalmente desejados pelas empresas, além de propor uma metodologia de decisão coletiva e multicriterial que os leve em consideração na análise de viabilidade, a partir da apreciação subjetiva dos diversos participantes do processo decisório.

Inicialmente são discutidos os fundamentos básicos dos métodos tradicionais de avaliação quantitativa do risco em investimentos e apontadas suas importâncias e limitações. A seguir, é sugerido a inclusão de outros critérios de desejabilidade na análise para que os projetos não sejam avaliados exclusivamente por fatores econômico-financeiros. São mostrados também o processo de geração destes novos fatores, seus correspondentes critérios de desejabilidade e alguns métodos de análise multicriteriais. Posteriormente é feito um estudo qualitativo dos riscos que normalmente ameaçam alguns tipos de projetos, de grande utilidade para os tomadores de decisão na fixação dos novos fatores de avaliação. Finalmente são apresentados os fundamentos da metodologia proposta, abordando os processos de escolha dos vários critérios de desejabilidade, de formação das equipes que os julgarão e de avaliação das alternativas de investimentos disponíveis.

**ABSTRACT**

The purpose of this work is to describe some kinds of risks that can compromise the investment opportunities and also to suggest a collective and multicriteria methodology of decision to be considered in the investment analysis.

The basic supports, the importances and the restrictions of the quantitative risk evaluation methods are discussed. Then, the qualitative description of some risks (the guide to include other criteria in the viability analysis) is done. Afterwards, the generation process of the new evaluation criteria is showed. At last, the general foundations of the proposed methodology are presented: the new criteria choosing, the decision makers group compositions and the alternatives of investments evaluation.

## S U M Á R I O

	pág.
LISTA DE FIGURAS .....	xiii
LISTA DE QUADROS .....	xv
 <b>CAPÍTULO I</b>	
1. INTRODUÇÃO .....	01
1.1. Origem do Trabalho .....	01
1.2. Objetivos do Trabalho .....	02
1.3. Justificativa do Trabalho .....	02
1.4. Estrutura do Trabalho .....	04
 <b>CAPÍTULO II</b>	
2. A INCERTEZA E O RISCO NAS DECISÕES SOBRE PROJETOS DE INVESTIMENTOS .....	06
2.1. Introdução .....	06
2.2. Considerações sobre o Risco e a Incerteza .....	06
2.2.1. Diferenças Básicas entre o Risco e a In <u>certeza</u> .....	06
2.2.2. Fontes Gerais de Risco .....	08
2.2.3. Políticas Gerais para a Administração do Risco .....	10
2.3. Decisores Arriscados e Aversos ao Risco.....	11
2.3.1. Funções de Utilidade.....	13
2.4. Estratégias de Decisão sob Condições de Incerte <u>za</u> .....	16
2.4.1. Regra Maximin .....	17
2.4.2. Regra Maximax .....	18

2.4.3. Regra de Hurwicz .....	18
2.4.4. Regra de Laplace .....	19
2.4.5. Regra de Savage .....	19
2.5. A Diversificação como Meio de Redução dos Riscos.	20
2.6. Conclusão.....	21

### CAPÍTULO III

3. MÉTODOS TRADICIONAIS DE AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO RISCO EM PROJETOS .....	22
3.1. Introdução .....	22
3.2. Métodos Determinísticos Ajustados ao Risco .....	22
3.2.1. Método do Tempo de Recuperação do Capital.	22
3.2.2. Método da Taxa de Desconto Ajustada ao Risco .....	24
3.2.3. Método dos Equivalentes de Certeza .....	26
3.3. Análise de Sensibilidade para as Variáveis Críticas.....	26
3.4. Medidas do Risco pelo Uso de Probabilidades .....	29
3.4.1. Questionamento sobre o Uso de Probabilidades .....	29
3.4.2. Considerações Gerais sobre Valores Esperados, Parâmetros de Dispersão e Correlação de Variáveis.....	31
3.4.3. Utilização de Distribuições de Probabilidade para o Valor Presente de Projetos ..	37
3.4.4. Distribuição de Probabilidades para a Taxa Interna de Retorno de Projetos .....	42
3.4.5. Árvores de Decisão .....	44
3.4.6. A Técnica de Simulação .....	46
3.5. Conclusão.....	48

## CAPÍTULO IV

pág.

4. CONSIDERAÇÃO DE FATORES SUBJETIVOS NA ANÁLISE DE VIABILIDADE DE INVESTIMENTOS .....	50
4.1. Introdução .....	50
4.2. Outros Fatores de Avaliação .....	50
4.3. Fixação dos Fatores de Avaliação de Projetos ...	54
4.3.1. Diferenciação entre os Fatores e Critérios de Avaliação .....	54
4.3.2. Como Gerar Fatores de Avaliação de Projetos .....	55
4.3.3. Desdobramento dos Fatores de Avaliação de Projetos .....	56
4.4. Escolha dos Critérios de Avaliação de Projetos..	57
4.4.1. A Utilidade do Critério para o Decisor...	57
4.4.2. Quantidade de Critérios a serem Considerados .....	58
4.4.3. Consideração de Critérios Subjetivos ....	58
4.4.4. Propriedades Desejáveis para um Conjunto de Critérios .....	58
4.4.5. Critérios Correlatos .....	59
4.5. Os Instrumentos de Análise Multicriterial .....	59
4.5.1. A Função de Utilidade e os Múltiplos Critérios .....	60
4.5.2. A Análise Benefício-Custo .....	63
4.5.3. O Método Electre I .....	64
4.6. Tipos de Análises Possíveis .....	67
4.7. Conclusão .....	68

## CAPÍTULO V

5. ESTUDO QUALITATIVO DOS RISCOS INERENTES AOS PROJETOS.	70
--	----

5.1. Introdução .....	70
5.2. Riscos Relacionados com Projetos Específicos ...	73
5.2.1. Investimentos para Lançamento de um Novo Produto .....	73
5.2.2. Investimentos de Redução de Custos .....	74
5.2.3. Investimentos de Expansão de Mercado ....	75
5.2.4. Investimentos de Reposição .....	76
5.2.5. Investimentos de Saúde e Bem-Estar .....	76
5.2.6. Investimentos Similares Concorrentes ....	77
5.2.7. Investimentos Exigidos por Lei .....	77
5.3. Riscos de Produção e Comercialização .....	78
5.3.1. Riscos Técnicos .....	78
5.3.2. Riscos Sociais .....	80
5.3.3. Riscos de Fornecimento de Matérias - Pri mas .....	82
5.3.4. Riscos de Subcontratação .....	83
5.3.5. Riscos Tecnológicos e de Pesquisa e Desen volvimento .....	85
5.3.6. Riscos de Implantação Comercial .....	87
5.4. Riscos de Informação .....	88
5.5. Riscos Econômico - Financeiros e de Inflação ....	92
5.5.1. Retorno e Risco sobre o Capital Investido.	93
5.5.2. Riscos de Insolvência .....	94
5.5.3. Riscos Bancários .....	97
5.5.4. Riscos de Inflação .....	99
5.6. Riscos de Expansão e Riscos Políticos .....	101
5.7. O Administrador de Riscos e a Análise Global do Risco .....	107
5.7.1. As Funções do Administrador de Riscos ...	107
5.7.2. A Avaliação do Risco Global .....	110
5.8. Conclusão .....	111

CAPÍTULO VI	pág.
6. METODOLOGIA PROPOSTA PARA A CONSIDERAÇÃO DE MÚLTIPLOS CRITÉRIOS .....	112
6.1. Introdução .....	112
6.2. A Formalização da Análise .....	112
6.3. Decisões em Grupos .....	113
6.4. Fundamentos Teóricos da Metodologia Proposta ...	114
6.4.1. Etapas do Processo de Escolha de Crité <u>r</u> ios e Equipes .....	117
6.4.1.1. Estudo Individual das Caracterís <u>t</u> icas dos Projetos .....	117
6.4.1.2. Apreciação Individual de um "Check List" de Critérios .....	117
6.4.1.3. Escolha Pessoal dos Critérios ..	121
6.4.1.4. Obtenção dos Critérios de Con <u>s</u> enso .....	121
6.4.1.5. Definições das Equipes de Avalia <u>ç</u> ão .....	121
6.4.1.6. Determinação dos Pesos de Opinião dos Decisores nas Equipes .....	125
6.4.2. Etapas do Processo de Avaliação das Alter <u>n</u> ativas .....	125
6.4.2.1. Determinação dos Pesos de Consen <u>s</u> o dos Critérios por Alternativa. ....	129
6.4.2.2. Atribuição de Notas aos Crité <u>r</u> ios das Alternativas .....	129
6.4.2.3. Obtenção das Notas Consensuais dos Critérios nas Alternativas..	133
6.4.2.4. Obtenção das Notas Finais das Alternativas .....	134
6.4.2.5. Escolha da Melhor Alternativa ..	135

CAPÍTULO VII	pág.
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	139
7.1. Conclusões .....	139
7.2. Recomendações para Futuros Trabalhos .....	140
BIBLIOGRAFIA .....	142

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
FIGURA 01 - Processo de Gestão dos Riscos .....	12
FIGURA 02 - Loterias para a Construção de uma Função de Utilidade .....	14
FIGURA 03 - Funções de Utilidade para Decisores Cautelosos e Arriscados .....	15
FIGURA 04 - Diversificação em Investimentos Diferentemente Influenciados pela Atividade Econômica Geral .....	20
FIGURA 05 - Análise de Sensibilidade para Variação dos Preços de Venda, Custos de Produção, Vida Econômica e Taxa Mínima de Atratividade ....	28
FIGURA 06 - Curvas de Distribuição de Probabilidades de X e Y .....	34
FIGURA 07 - Ausência de Correlação Linear entre X e Y ..	38
FIGURA 08 - Correlação Linear Negativa entre X e Y .....	38
FIGURA 09 - Correlação Linear Positiva entre X e Y .....	38
FIGURA 10 - Distribuição de Probabilidades dos Fluxos de Caixa .....	40
FIGURA 11 - Distribuição de Probabilidades da Taxa Interna de Retorno dos Investimentos A e B .....	43
FIGURA 12 - Árvore de Decisão para n Cursos de Ação e m Eventos .....	45
FIGURA 13 - Probabilidades de Ocorrência da Variável X..	47
FIGURA 14 - Simulação pelo Processo de Monte Carlo para a Avaliação de Projetos de Investimento ....	49
FIGURA 15 - Fluxograma para Consideração de Fatores Monetários e Não-Monetários na Análise de Investimentos .....	53

FIGURA 16 - Árvore de Decisão e Probabilidades para Avaliar a Melhor Alternativa por Utilidades Esperadas .....	62
FIGURA 17 - Matriz Representativa dos Tipos de Análises Possíveis .....	67
FIGURA 18 - O Plano de Recuperação de Chevalier e Hirsch.	81
FIGURA 19 - Matriz das Oportunidades Comerciais .....	89
FIGURA 20 - Matriz das Competências .....	89
FIGURA 21 - Riscos das Fases de Operação de Exportação..	103
FIGURA 22 - Relações entre Conjunto de Decisores, Critérios e Alternativas .....	116
FIGURA 23 - Etapas do Processo de Escolha de Critérios de Consenso e Equipes de Decisores .....	118
FIGURA 24 - Etapas do Processo de Avaliação das Alternativas.....	128
FIGURA 25 - Equipe Julgadora do i-ésimo Critério Econômico .....	132
FIGURA 26 - Esquema Geral da Metodologia Proposta de Decisão sobre Investimentos .....	137

## LISTA DE QUADROS

	pág.
QUADRO 01 - Efeitos de Erros nas Previsões dos Componentes do Fluxo de Caixa .....	09
QUADRO 02 - Possíveis Alternativas para Construção de uma Barragem .....	33
QUADRO 03 - Custos Totais Anuais Esperados para os Três Tipos de Barragens .....	33
QUADRO 04 - Natureza dos Riscos e Tomada de Decisão ....	72
QUADRO 05 - Riscos em Pesquisa e Desenvolvimento .....	86
QUADRO 06 - Método Creditmen para Análise da Solvência de Empresas .....	96
QUADRO 07 - Ações de um País Hospedeiro contra o Investimento Estrangeiro .....	105
QUADRO 08 - Critérios Utilizados no Método de Haner para a Análise do Risco de Implantação de uma Empresa no Exterior .....	108
QUADRO 09 - Ranking das Funções do Administrador de Riscos .....	109
QUADRO 10 - Exemplos de Critérios Econômicos, Financeiros, Operacionais, Estratégicos e Externalidades .....	120
QUADRO 11 - Escolha Individual dos Critérios pelos Decisores .....	122
QUADRO 12 - Obtenção dos Critérios de Consenso .....	123
QUADRO 13 - Escolha Pessoal dos Decisores para Avaliar os Critérios de Consenso .....	124
QUADRO 14 - Definição das Equipes que Avaliarão os Critérios de Consenso .....	126

QUADRO 15 - Determinação dos Pesos de Opiniões dos <u>Deci</u> sores nas Equipes .....	127
QUADRO 16 - Determinação dos Pesos de Consenso dos Crité <u>r</u> ios Escolhidos, por Alternativas .....	130
QUADRO 17 - Formação das Notas Finais das Alternativas..	136

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Origem do Trabalho

Dentro de uma organização empresarial, qualquer que seja o seu ramo de atividade, as decisões de investimentos são consideradas as mais importantes porque afetam todos os aspectos do negócio. A sobrevivência de uma organização exige alocações de capital em empreendimentos voltados à maximização de seu valor e à formação de fundos aplicáveis em novos projetos, de acordo com seu próprio "princípio de continuidade". Para consegui-lo, no entanto, os administradores devem estar preparados com conhecimentos gerenciais satisfatórios, aplicáveis no instante da tomada de decisões. Outro importante fator a considerar nas decisões de investimentos é o constante aumento do volume de capital necessário à implantação e expansão das empresas, justificado pela tendência atual de constituírem-se verdadeiros complexos organizacionais.

O sucesso da aplicação de capital em projetos de investimentos traz benefícios não somente à organização que o realiza, mas também ao seu próprio "ecossistema", criando vantagens diretas e indiretas à sociedade. A dinâmica empresarial se desenvolve em ambiente de alta competitividade (no campo privado) e de escassez de recursos (nos campos público e privado), o que praticamente torna obrigatório que o capital seja bem empregado. O êxito de determinado projeto, contudo, não depende apenas da ocorrência de valores previstos para receitas,

custos, vida econômica, taxas de inflação e mínima atratividade, mas também de vários outros fatores. Dessa forma, torna-se evidente a importância da avaliação completa de todas as espécies de riscos por parte do investidor antes da implementação do projeto. Ela é uma importante ferramenta, muitas vezes indispensável à boa gestão dos recursos financeiros da empresa.

A superficialidade das abordagens sobre a análise do risco de projetos observada na maior parte da literatura consultada motivou a realização deste trabalho.

## 1.2. Objetivos do Trabalho

São três os objetivos básicos deste trabalho:

- i) Fazer uma rápida abordagem dos métodos e técnicas quantitativas mais utilizadas na avaliação do risco em investimentos, indicando seus domínios de aplicação e suas limitações
- ii) Realizar um estudo qualitativo das várias classes de riscos a que determinados projetos estão expostos, procurando levar os tomadores de decisão a considerarem outros critérios de desejabilidade na análise e, finalmente,
- iii) Apresentar uma metodologia de avaliação de investimentos que seja multicriterial e coletiva, com o maior número e diversidade possível de decisores julgando alternativas sob vários critérios.

## 1.3. Justificativa do Trabalho

As abordagens de riscos encontradas na literatura

são, em sua maioria, estudos de aplicação de métodos consagrados em situações específicas. São obras que tratam o risco de investimentos numa forma puramente quantitativa pela utilização de métodos probabilísticos, imaginando distribuições para as variáveis dos projetos.

As classes de risco que ameaçam as empresas e seus projetos são bastante variadas. Uma grande empresa privada, por exemplo, pode estar exposta a determinada classe e intensidade de riscos que muitas vezes não atingem uma empresa pública ou uma micro-empresa. Da mesma forma, de acordo com as características de cada projeto, existirão riscos causados por fatores os mais diversos possíveis.

Uma decisão decorrente de uma análise de riscos mal elaborada pode trazer sérias conseqüências a uma empresa, principalmente se o projeto exigir grandes somas de investimentos e a expectativa de ganhos for muito superior aos ganhos reais. O estabelecimento de valores pessimista, mais provável e otimista para valores de receita, por exemplo, deve ser feito conhecendo-se a posição concorrencial e a fatia de mercado da empresa. Um estudo qualitativo dos riscos voltado para o tipo de empresa e para a natureza do projeto evitaria uma super ou subavaliação destes valores que, sem dúvida alguma, alteraria sua real desejabilidade.

Como pode ser notado, este estudo mais profundo das espécies de risco objetiva dar garantias extras aos decisores de que suas posições conservadora ou arriscada não estão camufladas nos valores estimados para os fluxos de caixa.

Desconhecendo o ambiente em que está inserido, o empreendedor correria o risco de "ignorar vários fatores de riscos". Uma metodologia de análise que considere simultanea

mente múltiplos critérios reduziria consideravelmente este problema.

#### 1.4. Estrutura do Trabalho

Além deste capítulo, este trabalho é composto de mais outros seis.

No próximo capítulo são feitas considerações sobre a incerteza e o risco, procurando diferenciá-los entre si e identificar seus agentes causadores. São discutidos também os possíveis comportamentos dos decisores em relação ao risco e algumas estratégias simples de decisão sob completa incerteza.

No terceiro capítulo são discutidos rapidamente os fundamentos dos métodos tradicionais de avaliação quantitativa do risco em projetos, procurando relacionar suas aplicações e limitações. É também questionado o uso de probabilidades nos modelos de análise, pela observação de parâmetros como o valor esperado e a variância.

O capítulo seguinte sugere a consideração de outros critérios de desejabilidade na análise. Para tal, são mostrados o processo de geração de novos fatores e os correspondentes critérios, além de alguns métodos de análise multicritérios.

O capítulo cinco, por sua vez, procura identificar possíveis espécies de riscos capazes de afetarem os mais variados projetos e empresas, abrindo caminho para a inclusão de outros critérios na análise.

No sexto capítulo é proposta a metodologia de análise

lise de viabilidade de investimentos considerando múltiplos critérios avaliados por equipes de decisores heterogêneas.

O último capítulo inclui algumas observações a respeito da metodologia proposta e sugestões para trabalhos futuros.

## CAPÍTULO II

### 2. A INCERTEZA E O RISCO NAS DECISÕES SOBRE PROJETOS DE INVESTIMENTOS

#### 2.1. Introdução

Inicialmente é importante lembrar que o termo "investimento" pode se referir tanto às aplicações de recursos feitos pela empresa em ativos operacionais objetivando a realização de lucros por muitos períodos, como também à compra de ações, debêntures ou outros papéis. Neste trabalho será dada atenção especial aos riscos próprios dos investimentos de produção, relacionados de alguma forma com a atividade principal da empresa.

Outro importante aspecto que não deve ser esquecido é a relação de proporção direta entre o risco incorrido e o retorno desejado pelos investidores: quanto mais arriscado for o investimento, maior deverá ser o retorno para justificar a realização deste investimento. Isto explica a necessidade de se conhecer com precisão o risco associado ao investimento para analisar-se sua viabilidade.

#### 2.2. Considerações sobre o Risco e a Incerteza

##### 2.2.1. Diferenças básicas entre o risco e a incerteza

Alguns autores consideram os termos risco ou incerteza como representativos do desconhecimento dos fatos futuros que influenciam os projetos, sem qualquer distinção. Outros,

no entanto, procuram diferenciá-los considerando o grau de conhecimento disponível na análise, para estes mesmos fatos.

Casarotto e Kopittke<sup>(5)</sup>, dentre outros, citam que uma análise é feita sob condições de incerteza quando o conhecimento sobre os dados de entrada (informações) é muito reduzido. Se, por outro lado, podem ser estabelecidas distribuições de probabilidades para estes dados a análise seria sob condições de risco.

De acordo com Bierman e Smidt<sup>(2)</sup> os termos "risco" e "incerteza" são usados indiferentemente em situações onde não se pode estabelecer um conjunto de fluxos de caixa único para um investimento particular.

Para De Garmo, Canada e Sullivan<sup>(11)</sup> há risco quando houver possibilidades de ocorrerem variações entre valores acontecidos e valores anteriormente estimados para os projetos, em virtude de causas aleatórias. Para estes mesmos autores, a incerteza estaria mais relacionada com os próprios erros de elaboração das estimativas, seja por inabilidade, por insuficiência de informações ou pela desconsideração de alguns fatores intervenientes nas mesmas.

Uma interessante diferenciação para riscos e incerteza é apresentada por Merret e Sykes<sup>(28)</sup>: os riscos seriam próprios de situações em que fosse possível uma prevenção contra seus efeitos (por exemplo, riscos de incêndios, roubos ou mortes) baseadas na experiência ou acontecimentos passados; a incerteza, por sua vez, estaria envolvida nas situações em que a empresa não tivesse qualquer tipo de conhecimento, como o futuro político de determinado país em que pretendesse implantar uma subsidiária.

Como pode ser notado, as considerações sobre risco

e incerteza são algumas vezes feitas indistintamente e quase sempre voltadas para uma única causa ou "fonte de riscos": erros ou desvios nas estimativas. Neste trabalho, considerar-se-á uma situação de risco quando houver suficiente conhecimento a respeito das variáveis dos projetos, que permita estimar (objetiva ou subjetivamente) suas probabilidades de ocorrência. As situações de incerteza serão caracterizadas pelo desconhecimento das chances de ocorrência destas variáveis.

No Capítulo 5 procurar-se-á discutir os vários tipos de risco próprios a cada investimento a serem considerados, juntamente com as incertezas avaliadas pelo "feeling" de cada decisor numa metodologia (proposta no capítulo 6), objetivando reduzir seus efeitos na tomada de decisões.

### 2.2.2. Fontes gerais de risco

As fontes causadoras dos riscos são muitas e bem variadas, de forma que seria impossível discutí-las completamente. Contudo, normalmente são lembradas:

- i) erros nas estimativas das variáveis dos fluxos de caixa;
- ii) tipo de investimento;
- iii) mudanças no ambiente externo da empresa;
- iv) erros de análise.

A primeira fonte de risco pode estar associada à possível inexatidão ou carência dos dados utilizados na previsão dos componentes dos fluxos de caixa. Se, por exemplo, as estimativas para as vendas são baseadas em uma pesquisa de mercado adequada, ao invés de em meras suposições, provavelmente elas serão confiáveis. No quadro 1 são relacionados os possíveis efeitos de erros na previsão dos componentes do fluxo

de caixa para um investimento numa indústria química nos Estados Unidos, de acordo com Solomon<sup>(36)</sup>. Como pode ser observado, quanto pior for a classificação da previsão do prognóstico (2<sup>a</sup> coluna) e mais significativos os efeitos de seus erros (3<sup>a</sup> coluna), maiores são os riscos envolvidos com os componentes do fluxo de caixa.

COMPONENTE DO FLUXO DE CAIXA	POSSÍVEL PRECISÃO DO PROGNÓSTICO	EFEITO DO POSSÍVEL ERRO DE PREVISÃO
Custo do Investimento Fixo	Boa	Importante
Capital de Giro	Regular	Importante
Período de Construção	Boa	Limitado
Despesas de Posta em Marcha	Regular	Médio
Volume de Vendas	Deficiente	Importante
Preço do Produto	Deficiente	Importante
Custos durante a vida do Projeto	Boa (diretos) Regular (gerais)	Importante
Vida Econômica	Deficiente	Médio
Vida Depreciável	Boa	Médio
Valor Residual	Deficiente	Limitado

QUADRO 1 - EFEITOS DE ERROS NAS PREVISÕES DOS COMPONENTES DO FLUXO DE CAIXA

Fonte: Solomon, Morris. J. (36), Análise de Projetos, pág 135.

Os métodos tradicionais de avaliação do risco em projetos limitam-se a considerar apenas esta fonte de risco, conforme será visto no capítulo seguinte.

A segunda fonte de risco, que diz respeito ao tipo de projeto envolvido, é bastante óbvia, pois não é difícil acei

tar que determinadas linhas de negócios são notoriamente mais instáveis que outras. Projetos de natureza arriscada como os de extração mineral ou de tecnologia de ponta (sem passado histórico) são, em geral, mais arriscados que simples empreendimentos no comércio varejista. Ao próprio tipo físico das instalações e aos equipamentos envolvidos existem diferentes riscos associados: investimentos em tornos simples e de aplicações bem gerais são menos arriscados que em tornos altamente sofisticados e de utilização específica. Da mesma forma, é mais difícil estimar a vida útil e a obsolescência de máquinas eletrônicas de processamento de dados do que a de uma frota de caminhões, devido principalmente às constantes inovações tecnológicas.

As mudanças ocorridas no ambiente externo são também consideradas como fontes de riscos, pois podem invalidar todas as informações retiradas da experiência passada em projetos similares.

A última fonte de risco, causada por possíveis erros de análise, pode decorrer de falta de conhecimento do processo tecnológico envolvido no aspecto operacional, da tendência dos dados utilizados ou ainda do modelo utilizado para indicar a aceitabilidade ou não do projeto em questão. Com relação a este último aspecto, vale lembrar que os modelos de análise de viabilidade devem englobar os riscos do maior número de fontes possível, não se limitando a considerar aqueles decorrentes dos desvios ocorridos entre valores previstos e acontecidos para algumas poucas variáveis.

### 2.2.3. Políticas gerais para a administração do risco

Vários esforços podem ser empregados para tornar o problema da incerteza e do risco. Estes esforços qua

se sempre buscam anular ou reduzir as fontes de risco vistas anteriormente, e entre eles pode citar-se:

- 1 - utilização de previsões mais precisas, reduzindo os erros cometidos nas estimativas. No entanto, por melhores que sejam as previsões, a incerteza e o risco na maioria das vezes nunca são eliminados por completo;
- 2 - escolha de maiores taxas mínimas de aceitação de projetos, funcionando como um estimulante para que os riscos existentes sejam assumidos;
- 3 - aumento do número de informações prioritárias à tomada de decisões, obtidas pelo conhecimento profundo das ameaças e características do projeto;
- 4 - diversificação em investimentos que sejam afetados diferentemente pela atividade econômica.

Na realidade, a tentativa de eliminação ou de redução dos riscos é apenas parte de um processo mais geral de gestão, esquematizado por Chevalier e Hirsch<sup>(7)</sup> na forma do fluxograma da figura 1.

### 2.3. Decisores Arriscados e Aversos ao Risco

Diferentes investidores (decisores) podem ter diferentes comportamentos relativamente ao risco. Um decisor é dito arriscado quando ele realiza um investimento onde as suas chances de maiores ganhos são muito pequenas, mas proporcionam grandes retornos, sendo o valor esperado final normalmente negativo. Contrariamente, um decisor averso ao risco assume posição mais cautelosa, preferindo ganhos certos (menores) a possíveis perdas significativas. A descrição das preferências

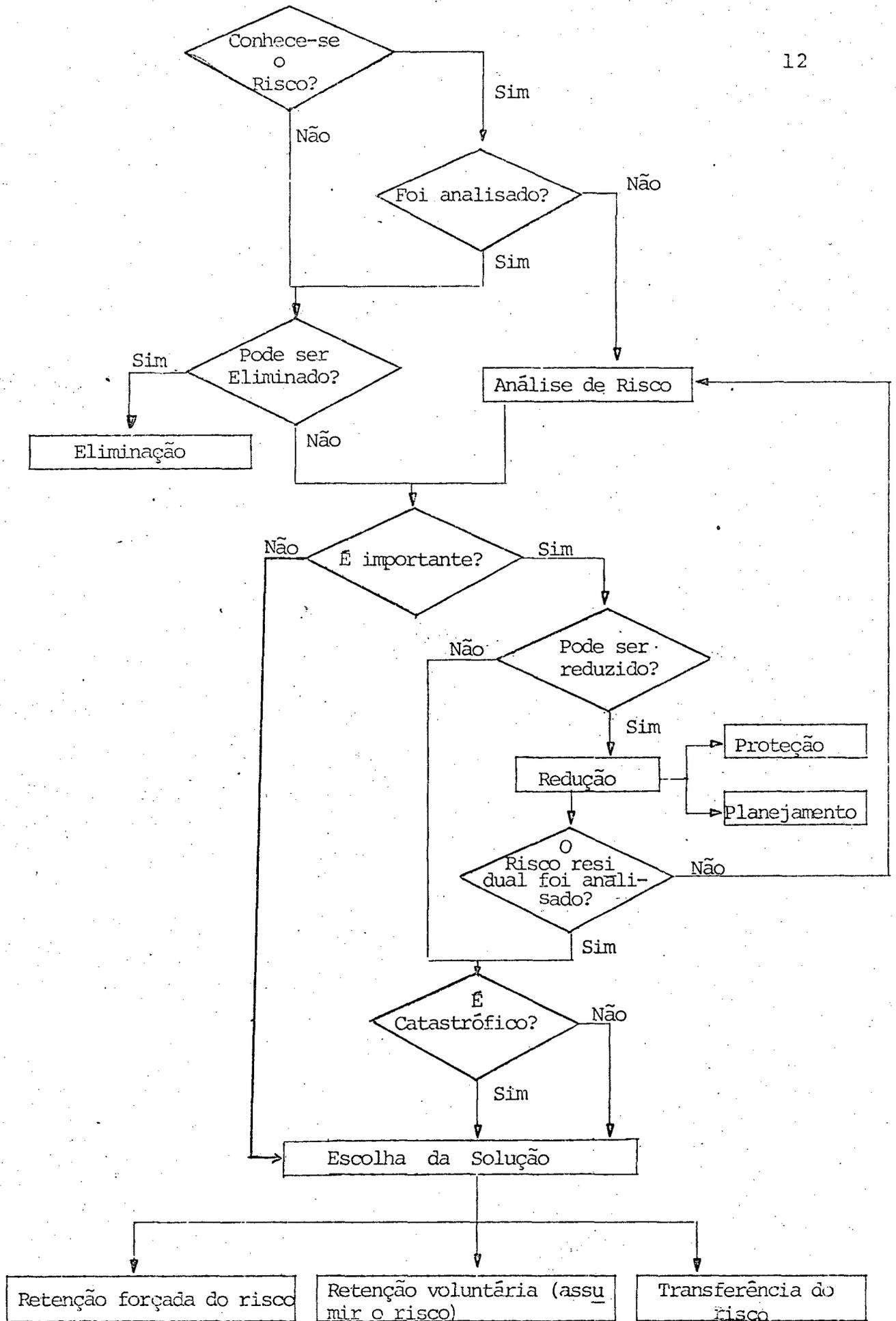


FIGURA 1 - PROCESSO DE GESTÃO DOS RISCOS. (1)

(1) Adaptado de Chevalier, A. & Hirsch, G. (7), Le Risk Management, pág.11.

de risco de um investidor é feita por sua Função de Utilidade e será discutida a seguir.

### 2.3.1. Funções de Utilidade

As funções de utilidade atribuem um grau de de<sub>sejabilidade</sub> ou preferência do decisor por um certo volume de ganhos, ou seja, procuram fornecer um estrutura formal para me<sub>dir</sub> o valor subjetivo destes ganhos numa dada situação. Desta forma, é uma maneira razoável de refletir a posição de uma pes<sub>soa</sub> frente ao risco.

Algumas observações merecem ser feitas sobre o uso de funções de utilidade:

i) Quando o decisor toma individualmente suas pró<sub>prias</sub> decisões, não é necessário para ele determinar sua fun<sub>ção</sub> de utilidade; por outro lado, se o executivo de uma empre<sub>sa</sub> desejasse uma orientação de seus subordinados para uma de<sub>terminada</sub> decisão arriscada, o conhecimento por parte destes de sua curva de utilidade seria de grande importância.

ii) A construção de uma função de utilidade de um grupo de decisores dependeria de suas atitudes frente ao risco, de seus poderes de barganha e de suas forças políticas. Dessa forma, é fácil perceber que a função resultante não mediria in<sub>tegralmente</sub> as preferências de nenhum decisor individual.

iii) Um decisor pode mudar suas preferências pelo ris<sub>co</sub> quando são alteradas as circunstâncias das situações que envolvem o problema. Isto explica a necessidade de uma empresa mudar seus conceitos de utilidade quando ela cresce e modifica alguns de seus objetivos (a função utilizada em um projeto po<sub>de</sub> estar desatualizada para os seguintes).

De acordo com Von Neumann e Morgenstein, para a construção de uma função de utilidade pode-se utilizar as respostas dadas por um decisor sobre suas preferências entre duas possíveis loterias imaginárias (Figura 2). A primeira ofereceria duas quantias diferentes com 50% de chances de ganho cada uma. A segunda ofereceria um outro valor com 100% de chances tal que o decisor ficasse totalmente indiferente na escolha entre as duas loterias. Isto é, ambas seriam igualmente úteis à ele.

Se o decisor arbitrasse dois valores de utilidade quaisquer aos ganhos ofertados pela primeira loteria ( $U(G_1)$  para  $G_1$  e  $U(G_3)$  para  $G_3$ ), a utilidade para o ganho da segunda loteria,  $G_2$ , seria obtido considerando a mesma "utilidade esperada" de acordo com a equação [1] :

$$U(G_2) = 0,5 U(G_1) + 0,5 U(G_3) \quad [1]$$

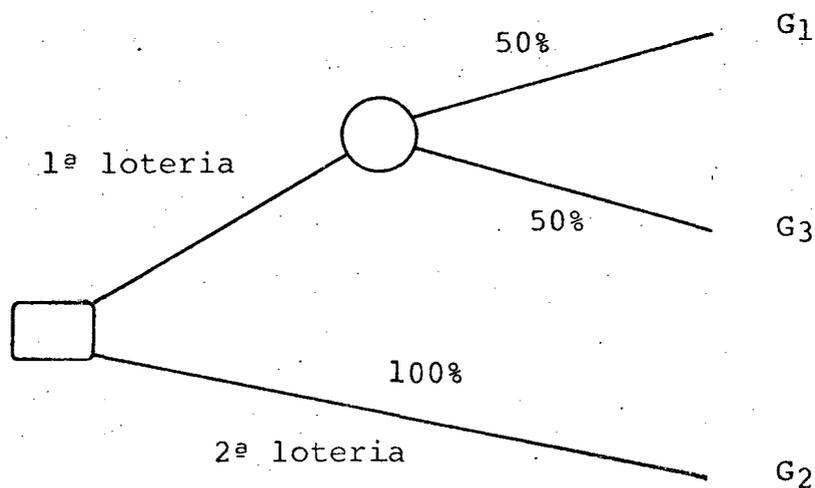


FIGURA 2: LOTERIAS PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA FUNÇÃO DE UTILIDADE

O processo pode ser continuado, de forma a obter-se mais pontos para a construção da curva de utilidade. Depois de terem sido determinadas as medidas de utilidade para outras situações de ganho ou de perda, as preferências do decisor

podem ser plotadas num gráfico.

O levantamento desses gráficos mostra que a maioria das pessoas tem uma curva de utilidade marginal decrescente, pois à medida que crescem as somas das apostas, o valor de utilidade para cada incremento monetário decresce. Pode-se notar também que em seu final negativo a curva tende a ser vertical, refletindo a aversão desse tipo de decisor a grandes perdas. Esta função clássica de utilidade está representada em traço cheio no gráfico da figura 3.

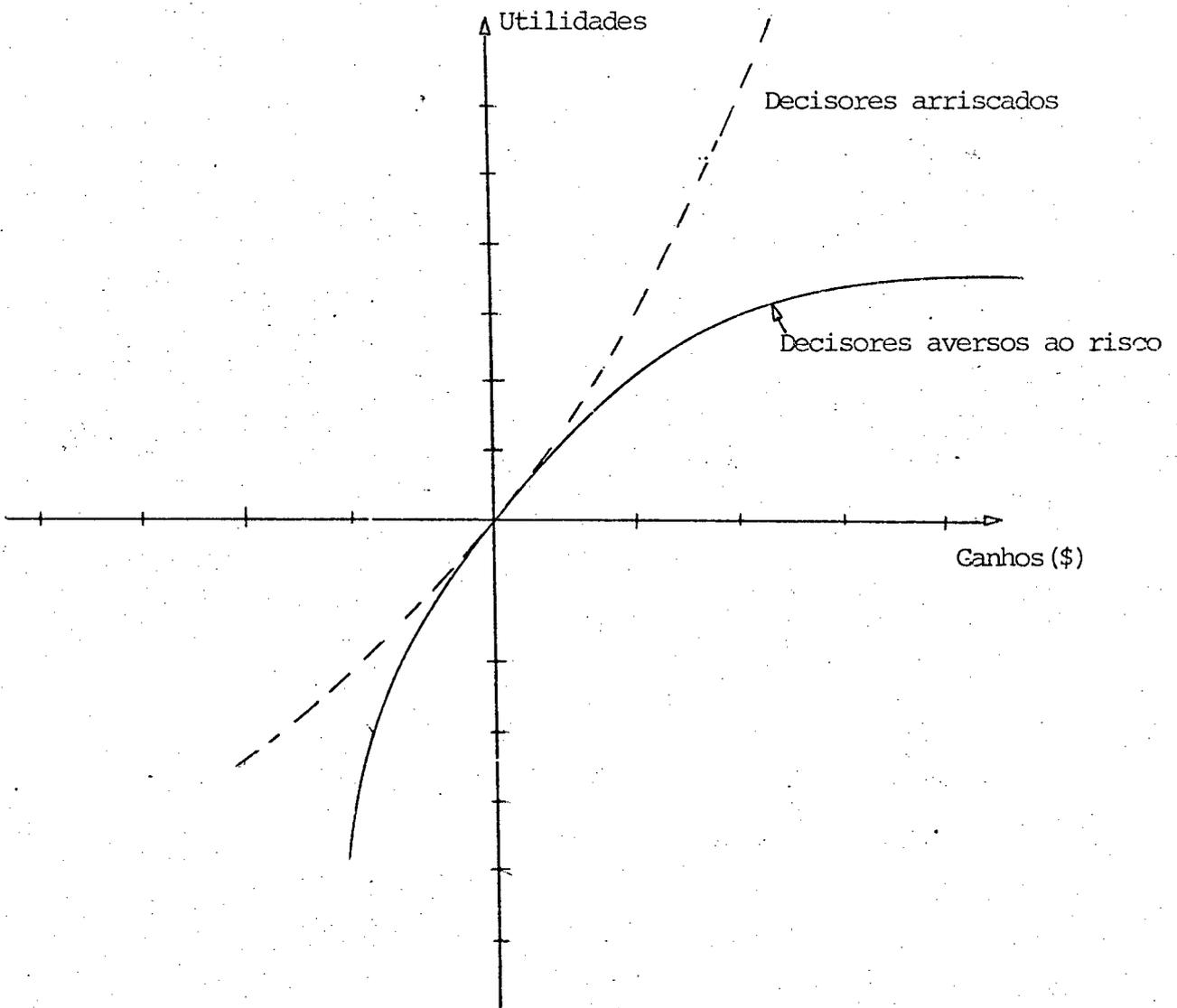


FIGURA 3 - FUNÇÕES DE UTILIDADE PARA DECISORES CAUTELOSOS E ARRISCADOS (2)

(2) Adaptado de Merret, A.J. e Sykes, A. (28), The Finance and Analysis of Capital Projects, pág. 192.

Na mesma figura, a curva tracejada representa a curva de utilidade de um decisor arriscado, de características bem contrastantes.

É importante salientar que o conceito de utilidade não tem significado absoluto e que a escala arbitrada não é linearmente proporcional. Desta forma, não podemos dizer que uma quantia de 8 utilidades é o dobro de uma quantia de 4 utilidades.

A teoria da utilidade, como foi vista, não é na verdade um instrumento único e poderoso de decisão mas sim uma importante ferramenta que considera as percepções subjetivas dos decisores para o risco.

#### 2.4. Estratégias de Decisão sob Condições de Incerteza

A seguir, serão vistos algumas regras de decisão em situações de incerteza. São mecanismos voltados a fornecer uma estrutura lógica para a decisão por determinada estratégia, quando existem várias situações possíveis cujas probabilidades de acontecimento são totalmente desconhecidas. Por exemplo, as estratégias poderiam estar relacionadas com o tamanho da fábrica a ser construída num projeto e as situações poderiam ser os possíveis estados mercadológicos. Desta forma, para cada combinação de estratégia com situação (tamanho da fábrica com estado mercadológico) haveria um valor presente diferente para o projeto.

Supondo que existam  $n$  estratégias e  $m$  situações possíveis, existirão  $m.n$  combinações que podem ser dispostas na forma da seguinte matriz:

		Situações			
		$S_1$	$S_2 \dots \dots \dots S_j \dots \dots \dots S_m$		
Estratégias	$E_1$	$C_{11}$	$C_{12} \dots \dots \dots C_{1j} \dots \dots \dots C_{1m}$		
	$E_2$	$C_{21}$	$C_{22} \dots \dots \dots C_{2j} \dots \dots \dots C_{2m}$		
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		
	$E_i$	$C_{i1}$	$C_{i2} \dots \dots \dots C_{ij} \dots \dots \dots C_{im}$		
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		
	$E_n$	$C_{n1}$	$C_{n2} \dots \dots \dots C_{nj} \dots \dots \dots C_{nm}$		

O termo  $C_{ij}$  indica o resultado da combinação (valores presentes) quando a  $i$ -ésima estratégia é escolhida e acontece a  $j$ -ésima situação, sem que sejam conhecidos quaisquer tipos de probabilidade.

A decisão pelas estratégias poderá ser feita pela minimização dos valores de perdas, pela maximização dos ganhos ou pela minimização do arrependimento por não se ter escolhido a melhor estratégia. Como pode ser visto, a forma de decisão depende basicamente do carácter otimista (arriscado) ou pessimista (conservador) do decisor.

A seguir, descrever-se-á sucintamente as principais formas de decisão para situações de incerteza. Para efeito de exemplo, as combinações  $C_{ij}$  serão consideradas como valores presentes do investimento.

2.4.1. Regra Maximin: Estabelece que deve ser escolhida a estratégia que apresentar o maior valor presente mínimo. É uma regra bastante pessimista pois considera a hipótese de acontecerem os piores (mínimos) valores presentes para o investimento.

Ela busca a  $i$ -ésima estratégia tal que:

$$\max_i (\min C_{ij}) \quad i=1, \dots, n \text{ e } j=1, \dots, m. \quad [2]$$

2.4.2. Regra Maximax: É uma regra essencialmente otimista pelo fato de considerar a hipótese de ocorrerem os melhores (máximos) valores presentes para as estratégias de investimento. Esta regra indica a estratégia que proporcione o maior destes valores presentes máximos, isto é:

$$\max_i (\max C_{ij}) \quad i=1, \dots, n \text{ e } j=1, \dots, m. \quad [3]$$

2.4.3. Regra de Hurwicz: Ela estabelece um meio termo entre o otimismo e o pessimismo das regras anteriores. O seu princípio é baseado num índice de otimismo e num correspondente índice de pessimismo  $(1-\alpha)$ . Para cada estratégia é considerada uma função  $H(E_i)$  dada por:

$$H(E_i) = \alpha [\max (\max C_{ij})] + (1-\alpha) [\max (\min C_{ij})]$$

$$\text{para } j=1, \dots, m \quad [4]$$

Esta função  $H(E_i)$  estabelece, para cada estratégia  $i$ , um valor presente que dependerá do índice de otimismo do decisor.

De fato, se  $\alpha=0$  recai-se na situação de completo pessimismo visto anteriormente pela regra maximin, que resulta em  $H(E_i) = \max (\min C_{ij})$ . Da mesma forma, se  $\alpha=1$  recair-se-á na situação de completo otimismo da regra maximax, com  $H(E_i) = \max (\max C_{ij})$ .

O decisor estabelecerá então o quanto se considera

otimista, empregaria o seu índice na fórmula [4] para as várias estratégias e escolheria a que apresentasse maior valor presente.

2.4.4. Regra de Laplace: Esta é bem mais simples, pois considera que todas as situações possíveis têm mesma probabilidade de ocorrência. Assim, por esta regra, a estratégia escolhida será aquela que maximize o valor presente esperado, ou seja:

$$\max_i \sum_{j=1}^m C_{ij} \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n \quad [5]$$

2.4.5. Regra de Savage: Ela se utiliza da idéia de minimizar o maior dos arrependimentos decorrentes da eventual não escolha da melhor alternativa, dado que tenha ocorrido a j-ésima situação. Não deixa de ser uma mera aplicação da regra minimax sobre uma matriz de arrependimentos.

Assim, na situação onde os  $C_{ij}$  representam valores presentes, procurar-se-á a estratégia que:

$$\min_i (\max_j (C_j^* - C_{ij})) \quad \text{para } i = 1, \dots, n \quad \text{e } j = 1, \dots, m \quad [6]$$

onde  $C_j^*$  representa o maior valor presente possível (dentre as estratégias) quando a j-ésima situação acontece. O termo  $(C_j^* - C_{ij})$  é justamente o arrependimento de ter escolhido a estratégia que fornece  $C_{ij}$  e não  $C_j^*$ .

A regra de Savage tem o inconveniente de indicar outra estratégia ótima quando novas estratégias são incluídas ou

excluídas. Por esta razão, seu uso é muitas vezes questionado.

## 2.5. A Diversificação como Meio de Redução dos Riscos

A diversificação tem sido a solução encontrada por muitas empresas para reduzirem as ameaças das várias espécies de risco. Ela pode ser dirigida a três grandes domínios: a diversificação da produção, a diversificação por exportações e a diversificação multinacional.

Existem duas estratégias possíveis para diversificar a produção. A primeira consiste em procurar investimentos que sejam afetados diferentemente pelas mudanças na atividade econômica em geral. A redução ou eliminação do risco por esta estratégia pode ser visualizada pelos gráficos da figura 4.

O investimento A apresenta valor presente positivo quando a economia do país é próspera, e negativo, em períodos de depressão. O investimento B, por sua vez, é influenciado pela economia de modo exatamente oposto. Pode-se notar que adotar única e individualmente um dos dois investimentos implica ficar exposto a riscos. No entanto, se o novo investimento A+B é considerado, o risco é eliminado (ou, ao menos, minimizado).

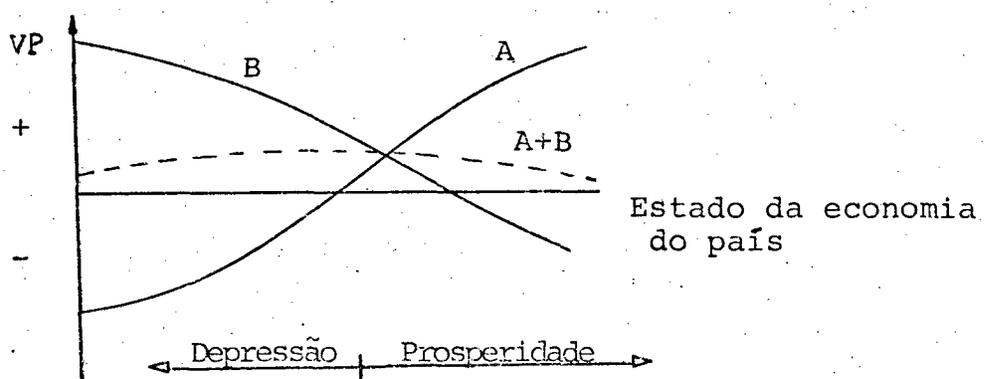


FIGURA 4 - DIVERSIFICAÇÃO EM INVESTIMENTOS DIFERENTEMENTE INFLUENCIADOS PELA ATIVIDADE ECONÔMICA GERAL (3)

(3) Adaptado de Bierman, H. e Smidt, S. (2), The Capital Budgeting Decision, págs. 205 e 206.

A outra estratégia de diversificação da produção consiste em aumentar o número de investimentos similares, considerados estatisticamente independentes. Bierman e Smidt (2) citam o exemplo dos investimentos em poços petrolíferos. Se todo um volume de capital for investido em um único poço com 50% de chances de êxito, o risco de perda quase total do capital investido é considerável. Mas se este capital fosse investido em 25% de quatro poços idênticos e independentes com as mesmas 50% de chances de êxito, a probabilidade de perda quase total será de apenas  $(0,5)^4 = 0,0625$ , ou 6,25%, representativa de um risco bem menor.

A segunda possibilidade (diversificação voltada às exportações) objetiva livrar a empresa de ser o reflexo de uma única economia. Quando suas vendas são repartidas entre vários mercados, elas estão garantidas por um conjunto de economias distintas mais ou menos independentes.

Finalmente, a diversificação multinacional liberta a empresa de muitos dos efeitos das flutuações do mercado doméstico além de garantir-lhe maior flexibilidade.

## 2.6. Conclusão

Os projetos de investimentos são baseados em hipóteses possuidoras de graus de incerteza próprias que, em conjunto, podem multiplicar-se. Compreender a incerteza e todas as espécies de riscos implica em tomar decisões mais corajosas sobre os investimentos, não ameaçando a saúde empresarial e nem desperdiçando boas oportunidades.

No capítulo seguinte serão abordados os métodos tradicionais de avaliação de projetos cujas atenções são quase todas voltadas aos riscos de desvios nas previsões das variáveis dos fluxos de caixa.

## CAPÍTULO III

### 3. MÉTODOS TRADICIONAIS DE AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO RISCO EM PROJETOS

#### 3.1. Introdução

Em virtude do risco e incerteza estarem presentes em quase todas as formas de investimentos, os métodos e técnicas que consideram as diversas variáveis do fluxo de caixa como sendo totalmente determinísticas mostram-se de pouca aplicabilidade prática.

Neste capítulo será feita uma breve descrição dos métodos mais conhecidos de análise de viabilidade de projetos sob condições de risco. Alguns são bastante simples pois derivam de métodos determinísticos consagrados com uma compensação para o risco. Outros são mais complexos, já que supõem distribuições de probabilidades para os componentes do fluxo de caixa e avaliam o investimento pelo valor esperado e pela variância de um critério de desejabilidade, como o valor presente ou a taxa interna de retorno.

#### 3.2. Métodos Determinísticos Ajustados ao Risco

##### 3.2.1. Método do tempo de recuperação do capital

Este método procura analisar o risco do investimento pela observação do tempo  $t_p$  (tempo de "payback") necessário

rio para que os fluxos de caixa líquidos  $F_t$ , descontados à taxa zero, recuperem o capital investido  $I$ . Desta forma, o tempo de recuperação  $t_p$  deve ser tal que a seguinte equação seja satisfeita:

$$\sum_{t=1}^{t_p} F_t = I \quad [7]$$

As duas maiores deficiências do "método payback", da forma em que usualmente é aplicado, é não fazer qualquer referência ao custo do dinheiro envolvido e nem ao ritmo em que o capital inicial é recuperado. Com referência a este segundo aspecto, podem haver dois projetos com 4 anos de payback e riscos totalmente diferentes de forma que em um deles o capital seja recuperado normalmente ao longo dos 4 anos e no outro projeto, apenas nos dois últimos anos. Se ambos fossem interrompidos no segundo ano, um deles teria recuperado "metade" de seu capital e o outro praticamente nada.

Outra deficiência deste método é na questão de considerar ou não o período pré-produtivo (ou gestação) no tempo de recuperação do capital, uma vez que os riscos mais significativos podem ocorrer no período pré-produtivo e não no período de operações.

Como pode ser notado, este método mede indiretamente o risco de imprecisões nas previsões sobre os fluxos de caixa. Assim, se o tempo de "pay-back" for pequeno, os erros de previsão (que normalmente são mais acentuados para os períodos de tempo mais afastados da data zero) não afetarão significativamente a viabilidade mínima do projeto, ocorrendo o contrário quando o tempo de "pay-back" for muito grande.

Talvez a sua maior aplicabilidade seja em investimento sujeitos a instabilidades políticas (como uma revolução ou guerra civil) onde toda a atividade do negócio possa ser interrompida. Outros riscos semelhantes que podem ser medidos por este método são os riscos de nacionalização ou expropriação sem indenização ou os riscos de obsolescência proporcionada pelo rápido progresso técnico da concorrência.

### 3.2.2. Método da taxa de desconto ajustada ao risco

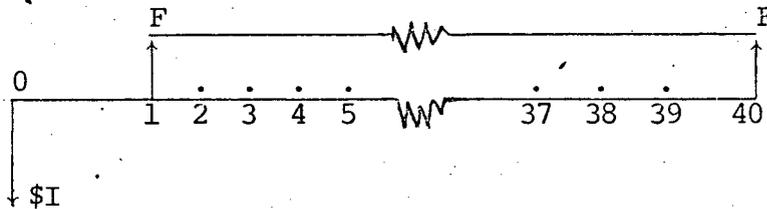
Por este método procura-se aumentar a taxa de desconto " $i_d$ " dos fluxos de caixa futuros, somando à taxa pura de juros " $i_j$ " (mínima atratividade do investidor) um prêmio de risco " $i_r$ ". O valor presente do investimento  $I$ , de fluxos  $F_t$  a cada período  $t$  e vida de  $n$  períodos seria obtido pela fórmula:

$$VP = -I + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i_d)^t} \quad [8]$$

$$e \quad i_d = i_j + i_r \quad [9]$$

O fato de que a maioria dos investidores desejam um maior retorno para os investimentos arriscados explica a utilização do fator de desconto  $i_d$  da fórmula 9. Contudo, é impossível determinar a exata taxa de desconto para os diferentes tipos de risco em diferentes períodos de tempo. Considerar o risco pelo uso de uma taxa de prêmio somada ao custo do dinheiro pode, inclusive, levar à exclusão uma alternativa vantajosa se esta taxa de desconto resultante for muito alta.

A principal deficiência deste método é, no entanto, penalizar investimentos de longa vida útil quando são estabelecidos altos prêmios de risco. Seja, por exemplo, o investimento \$I por 40 anos, de acordo com o diagrama de fluxos abaixo:



Seja a taxa de mínima atratividade para o investidor de 8% aa. Será considerado, para este longo investimento, duas possibilidades de prêmios para o risco: um baixo prêmio de 2%aa e um alto prêmio de 12%aa, totalizando taxas finais de desconto de 10%aa e 20%aa.

O primeiro fluxo (ano 1) considerando as taxas de 10%aa e 20%aa serão atualizados pelos fatores 0,9091 e 0,8333, respectivamente. Como pode ser observado, este fluxo descontado com 2%aa de prêmio é bem próximo a seu valor atualizado com 12%aa de prêmio por risco. Para fluxos do quadragésimo ano, contudo, os fatores de atualização para taxas de 10%aa (2%aa de prêmio) e 20%aa (12%aa de prêmio) serão respectivamente iguais a 0,0221 e 0,0007, ou seja, mais de 35 vezes maior quando é estabelecido menor prêmio pelo risco. Desta forma, está constatado que altos prêmios por risco penalizam longos investimentos (mesmo admitindo que investimentos mais duradouros são normalmente mais arriscados e exigem maior prêmio de risco).

### 3.2.3. Método dos equivalentes de certeza

Muitas vezes, em vez de se fazer um ajuste do risco na taxa de desconto, é preferível fazê-lo nos próprios fluxos de caixa. Estes fluxos de caixa seriam multiplicados por um fator menor que um, resultando os equivalentes de certeza. Se  $F_t$  é o fluxo de caixa líquido do período  $t$  sob risco, existem valores equivalentes certos a estes fluxos ( $F_t^*$ ) para o investidor, obtidos intrinsecamente de sua própria função de utilidade. A sua posição frente ao risco é medida pelo próprio fator de equivalência dado por  $F_t^*/F_t$ .

A viabilidade de um projeto considerando a aversão ao risco do investidor seria medida pelo valor presente dos fluxos  $F_t^*$ , dado por:

$$VP = -I + \sum_{t=1}^n \frac{F_t^*}{(1+d)^t} \quad [10] \quad \text{onde } d \text{ é a taxa de des}$$

conto utilizada. Quanto maior a aversão ao risco, menores serão equivalentes de certeza e conseqüentemente mais rigorosos serão os padrões de viabilidade.

Infelizmente, a aproximação por equivalentes de certeza para cada período dificilmente é feita de uma maneira lógica e consistente porque a função de utilidade do próprio investidor pode mudar com o tempo. Isto torna-se problemático pois as decisões sobre investimentos geralmente são tomadas antes da ocorrência destas mudanças.

### 3.3. Análise de Sensibilidade para as Variáveis Críticas

A análise de sensibilidade é uma técnica muito uti

lizada na avaliação dos efeitos das mudanças de certas variáveis de um projeto sobre os critérios econômico -financeiros de decisão. Assim, se determinada variável puder assumir valores sobre um intervalo relativamente grande sem alterar significativamente a decisão pelo investimento, este é dito insensível à variável. Contrariamente, se qualquer alteração em determinada variável do projeto provoca uma mudança significativa no critério de decisão, ela é considerada uma variável crítica.

O risco de erros de previsão nos projetos é próprio das variáveis críticas. Geralmente são estabelecidos três níveis de estimativas à estas variáveis (otimista, pessimista e mais provável) para que se tenha uma idéia da faixa de variação dos possíveis resultados.

São muito comuns estudos de sensibilidade para variáveis do tipo "preço de venda", "vida econômica", "custos de produção" ou "taxa mínima de atratividade", por exemplo. A sensibilidade de um projeto a possíveis desvios em relação a valores mais prováveis (nem otimistas, nem pessimistas) destas variáveis poderia ser representada graficamente na forma da figura 5.

Nota-se que, quanto maior for a inclinação das curvas levantadas, maior será a sensibilidade do critério de avaliação adotado à variação do item analisado.

Pelo gráfico, pode-se ver que o projeto em questão é bem mais sensível a variações nos custos produtivos do que a variações nos custos de capital (TMA). Um acréscimo de 20% sobre o custo mais provável de produção anularia a sua aceitabilidade. O mesmo acréscimo percentual para a taxa mínima de atratividade (representativa dos custos de capital), contudo, reduziria suavemente a aceitabilidade do projeto, mas não a

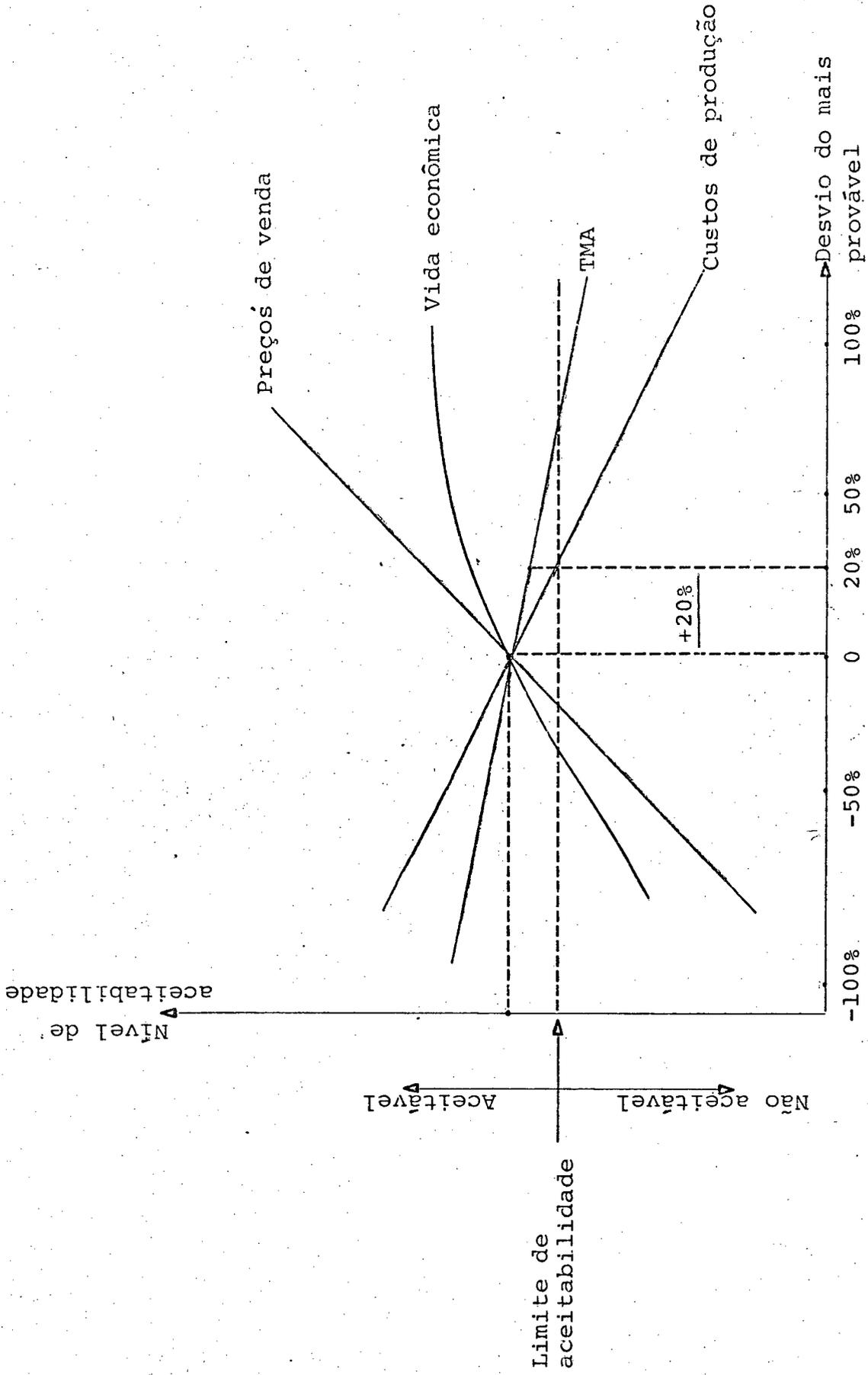


FIGURA 5 - ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA VARIAÇÕES DOS PREÇOS DE VENDA, CUSTOS DE PRODUÇÃO, VIDA ECONÔMICA E TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE.

Fonte: De Garmo, E.P. e Canada, JR (11), Engineering Economy, pág.161.

comprometeria. Interpretações semelhantes podem ser feitas para as demais variáveis.

Deve ser lembrada a importância de serem consideradas todas as combinações simultâneas\* das variáveis críticas para que não sejam esquecidos seus efeitos maléficos multiplicativos sobre a aceitabilidade do projeto. Os custos de serem analisadas todas estas possíveis combinações por meio de computadores são totalmente justificáveis na maioria dos grandes projetos, segundo Merret e Sykes (28).

### 3.4. Medidas do Risco pelo Uso de Probabilidades

Até agora foram descritos alguns métodos que procuravam incluir o risco e a incerteza na análise sem a utilização da noção de probabilidade de ocorrência para as variáveis futuras dos projetos de investimentos. Outros modelos mais elaborados, que procuram associar números às possibilidades de ocorrência destas variáveis (as probabilidades) são considerados de maior utilidade prática. No entanto, o uso de probabilidades tem sido questionado devido à necessidade de algumas condições, raramente encontradas em situações reais, conforme será visto a seguir.

#### 3.4.1. Questionamento sobre o uso de probabilidades

Se for possível imaginar muitos experimentos in

---

\*Muitas das variáveis são correlacionadas de alguma forma, conforme será visto a seguir, neste mesmo capítulo.

dependentes, cada um com duas possibilidades de resultados (perda ou ganho) de mesmas chances, a quantidade  $S$  de sucessos (acontecer o ganho) dividida pelo número  $n$  de experimentos diferirá da sua verdadeira probabilidade de sucessos  $p$  por um valor muito pequeno  $\varepsilon$ , ou seja,

$$\left| \frac{S}{n} - p \right| < \varepsilon \quad \text{quando } n \rightarrow \infty \quad [11.]$$

Contudo, é óbvio que os investimentos empresariais quase sempre são poucos, com várias possibilidades de resultados e nunca totalmente independentes entre si. Este é o aspecto básico em que se discute a conveniência do uso de probabilidades. Se determinada empresa faz investimentos em vários lugares do país produzindo o mesmo produto, eles não são considerados realmente independentes entre si. Caso este produto específico se torne obsoleto, a lucratividade de todos os investimentos seria comprometida.

A probabilidade pode ser vista também como a medida da opinião particular de um indivíduo sobre as chances de determinado evento ocorrer. Na verdade, as probabilidades utilizadas em modelos de análise mais elaborados quase sempre refletem a subjetividade de especialistas, baseada em seus conhecimentos e experiências passadas. Contudo, nesta avaliação subjetiva não deve ser esquecido que novos e diferentes fatores podem surgir para modificar uma dada situação passada.

O estabelecimento de probabilidades subjetivas deve ser feito conjuntamente pelos departamentos especializados e pela alta administração. É importante que os especialistas aproveitem a experiência passada da alta cúpula da empresa e

que esta tenha informações claras sobre assuntos técnicos.

Os métodos vistos a seguir utilizam conceitos e aproximações probabilísticas diversas, baseadas tanto em probabilidades objetivas (no sentido de frequência de ocorrência) como em probabilidades subjetivas (medindo as percepções pessoais sobre as chances de ocorrência), para as variáveis envolvidas.

### 3.4.2. Considerações gerais sobre valores esperados, parâmetros de dispersão e correlação de variáveis

Neste item serão vistos alguns elementos essenciais na utilização de probabilidades como medida das chances de ocorrência de certos valores para as variáveis e, consequentemente, na apreciação dos riscos de não serem atingidos os critérios de desejabilidade aceitáveis para os investimentos. Serão discutidos os conceitos, vantagens e desvantagens de parâmetros probabilísticos como valores esperados (ou médias), desvios padrões, variâncias e covariâncias. Serão abordadas também os casos possíveis de dependência entre as variáveis dos projetos.

O conceito de valor esperado é muito utilizado em tomada de decisões sob risco, pois considera os possíveis valores  $X_i$  que a variável futura pode assumir e suas respectivas probabilidades de ocorrência  $P_i$ , quase sempre estabelecidas subjetivamente, como visto anteriormente. Assim, o valor esperado da variável  $X$ , assumindo  $n$  valores, é definido como:

$$E(X) = \sum_{i=1}^n P_i \cdot X_i \quad [12]$$

De Garmo, Canada e Sullivan<sup>(11)</sup> lembram que vários outros autores duvidam da coerência da utilização de valores esperados com probabilidades subjetivas em situações de risco pois haveria incerteza no próprio estabelecimento destas probabilidades.

É importante que se faça uma distinção entre valor esperado e valor mais provável. O valor mais provável de uma variável, como o próprio nome sugere, é aquele que tem maiores chances de acontecer, para uma única situação. O valor esperado desta mesma variável, por sua vez, é um resultado médio que seria obtido se inúmeras situações ocorressem para esta variável. Se a variável X puder assumir os valores  $X_1$ ,  $X_2$  e  $X_3$  com probabilidades  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$ , de forma que  $P_2 > P_1$  e  $P_2 > P_3$ ,  $X_2$  será o valor mais provável de X, mas seu valor esperado será:

$$E(X) = P_1 X_1 + P_2 X_2 + P_3 X_3 \quad [13]$$

Normalmente, as decisões sobre investimentos são feitas sobre valores esperados e não sobre valores mais prováveis. Contudo, até mesmo decisões por valores esperados podem parecer inconsistentes. Sejam, por exemplo, três alternativas de investimento para a construção de uma barragem destinadas a proteger uma cidade das enchentes, cada uma com diferentes probabilidades de não suportarem os efeitos de uma cheia, conforme mostra o quadro 2.

TIPO DE BARRAGEM	INVESTIMENTO	PROBABILIDADE DE NÃO RESISTIR ÀS ENCHENTES
I	\$ 80.000	0,30
II	\$ 88.000	0,11
III	\$ 140.000	0,01

**QUADRO 2 - POSSÍVEIS ALTERNATIVAS PARA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM**

Se a enchente ocorrer no ano, ela causará prejuízos de \$ 72.000 com 60% de probabilidades e de \$ 110.000 com 40%, o que resulta num prejuízo esperado de \$ 87.200 ( $\$ 72.000 \times 0,6 + \$ 110.000 \times 0,4$ ). Considerando ainda que os custos anuais de manutenção correspondem a 18% dos investimentos iniciais, os custos totais anuais esperados para os três tipos de barragens encontram-se no quadro 3.

TIPO DE BARRAGEM	ENCARGOS ANUAIS SOBRE O INVESTIMENTO (18%)	CUSTO ANUAL ESPERADO DA ENCHENTE	CUSTO TOTAL ANUAL ESPERADO
I	\$ 14.400	\$ $87.200 \times 0,3 = 26.160$	\$ 40.560
II	\$ 15.840	\$ $87.200 \times 0,11 = 9.592$	\$ 25.432
III	\$ 25.200	\$ $87.200 \times 0,01 = 872$	\$ 26.072

**QUADRO 3 - CUSTOS TOTAIS ANUAIS ESPERADOS PARA OS TRÊS TIPOS DE BARRAGENS**

O segundo tipo de barragem seria o preferido por apresentar menor custo total anual esperado. Contudo, a decisão mais coerente seria pela terceira alternativa pois com um pequeno acréscimo de custo anual, as possibilidades de haver

prejuízos pelas enchentes cairiam de 11% para apenas 1%. Este exemplo mostra que nem sempre as decisões por valores esperados são as melhores.

Além disso, o valor esperado de uma variável, quando considerado isoladamente, não traduz integralmente as suas características probabilísticas. Duas variáveis aleatórias X e Y podem apresentar mesmo valor esperado mas dispersões em torno deste valor totalmente diferentes, conforme suas próprias curvas de distribuição de probabilidades mostradas na Figura 6.

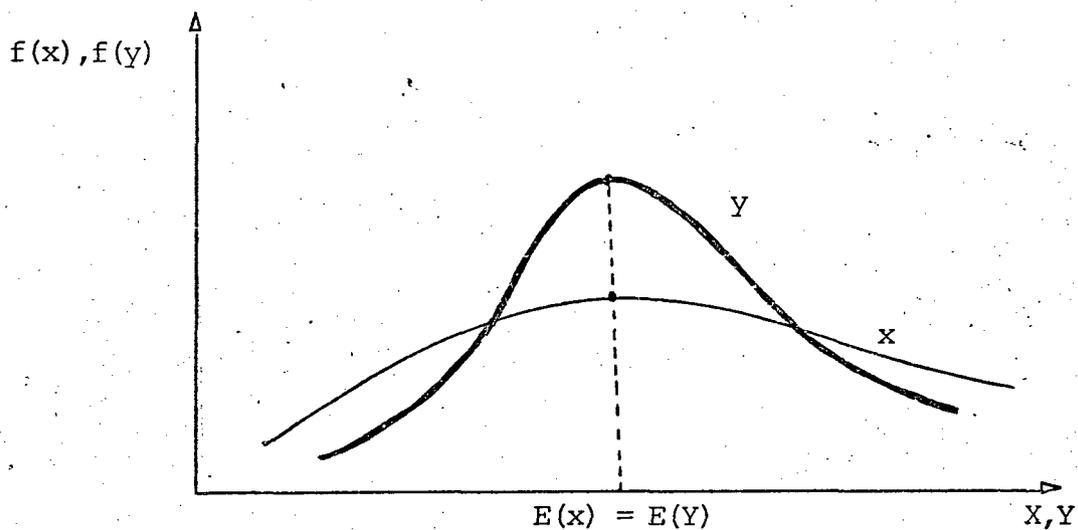


FIGURA 6 - CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADES DE X e Y

A variância surge então como um parâmetro probabilístico capaz de medir a dispersão da variável em torno de seu valor esperado. Ela é definida como a média dos quadrados dos desvios em relação ao valor esperado  $E(X)$  da variável, ou seja:

$$\text{VAR}(X) = E \left[ (x - E(x))^2 \right]^* \quad [14]$$

\* Como  $E \left[ (x - E(X))^k \right]$  é o k-ésimo momento central da variável, a variância é o segundo momento.

Após alguns desenvolvimentos\* pode-se chegar também a:

$$\text{VAR}(X) = E(X^2) - [E(X)]^2 \quad [15]$$

Se a variável é discreta, assumindo  $n$  valores, sua variância pode ser obtida por:

$$\text{VAR}(X) = \sum_{i=1}^n [X_i - E(X)]^2 \cdot P(X_i) \quad [16]$$

onde  $P(X_i)$  é a probabilidade de ocorrência do valor específico  $X_i$ .

Se, por outro lado, a variável for contínua, isto é, apresentar distribuições de probabilidades na forma de funções contínuas  $f(X)$ , a variância fica:

$$\text{VAR}(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} [X - E(X)]^2 \cdot f(X) \cdot dX \quad [17]$$

Sendo a variância um indicador da dispersão dos valores em torno do valor esperado, pela observação da figura 6, se  $X$  e  $Y$  representarem os valores presentes dos fluxos de caixa de dois projetos com mesmo investimento,  $Y$  será preferível a  $X$  por apresentar menor dispersão de valores e, conseqüentemente, menor risco.

A dispersão dos valores de uma variável  $X$  talvez possa ser melhor interpretada pelo desvio padrão  $\sigma(X)$ , que é obtido pela raiz quadrada de sua variância. Muito útil também é o quociente  $\sigma(X)/E(X)$ , chamado de coeficiente de variação,

---

\*Este desenvolvimento encontra-se na maioria das publicações de Teoria das Probabilidades.

que fornece uma idéia do campo de valores da variável relativamente a seu valor esperado.

Inúmeras variáveis utilizadas em modelos de análise de investimentos apresentam relações de dependência que podem ser totais, parciais ou nulas. A covariância é um meio de medir estas relações de dependência, sendo definida por:

$$\text{COV}(X,Y) = E [(X-\bar{X}) (Y-\bar{Y})] \quad [18]$$

onde  $\bar{X}$  e  $\bar{Y}$  são os valores esperados de X e Y, respectivamente.

Se há independência completa (ou dependência nula) entre duas variáveis, sua covariância é nula. Contudo, a recíproca não é verdadeira: duas variáveis podem ter covariância nula sem que sejam independentes.

Quando a dependência entre as variáveis puder ser relacionada linearmente, a covariância pode ser expressa em termos dos desvios padrões destas variáveis e de um coeficiente de correlação  $r(X,Y)$ , da seguinte maneira:

$$\text{COV}(X,Y) = r(X,Y) \cdot \sigma(X) \cdot \sigma(Y) \quad [19]$$

Este coeficiente de correlação linear pode variar no intervalo  $[-1, +1]$  de acordo com as relações entre as variáveis.

Um coeficiente de correlação linear nulo entre X e Y significa que não é possível estabelecer alguma forma de relação linear entre estas variáveis. No entanto, pode existir algum outro tipo de relação entre X e Y, conforme mostra o gráfico da figura 7.

Tal como no caso de variáveis independentes, as variáveis de coeficiente de correlação nulos apresentam covariâncias nulas.

Um coeficiente de correlação linear negativo, por sua vez, indica que as variáveis têm direções opostas de crescimento: quando uma cresce, a outra diminui, e vice-versa (figura 8). De acordo com a fórmula [19] a covariância entre estas variáveis também será negativa pois os desvios padrões são valores positivos.

Finalmente, um coeficiente de correlação linear positivo indica mesmo sentido de crescimento para as variáveis, e implicará numa covariância positiva. A relação entre X e Y, neste caso, pode ser visualizada pelo gráfico da figura 9.

Os valores limites de coeficientes de correlação linear  $-1$  e  $+1$ , indicam que as relações entre as variáveis podem ser estabelecidas de forma perfeitamente linear com sentidos opostos ou iguais de crescimento, respectivamente.

Muitas variáveis utilizadas nos modelos de análise de risco em investimentos apresentam correlação positiva. Despesas com propagandas e nível de vendas apresentam claramente este tipo de relação. Por outro lado, volume de vendas também pode correlacionar-se negativamente com a variável "preço de venda ao consumidor".

#### 3.4.3. Utilização de distribuições de probabilidade para o valor presente de projetos

O valor presente dos fluxos de caixa futuros é, sem dúvida, um dos critérios de escolha mais utilizados na decisão de investimentos. Sendo os fluxos de caixa futuros  $F_t$  variáveis caracterizadas por seus valores esperados  $E(F_t)$  e parâmetros de dispersão  $VAR(F_t)$  e  $\sigma(F_t)$ , a soma dos valores

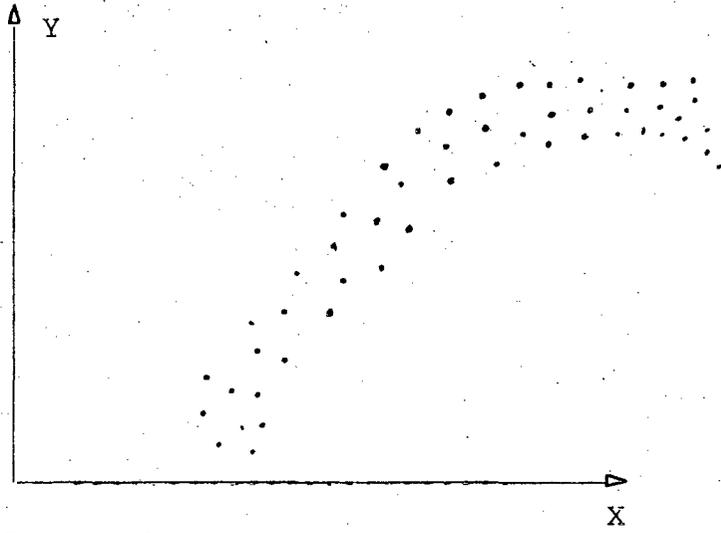


FIGURA 7 - AUSÊNCIA DE CORRELAÇÃO LINEAR ENTRE X e Y

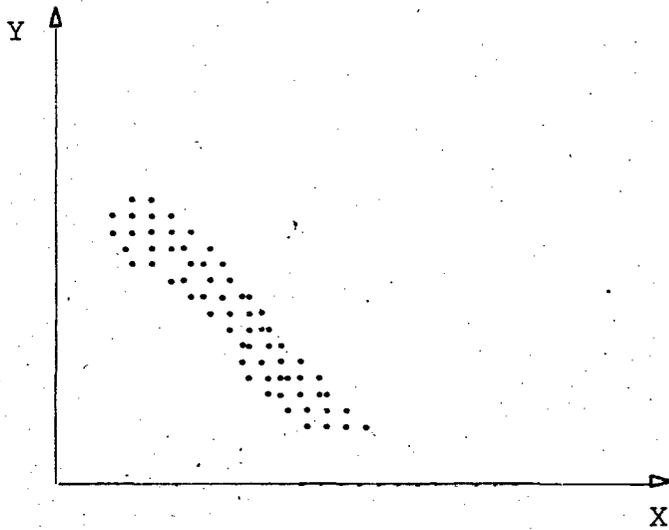


FIGURA 8 - CORRELAÇÃO LINEAR NEGATIVA ENTRE X e Y

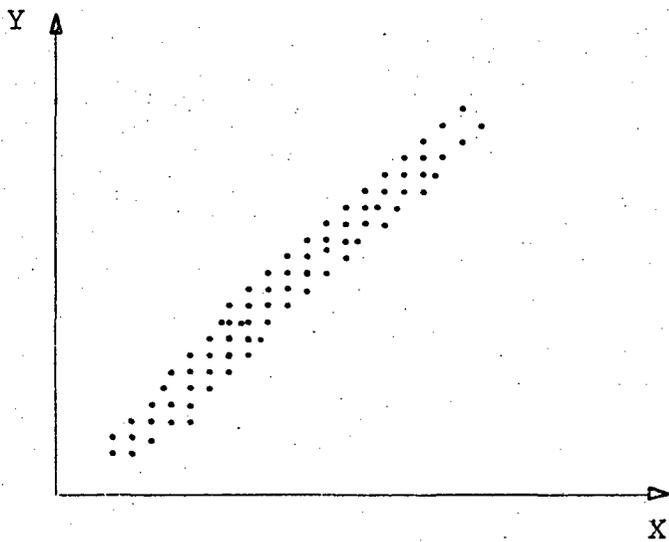


FIGURA 9 - CORRELAÇÃO LINEAR POSITIVA ENTRE X e Y

destas variáveis (fluxos) atualizadas à taxa  $d$  também será uma variável aleatória\*. Esta nova variável, valor presente, terá valor esperado  $E(VP)$  e variância  $VAR(VP)$ , cuja medidas serão os indicadores da aceitabilidade e do risco envolvido no investimento.

Para um investimento com vida  $n$ , considerada determinística, a situação seria visualizada pelo gráfico da figura 10.

O grande problema dos modelos que utilizam esta técnica de análise do risco são as relações de dependência entre os componentes dos fluxos de caixa e entre fluxos de diferentes épocas. O valor esperado do valor presente, como será visto a seguir, não apresenta maiores problemas com relação a isto. A sua variância, no entanto, é largamente influenciada pelo grau de dependência existente entre os fluxos e seus componentes, e isto de maneira diretamente proporcional. Assim, se determinado evento atinge da mesma maneira dois componentes ou fluxos, aumentando ou diminuindo seus valores simultaneamente no mesmo sentido, seu efeito sobre o valor presente do investimento será apenas o de aumentar-lhe a variabilidade dos resultados, traduzida pela medida de sua variância.

Outro importante detalhe está relacionado com a variabilidade dos fluxos mais distantes no tempo. Como o próprio gráfico da figura 10 sugere, as distribuições de probabilidade dos fluxos de caixa distanciados do presente geralmente apresentam-se mais dispersas em relação ao valor esperado, pois as previsões foram feitas para períodos de tempo mais distantes, e conseqüentemente apresentam valores mais arriscados.

---

\*De acordo com Venzon, Gerson M. (37), Um Modelo Estocástico na Análise de Investimentos, Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, 1980.

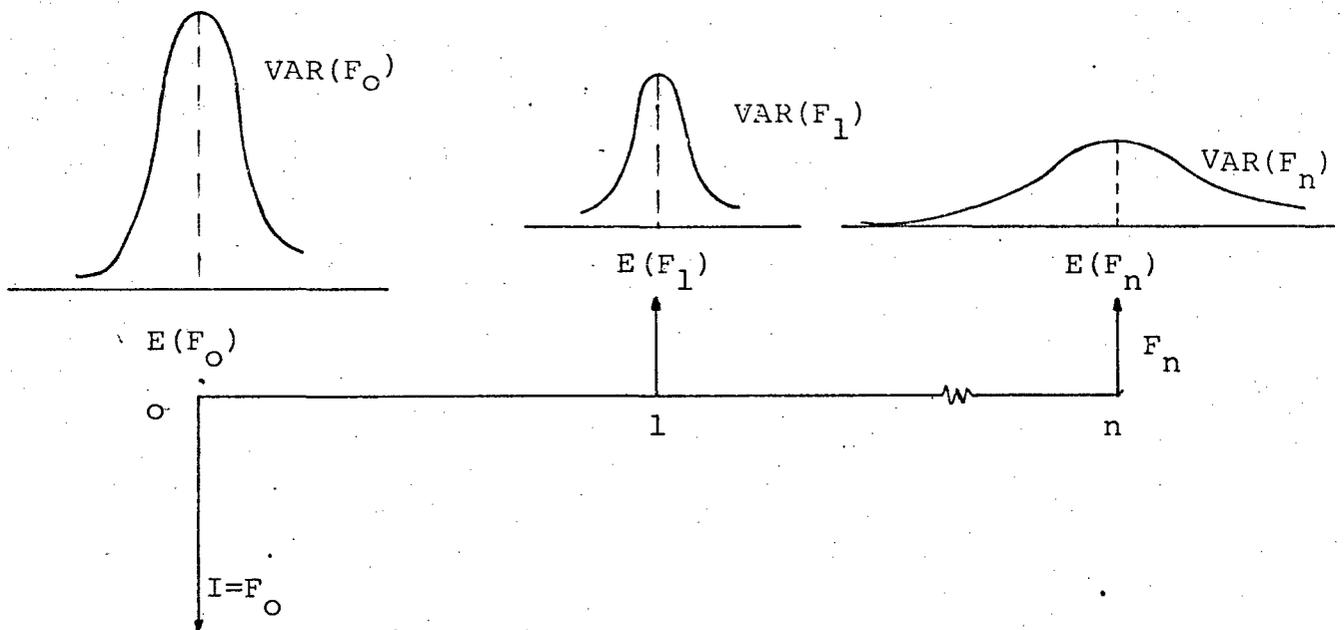


FIGURA 10 - DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADES DOS FLUXOS DE CAIXA

O cálculo do valor esperado do valor presente independe das interrelações existentes entre os fluxos e seus componentes, sendo dado por\*:

$$E(VP) = \sum_{t=1}^n \frac{E(F_t)}{(1+d)^t} \quad [20]$$

O cálculo da variância, como dito anteriormente, depende do tipo de relação de dependência entre os fluxos de caixa. Serão apresentadas a seguir os valores de  $VAR(VP)$  para situações de independência total e correlação perfeita e, por último, para casos intermediários mais próximos à realidade, onde cada fluxo  $F_t$  é subdividido em componentes independentes e componentes perfeitamente correlacionados.

\*Decorre da seguinte propriedade de valores esperados para combição de variáveis:  $E(a_1X_1 + \dots + a_nX_n) = a_1E(X_1) + \dots + a_nE(X_n)$ , de acordo com Clarke, A.B. e Disney, R.L. (8), Probabilidades e Processos Estocásticos, pág.149.

Genericamente, a variância para a combinação linear de  $n$  variáveis aleatórias é dada pela fórmula [21] abaixo.

$$\text{VAR}(a_1 X_1 + \dots + a_n X_n) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j \text{COV}(X_i, X_j) \quad [21]$$

Para casos de independência total entre os fluxos  $F_t$ , a covariância entre fluxos distintos torna-se nula ( $\text{COV}(F_i, F_j) = 0$  para  $i \neq j$ ). Como também a "covariância" de um mesmo fluxo é sua própria variância, isto é,  $\text{COV}(F_i, F_j) = \text{VAR}(F_i)$  para  $i = j$ , a fórmula [21] fica resumida a:

$$\text{VAR}(\text{VP}) = \sum_{t=0}^n \frac{\text{VAR}(F_t)}{(1+d)^{2t}} \quad [22]$$

Em situações de correlação perfeita, a covariância de dois fluxos é o produto de seus desvios padrões ( $\text{COV}(F_i, F_j) = \sigma(F_i) \cdot \sigma(F_j)$  para  $i \neq j$ )\* implicando em:

$$\text{VAR}(\text{VP}) = \left[ \sum_{t=0}^n \frac{\sigma(F_t)}{(1+d)^t} \right]^2 \quad [23] \text{ ou, mais sim}$$

plesmente, em termos de desvio padrão.

$$\sigma(\text{VP}) = \sum_{t=0}^n \frac{\sigma(F_t)}{(1+d)^t} \quad [24]$$

\*Da fórmula  $\text{COV}(X, Y) = r(X, Y) \cdot \sigma(X) \cdot \sigma(Y)$  com  $r(X, Y) = 1$  ou  $-1$ .

Pode-se observar que, de fato, a variância do valor presente em situações de correlação perfeita é superior à variância em casos de independência total.

Para a última situação, de correlação parcial, subdividindo  $F_t$  em  $p$  componentes independentes e  $q$  componentes perfeitamente correlacionados, tem-se:

$$\text{VAR}(VP) = \sum_{t=0}^n \left[ \sum_{i=1}^p \frac{\text{VAR}(F_{it})}{(1+d)^{2t}} \right] + \left[ \sum_{t=0}^n \sum_{j=1}^q \frac{\sigma(F_{jt})}{(1+d)^t} \right]^2 \quad [25]$$

A fórmula [25] apresenta duas partes bem caracterizadas: a primeira, relativa aos componentes independentes, e a segunda aos componentes de correlação perfeita.

#### 3.4.4. Distribuição de probabilidade para a taxa interna de retorno de projetos

A taxa interna de retorno (TIR) é outro critério de desejabilidade econômico muito difundido em análise do risco em investimentos.

Da mesma forma que no caso do valor presente abordado anteriormente, torna-se necessário estimar o valor esperado e a variância dos fluxos para que se possa avaliar o risco envolvido no investimento de modo mais seguro pois obter o valor esperado da TIR baseado apenas em estimativas mais prováveis de algumas variáveis determinantes é bastante perigoso. Seja, por exemplo, determinado projeto que dependa basicamente das estimativas mais prováveis de cinco variáveis (mercado, taxa de

inflação, vendas, propaganda e custos operacionais) para conseguir um retorno de 30%. A situação deste investimento, aparentemente aceitável, pode na realidade ser crítica. Se cada uma destas variáveis\* tiver 60% de probabilidade de atingir o valor estimado, esta TIR de 30% muito dificilmente será alcançada, pois terá apenas 8% de chances de acontecer ( $0,6 \times 0,6 \times 0,6 \times 0,6 \times 0,6$ ).

Dispondo do valor esperado e da variância da taxa interna de retorno os investidores podem decidir pela aceitação ou não de um projeto particular, bem como escolher a melhor alternativa dentre várias opções, de acordo com suas aversões ao risco econômico. Convém lembrar que uma maior taxa de retorno esperada não indica obrigatoriamente a melhor alternativa. De acordo com a figura 11, por exemplo, o investimento B pode ser preferível a A porque, embora apresente menor  $E(TIR)$ , seus valores são menos dispersos. A decisão, na realidade, dependerá dos valores relativos destes parâmetros e da aversão ao risco do investidor.

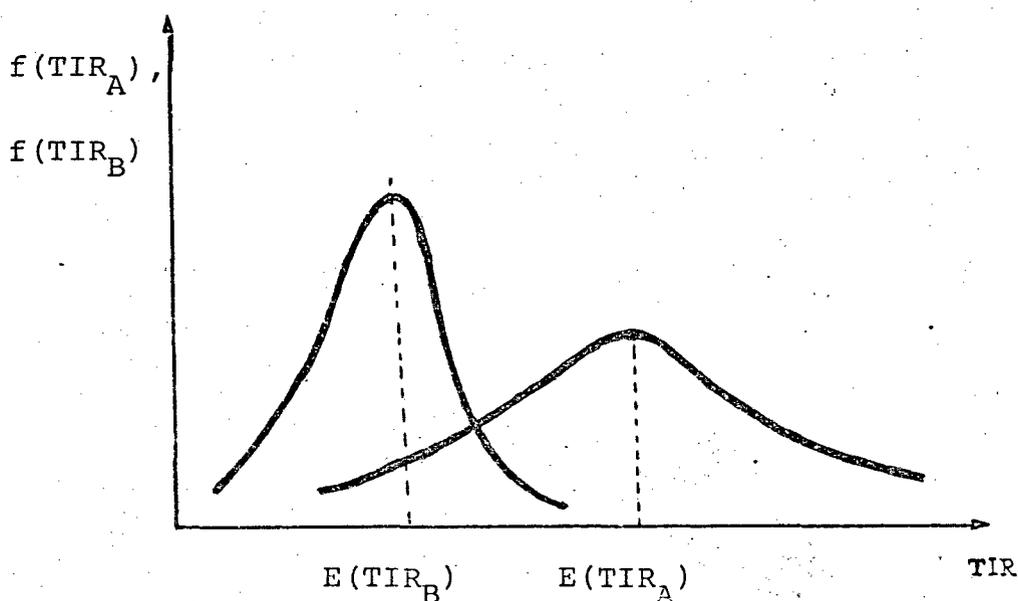


FIGURA 11 - DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADES DA TAXA INTERNA DE RETORNO DOS INVESTIMENTOS A e B

\*Consideradas independentes

### 3.4.5. Árvores de decisão

São diagramas reticulares com informações sobre resultados ocorridos quando determinadas decisões são tomadas e acontecem certos eventos aleatórios. Os pontos de decisão onde estão disponíveis os cursos de ação voluntária  $a_i$  geralmente são representados por quadrados. Os pontos em que podem acontecer aleatoriamente os eventos  $e_j$  são representados por círculos. Uma árvore de decisão típica, com  $n$  possíveis cursos de ação e  $m$  eventos apresentará  $m.n$  resultados  $r_{ij}$ , de acordo com a figura 12.

O cálculo do valor presente esperado e da variância de um investimento que possa ser representado na forma da árvore da figura 12 depende de probabilidades condicionais da ocorrência dos eventos\*. A grande vantagem deste tipo de diagrama é valorizar a importância do conhecimento da informação. Por exemplo, se o evento  $e_j$  for "entrada de um novo concorrente no mercado" acontecido após o curso de ação  $a_i$  "corte das despesas de propaganda", o resultado  $r_{ij}$  poderá ser "redução do volume de vendas".

Portanto, cada caminho da árvore tem um resultado  $r_{ij}$  com uma probabilidade de ocorrência, correspondendo a uma variável aleatória que entrará no cálculo do valor esperado e variância do valor presente do investimento.

---

\*As fórmulas para cálculo são apresentadas por Hochheim, Norberto (19), "Análise de Investimentos sob Condições de Risco e Inflação", págs 38 e 39.

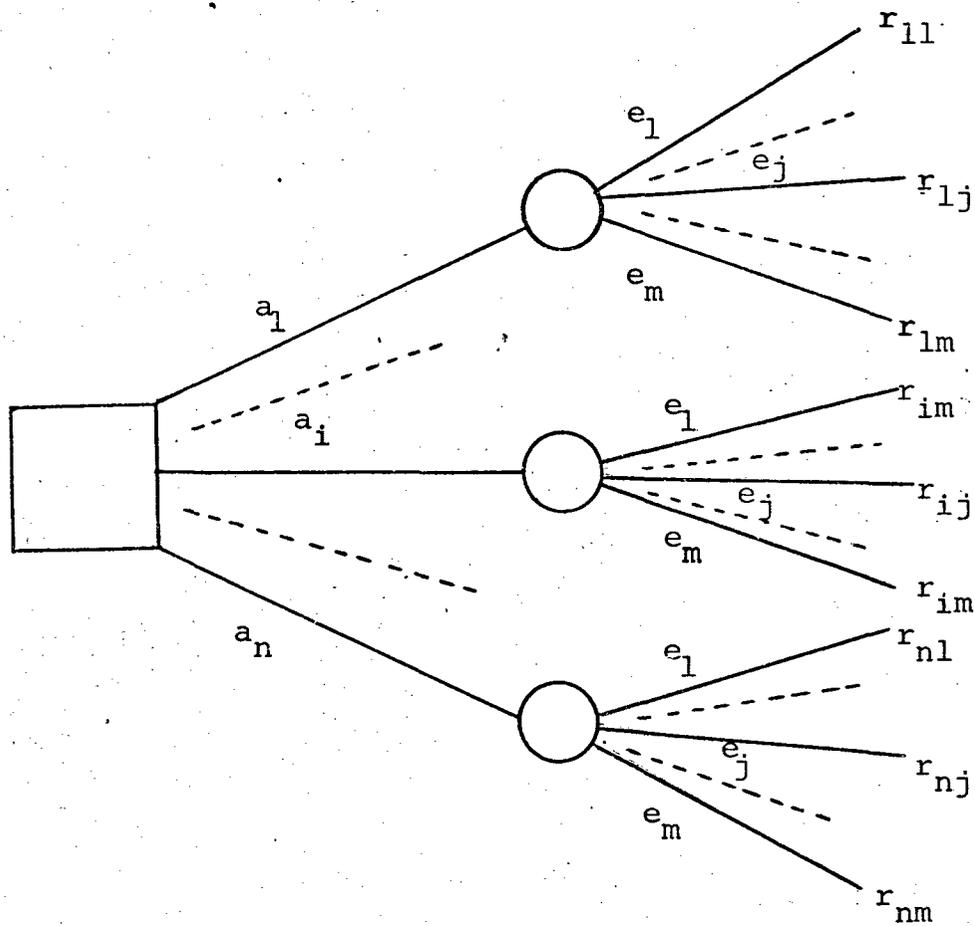


FIGURA 12 - ÁRVORE DE DECISÃO PARA  $\underline{n}$  CURSOS DE AÇÃO  
E  $\underline{m}$  EVENTOS

### 3.4.6. A técnica de simulação

A simulação é uma técnica muito utilizada para a avaliação do risco em projetos de investimento, principalmente nos casos onde a grande complexidade de cálculos necessários nos modelos matemáticos de múltiplas variáveis interdependentes torna a solução analítica inviável. Em razão dessa complexidade, a simulação aparece como a principal técnica de operacionalização dos modelos probabilísticos apresentados anteriormente.

O seu fundamento é essencialmente simular uma realidade futura (pela geração de números aleatórios\*), fornecendo valores para as variáveis críticas a partir de distribuições de probabilidade estimadas. Para determinado número aleatório tem-se certos valores de variáveis críticas e, conseqüentemente, valores para o critério de desejabilidade utilizado (taxa interna de retorno ou valor presente do projeto, por exemplo). Como o processo é essencialmente repetitivo, ao seu final estarão disponíveis diversos níveis de critérios de aceitabilidade, de modo que torna-se possível estimar seu valor esperado e sua variância, o que dará uma idéia do risco envolvido no projeto.

O elo de ligação entre o número aleatório gerado e o valor da variável a ser considerado é a própria distribuição de probabilidade estimada para a variável. Supondo que existam cinco níveis para a variável X de determinado projeto (de acordo com as probabilidades previstas na figura 13) e que possam ser gerados de alguma forma números aleatórios entre 0 e 99,

---

\*Feita usualmente por computadores.

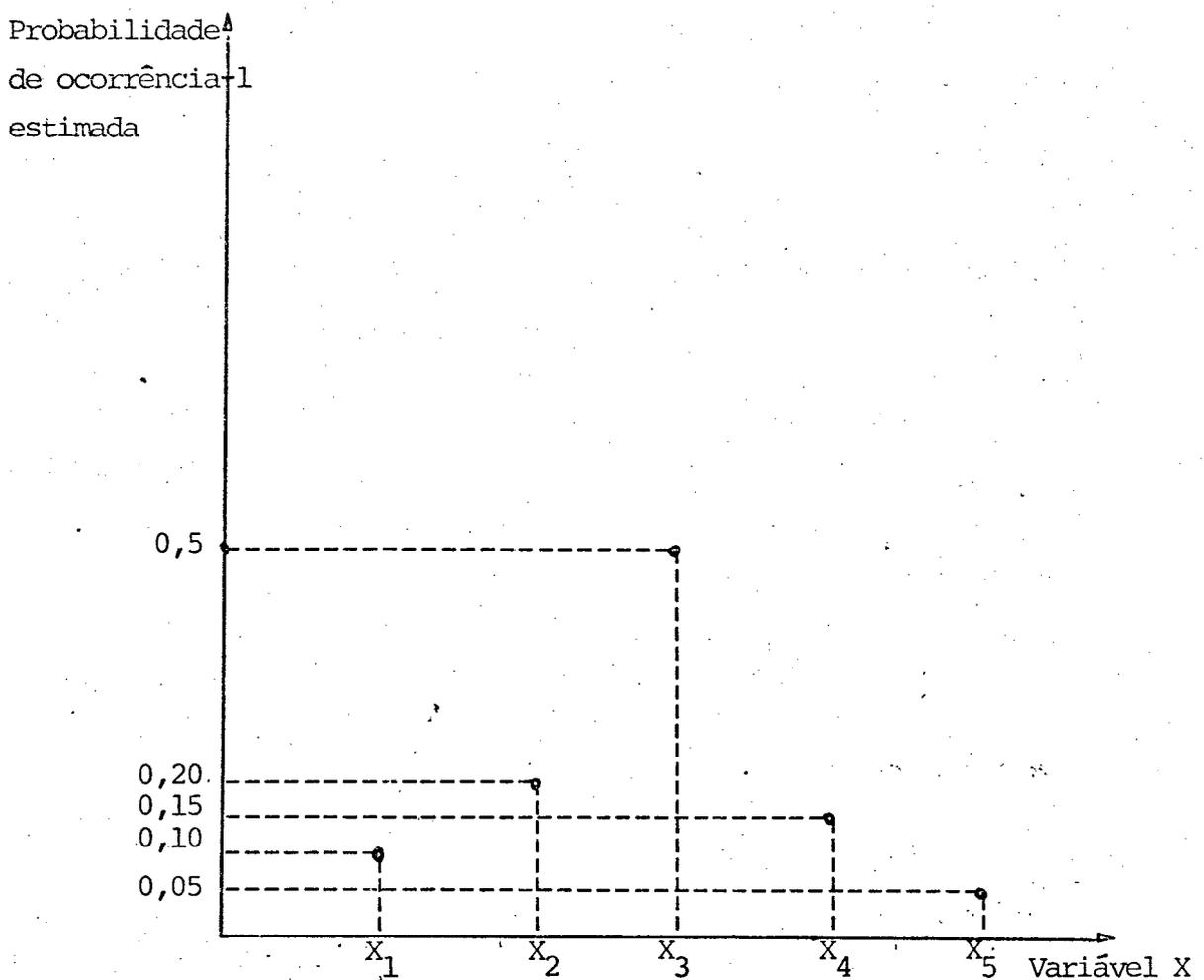


FIGURA 13 - PROBABILIDADES DE OCORRÊNCIA DA VARIÁVEL X.

pode ser feita a seguinte correspondência:

- ao intervalo  $[0,9]$  corresponde a variável  $X_1$
- ao intervalo  $[10,29]$  corresponde a variável  $X_2$
- ao intervalo  $[30,79]$  corresponde a variável  $X_3$
- ao intervalo  $[80,94]$  corresponde a variável  $X_4$
- ao intervalo  $[95,99]$  corresponde a variável  $X_5$

Caso o número aleatório gerado seja 34, a variável X assumirá o valor  $X_3$ . A probabilidade de ocorrência de  $X_3$  é de fato igual ao tamanho de seu intervalo relativamente ao

intervalo 0 a 99, ou seja, de 50%.

Estes são praticamente os fundamentos da técnica mais utilizada em simulação: o processo de Monte Carlo, que pode ser completamente visualizado pelo fluxograma da figura 14.

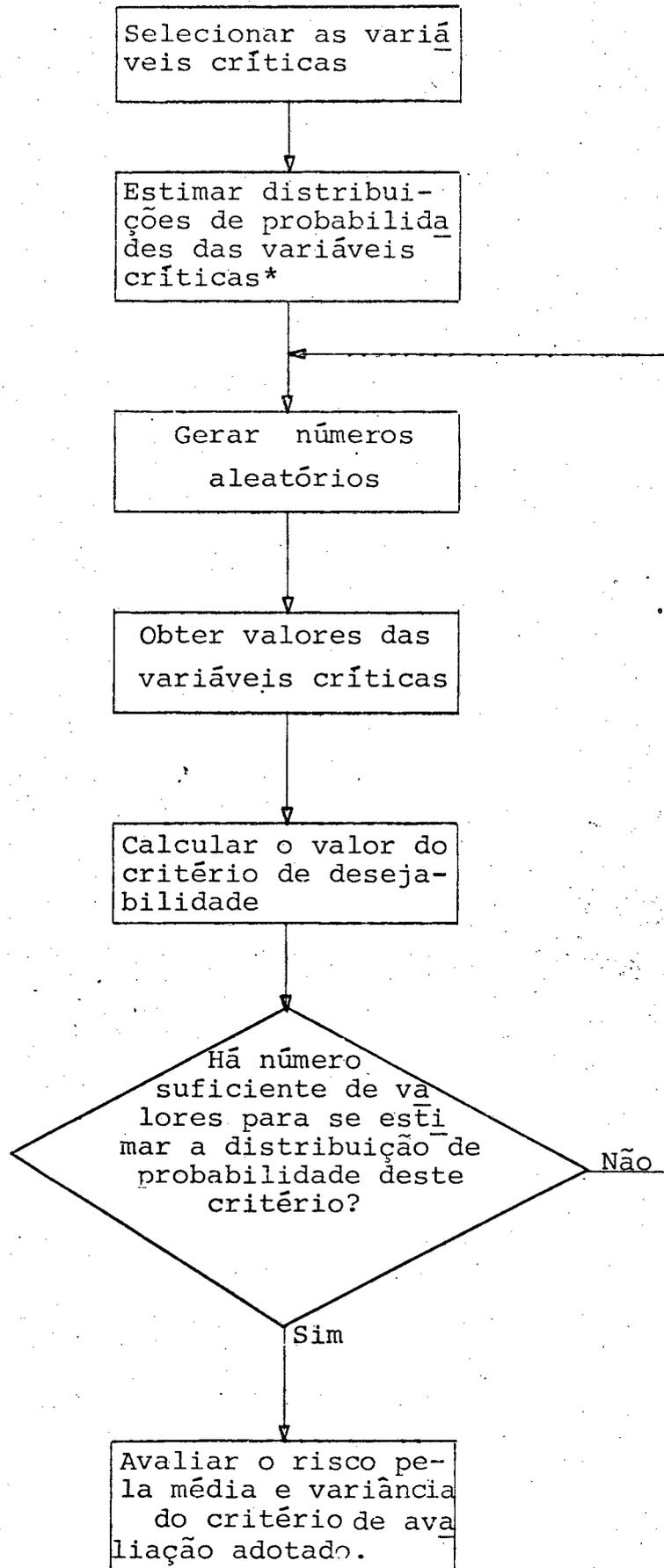
É importante salientar que a simulação deve ser feita apenas para as variáveis às quais os projetos são sensíveis, pois não haveria ganho extra de informação se as demais fossem incluídas na análise, sem falar do aumento da complexidade computacional.

A simulação deve ser interrompida quando houver condições de estimar a distribuição de probabilidades do critério de aceitabilidade do projeto. O valor médio, esperado ou mais provável deste critério será aquele fornecido pelo maior número de combinações de valores das variáveis em estudo.

### 3.5. Conclusão

Os ajustes feitos nos métodos determinísticos tradicionais para que se possa considerar a incerteza em relação ao futuro os tornam capazes de dar uma idéia inicial rápida aos decisores do risco do investimento. Para uma análise mais profunda, no entanto, tais métodos são insuficientes.

Os métodos probabilísticos que procuram levar em conta estimativas subjetivas para a ocorrência das variáveis dos projetos são uma tentativa de assegurar boas decisões aos investidores, dando-lhes informações sobre valores médios e variabilidade dos valores dos critérios econômicos de escolha. Falham, no entanto, por não considerarem outras espécies de riscos associados a fatores que não sejam vendas, custos, vida econômica de equipamentos ou taxas de juros, por exemplo.



**FIGURA 14 - SIMULAÇÃO PELO PROCESSO DE MONTE CARLO PARA A AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE INVESTIMENTO.**

\* Algumas técnicas são descritas por Hochheim, Norberto (19) "Análise de Investimentos sob condições de Risco e Inflação", Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, 1986.

## CAPÍTULO IV

### 4. CONSIDERAÇÃO DE FATORES SUBJETIVOS NA ANÁLISE DE VIABILIDADE DE INVESTIMENTOS

#### 4.1. Introdução

Pode-se concluir, a esta altura, que o executivo tem recebido ajuda bastante limitada dos métodos, instrumentos e técnicas usuais que considerem o risco e a incerteza na avaliação de projetos. Isto se deve ao fato de tais métodos e técnicas estarem restritos aos riscos associados a critérios econômicos lógicos, como a taxa interna de retorno ou o valor atual do investimento. Embora o uso destes critérios lógicos na orientação das decisões a serem tomadas seja bastante útil, a avaliação pessoal e o julgamento sobre os riscos associados a fatores sociais, humanos, políticos, de segurança ou prestígio, dentre outros, deve ser considerada. Estes fatores são apresentados por diversos autores através de termos como "intangíveis", "imponderáveis", "incomensuráveis", "irredutíveis" ou "não quantificáveis", conforme será visto a seguir.

#### 4.2. Outros Fatores de Avaliação

Segundo De Garmo, Canada e Sullivan<sup>(11)</sup>, a tomada de decisões seria melhor orientada pela consideração dos fatores intangíveis ou irredutíveis (em valor monetário) juntamente com os fatores quantificáveis.

O "Manual de Análise de Projetos Industriais nos Países em Desenvolvimento"<sup>(25)</sup> ressalta a importância da consideração, conjuntamente ao estudo econômico das alternativas de um projeto, de vários outros elementos "impossíveis de serem medidos direta e objetivamente", antes que qualquer decisão final seja tomada pela direção da empresa. Tais considerações, segundo o mesmo manual, poderiam inclusive levar à renúncia de um investimento aparentemente rentável ou, contrariamente, à aceitação de uma alternativa que não seja financeiramente a melhor. Para o projeto de implantação de uma subsidiária em outro país, por exemplo, as decisões da empresa estariam fortemente condicionadas a fatores externos como grau de cooperação dos poderes públicos regionais, facilidades do recrutamento de pessoal local, atratividade do lugar de residência para os funcionários, facilidade de comunicação com os centros administrativos locales, fornecedores e clientes, além de outros.

Mayer<sup>(26)</sup>, por sua vez, defende a posição de que os fatores incomensuráveis não podem ser incorporados aos cálculos dos métodos de avaliação existentes pelo fato de não poderem ser expressos em termos quantitativos, mas que seriam bastante úteis ao final do processo de avaliação, quando nenhuma alternativa se mostrasse claramente superior às demais uma vez considerados os fatores econômico-financeiros.

O principal indicador de valor de um projeto é, de acordo com Solomon<sup>(35)</sup>, a taxa de rendimento descontada de seu fluxo monetário. No entanto, ela lembra a existência de outras considerações que podem influenciar a aceitabilidade de um determinado projeto. Quando estas considerações podem ser traduzidas quantitativamente mas em valores não-monetários ele as denomina "incomensuráveis". As considerações que não podem ser expressas satisfatoriamente em quaisquer termos quantitativos

vos, são classificadas pelo mesmo autor como "intangíveis".

Um exemplo de estudo de viabilidade considerando fatores econômico-financeiros diretos, indiretos e não-quantificáveis é citado por Moore e Thomas (30), na análise das alternativas para a construção de uma linha férrea de transporte doméstico unindo o centro de Londres ao aeroporto de Heathrow. Foram considerados inicialmente, para as quatro alternativas disponíveis, fatores econômico-financeiros diretos (custos de capitais e de operações) e fatores indiretos quantificados monetariamente como benefícios de economia de tempo para a comunidade, descongestionamento de veículos, economias públicas e privadas, etc. Foi obtido, assim, um primeiro "ranking" para as alternativas. Partiu-se então para a consideração de fatores não quantificáveis como conforto dos usuários, facilidade de manuseio de bagagem, confiabilidade do sistema e conformidade com o planejamento da cidade, através da atribuição de conceitos e pesos. Mas, segundo Moore e Thomas, estes fatores não foram capazes de alterar a larga vantagem econômica da alternativa previamente escolhida.

Baseado no exemplo citado anteriormente, a consideração dos vários fatores envolvidos na análise de alternativas de investimentos pode ser esquematizado na forma do fluxograma proposto na figura 15. Neste fluxograma, fazem-se necessárias duas observações a respeito das seguintes perguntas:

a) "Há alguma alternativa muito superior às demais?". Para respondê-la, o analista deverá se questionar se a vantagem conseguida na análise monetária é suficiente para compensar a exposição ao risco de não considerar os fatores incomensuráveis e intangíveis.

b) "Há fatores incomensuráveis e intangíveis signi

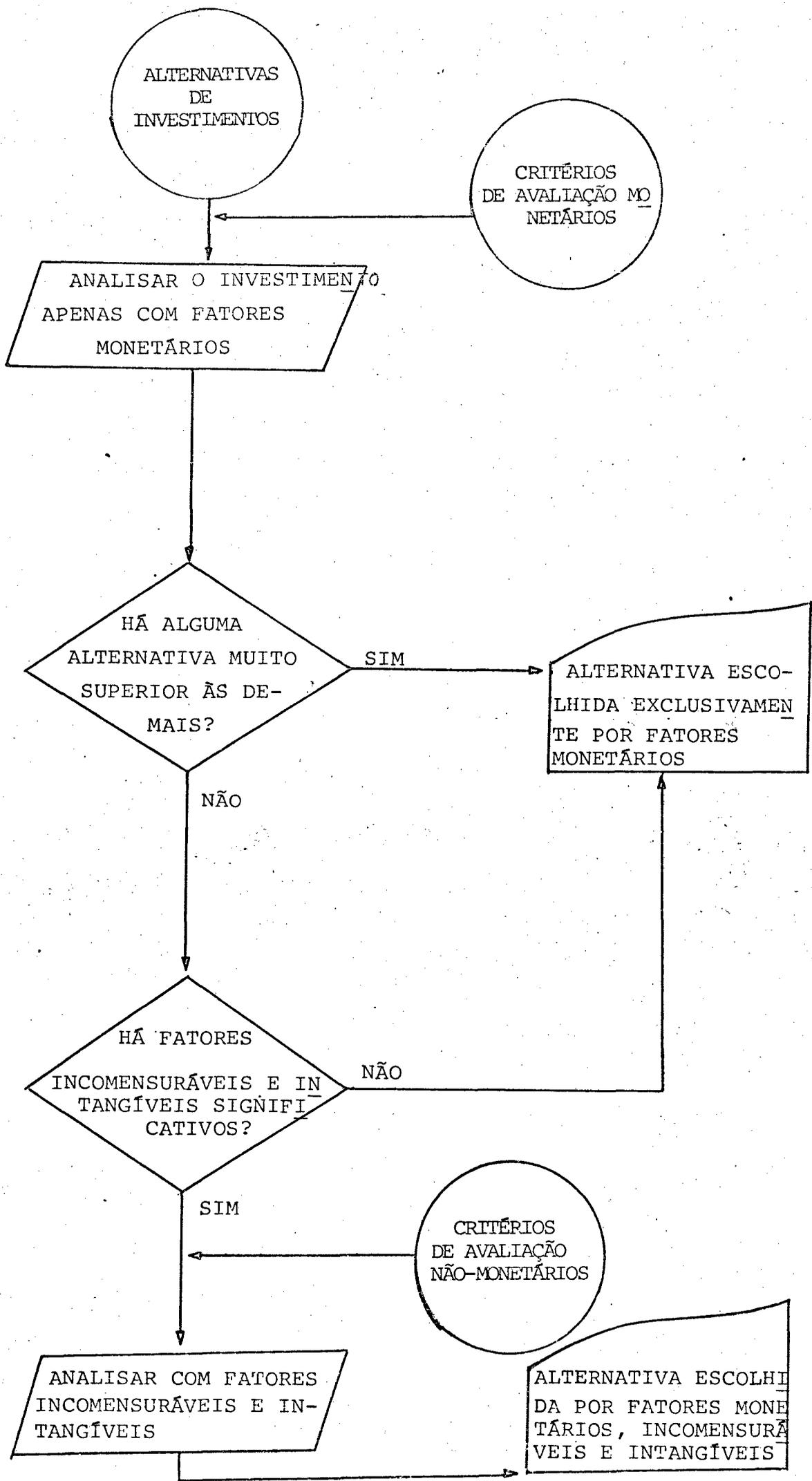


FIGURA 15 - FLUXOGRAMA PARA CONSIDERAÇÃO DE FATORES MONETÁRIOS E NÃO-MONETÁRIOS NA ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

ficativos?". Nesta pergunta, deve-se entender por "significativos" os fatores não-monetários capazes de, isoladamente ou de forma combinada, ameaçar a escolha prévia considerando os fatores monetários.

Os imponderáveis, intangíveis e outros fatores operacionais (produtivos ou comerciais), estratégicos, de segurança, de imagem, políticos e sociais podem participar da análise de viabilidade pela atribuição de notas\* e pesos aos critérios (também conhecidos por atributos) que os representem, o que será visto no sexto capítulo deste trabalho.

A finalidade da consideração destes fatores é reduzir o risco de fracasso de investimentos (viáveis econômico e financeiramente pela análise tradicional) ocasionado pelo desconhecimento de ameaças ou barreiras próprias à cada espécie de projeto.

A seguir será discutido o processo de escolha de critérios a serem levados em consideração na análise. No entanto, torna-se necessário um estudo preliminar sobre os fatores envolvidos direta e indiretamente com os projetos de investimentos de capital dos quais derivarão os critérios ou atributos.

### 4.3. Fixação de Fatores de Avaliação de Projetos

#### 4.3.1. Diferenciação entre os fatores e critérios de avaliação

---

\*Keeney e Raiffa<sup>(22)</sup> advertem para os cuidados necessários à atribuição de notas aos fatores subjetivos de uma análise. Segundo estes autores, a quantificação necessária para se estabelecer um "ranking" para os fatores subjetivos deve ser feita por peritos ou pessoas de larga experiência no assunto.

É importante distinguir conceitualmente os termos fatores e critérios (também denominados atributos), assim como entender como eles estão relacionados entre si.

Neste trabalho, os critérios serão considerados como indicadores do grau em que as alternativas satisfazem os diversos fatores. Exemplificando com o projeto de construção da linha férrea doméstica entre o centro de Londres e o aeroporto de Heathrow, o fator intangível "conforto do usuário" poderia ser avaliado em cada alternativa por critérios do tipo "beleza da paisagem no trajeto" ou "nível de segurança contra acidentes", aos quais seriam atribuídos notas ou conceitos. Uma boa nota dada pelo analista a determinado critério numa certa alternativa indica que esta alternativa atende muito bem ao fator em questão.

#### 4.3.2. Como gerar fatores de avaliação de projetos

Inicialmente vale a pena salientar que os fatores a serem considerados na avaliação das alternativas dependem em grande escala da natureza dos projetos em questão. Não há sentido, por exemplo, em se analisar fatores sociais externos à empresa como "melhoria nas condições de vida da população do bairro" em opções de investimento sobre o tipo de sistema de informatização a ser implantado na empresa. Contrariamente, há fortes indícios que fatores políticos devam ser considerados em alternativas de implantação de uma subsidiária no exterior, podendo ser avaliados por critérios do tipo "nível de estabilidade política" ou "força dos partidos de oposição", para que sejam apreciados os riscos de expropriação ou proibição de remessa de lucros.

Para gerar os fatores de avaliação há, de maneira geral, dois procedimentos possíveis:

- a) estudo analítico das características das alternativas de projetos;
- b) análise empírica de projetos semelhantes anteriormente realizados.

De acordo com o primeiro procedimento, os fatores relevantes a serem observados na avaliação serão decorrentes das próprias peculiaridades das alternativas para o projeto.

O propósito do capítulo seguinte, aliás, é fazer exatamente um estudo analítico qualitativo das possíveis espécies de riscos a que determinadas indústrias, empresas ou projetos estão expostos, de forma a facilitar aos tomadores de decisões o estabelecimento dos fatores e respectivos critérios de avaliação a serem considerados.

O segundo procedimento, por sua vez, consiste em analisar acontecimentos e fatos ocorridos com projetos de características similares. Da observação sobre as dificuldades enfrentadas anteriormente por tais projetos podem surgir novos fatores de avaliação que proporcionem decisões mais seguras e claras sobre os vários tipos de riscos que os rodeiam.

#### 4.3.3. Desdobramento dos fatores de avaliação de projetos

Podem surgir alternativas de investimento cujas características de projetos a que se referem sejam bem mais complexas. Desta forma, torna-se necessário subdividir os fatores de avaliação em subfatores mais detalhados de modo a fa

cilitar o estabelecimento dos critérios ou atributos de julgamento. Neste caso, quanto maior o nível de agregação do fator, mais se torna difícil encontrar um critério que o represente integralmente.

Como exemplo, pode ser citado o fator "bem-estar da população". Este importante e complexo fator intangível para projetos sociais pode ser subdividido em subfatores mais específicos como "condições de higiene" ou "exposição à poluição ambiental" que poderiam ser apreciados respectivamente pelos critérios "qualidade dos serviços de esgotos" ou "nível de poluição sonora em decibéis".

#### 4.4. Escolha dos Critérios de Avaliação de Projetos

##### 4.4.1. A utilidade do critério para o decisor

De acordo com Keeney e Raiffa<sup>(22)</sup>, para que um critério seja considerado útil ao decisor para a análise de um determinado fator, ele deve ser simultaneamente:

- a) Compreensível;
- b) Mensurável.

Com relação à primeira exigência estabelecida, deve-se entender a sua capacidade de fornecer ao decisor a extensão do grau em que o fator é atingido na alternativa. A segunda exigência, por sua vez, indica que o critério deve ser capaz de ser avaliado pelo decisor em termos de notas ou valores dimensionais.

#### 4.4.2. Quantidade de critérios a serem considerados

Não há regra fixa que determine o número de cri  
térios a serem considerados no processo de avaliação. Como di  
to anteriormente, isto será função da natureza e da complexida  
de dos projetos em questão.

#### 4.4.3. Consideração de critérios subjetivos

Por critérios subjetivos devem ser entendidos  
aqueles que derivam de fatores não-precificáveis, sendo medi  
dos através de notas (valores adimensionais). Como exemplo,  
pode ser citado um critério que meça "prestígio" ou "imagem".

#### 4.4.4. Propriedades desejáveis para um conjunto de cri térios

Para que a tomada de decisões sobre alternati  
vas de investimentos seja feita considerando os riscos associa  
dos a todos os fatores relevantes, há necessidade de apreciá  
las segundo um conjunto de critérios. Este conjunto deve apre  
sentar as seguintes propriedades:

- a) Ser completo, abrangendo todos os fatores signi  
ficativos.
- b) Ser operacional no processo de análise.
- c) Ser não-redundante, isto é, deve trazer algum ti  
po de contribuição à análise.

Convém lembrar que o conjunto de critérios de ava  
liação não é único para uma situação específica, podendo haver

mais de um critério que analise o mesmo fator para determinada alternativa.

#### 4.4.5. Critérios correlatos

Quando se torna difícil encontrar um critério que seja medida direta de um certo fator pode-se utilizar um critério correlato que apresente algum grau de associação com o mesmo. Assim, imaginando que existam, para determinada empresa, duas alternativas de investimentos em tornos mecânicos a serem avaliadas pelo fator "durabilidade do equipamento", poderá ser utilizado o critério correlato "potência nominal do tor<sub>no</sub>". A associação do critério correlato com o fator considerado é justificada se for verdadeira a afirmativa de que máquinas mais potentes têm maior durabilidade.

A seguir será feita uma breve descrição dos fundamentos de alguns instrumentos de análise multicriterial, dentre os quais destaca-se o Electre I\*.

#### 4.5. Os Instrumentos de Análise Multicriterial

Neste tópico serão apresentados os três instrumentos mais conhecidos que se preocupam em considerar critérios não exclusivamente econômico-financeiros: a utilização do conceito de Função de Utilidade, já discutido anteriormente em maiores detalhes, a Análise Benefício-Custo e o Método Electre I.

---

\*Para maior detalhes, ver Montgolfier e Bertier<sup>(29)</sup>, "Approches Multicritères des Problèmes de Décision" - Hommes e Techniques - 1979.

#### 4.5.1. A função de utilidade e os múltiplos critérios

Pode-se encontrar em Moore e Thomas<sup>(30)</sup> justificativas satisfatórias para a utilização do conceito de utilidade de outros fatores não-monetários pelos decisores em organizações públicas ou privadas. Segundo os autores, tais organizações estariam preocupadas em considerar na análise de oportunidades de investimentos, aspectos relacionados com a imagem da empresa, implicações políticas e valor para a comunidade, dentre outros.

Um função de utilidade de múltiplos critérios\* pode ser entendida como uma quantificação das preferências do decisor em relação a cada critério em questão. Para que ela seja aplicável a uma maior variedade de situações, devem ser aceitas duas suposições básicas: a sua linearidade e sua aditividade. Isto implica na aceitação da seguinte fórmula:

$$U(X_1, X_2 \dots X_n) = \sum_{i=1}^n a_i X_i \quad [26]$$

onde U é a função de utilidade,  $X_i$  é o valor da variável do i-ésimo critério e os  $a_i$  são termos que representam a proporção de utilidade entre os critérios considerados pelo decisor.

Convém lembrar que os  $a_i$  dependem do nível de valor das variáveis representativas dos critérios. Suponha que determinado decisor aceite abdicar de um ponto conceitual na imagem de marca de seu produto quando esta é considerada ótima, a favor

---

\*Gomes, Luis Flávio. A.M. (14), em "A System for the Evaluation of Public Transportation Projects" utilizou de forma interessante conceitos de utilidade associada a múltiplos critérios de avaliação de projetos de transporte públicos.

de uma redução de 10% nos custos de embalagem. Este mesmo decisor poderia não desejar os mesmos 10% (mas certamente um valor maior de redução de custos) para abdicar do mesmo ponto conceitual de imagem de marca, quando esta estivesse classificada com um conceito regular.

Desta forma, imaginando que determinada alternativa  $A^*$  esteja sendo avaliada segundo  $n$  critérios representados pelas variáveis  $X_i$  e a alternativa  $A^{**}$ , segundo  $m$  critérios representados pelas variáveis  $Y_i$ , que  $U$  seja a função de utilidade de todos estes critérios em questão para o decisor, tem-se que:

i) Se  $U^*(X_1, X_2, \dots, X_n) > U^{**}(Y_1, Y_2, \dots, Y_m)$  o decisor preferirá  $A^*$  [ 27 ]

ii) Se  $U^*(X_1, X_2, \dots, X_n) < U^{**}(Y_1, Y_2, \dots, Y_m)$  o decisor preferirá  $A^{**}$  [ 28 ]

Outro enfoque de utilização de funções de utilidade para a inclusão de múltiplos critérios na análise é dado por Keeney e Raiffa<sup>(22)</sup>. No entanto, para estes autores, a alternativa a ser escolhida será aquela que apresentar maior utilidade esperada ao decisor, sendo as várias possibilidades de investimentos analisadas numa árvore de decisão conforme a figura 16.

Como pode ser observado na árvore,  $A'$  e  $A''$  são duas alternativas possíveis derivadas do nó de decisão. Nas extremidades da mesma árvore,  $C'_i$  e  $C''_i$  são conseqüências ou resultados destas alternativas, caso aconteça a "loteria"  $l_i$  com probabilidade  $P_i$ . Desta forma, os autores propõem que:

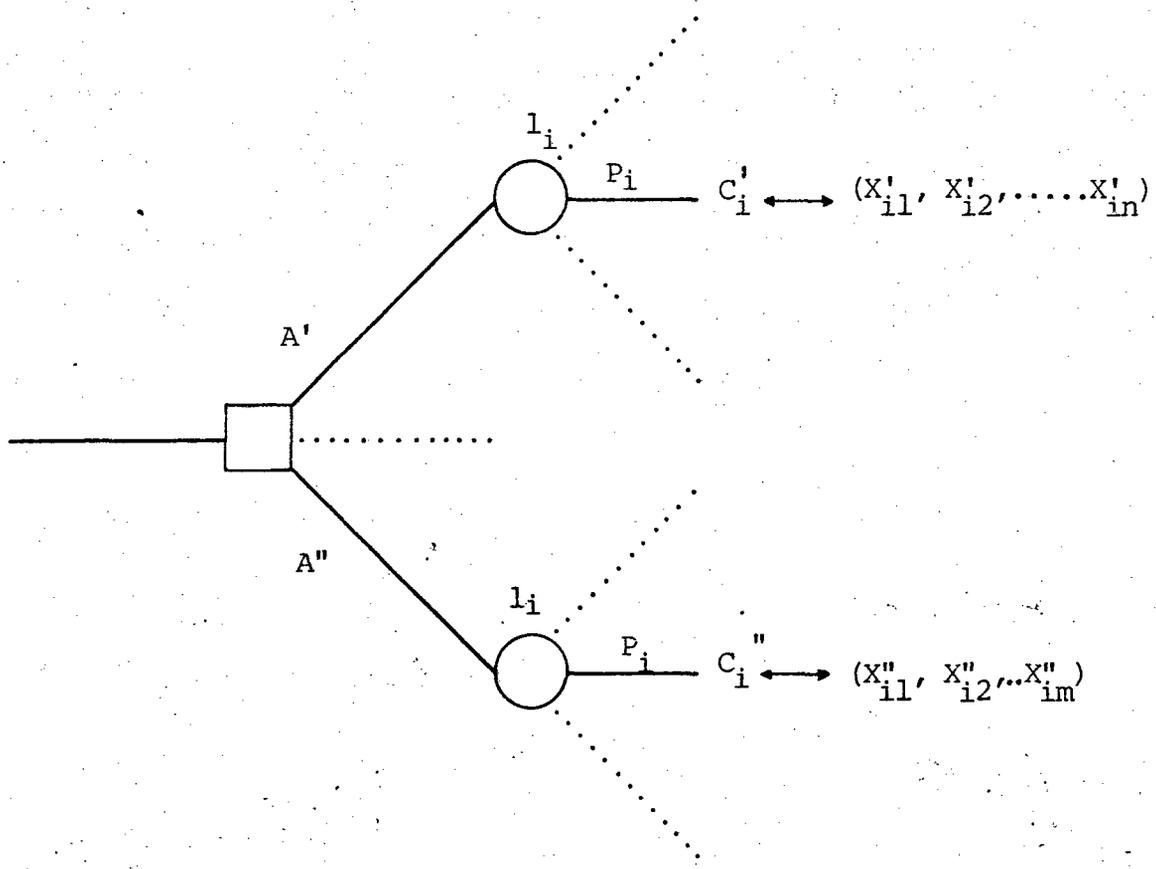


FIGURA 16 - ÁRVORE DE DECISÃO PARA AVALIAR A MELHOR ALTERNATIVA POR UTILIDADES ESPERADAS <sup>(4)</sup>

(4) Adaptado de Keeney, R.L., and Raiffa, H. (22), Decisions with Multiple objectives: Preferences and Value Tradeoffs, pag.7.

- a) A consequência  $C_i'$  para a alternativa  $A'$  seja medida por  $n$  critérios segundo os valores  $x'_{ij}$ .
- b) A consequência  $C_i''$  para a alternativa  $A''$  seja medida por  $m$  critérios segundo os valores  $x''_{ij}$ .

Para que as alternativas A' e A" sejam então comparadas torna-se necessária atribuir à n-upla  $(X'_{i1}, \dots, X'_{in})$  e à m-upla  $(X''_{i1}, \dots, X''_{im})$ , valores de utilidade para o decisor. Sendo U a denominação desta função de utilidade, as alternativas teriam os seguintes valores, considerando as preferências do decisor:

$$i) U(X'_{i1}, \dots, X'_{in}) = U'_i \text{ para a alternativa A' } [29]$$

$$ii) U(X''_{i1}, \dots, X''_{im}) = U''_i \text{ para a alternativa A'' } [30]$$

Keeney e Raiffa citam a dificuldade de se estabelecer esta função de utilidade U que resume em um único número real os valores de utilidade de vários critérios para o decisor, mas não julgam isto tarefa impossível.

Finalmente, a utilidade esperada das alternativas seria o elemento de escolha:

$$i) A' \text{ é preferível a A'' se } \sum P_i U'_i > \sum P_i U''_i [31]$$

$$ii) A'' \text{ é preferível a A' se } \sum P_i U'_i < \sum P_i U''_i [32]$$

A seguir serão discutidas brevemente as bases conceituais de um segundo método que, de certa forma, considera algo mais do que simples fatores econômicos na análise de projetos. Trata-se da análise de benefício-custo, muito utilizada na apreciação de projetos de cunho social.

#### 4.5.2. A análise benefício-custo

Este instrumento de análise considera, devido à

própria característica social do projeto a que se refere, a reunião de  $p$  benefícios ( $b_1, b_2, \dots, b_p$ ) de unidades e medidas diferentes em um benefício único composto  $b_0$ . Esta reunião é feita sob a forma de combinação linear utilizando fatores de conversão  $w_i$  para que cada parcela esteja em unidades comensuráveis. Tem-se então que:

$$b_0 = w_1 b_1 + w_2 b_2 + \dots + w_i b_i + \dots + w_p b_p \quad [33]$$

O objetivo da análise em questão é aceitar o projeto que tenha melhor combinação de benefícios, com a restrição de que o investimento necessário para a realização do projeto não ultrapasse o volume  $C^*$  disponível pela empresa. Desta forma, o  $k$ -ésimo projeto seria avaliado pela razão  $R_k = b_0^{(k)} / C^{(k)}$  onde  $C^{(k)}$  é seu custo de investimento, o qual deverá ser menor ou igual a  $C^*$ . Após estabelecido o ranking das alternativas, será escolhido aquela que maximiza a razão  $R$ .

A análise benefício-custo parece, à primeira vista, um investimento de avaliação bastante lógico e simples. Contudo, suas principais deficiências estão nas dificuldades de:

- i) Encontrar os fatores de conversão apropriados.
- ii) Não incluir alguns benefícios, dado a dificuldade de precificá-los, como bem estar psicológico ou segurança, por exemplo.

#### 4.5.3. O método Electre I

É um método de origem francesa que tem sido muito utilizado na análise de projetos governamentais e privados

em toda a Europa\*. Ele procura estabelecer as "relações de superação" entre as alternativas segundo todos os critérios abordados, balanceá-las e finalmente apontar o melhor curso de ação.

Seja um conjunto  $E = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$  de projetos que devam ser avaliados individualmente por  $n$  critérios  $c_1, c_2, \dots, c_j, \dots, c_n$ , com  $n \geq 2$ . O objetivo é classificar por ordem de preferência os elementos de  $E$  segundo vários fatores, possibilitando a consideração de outras classes de risco na tomada de decisão pela melhor alternativa. Para se estabelecer as relações de superação, é necessário que os critérios  $c_j$  estejam ponderados de acordo com suas importâncias relativas na avaliação das alternativas.

Para dois projetos  $a_1$  e  $a_2$  do conjunto  $E$ , considerar-se-á então:

- $S_{a_1 a_2}$ , como a soma dos pesos dos critérios  $c_j$  em que  $a_1$  é considerada melhor que  $a_2$ .
- $S_{a_2 a_1}$ , como a soma dos pesos dos critérios  $c_j$  em que  $a_2$  é considerada melhor que  $a_1$ .
- $S_{a_1 \sim a_2}$ , como a soma dos pesos dos critérios em que  $a_1$  e  $a_2$  são julgadas equivalentes.

A soma total dos pesos de todos os critérios  $C_j$  seria  $S = S_{a_1 a_2} + S_{a_2 a_1} + S_{a_1 \sim a_2}$ , pois considera-se que sempre existe uma avaliação  $\gamma_j(a_i)$  de todo projeto  $a_i \in E$  segundo todos os critérios  $C_j$ .

O Electre I é baseado sobre dois indicadores: um indicador de concordância  $i_c$  e um indicador de discordância  $i_d$ .

\*Maiores esclarecimentos sobre os métodos Electre II e Electre III podem ser encontrados em literatura especializada francesa que trate de problemas de decisão.

Representando por  $C_{a_2 a_1}$  o conjunto de critérios  $C_j$  para os quais  $a_2$  é julgado melhor que  $a_1$ , isto é,  $\gamma_j(a_2) > \gamma_j(a_1)$  podem ser definidos os indicadores:

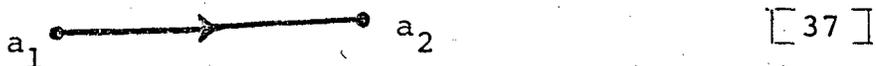
. indicador de concordância:  $i_c(a_1, a_2) = \frac{S_{a_1 a_2} + S_{a_1 \sim a_2}}{S}$  [ 34 ]

. indicador de discordância:

$$i_d(a_1, a_2) = \begin{cases} 0, & \text{se } S_{a_2 a_1} = 0 & [ 35 ] \\ \text{Max} \left[ \frac{|\gamma_j(a_2) - \gamma_j(a_1)|}{|\gamma_j'' - \gamma_j'|} \right] & \text{para } j \in C_{a_2 a_1}, & \text{se} \\ & S_{a_2 a_1} > 0 & [ 36 ] \end{cases}$$

Tomar o máximo valor entre colchetes, para  $j \in C_{a_2 a_1}$ , significa procurar, dentre os critérios  $c_j$  em que  $a_2$  é melhor que  $a_1$ , o maior valor deste quociente. No denominador da fração,  $\gamma_j''$  e  $\gamma_j'$  são respectivamente os extremos máximos e mínimos na escala de valores do critério  $c_j$ .

Não é difícil concluir que os índices de concordância e discordância são valores situados entre 0 e 1, isto é,  $0 \leq i_c \leq 1$  e  $0 \leq i_d \leq 1$ . Quanto maior o índice  $i_c(a_1, a_2)$  e menor o índice  $i_d(a_1, a_2)$  maiores as indicações de que a alternativa  $a_1$  supera a alternativa  $a_2$ . A relação de superação é indicada por  $a_1 R a_2$  e muitas vezes é representada da seguinte maneira:



A medida da intensidade em que  $a_1$  supera  $a_2$  é dada pelos "parâmetros de credibilidade"  $i_{dk}$ , também valores situados entre 0 e 1. Assim, diz-se que  $a_1$  supera  $a_2$  com "grau de credibilidade  $k$ " ( $a_1 R_k a_2$ ) se as seguintes desigualdades foram satisfeitas:

$$i_c(a_1, a_2) \geq i_{ck} \text{ e } i_d(a_1, a_2) \leq i_{dk} \quad [38]$$

Quanto mais  $i_{dk}$  é pequeno, por exemplo, mais a discordância é fraca e a concordância é forte, indicando que a alternativa  $a_1$  supera a alternativa  $a_2$  com alguma intensidade.

Mostradas as idéias básicas de alguns métodos multicriteriais, será visto a seguir os tipos de análise que podem surgir para o tomador de decisões no que diz respeito à quantidade de critérios e incerteza das variáveis envolvidas.

#### 4.6. Tipos de Análises Possíveis

Keeney e Raiffa<sup>(22)</sup> tabularam de forma interessante as possibilidades de análise de investimentos relacionando a natureza probabilística ou determinística das variáveis dos projetos com o número de critérios utilizados na procura da melhor alternativa, de acordo com a figura 17.

		CRITÉRIOS UTILIZADOS	
		CRITÉRIO ÚNICO	MÚLTIPLOS CRITÉRIOS
SITUAÇÃO DAS VARIÁVEIS	CERTEZA	X	$\overline{X}$
	INCERTEZA	$\tilde{X}$	$\overrightarrow{\tilde{X}}$

$\xrightarrow{\hspace{10em}}$   
 aumento da Complexidade

$\downarrow$   
 aumento da Complexidade

FIGURA 17 - MATRIZ REPRESENTATIVA DOS TIPOS GÊNERICOS DE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS.

Fonte: Keeney, R.L., and Raiffa, H.,<sup>(22)</sup> Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs, pág. 27.

Da matriz em questão, pode-se destacar quatro tipos de análise:

- i) Análise em que as variáveis são conhecidas com certeza e que apenas um critério é utilizado na avaliação. Este critério é único e determinístico ( $x$ ).
- ii) Análise em que as variáveis são conhecidas com certeza, mas a avaliação é feita segundo vários critérios. Tem-se um vetor-critério determinístico ( $\vec{x}$ ).
- iii) Análise em que as variáveis são incertas e apenas um critério é utilizado na avaliação. O critério de avaliação tem uma distribuição de probabilidade ( $\tilde{x}$ ).
- iv) Análise em que as variáveis são incertas e vários critérios são utilizados na avaliação. Tem-se um vetor-critério, cujos componentes seguem uma distribuição de probabilidade ( $\vec{\tilde{x}}$ ).

As setas representadas na figura 17 indicam o sentido de crescimento de complexidade da análise. Infelizmente, grande parte de projetos públicos e privados, na realidade, exigem a análise do tipo (iv) citada anteriormente. Os métodos de análise tradicionais (que consideram o risco dos projetos somente pela observação da distribuição de probabilidades do valor presente ou da taxa interna de retorno) desprezam totalmente os múltiplos critérios de avaliação e, conseqüentemente, várias espécies de riscos a eles associados.

#### 4.7. Conclusão

Neste capítulo foram discutidos vários assuntos relacionados com a utilização de múltiplos critérios de análise de inves

timentos, desde a geração destes critérios até os métodos de avaliação que os utilizam..

No próximo capítulo, serão abordados os vários tipos de riscos que podem influenciar a aceitabilidade de um determinado projeto. Este estudo qualitativo será o principal guia para o estabelecimento dos critérios significativos na análise.

## CAPÍTULO V

### 5. ESTUDO QUALITATIVO DOS RISCOS INERENTES AOS PROJETOS

#### 5.1. Introdução

Os riscos associados aos empreendimentos em geral podem ser decorrentes de eventos que afetam o nível de atividade da economia (como a política financeira e monetária do governo), eventos que tendem a afetar todas as empresas de um determinado setor, eventos que afetam diretamente uma empresa particular (como incêndios ou alterações na alta administração) e até mesmo eventos que afetam especificamente uma categoria de produto.

A administração do risco tem como objetivo prevenir contra as perdas decorrentes destes eventos, antes que eles contribuam para o fracasso do investimento. Não é admissível desprezar os fatores de risco que influenciam as políticas das empresas. Prova disto é a criação da função "administrador de riscos" em muitas organizações européias, cujas características e atribuições do cargo serão discutidas no último item deste capítulo.

A análise dos riscos a ser desenvolvida a seguir compreenderá tanto a identificação, procurando abordar os eventos causais e os agentes relacionados, como sua avaliação, selecionando as espécies de risco que mereçam tratamentos particulares.

A posição da empresa frente ao risco pode variar de

arriscada a conservadora. Neste último caso, ela pode transferir o risco a terceiros, a saber:

- clientes, quando a empresa não se responsabiliza por alguns itens de comercialização (transporte dos produtos vendidos, por exemplo);

- banqueiros, no caso dos riscos de características financeiras;

- seguradoras;

- subcontratadas, que assumem os riscos próprios aos serviços ou atividades pelas quais são responsáveis.

No que diz respeito à natureza dos riscos relativamente às diversas fases do processo de tomada de decisão, Chevalier e Hirsch<sup>(7)</sup> estabelecem a seguinte classificação:

i) Riscos pré-decisórios;

ii) Riscos decisórios;

iii) Riscos pós-decisórios.

O primeiro tipo de risco se refere à qualidade e eficiência do sistema de informações da empresa e também ao modelo construído para formalizar a situação.

O segundo tipo, também denominado "risco de oportunidade", é justamente o risco incorrido por não se haver tomado a decisão mais apropriada na escolha das alternativas disponíveis.

O último tipo, por sua vez, é o risco de não ter havido concordância entre as previsões e as consequências das decisões tomadas.

Além da relação com as etapas do processo de decisão, a intensidade do grau de controle necessário a estes riscos foram resumidos pelos mesmos autores na forma do quadro 4.

RISCOS	BUSCA DE IN- FORMAÇÕES NO AMBIENTE					SISTEMA DE INFORMAÇÃO		ANÁLISE DA INFORMAÇÃO E MODELAGEM		ESCOLHA (DECISÃO)		REALIZAÇÃO E CONTROLE	
	FRACO A MÉDIO	FRACO A MÉDIO	ELEVADO		X								
PRÉ-DECISÓRIO	X	X			X								
DECISÓRIO									X				
PÓS-DECISÓRIO												X	
GRAU DE CONTROLE						FRACO A MÉDIO	ELEVADO	MÉDIO A ELEVADO				FRACO A ELEVADO	

**QUADRO 4 - NATUREZA DOS RISCOS E TOMADA DE DECISÃO.**

Fonte: Chevalier, A. e Hirsch, G. (7), Le Risk Management, pág. 13

A seguir serão vistos os riscos que comumente ocorrem com alguns projetos típicos. Depois serão apresentadas, com a utilização de gráficos e tabelas (em detrimento de fórmulas matemáticas mais complexas), algumas aproximações, desenvolvimentos e análises mais detalhadas destes riscos.

## 5.2. Riscos Relacionados a Projetos Específicos

### 5.2.1. Investimentos para lançamento de um novo produto

Este é um exemplo típico de investimento que exige muita coragem dos decisores, pois envolve um grau de incerteza considerável. Essencialmente existem dois cursos de ação a serem escolhidos:

i) Fazer grandes investimentos iniciais, obtendo grandes lucros se as expectativas se realizarem, ou grandes perdas, se o previsto for diferente do acontecido.

ii) Investir relativamente pouco no início e ir testando gradualmente o mercado. Caso o produto seja bem aceito as operações podem ser expandidas, mas os lucros máximos não serão tão grandes porque outras empresas estariam observando o teste de mercado. Em compensação, se o produto não conseguir boa penetração no mercado o volume de perdas não será tão significativo.

Não é tão simples dizer qual dos dois procedimentos é preferível. O segundo procedimento é mais desejável se os lucros máximos a serem conseguidos não forem atingidos por uma alta velocidade de entrada da concorrência no mercado, o que dependerá do tipo e porte da indústria em questão.

Na realidade, em vez de duas opções extremas, o administrador dispõe de um vasto espectro de alternativas variando desde pequenos riscos (e pequenos lucros possíveis) a grandes riscos (e possibilidade de altos lucros).

Se o estudo econômico prévio de custos e receitas indicarem a desejabilidade do produto, o volume exato de investimentos no tamanho da instalação, em propaganda e organização de vendas, por exemplo, são outras decisões administrativas a serem apreciadas.

#### 5.2.2. Investimentos de redução de custos

Devem ser considerados dois pontos-de-vista na análise dos riscos associados a este tipo de investimento:

- redução de custos voltada a operações já estabelecidas;
- redução de custos voltada a operações planejadas.

Quando é dirigida à uma operação estabelecida que continuará independentemente se o investimento de redução de custos é feito ou não, parece claro que existe uma "demanda" garantida e livre de risco para seus serviços ou produtos. Desta forma, este investimento precisa prometer um retorno apenas ligeiramente superior ao custo do capital envolvido para que seja justificado. É o caso, por exemplo, da implantação de um sistema mecânico de transporte de matérias-primas por esteiras em substituição a uma mão-de-obra de maior custo, em determinada empresa.

Quando, por outro lado, o investimento de redução de custos é apenas uma fração de um grande projeto, ele deve

ser julgado com o investimento maior e prometer um retorno com patível. Seria o caso de um projeto mineiro em uma região bas tante acidentada, onde um sistema de transporte por cabos aéreos esteja sendo visto como alternativa para levar os minérios da mina à estrada de ferro, situada alguns quilômetros de distân cia. O capital investido no sistema deve oferecer um retorno compatível com o projeto mineiro, pois ambos estão sujeitos aos mesmos riscos. Se a mina for obrigada a fechar, a vantagem do sistema de transporte aéreo decresce correspondentemente por que não há uso alternativo para ele.

### 5.2.3. Investimentos de expansão de mercado

Os investimentos destinados a expandir os merca dos das empresas são considerados como um dos mais arriscados tipos de projetos, principalmente se a concorrência for hábil, organizada e possuidora de grandes recursos.

Muitas vezes são exigidos intensa propaganda e pro moções de venda para a tentativa de aumento da fatia de merca do, o que pode até levar a empresa à falência se o fracasso for total e o volume de recursos dispendido for significativo. Freqüentemente testes mercadológicos fazem surgir otimismo s falsos totalmente discordantes da realidade. Por causa de to dos estes gastos e incertezas, investimentos em expansão de mercado devem produzir os mais altos retornos para justificar sua aceitabilidade. Tais retornos, todavia, algumas vezes con sideram fatores intangíveis (penetração do produto em outras camadas sociais, por exemplo) que podem justificar um menor re torno tangível.

Os riscos relacionados com a implantação comercial,

considerando tanto as taxas de crescimento quanto as dimensões do mercado, serão discutidos mais adiante, neste mesmo capítulo.

#### 5.2.4. Investimentos de reposição

A administração de uma empresa deve recorrer a este tipo de investimento não somente quando a vida útil de determinado equipamento ou instalação tiver sido esgotada, mas também quando a lucratividade futura da atividade estiver comprometida. Uma parte dos casos de reposição não chega a exigir uma análise detalhada, pois a necessidade de fazê-la é óbvia e totalmente justificável, sem a qual toda a linha de produção operaria deficientemente. O ganho de se fazer tais reposições é tão obviamente lucrativo que qualquer compensação para o risco é irrelevante.

Existem outros casos de reposição não tão óbvios, exigindo uma análise detalhada do tempo ótimo de reposição. Caso seja a reposição uma parte de um vasto projeto de continuidade, não acrescentando nada aos riscos principais da empresa, ela será justificada sempre que o retorno projetado exceder o custo de capital da empresa por pequena margem.

#### 5.2.5. Investimentos de saúde e bem-estar

Algumas empresas procuram realizar investimentos de saúde e bem-estar para seus funcionários, os quais podem variar desde a instalação de cantinas e salas de repouso até clínicas médicas ou clubes sociais. O objetivo de tais investimentos é melhorar o padrão de vida de seus empregados de modo

a atrair um "staff" mais qualificado, em troca do pagamento de maiores salários e comissões. A avaliação destes investimentos envolve muita subjetividade, mas deve ser realizada. O departamento de pessoal poderia, por exemplo, fazer observações sobre as reações dos funcionários nos períodos em que estes fossem beneficiados ou não com os serviços de uma cantina dentro da própria empresa. No entanto, para investimentos de maior porte (a criação de uma estrutura de assistência médica, por exemplo), torna-se necessária uma justificativa mais objetiva, procurando determinar o limite dos benefícios que o corpo de funcionários aceita, mas pouco valoriza.

#### 5.2.6. Investimentos similares concorrentes

Quando uma atividade comercial ou industrial consegue formar uma clientela considerável a bons preços para empresa que a desenvolve, ela pode ficar exposta a um risco muito importante: o surgimento de investimentos similares concorrentes. Segundo Solomon<sup>(36)</sup>, estes riscos são incorridos por empresas em países subdesenvolvidos devido à limitada capacidade inovadora do empresariado concorrente. A cópia de negócios bem sucedidos, segundo o mesmo autor, provoca um ônus insuportável entre as empresas de determinado setor e de outros correlatos, pois o excesso de capacidade produtiva desbalança o mercado consumidor.

#### 5.2.7. Investimentos exigidos por lei

Não são raros os casos em que leis governamentais ou políticas de segurança exijam que as empresas realizem

alguns investimentos de controle de poluição ou segurança de trabalho. Como tais investimentos são exigidos para que a empresa esteja autorizada a operar, quase nenhuma análise de viabilidade é requisitada. Conseqüentemente, não há muitos riscos associados a estes investimentos a não ser que, existindo alternativas mais baratas e mais duradouras para o mesmo fim, se tenha decidido por outra, de maior custo e menor vida útil. Desta forma, só haveria o "risco decisório" ou "risco de oportunidade" (discutidos anteriormente) para esta categoria de investimento.

### 5.3. Riscos de Produção e Comercialização

#### 5.3.1. Riscos técnicos

Estes são basicamente os riscos relacionados com a produção, cujo desenvolvimento em termos de qualidade, quantidade e custos é fundamental à sobrevivência da empresa. Qualquer tipo de interrupção da produção, mesmo quando cobertas por bons contratos de seguros, representam uma perda perante a concorrência. Esta é a razão pela qual as empresas mais estáveis do mercado procuram estudar sistematicamente todos os fatores que afetam sua atividade de produção.

Os riscos técnicos de produção quase sempre estão relacionados com a qualidade de produção, a diminuição da produtividade, a quebra ou obsolescência dos equipamentos produtivos e, finalmente, com a possibilidade de ocorrência de sinistros.

A fim de que seja mantida a qualidade e o padrão da produção, a empresa deve pôr em ação um sistema de controle

eficaz, evitando que produtos defeituosos ou fora das especificações sejam enviados aos clientes, o que ocasionaria consequências muito negativas.

Os riscos de diminuição da produtividade, por sua vez, normalmente estão diretamente relacionados com os equipamentos ou aparelhos produtivos, e isto devido a quebras, desgastes, obsolescência ou fatores humanos. Uma manutenção preventiva eficaz e uma política de substituição compatível com o ritmo de trabalho e características dos equipamentos seria uma importante medida de prevenção contra os riscos de queda de produtividade.

Os riscos de acidentes\*, por sua vez, podem ser reduzidos através das seguintes políticas:

- investimentos em equipamentos de segurança (sistemas de proteção, alarme, etc...);
- especialização dos funcionários em segurança e primeiros socorros.

A fim de limitar as consequências negativas sobre a atividade e clientela da empresa depois da ocorrência de acidentes, Chevalier e Hirsch<sup>(7)</sup> apontam um conjunto de procedimentos a tomar, denominado "plano de recuperação" ou "plano de sobrevivência". A justificativa primordial para tal plano é manter a porção de mercado da empresa, principalmente se ela se encontra em situação concorrencial muito forte.

Enfim, o plano de recuperação proposto pelos autores citados é próprio a cada empresa (envolvendo seus vários setores) e pode ser subdividido em cinco etapas, a saber:

- i) Plano de urgência;
- ii) Programa de salvamento do mercado;

\* Por exemplo, de incêndios, roubos ou enchentes.

- iii) Programa de retomada de produção;
- iv) Administração do plano de recuperação;
- v) Controle do plano de recuperação.

A natureza interativa entre as etapas e os principais agentes econômicos relacionados num plano de recuperação de incêndios podem ser vistos no esquema da figura 18.

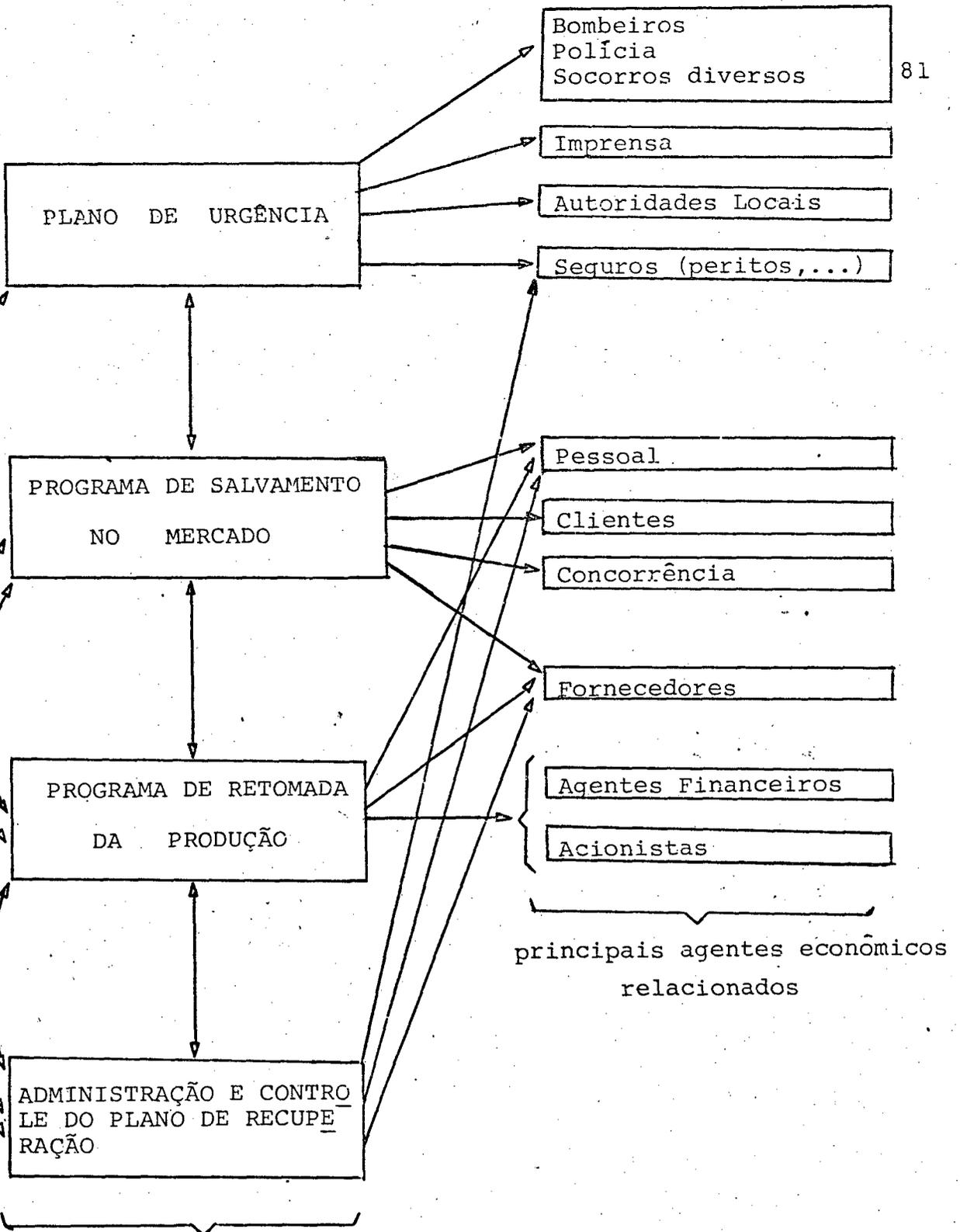
Convém salientar a importância da adequação entre o plano de recuperação e os objetivos estratégicos da empresa. Por exemplo, pode acontecer que, por ocasião de um incêndio ou outro sinistro significativo, a empresa decida abandonar um certo tipo de produção. Contrariamente, o plano de recuperação pode ser reforçado em setores de desenvolvimento intensivo ou para proteger mercados privilegiados.

### 5.3.2. Riscos sociais

Esta categoria de risco está ligada diretamente aos recursos humanos da empresa. São basicamente os riscos de greves, absenteísmo e acidentes do trabalho.

As greves podem ser evitadas através de uma política de remuneração e benefícios justa e pelo perfeito cumprimento das obrigações sociais em vigor. Não significa, no entanto, fazer uma supervalorização do operário, o qual deverá estar sempre esclarecido sobre os direitos de punição, pelo empregador, previstos em lei.

Os riscos de absenteísmo ou faltas podem ser reduzidos por incentivos de promoção de cargos atraentes e apoiados numa política trabalhista, que assegure condições mais ou menos flexíveis de horários e volume de trabalho aos empregados.



etapas do plano de recuperação

FIGURA 13 - O PLANO DE RECUPERAÇÃO DE CHEVALIER E HIRSCH.

Fonte: Chevalier, A. e Hirsch, G. (7), Le Risk Management, pág 174.

Os acidentes de trabalho constituem um dos mais importantes riscos sociais aos quais a empresa fica exposta quando decide por determinado investimento. São, inclusive, uma espécie de risco que varia bastante com o tipo de projeto em questão. É evidente que, em um projeto de exploração mineral a grandes profundidades no subsolo, os riscos de acidentes de trabalho devam ser bem avaliados. Por outro lado, não há sentido em considerar significativamente tais riscos quando um projeto de construção de uma cantina na empresa está sendo apreciado. A experiência tem mostrado que, de uma maneira geral, os gastos de formação de pessoal em matéria de segurança têm sido menores que os prejuízos por indenizações trabalhistas e interrupções da produção.

Poderiam ser considerados ainda como riscos sociais aqueles ligados à perda e roubo de ferramentas, destruição, vazamento de informações e espionagem. Uma seleção rigorosa dos funcionários contratados reduziria enormemente estes riscos.

### 5.3.3. Riscos de fornecimento de matérias-primas

Os riscos de fornecimento de matérias-primas englobam principalmente as distorções na regularidade dos recebimentos e nos preços destes insumos. Desta maneira, as empresas devem procurar diversificar os fornecedores para garantirem o suprimento regular das matérias-primas de que elas necessitam.

Assim, a nível macroeconômico poderes públicos de vários países têm procurado reduzir ao máximo a exposição a este tipo de risco em setores vitais de suas economias desenvolvendo as seguintes ações:

- programas de racionalização da utilização de matérias-primas, realizados concomitantemente aos programas energéticos;

- programas de estoques reguladores quando a dependência das importações de matérias-primas é grande;

- programas de pesquisas sobre substituição ou reaproveitamento de matérias-primas;

- programas de melhoramento do rendimento dos processos consumidores destas matérias-primas.

Um bom exemplo de precaução contra este tipo de risco pode ser encontrado na França, onde certas indústrias são dependentes de produtos específicos. A indústria petrolífera francesa de offshore, por exemplo, é altamente dependente da platina e do diamante. A indústria automobilística, detentora de aproximadamente 10% da mão-de-obra direta e indireta francesa, utiliza em grande escala o molibdênio e o cobalto. A indústria aeronáutica, que gera grandes excedentes financeiros ao país, necessita de titânio, tungstênio e cobalto, dentre outros minerais. Estes são os motivos pelos quais a França tem investido maciçamente em sistemas cooperativos de projetos minerais com países mais pobres como o Senegal, o Gabão o Perú e a Malásia, objetivando complementar as fontes de fornecimento francesas e garantir mais segurança aos setores vitais de sua economia.

#### 5.3.4. Riscos de subcontratação

A decisão de subcontratar ou não determinado trabalho por outra empresa não é tarefa simples, pois exige respostas a perguntas do tipo:

- Quais as dificuldades no trabalho?

- Quais as empresas capazes de realizá-lo ao menor esforço financeiro e técnico?

- Quais os custos das dificuldades?

Uma das finalidades da subcontratação para o contratante é transferir ou dividir o risco de fracasso do trabalho com o contratado. Para que o acordo de subcontratação tenha êxito, a empresa contratante deverá inicialmente pesquisar para cada candidata ao serviço, sua dependência industrial com outros setores e decidir pela menos arriscada. A seguir, devem ser estabelecidos os meios de repartir as causas e conseqüências do risco industrial.

As causas do risco industrial levam contratante e contratado a negociarem garantias em uma das seguintes maneiras:

i) na forma de contrato jurídico, para a perfeita obediência dos prazos;

ii) na forma de garantias morais, que é simplesmente uma espécie de acordo econômico entre as duas empresas, onde são previstas a garantia de um nível mínimo de atividade aos subcontratados, baixas flutuações nas atividades além de uma ajuda técnica e financeira por parte do contratante;

iii) na forma de fiança, onde as garantias de pagamento ou transferência de propriedades dependem do volume de atividade do programa de fabricação.

Para repartir as conseqüências do risco industrial, os parceiros do acordo de subcontratação podem decidir pela indenização ou pela simples divisão das perdas decorrentes do eventual fracasso da atividade.

### 5.3.5. Riscos tecnológicos e de pesquisa e desenvolvimento

Os projetos de pesquisa e desenvolvimento envolvem uma variedade de riscos considerável, dadas as várias incertezas que os cercam. Esta multiplicidade de riscos, além de dificultar suas avaliações, pode conduzir a uma alocação de custos diretos e indiretos ao projeto de forma bastante arbitrária. Contudo, isto não é motivo para ignorar tais investimentos. Segundo Mansfield<sup>(24)</sup>, em se tratando de pesquisa e desenvolvimento, as idéias mais importantes procuram satisfazer fontes não atendidas e, portanto, mais arriscadas. A lucidez e a coragem, para Mansfield, são qualidades necessárias e fundamentais na decisão de aceitar-se riscos da pesquisa tecnológica.

Para a empresa que cria os produtos que vende, o domínio da pesquisa tecnológica é de importância vital à sua sobrevivência. Para setores de ponta, por exemplo, não é difícil encontrar empresas onde muitos de seus produtos tenham idade inferior a quatro anos.

As verdadeiras fontes de risco da pesquisa e desenvolvimento derivam de sua dependência dos próprios esforços internos de pesquisa (na empresa) e do campo externo de conhecimento tecnológico.

O risco global de pesquisa e desenvolvimento pode ser definido pela composição de uma matriz de riscos, relacionando a técnica e o produto com outra matriz que relacione o produto e o mercado. Esta composição, proposta por um estudo do C.N.M.E. - órgão francês que publica boletins econômicos, está representada no quadro 5. Neste mesmo quadro, são defini

Técnica Produto	Nova	Melhorada	Aperfeiçoada	Tradicional
Novo	ZONA 1 MACROINOVACÃO	ZONA 2 MÉDIA INOVAÇÃO		
Melhorado	ZONA 3 MICROINOVACÃO			
Aperfeiçoado	ZONA 4 ZONA A			
Tradicional				
Prodotto Mercado	Novo	Melhorado	Aperfeiçoado	Tradicional
Novo	ZONA A			ZONA B
Melhorado	ZONA A			ZONA B
Aperfeiçoado	ZONA A			ZONA B
Tradicional	ZONA A			ZONA B

ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
ZONA A	RISCO BAIXO: NEGLEGENCIAR	
ZONA B	RISCO BAIXO: NEGLEGENCIAR	
ZONA C	RISCO BAIXO: NEGLEGENCIAR	
	ELEVAR: EVITAR	MÉDIO: TENTAR

QUADRO 5 - RISCOS EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO  
 Fonte: Chevalier, A. e Hirsch G. (7), Le Risk Management, pág. 32.

das as zonas de risco 1, 2 e 3, respectivamente denominadas de macro, média e micro-inovações e as zonas A, B e C que traz os riscos de aceitação do produto pelo mercado consumidor. Combinando estas duas espécies de risco em uma matriz, tem-se três faixas de riscos resultantes bastante distintas: uma de risco elevado, uma de risco médio e outra de baixo risco.

De acordo com o autor do estudo, seria aconselhável evitar as zonas de alto risco, desprezar as zonas de risco insignificante e tentar a faixa intermediária. Vale a pena salientar que o tamanho de tais zonas dependerá das características da empresa, do setor, dos avanços tecnológicos, da demanda e do produto.

#### 5.3.6: Riscos de implantação comercial

Deve-se entender por riscos de implantação comercial aqueles relacionados com as dificuldades de penetração em um novo mercado, onde já existem concorrentes experientes possuidores de parcelas deste mercado.

Segundo Nemarq<sup>(31)</sup>, existem quatro variáveis a serem consideradas na decisão de implantação de um projeto para uma empresa que se encontre na situação descrita no parágrafo anterior:

- i) o mercado, representado por sua dimensão e taxa de crescimento;
- ii) a capacidade concorrencial da empresa;
- iii) as competências técnicas e comerciais da empresa;
- iv) a oportunidade econômica do projeto, representada pela taxa de crescimento média do fluxo de caixa.

Estas variáveis podem ser relacionadas sob a forma de matrizes, como sugere o próprio método BCG (Boston Consulting Group), capazes de fornecerem dados auxiliares à tomada de decisão de aceitar ou não o projeto. O decisor que combinar tais informações com a estratégia da empresa, não desprezar o caráter temporário das avaliações destas variáveis, a pesquisa tecnológica e suas capacidades reais de produção e distribuição, terá importante ferramenta de apoio à tomada de decisões.

Duas destas matrizes podem ser representadas na forma das figuras 19 e 20.

A figura 19, mostra a matriz de oportunidades comerciais, que combina as variáveis "dimensão" e "taxa de crescimento" do mercado. As oportunidades de penetração neste mercado traduzem o risco de implantação comercial e dependem do par de variáveis combinadas. A oportunidade máxima para o projeto de implantação, representativa do mínimo risco, seria conseguida em um mercado de dimensão "forte" que apresentasse alta taxa de crescimento.

A figura 20, por sua vez, mostra a matriz das competências, avaliando os riscos de implantação comercial, de acordo com pares de competências técnicas e comerciais da empresa. Determinada empresa seria considerada parcialmente frágil, por exemplo, se apresentasse competência técnica mas não comercial, ou vice-versa.

#### 5.4. Riscos de Informação

São os riscos associados à obtenção, ao tratamento e à divulgação das informações nos procedimentos administrativos e nas estratégias da empresa.

TAXA DE CRESCIMENTO DO MERCADO

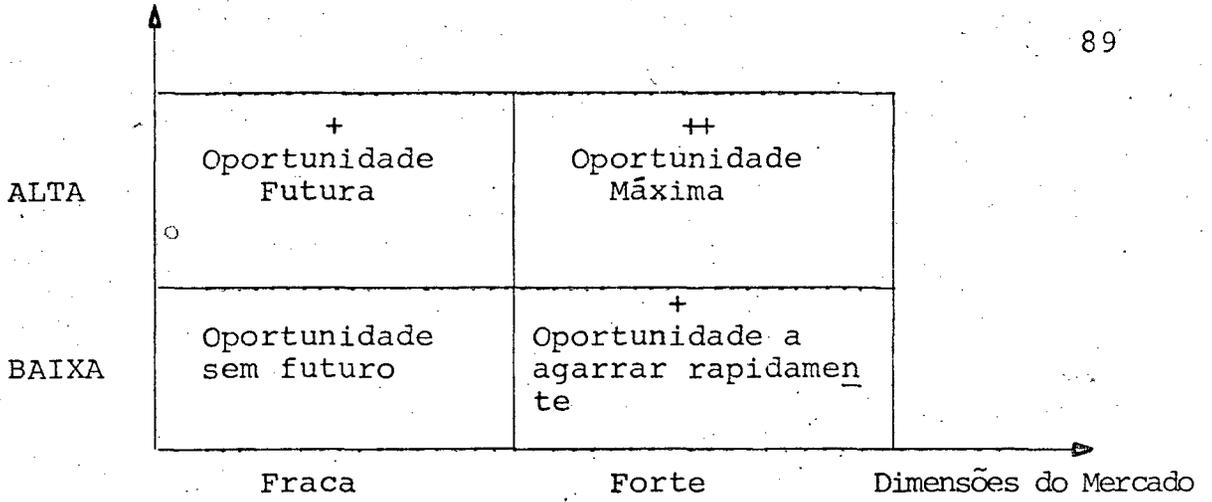


FIGURA 19 - MATRIZ DAS OPORTUNIDADES COMERCIAIS

Fonte: Chevalier, A. e Hirsch, G. (7), Le Risk Management, pag 51.

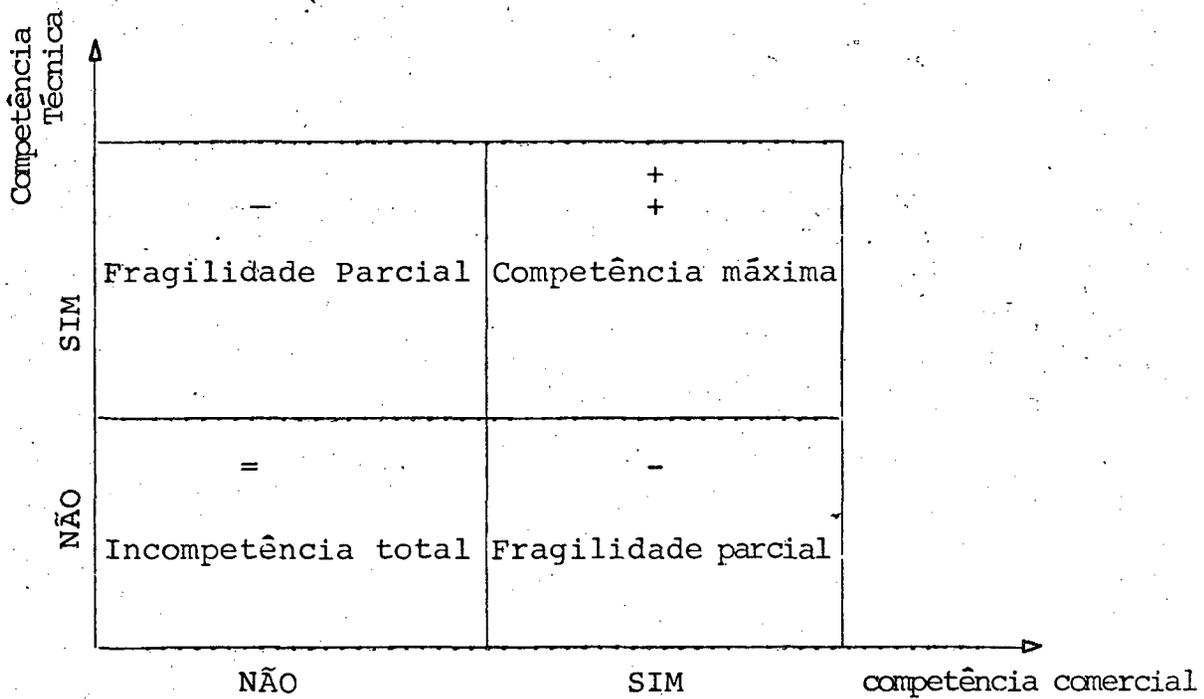


FIGURA 20 - MATRIZ DAS COMPETÊNCIAS

Fonte: Chevalier, A. e Hirsch, G. (7), Le Risk Management, pag 51.

Um vazamento de informações sobre as características de um novo produto a ser lançado pela empresa no mercado pode significar o fracasso de um investimento feito em pesquisa e desenvolvimento. Da mesma forma, distorções no fluxo de informações entre o almoxarifado e o departamento de compras da empresa podem, por exemplo, ocasionar a interrupção da linha de produção por falta de matéria-prima.

A análise desta espécie de risco é plenamente justificada uma vez que o valor da informação adquire proporções cada vez maiores. De fato, observa-se que grande parte das empresas bem sucedidas possuem sistemas de informação eficientes auxiliando suas administrações, e que os detentores das informações significativas ocupam cargos de importância nestas empresas.

Os computadores começaram a ser utilizados para aumentar e ampliar a capacidade de processamento, produção e transporte de dados na empresa, o que levou a informática a ser o principal vetor da informação. Na verdade, a informática é uma ferramenta que operacionaliza grande parte dos procedimentos administrativos\*, tendo grande contribuição na competitividade das empresas. Esta é a razão pela qual serão discutidos os riscos informáticos neste trabalho.

Uma das principais preocupações dos donos de empresa tem sido a confiabilidade dos sistemas utilizados. Embora estes sistemas tenham a garantia de perfeito funcionamento dada pelos contratos de manutenção, existem agentes externos acidentais ou intencionais capazes de provocar perdas financeiras

---

\*Tais como faturamento, administração de caixa, controle de estoques, comandos automáticos de indústrias, etc.

ras consideráveis e perturbações administrativas que podem comprometer a sobrevivência da empresa.

Um processo de administração dos riscos informáticos, proposto por Chevalier e Hirsch<sup>(7)</sup> envolveria:

- determinação dos riscos e identificação de seus agentes;
- prevenção dos riscos anteriormente identificados;
- redução das conseqüências do risco, pela construção de um plano de recuperação, visto anteriormente;
- verificar a possibilidade de se recorrer a um seguro.

Os componentes mais importantes do risco informático são os valores a serem protegidos (dados, programas e equipamentos) e os agentes de risco (pessoal, material e agentes externos).

Como a exatidão e disponibilidade dos dados são essenciais à tomada de decisões, estes constituem um elemento muito valioso para a empresa. A informação torna-se mais importante ainda quando adquire caráter confidencial, como a relação da clientela ou dados sobre um novo produto a ser lançado.

O alto valor dos recursos destinados à compra e desenvolvimento dos programas indispensáveis ao perfeito funcionamento dos sistemas informáticos é a principal justificativa de assegurar-lhes proteção. Além disso, a exatidão e disponibilidade da informação citada anteriormente também depende da confiabilidade dos programas.

Com relação aos equipamentos, estes compreendem a unidade de processamento central, as unidades periféricas

(terminais e impressoras), os elementos magnéticos (discos e fitas) além de aparelhos de climatização e dispositivos de segurança. Não é difícil admitir, portanto, a participação que tais equipamentos possuem sobre o valor do imobilizado total de uma empresa.

Os agentes de risco, por sua vez, são os possíveis causadores dos sinistros, podendo ser funcionários, visitantes, elementos naturais e os próprios equipamentos.

O corpo de funcionários dos centros de serviços informáticos são prováveis agentes de risco, embora os demais empregados não devam ser negligenciados. Na verdade, se o acesso a programas, dados e equipamentos não é bem controlado, qualquer membro da empresa pode ser causador de um sinistro, seja involuntariamente ou por sabotagem interna (destruição ou roubo).

Os materiais e equipamentos podem ser simultaneamente valores a serem protegidos ou agentes de risco. Podem ocorrer panes no computador central ou no sistema periférico, capazes de destruir ou modificar informações, como por exemplo, erros de leitura e impressão.

Os agentes de risco externos podem ser de duas espécies: fenômenos naturais como excesso de umidade, temperatura, campo magnético ou incêndios ou pessoas estranhas à empresa (espiões, visitantes ou terroristas).

#### 5.5. Riscos Econômico - Financeiros e de Inflação

Neste item serão abordados o retorno e o risco sobre o capital investido, o risco de insolvência, os riscos bancários e os riscos de inflação.

### 5.5.1. Retorno e risco sobre o capital investido

As políticas de uma empresa para o risco e o retorno de um determinado investimento devem ser guiadas pela própria quantidade de riscos a que foi exposta no passado e pelo grau de conservadorismo dos acionistas. Algumas vezes, no entanto, uma suposta política conservadora pode ser totalmente contraditória com seus princípios. Isto acontece quando determinada empresa recusa alguns investimentos aparentemente arriscados em pesquisas, novos métodos e novos produtos, expondo-se aos riscos de êxito destes mesmos investimentos feitos pela concorrência. De acordo com Merrett e Sykes<sup>(28)</sup>, "numa indústria competitiva, a máxima segurança geralmente repousa sobre um balanço inteligente de riscos".

É de aceitação quase unânime que o objetivo principal de uma empresa, ao decidir por determinado investimento, é a otimização do retorno do capital próprio dos acionistas, dentro de certos limites de implicações sociais e políticas. Contudo, existem duas razões para ser considerado também o retorno do investimento total:

i) Saber se o projeto é viável por si só, independentemente da forma em que foi financiado. Pelo fato de indicar se o projeto em si é capaz de produzir receitas capazes de cobrirem os débitos, este tipo de retorno é muito analisado pelas instituições prestadoras;

ii) Os débitos são pagos preferencialmente aos lucros dos acionistas.

Muitas vezes também é útil saber quanto do volume total de capital investido e das receitas geradas pelo investimento estão de fato submetidos ao risco. Quando parte do capi

tal inicial investido tiver algum uso alternativo, pode-se dizer que o investimento inicial não está completamente exposto ao risco. Se o projeto fosse abandonado, algo do capital seria recuperado. Para a maioria dos projetos de pesquisa e exploração mineral, contudo, quase todo o capital investido está sob risco. Contrariamente, alguns projetos, quando desativados, conseguem algum valor residual para os equipamentos, terras, capital de trabalho, etc...

Podem ocorrer também situações em que o projeto é abandonado, mas continua a gerar receitas. Isto ocorre, por exemplo, quando a empresa dona do projeto paralisado realiza acordos de leasing com outras firmas (existirão as chamadas "receitas garantidas" até o final do contrato). Na realidade, o abandono total do projeto somente seria vantajoso se o valor residual superasse as "receitas garantidas" atualizadas pelo custo de capital da empresa.

#### 5.5.2. Riscos de insolvência

Neste subitem serão feitas breves considerações sobre alguns métodos que procuram avaliar as posições das empresas perante as situações de insolvência. Desta forma, o ponto de observação dos riscos muda para o ambiente externo da empresa, pois tais métodos são utilizados por possíveis financiadores ou outras empresas, na avaliação do risco de um cliente ou de uma coligada, respectivamente.

Não é tão simples fazer previsões que sirvam como diagnóstico para o risco de insolvência de uma empresa devido a:

- dependência cada vez maior da empresa de fatores externos;
- alta concorrência sobre os mercados;
- produtos com ciclos de vida cada vez mais curtos;
- imprevisibilidade, mesmo a curto prazo, de evoluções tecnológicas.

Devido a estas dificuldades de previsão, os métodos tradicionais de avaliação desta espécie de risco tem se resumido à utilização de índices contábeis simples, como os de liquidez e endividamento. São métodos empíricos que devem ser controlados freqüentemente.

Um método mais complexo e interessante é o "Credit men" americano. Ele propõe uma combinação linear de índices contábeis os mais variados possíveis (liquidez, endividamento, financiamento, rotação de estoques, crédito de clientes, etc.) segundo ponderações de participação. Estes índices, quando comparados com os índices médios típicos do setor em questão, permitem atribuir uma nota à empresa estudada, representativa de seu risco.

O quadro 6 mostra a tabulação deste método, para cinco índices  $X_1, X_2, X_3, X_4$  e  $X_5$  ponderados por  $a_1, a_2, a_3, a_4$  e  $a_5$ .

Considerando  $X_{ni}$  e  $X'_n$  ( $n=1,2,3,4,5$ ) respectivamente como o  $n$ -ésimo índice da  $i$ -ésima empresa considerada e o  $n$ -ésimo índice típico do setor, a nota global  $N_i$  da mesma seria dada por:

$$N_i = a_1 \frac{X_{1i}}{X'_1} + a_2 \frac{X_{2i}}{X'_2} + a_3 \frac{X_{3i}}{X'_3} + a_4 \frac{X_{4i}}{X'_4} + a_5 \frac{X_{5i}}{X'_5} \quad [39]$$

Três situações podem ocorrer:

- a)  $N_i > 1$ : a empresa pode ser considerada segura
- b)  $N_i = 1$ : a empresa é aproximadamente típica, normal para o setor
- c)  $N_i < 1$ : a empresa estaria sujeita à insolvência.

CÓDIGO	DEFINIÇÃO	PONDERAÇÃO
X <sub>1</sub>	Liquidez	a <sub>1</sub>
X <sub>2</sub>	Endividamento total	a <sub>2</sub>
X <sub>3</sub>	Financiamento do imobilizado	a <sub>3</sub>
X <sub>4</sub>	Rotação de estoques	a <sub>4</sub>
X <sub>5</sub>	Crédito de clientes	a <sub>5</sub>

$$\sum = 100\%$$

#### QUADRO 6 - MÉTODO CREDITMEN PARA ANÁLISE DA SOLVÊNCIA DE EMPRESAS

Collongues<sup>(9)</sup> fez estudos semelhantes para empresas francesas utilizando maior número de índices, em vários setores. De um modo geral, chegou à conclusão que os riscos de insolvência são caracterizados por:

- fundos próprios escassos e alto endividamento total;
- pequena rentabilidade interna ocasionada por altos gastos financeiros e despesas com pessoal.

No Brasil, Kanitz<sup>(20)</sup> desenvolveu um modelo capaz de indicar o grau de insolvência de empresas comerciais e industriais. Este modelo baseia-se fundamentalmente no cálculo

do "fator de insolvência" para a empresa sob análise, utilizando alguns de seus índices contábeis (índices de liquidez, lucro líquido/patrimônio líquido, exigível total/patrimônio líquido). Calculado o fator de insolvência da empresa, averigua-se em que intervalo ele se situa na escala do "termômetro de insolvência", que apresenta três regiões bem distintas: de insolvência (fatores no intervalo  $[-7, -3]$ ), de penumbra (fatores no intervalo  $[-3, 0]$ ) e solvência (fatores no intervalo  $[0, 7]$ ).

Pode-se notar a utilidade destes métodos para as empresas que desejam avaliar os riscos financeiros de possíveis parceiros comerciais, como clientes ou fornecedores.

### 5.5.3. Riscos bancários

Este tipo de risco pode ser abordado sob dois referenciais distintos. No primeiro, o banco seria considerado um agente de risco para uma empresa que possui alguns de seus papéis (títulos) como forma de investimento ou que o tenha como instituição financiadora. O segundo referencial seria exatamente contrário ao anterior, pois neste caso o banco examinaria os riscos de ter determinada empresa como cliente.

O crédito sempre está acompanhado do risco, e as empresas estão continuamente avaliando os riscos de liquidez, de insolvência e de rentabilidade dos bancos com que operam.

A liquidez bancária, como qualquer outra, é medida por um quociente entre elementos líquidos do ativo e elementos exigíveis do passivo.

A insolvência bancária pode ser originada pelo risco de cada empresa cliente e pelas garantias ofertadas em tro

ca do crédito.

Finalmente, influenciando o nível de rentabilidade existe o risco de produtividade da atividade bancária, estritamente ligada à concorrência travada entre os bancos na disputa pelos clientes.

A análise do risco da empresa pelo banqueiro deve ser feita confrontando seus pontos fortes e fracos. Devem ser consideradas as perspectivas comerciais, técnico-industriais e financeiras da empresa.

Para avaliar as perspectivas comerciais do cliente, o banqueiro deve verificar as principais características de seu mercado, como nível de concorrência, parcela de mercado e níveis de preço utilizados.

Para verificar as perspectivas técnico-industriais, devem ser observadas a participação do cliente em outras empresas, o desenvolvimento de novos produtos, as capacidades de expansão, etc...

No estudo de suas perspectivas financeiras, seriam feitas previsões de índices econômicos, de rentabilidade e investimentos.

Estas perspectivas seriam então comparadas com as possíveis causas de fracasso da empresa-cliente, sejam internas (como clientela mal distribuída, produção desorganizada ou má gestão de compras) ou externas (como surgimento de uma concorrência bem equipada e de baixos custos, modificação da legislação ou recessão no seu domínio de atividade). Desta forma, o banqueiro teria uma idéia mais clara dos riscos oriundos de sua clientela.

O banqueiro também pode avaliar o risco de suas empresas-clientes analisando suas estruturas de capital através

de índices de imobilização do patrimônio líquido ou índices de participação de capitais de terceiros sobre recursos próprios, por exemplo.

#### 5.5.4. Riscos de inflação

A inflação pode ser considerada como um tipo especial de risco aos quais os projetos estão expostos - o de mudança de preços e custos. Logicamente, devem ser feitas compensações para este risco cujos efeitos são sentidos no custo de capital próprio e alheio, nas mudanças de fluxo de caixa líquido e no próprio balanço patrimonial. Estas compensações serão vistas a seguir.

##### a) Efeitos sobre o custo de capital próprio:

Se  $r$  é o custo do capital próprio sem inflação, um pagamento futuro de  $n$  períodos,  $F$ , é convertido (descontado) ao valor presente equivalente multiplicando-o pelo fator  $1/(1+r)^n$ . Contudo, se os valores monetários não são fixos, havendo uma inflação na taxa  $\theta$  a cada período, descontar  $F$  apenas pela taxa  $r$ , não indicará seu valor presente. A quantia  $F$  deverá ser modificada pela mudança no índice geral de preços  $\theta$  que espera-se ocorrer nestes  $n$  períodos. Assim,  $F$  deverá ser reduzido também pelo fator  $1/(1+\theta)^n$ . O fator multiplicativo resultante de  $F$ , portanto será de  $1/(1+\theta)^n \cdot (1+r)^n$  ou simplesmente  $1/((1+r)(1+\theta))^n$ . O custo de capital próprio (taxa de desconto) quando há inflação de  $\theta$  será então:

$$r' = (1+r)(1+\theta) - 1$$

b) Efeitos sobre o custo de capital de terceiros:

Normalmente, taxas de juros e prazos de pagamento de capital de empréstimo são fixados em termos monetários. Se persiste uma inflação geral, é lógico prever que os encargos de juros sobre o capital aumentem, para que seja compensador ao empréstador.

c) Efeitos sobre o fluxo de caixa líquido

Foi visto que, quando não há inflação, a taxa de desconto utilizada para trazer quantias futuras ao presente, refletindo seu poder aquisitivo no período base (em valor constante) era o custo de capital próprio  $r$ , também denominado taxa real de descontos.

Quando, por sua vez, há um aumento do nível geral de preços de  $\theta$  a cada período, para trazer valores futuros ao presente, faz-se em termos de valor corrente, refletindo seu poder de compra no tempo em que realmente ocorre. A taxa de desconto utilizado, conforme visto no item (a), é dada por  $r' = (1+r)(1+\theta) - 1$  sendo denominada de taxa nominal de descontos.

Se todos os fluxos de caixa de um empreendimento são inflacionados à mesma taxa  $\theta$ , a inflação pode ser desconsiderada da análise no cálculo de seu valor presente.

Quando cada componente do fluxo de caixa é gerado por fontes que sofrem efeitos de taxas de inflação específicas  $\theta_k$  (diferentes da taxa de inflação geral  $\theta$ ), a inflação não pode ser desconsiderada no cálculo do valor presente\*. O efeito

\*Pamplona (32) em sua dissertação "Abordagem da inflação na análise econômico-financeira de investimentos" agrupou as taxas de inflação específicas  $\theta_k$ s, taxa de inflação geral  $\theta$  e a taxa real de desconto  $r$  em um único fato  $d_k$ , simplificando bastante o cálculo do valor presente nestas situações.

inflacionário será tanto maior quanto mais diferentes forem os  $\theta'_k$  e  $\theta$ .

d) Efeitos sobre o balanço patrimonial:

Havendo inflação geral, é bastante óbvio que a em presa deva atualizar seus ativos totais nos balanços periodica mente, para que o mesmo possa refletir mais verdadeiramente a sua situação. Na realidade, o correto seria atualizá-los não sobre as bases de índices gerais de preços, mas sobre bases de índices próprios de cada ativo.

#### 5.6. Riscos de Expansão e Riscos Políticos

Neste item serão analisados os riscos que os países hospedeiros representam para as empresas exportadoras ou para as empresas implantadas no exterior.

As expansões empresariais podem ser feitas em esca las as mais variadas possíveis. Neste item será dado um enfo que aos grandes projetos expansionistas no exterior, pois o volume de exposição ao risco nestes casos é bem mais significa tivo. Na verdade, a cada projeto de implantação fora do país, existem correspondentes riscos políticos a serem considerados.

Para expansões reduzidas voltadas apenas ao atendi mento do crescimento vegetativo da população, a quantidade de riscos incorridos é bem menor, pois as condições favoráveis dos preços de vendas compensam as deficiências de falta de pla nejamento.

A exportação é uma das formas de expansão das empre sas cujas estratégias buscam uma fragmentação de seus riscos em mercados de características e evoluções diferentes.

Broadway<sup>(3)</sup> cita dois interessantes riscos associados a operações de exportação: o primeiro seria o risco de subestimação dos custos envolvidos por não terem sido considerados itens como embalagens especiais, modificações extras nos produtos para satisfazerem as exigências dos mercados estrangeiros ou a criação de novos serviços nos mercados de exportação. O segundo risco seria oriundo de atitude oposta: muitos empresários após realizarem uma breve constatação de que o preço de seus produtos no mercado externo vai ser inferior ao de costume, resolvem não exportar. Esta decisão pode, sem dúvida, desperdiçar lucros consideráveis.

As fases da operação de exportação e seus respectivos riscos foram apresentadas por Chevalier e Hirsch<sup>(7)</sup> da seguinte forma:

i) Implementação da exportação: nesta fase não enfrentados os riscos de despesas de prospecção e constituição de estoques no exterior, pelo compromisso de levar adiante o projeto.

ii) Execução da encomenda: são incorridos os riscos de aumento de custos de produção e de interrupção do mercado.

iii) Normalização: nesta fase, há os riscos de não-pagamento, riscos de mudança da legislação e riscos de não-encaixes decorrentes de eventos políticos.

A figura 21 mostra um esquema simplificado das fases de operação de exportação (juntamente com as necessidades financeiras envolvidas, os riscos e soluções disponíveis), de acordo com os mesmos autores.

Além dos riscos de exportação já citados, existem outros, mais específicos, relacionados com a própria política de comércio exterior da empresa e com o acondicionamento das

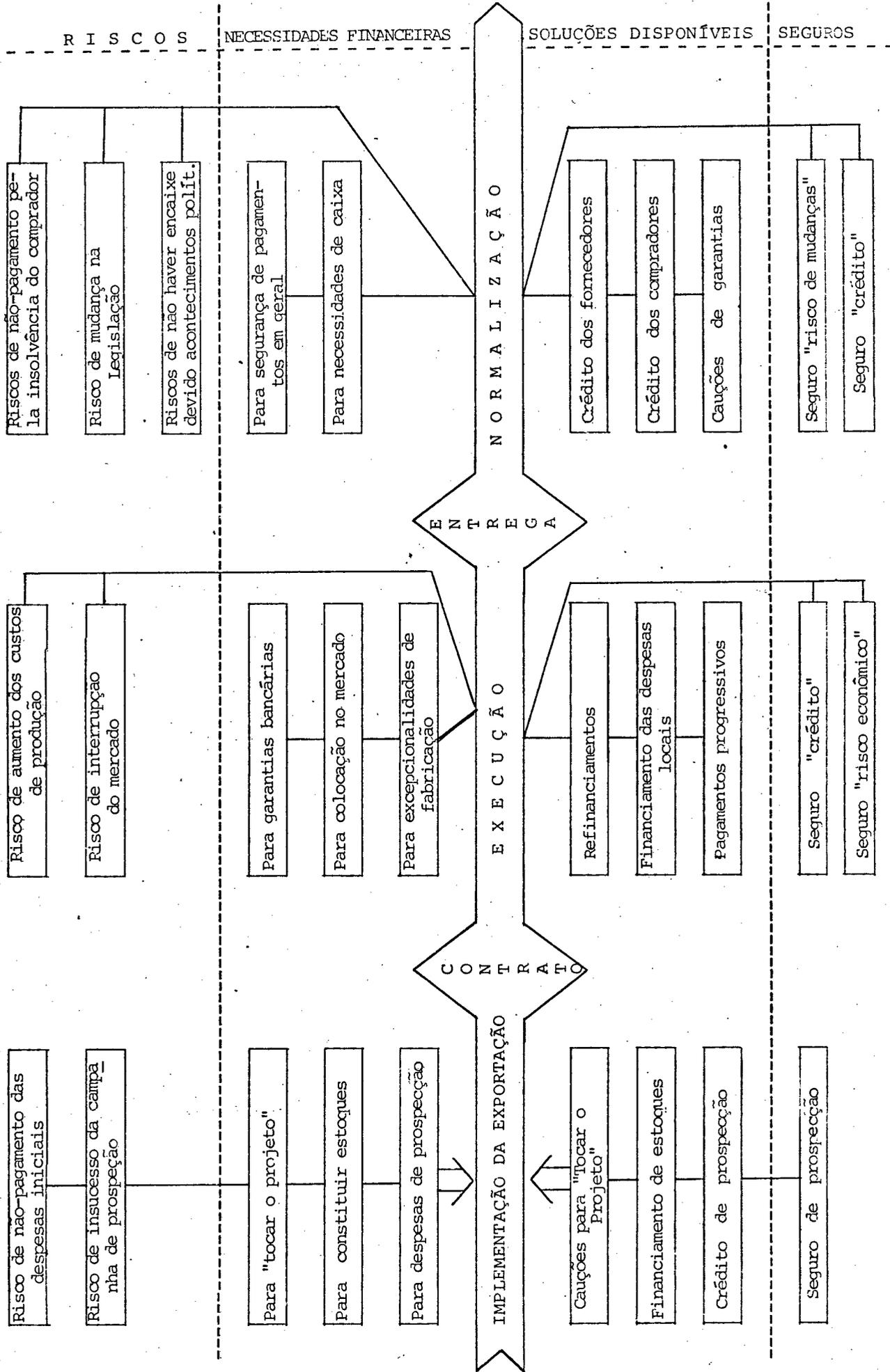


FIGURA 21 - RISCOS DAS FASES DA OPERAÇÃO DE EXPORTAÇÃO.  
 Fonte: Chevalier, A. e Hirsch, G. (7), *Le Risk Management*, pág 113.

mercadorias para o estrangeiro. Fazem parte do primeiro grupo as seguintes espécies:

- riscos de erros nas definições das políticas, pela má fixação dos objetivos e falta de conhecimento das características do mercado;
- riscos de erros nas definições das estratégias, devido a informações incorretas sobre a situação concorrencial;
- riscos de erros táticos operacionais.

No segundo grupo, riscos de acondicionamento dos produtos, podem ser citados:

- riscos de erros de embalagem e etiquetagem;
- riscos de infração à legislação social;
- riscos de consequências prejudiciais aos consumidores.

Também merecem destaque os riscos políticos com que se defrontam as grandes empresas que implantam filiais em outros países.

O ambiente jurídico e político onde tais empresas atuam não é bem organizado em termos de legislação internacional, segundo Prasad e Shetty<sup>(34)</sup>. O comportamento das subsidiárias das empresas multinacionais é geralmente regulado pelo ambiente jurídico do país hospedeiro. Isto é, sem dúvida, uma das principais causas dos riscos enfrentados pelas multinacionais.

Existe um grande número de medidas que o governo de um país hospedeiro pode adotar para fazer frente ao investimento estrangeiro. Estas ações foram organizadas em ordem crescente de gravidade por Chevalier e Hirsch<sup>(7)</sup> na forma do quadro 7.

(A) INFERÊNCIAS NÃO-DISCRIMINATÓRIAS	(B) INFERÊNCIAS DISCRIMINATÓRIAS	(C) SANCÕES DISCRIMINATÓRIAS	(D) DESPESSESAO
(1) Exigir, para os postos diretivos, a nomeação de pessoas naturalizadas.	(1) Não autorizar a fusão com outras empresas (sendo a estrangeira, minoritária)	(1) Expropriação disfarçada (reinvestimentos obrigatórios e fixação de lucros, por exemplo)	(1) Expropriação (2) Nacionalização
(2) Negociar taxas de transferências para favorecer os impostos do país hospedeiro.	(2) Aplicar impostos especiais de forte carga para os serviços públicos.	(2) Aplicar impostos destinados a impedir a realização de lucros.	(3) Socialização (Nacionalização generalizada)
(3) Exigir das empresas exportadoras que elas vendam internamente a um preço limite de sua rentabilidade para: - subsidiar o consumo local - favorecer o investimento local	(3) Recorrer a diferentes tomentos jurídicos.	(3) Exigência de indenizações importantes.	
(4) Pedir ao investidor que construa certas infra-estruturas sociais e econômicas.	(4) Encorajar um boicote aos produtos ou pessoal da empresa.		
(5) Exigir a utilização de uma certa porcentagem de elementos nacionais entre os componentes importados.			
(6) Aceitar, sem conversão, a moeda do país sede.			

QUADRO 7 - AÇÕES DE UM PAÍS HOSPEDEIRO CONTRA O INVESTIMENTO ESTRANGEIRO

Fonte: Chevalier, A. e Hirsch, G. (7), Le Risk Management, pag 135.

Estudo semelhante, reunindo as fontes de risco político e seus efeitos sobre as multinacionais foi feito por Robock (35).

Especialistas franceses em multinacionais agruparam alguns riscos específicos normalmente encontrados por empresas que buscam novos investimentos comerciais no estrangeiro ou por empresas já implantadas no exterior. No primeiro caso, para empresas ainda não implantadas, há os seguintes riscos relevantes:

- de nacionalização do empreendimento;
- de não haver transferência de lucros;
- de guerras;
- de falta de empregados capacitados.

Para o segundo caso, de empresas já implantadas, destacam-se os riscos de:

- atentado à propriedade dos ativos;
- não-pagamento das indenizações de expropriação e outros confiscos;
- nacionalização;
- paralisação de atividades.

Existem alguns métodos que fornecem uma classificação quantitativa sobre os riscos incorridos por investimentos estrangeiros em vários países. Estes métodos geralmente procuram estabelecer um grau de risco para os países, baseados em seus "climas" políticos, econômicos e sociais.

O método de Goodnow e Hansz (15), por exemplo, procura medir este grau de risco avaliando critérios ambientais de estabilidade política, oportunidades de mercado, desenvolvimen

to econômico, unidade cultural, barreiras jurídicas e até mesmo elementos geográficos, como densidade populacional.

O método de Haner<sup>(17)</sup> fornece informações constantemente atualizadas de vários países segundo os critérios mostrados no quadro 8, atribuindo-lhes notas e conceitos, num processo semelhante ao do método Delphi.

Com as informações de tais países à mão, as empresas multinacionais podem avaliá-los e prevenir-se contra seus riscos políticos. Outro recurso que tais empresas tem se utilizado é a associação com investidores locais em "joint ventures", para diminuir os riscos de confisco dos governos.

#### 5.7. O Administrador de Riscos e a Análise Global do Risco

Em várias empresas, o cargo "administrador de risco" ("risk manager") tem sido direcionado para constituir uma função de assessoria à presidência e às diretorias. Ser um órgão de "staff" próximo à alta administração no organograma da empresa, não implica dizer, no entanto, limitar seus contatos à alta cúpula. Pelo contrário, o administrador de risco deve ser um elemento volante por todos os setores da empresa, para que possa congrega as várias espécies de risco envolvidos em cada atividade ou investimento e apresentá-las aos tomadores de decisão.

##### 5.7.1. As funções do administrador de riscos

Através de pesquisa realizada nos Estados Unidos no ano de 1978 em mais de 150 empresas de vários setores (consideradas grandes) constatou-se que o posto de administra

**A - CRITÉRIOS**

01. Estabilidade política
02. Atitude frente aos investidores estrangeiros
03. Nacionalização
04. Inflação monetária
05. Balança de pagamentos
06. Atrasos administrativos
07. Crescimento econômico
08. Conversibilidade da moeda
09. Execução dos contratos
10. Custo e rendimento da mão-de-obra
11. Serviços profissionais e contratuais
12. Qualidade das comunicações
13. Agências e redes comerciais locais
14. Crédito a curto prazo
15. Empréstimo a longo prazo e riscos financeiros

**B - ESCALA DE CADA CRITÉRIO**

- |   |       |                        |
|---|-------|------------------------|
| 0 | ..... | condições inaceitáveis |
| 1 | ..... | más condições          |
| 2 | ..... | condições medíocres    |
| 3 | ..... | condições aceitáveis   |
| 4 | ..... | excelentes condições   |

**QUADRO 8 - CRITÉRIOS UTILIZADOS NO MÉTODO DE HANER PARA A ANÁLISE DO RISCO DE IMPLANTAÇÃO DE UMA EMPRESA NO EXTERIOR.**

Fonte: Chevalier, A. e Hirsch, G. (7), Le Risk Management, pág 145.

dor de risco existia em média há pouco mais de cinco anos na empresa e que quase 70% deles limitava-se a gerir seguros de risco. Pela mesma enquete, foram coletadas opiniões sobre a importância de seis aspectos relacionados com a função do administrador de riscos. Os resultados estão resumidos no quadro 9.

#### RANKING DE IMPORTÂNCIA

	1ºL.	2ºL.	3ºL.	4ºL.	5ºL.	6ºL.
Determinação e avaliação dos riscos	85%	5%	3%	6%	1%	1%
Seleção de seguros	9%	27%	24%	19%	14%	8%
Tratamento das reclamações	4%	6%	20%	26%	30%	14%
Prevenção de perdas	6%	40%	27%	11%	10%	6%
Administração de auto seguradora	2%	17%	13%	26%	19%	24%
Administração da segurança	3%	8%	23%	17%	23%	28%

#### QUADRO 9 - RANKING DAS FUNÇÕES DO ADMINISTRADOR DE RISCO

Fonte: Chevalier, A. e Hirsch, G. (7), Le Risk Management, pág. 160.

Como pode ser visto, os administradores de risco deram grande prioridade ao item "determinação e avaliação dos riscos" com 85% dos entrevistados considerando-o como o aspecto mais importante. A simples função de administrar seguros foi, segundo eles mesmos, considerada a menos importante dentre as seis.

Especialistas no assunto relacionaram as seguintes recomendações para um administrador de riscos eficaz:

- fazer, regularmente, visitas aos diferentes setores da empresa;

- criticar os programas de algumas divisões;
- postular sobre as questões mais importantes;
- divulgar seus conhecimentos;
- desenvolver os instrumentos de comunicação for mais e instalar a periodicidade de relatórios;
- ser inovador;
- conhecer o mais profundamente possível as características técnicas e comerciais da empresa.

Kauf<sup>(21)</sup>, por sua vez, atribui para o "risk manager" a função de proteger o patrimônio da empresa e contribuir para a melhoria de sua posição concorrencial no contexto econômico, reduzindo os custos dos riscos que porventura ocorrerem.

Melhor definição para as funções do administrador de risco foi dada por Gely<sup>(13)</sup>. Após terem sido identificados os maiores riscos, deve-se partir para "reduzir ao máximo a probabilidade de ocorrência destes riscos e depois prever e organizar suas conseqüências de modo a tornar seu impacto humano, financeiro ou comercial o menor possível".

#### 5.7.2. A avaliação do risco global

As políticas capazes de justificar a lógica e coerência interna de cada decisão são comumente realizadas. Por outro lado, o estabelecimento de uma estratégia global que seja capaz de reunir todas estas decisões internas com outras externas relativas à empresa, raramente é feito. Esta estratégia combinatória permitiria fazer uma avaliação global dos riscos, uma vez que avaliações de políticas isoladas ignoram as relações de interdependência entre projetos, não levando

em conta também os riscos com elementos externos "não quantificáveis".

A avaliação do risco global também justifica a sua introdução no planejamento da empresa, que deve ser vista como um conjunto que dirige e orienta suas atividades de modo a não permitir que objetivos divergentes de ações isoladas modifiquem seu destino (estratégia).

### 5.8. Conclusão

Os tópicos abordados neste capítulo permitem identificar e analisar alguns dos mais importantes riscos próprios de projetos empresariais. As definições e pontos-de-vista apresentados não são totalmente completos ou únicos. Eles apenas permitem considerar os componentes de certos riscos para que estes possam ser avaliados.

No capítulo seguinte será proposto uma metodologia de decisão por alternativas de investimentos que procure considerar vários dos tipos de riscos aqui estudados, de acordo com as percepções, preferências, conhecimento e importância de cada decisor no processo de avaliação e escolha.

## CAPÍTULO VI

### 6. METODOLOGIA PROPOSTA PARA A CONSIDERAÇÃO DE MÚLTIPLOS CRITÉRIOS

#### 6.1. Introdução

Após o estudo qualitativo da variedade de riscos que envolvem as empresas em seus projetos de investimentos, torna-se mais fácil aceitar que decisões baseadas unicamente em critérios econômicos são frágeis e arriscadas.

Neste capítulo é proposta uma metodologia que considere outros critérios de viabilidade, procurando inserir as percepções e opiniões dos decisores sobre outras espécies de riscos a que estão expostos os investimentos. Esta metodologia será útil tanto na indicação da viabilidade ou não de um projeto isolado (atribuindo-lhe uma nota conceitual) assim como no estabelecimento de um "ranking de aceitabilidade" quando várias alternativas são disponíveis.

Além de multicriterial, a metodologia de decisão em questão pretende ser coletiva. Desta forma, é essencial que sejam formalizados tanto o processo de escolha dos critérios como o processo de escolha dos decisores que irão apreciá-los.

As vantagens da formalização de uma análise para decisões em grupo serão discutidas a seguir.

#### 6.2. A Formalização da Análise

Problemas de decisão envolvendo múltiplos objetivos

(muitos dos quais conflitantes entre si) e diferentes posições dos decisores em relação aos riscos são simplificados, quando formalizados.

Segundo Keeney e Raiffa<sup>(22)</sup>, a formalização de uma análise deste tipo objetiva:

i) torná-la útil como processo de comunicação entre os decisores, como meio de justificativa e convencimento de suas conclusões;

ii) facilitar o processo de reconciliação, pela ponderação dos argumentos divergentes.

Além de apresentar as duas vantagens anteriores, uma análise formalizada proporciona uma espécie de "conforto psicológico" aos decisores, uma vez que são registradas suas intuições a respeito dos valores subjetivos a considerar.

### 6.3. Decisões em Grupo

A metodologia proposta neste capítulo é fundamentada em decisões coletivas, permitindo que sejam captadas as opiniões de proprietários, administradores, técnicos e consultores da empresa\*. O poder de palavra destes decisores sobre os fatores de risco a serem considerados na análise (pelo julgamento dos critérios) será função de suas:

i) participações acionárias, importância hierárquica na empresa e experiência acumulada para os proprietários e administradores;

---

\*De forma semelhante ao método Delphi.

ii) capacidades e conhecimentos, para os técnicos e consultores.

Enfim, os decisores podem ser tanto internos à empresa quanto externos à ela.

A avaliação de cada critério por cada decisor é feita pela atribuição de notas correspondentes a padrões de conceitos previamente estabelecidos e plenamente difundidos entre os decisores\*. O perfeito e completo entendimento da correspondência entre as notas e os conceitos evita que decisores com mesma opinião sobre determinado critério o avaliem diferentemente, por exemplo.

É importante lembrar que "atribuir notas a critérios" envolve intrinsecamente as aversões ao risco de cada decisor, que podem ser as mais variadas possíveis\*\*. A responsabilidade pela decisão deve ser dividida proporcionalmente aos interesses reais na empresa, de modo a valorizar o grau de risco que os acionistas principais desejam incorrer em determinado investimento. Isto justifica plenamente o uso de "pesos de opinião" entre os decisores, conforme será discutido posteriormente.

#### 6.4. Fundamentos Teóricos da Metodologia Proposta

Esta metodologia considera a participação do maior número de pessoas ligadas à empresa no julgamento dos critérios de desejabilidade dos projetos alternativos, uma vez que

---

\*Uma correspondência de notas e conceitos poderia ser: mau de 0 a 2; insuficiente, de 2 a 4; regular, de 4 a 6; bom, de 6 a 8 e excelente, de 8 a 10.

\*\*Não foram testados, na metodologia, a validade dos teoremas da Teoria da Utilidade de Von Neumann e Morgenstein relativos à racionalidade e coerência das preferências dos decisores.

determinados setores são mais indicados para apreciarem determinada classe de riscos do que outros.

A avaliação das alternativas será baseada em notas atribuídas pelos decisores aos vários critérios escolhidos para apreciação que, por sua vez, são ponderados com suas respectivas importâncias nos projetos, fornecendo-lhes, desta maneira, uma nota final que indicará ou não sua viabilidade. As notas parciais das alternativas (nos vários critérios) serão obtidas pela ponderação das notas dadas pelos decisores envolvidos na avaliação. Será, portanto, uma nota consensual.

A análise de viabilidade proposta por esta metodologia está fundamentada nos seguintes aspectos:

- as notas refletem o grau de risco que determinado critério teria na alternativa;
- os pesos dos critérios refletem as suas importâncias relativas nas alternativas;
- os pesos de opinião dos decisores nas avaliações indicam seus direitos de palavra e capacidades de julgamento.

Em resumo, esta metodologia envolve relações definidas entre os conjuntos de alternativas de investimentos (A), de critérios de desejabilidade (C) e decisores (D), de acordo com a figura 22: a K-ésima alternativa seria avaliada em  $m$  critérios, por um grupo de  $n$  decisores.

Nesta mesma figura, podem ser vistas as seguintes relações:

- $R_{DC}$ , onde o conjunto de decisores (D) escolhem os critérios de consenso  $C_1, C_2, \dots, C_m$  a serem utilizados na avaliação de  $A_k$ .

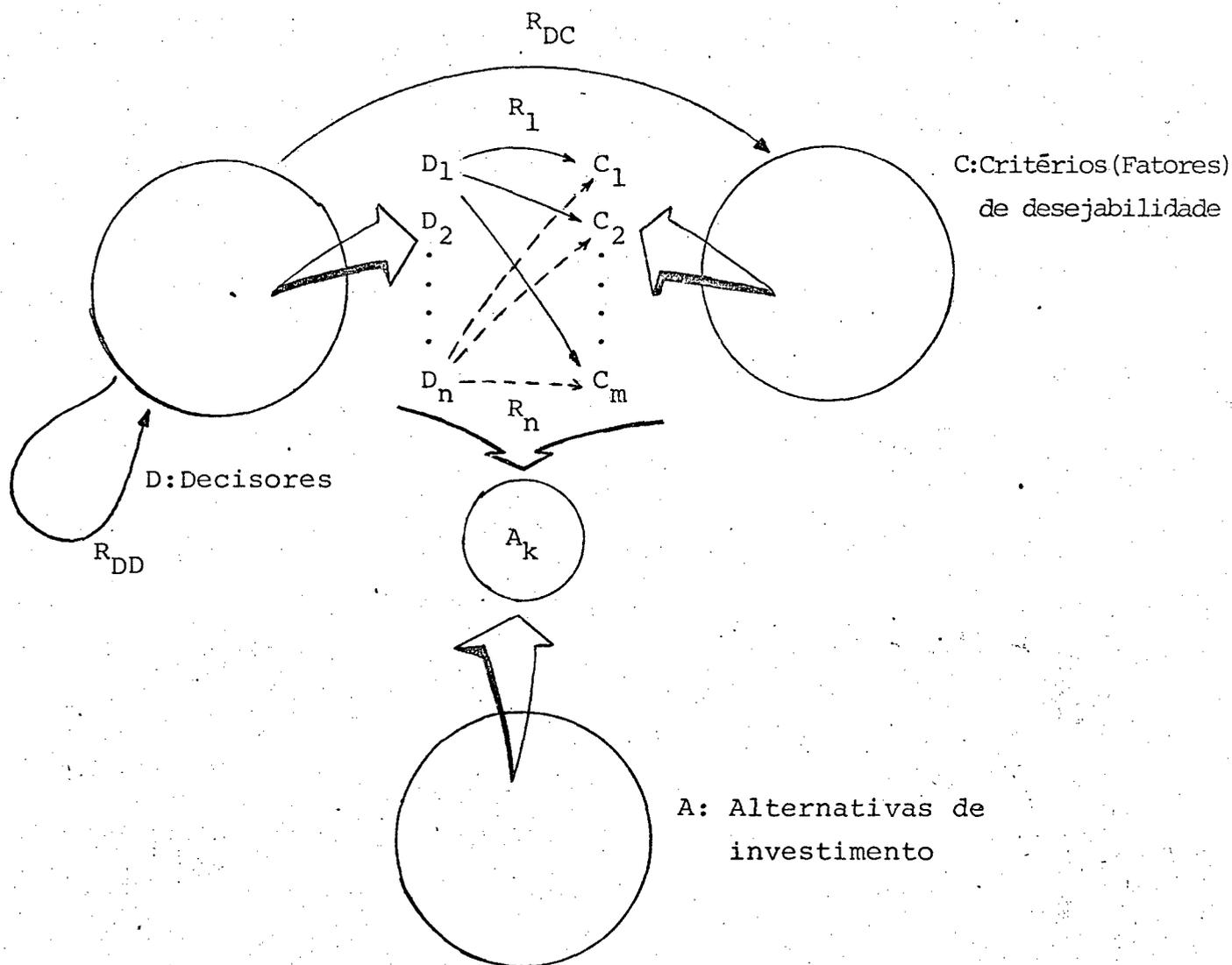


FIGURA 22 - RELAÇÕES ENTRE CONJUNTOS DE DECISORES, CRITÉRIOS E ALTERNATIVAS.

-  $R_{DD}$ , onde os próprios decisores (D) escolhem as equipes para darem notas aos critérios de consenso na alternativa  $A_k$ .

-  $R_1, \dots, R_n$ , onde cada decisor da equipe avalia os critérios de consenso para a mesma alternativa.

O processo de avaliação proposto nesta metodologia poderia ser subdividido em duas fases bem distintas:

- i) 1<sup>a</sup> Fase: Determinação dos critérios e equipe de decisão.
- ii) 2<sup>a</sup> Fase: Avaliação dos critérios e escolha da melhor alternativa.

#### 6.4.1. Etapas do processo de escolha de critérios e equipes

As etapas da primeira fase estão representadas no fluxograma da figura 23 e serão discutidas a seguir:

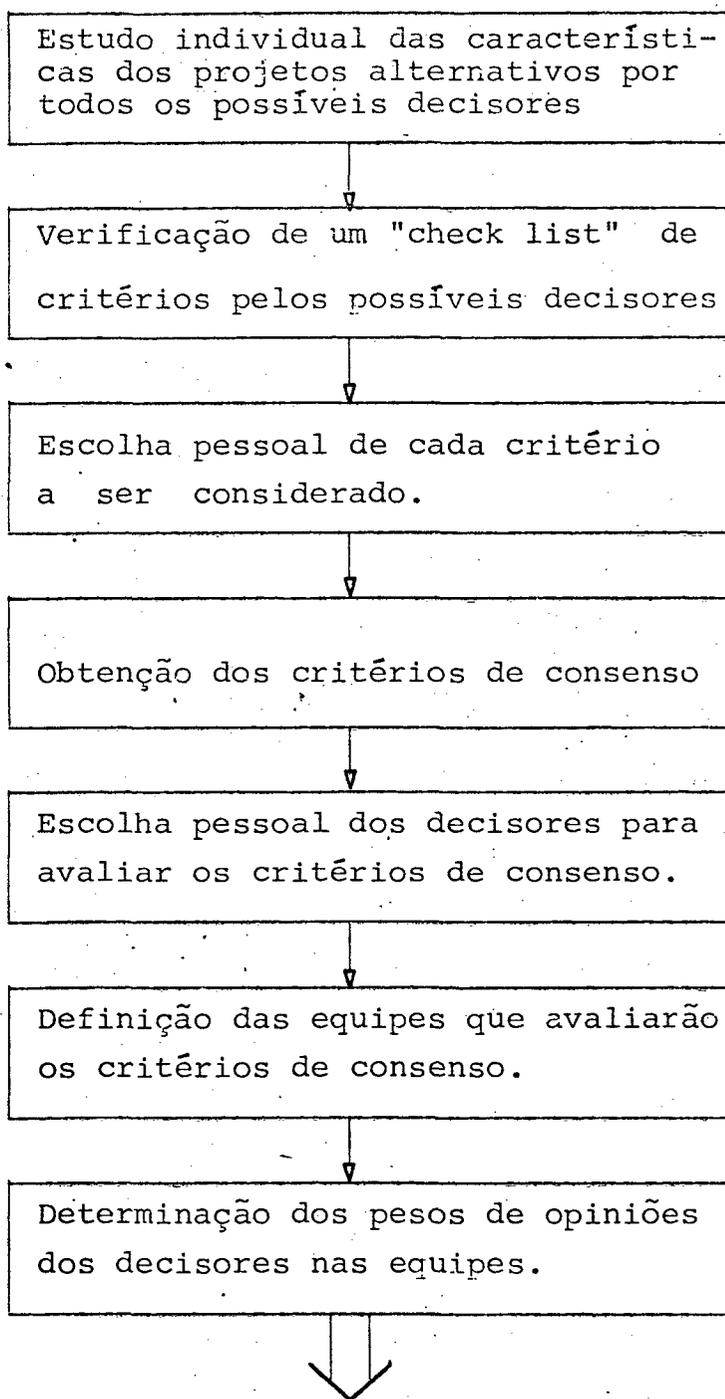
##### 6.4.1.1. Estudo individual das características dos projetos

Nesta etapa, cada possível decisor procurará tomar conhecimento dos mais variados aspectos dos projetos em suas características técnico-produtivas, mercadológicas, tipo de financiamento, etc... Além das informações contidas nos projetos, deve-se questionar sobre possíveis implicações que não se encontram explícitas nos estudos, como impactos sobre o ambiente natural, social ou político da região.

É nesta etapa que cada decisor procura estender seu conhecimento além de sua especialidade, tornando-se candidato a julgar os projetos por um maior número de critérios.

##### 6.4.1.2. Apreciação individual de um "check list" de critérios

Será fornecido a cada decisor uma lis



**CRITÉRIOS DE CONSENSO E EQUIPES DE DECISORES**

**FIGURA 23 - ETAPAS DO PROCESSO DE ESCOLHA DE CRITÉRIOS DE CONSENSO E EQUIPE DE DECISORES**

tagem quase exaustiva de possíveis critérios econômicos, financeiros, operacionais, estratégicos e externalidades (classes) que servirão à avaliação das alternativas.

A classe de critérios econômicos envolve os indicadores de desejabilidade tradicionais do investimentos, como o valor presente ou a taxa interna de retorno.

Na classe de critérios financeiros são avaliados basicamente os riscos associados às formas de financiamento do investimento, às fontes e uso de recursos, aos encaixes e desencaixes e à estrutura de capital de fornecedores, clientes, bancos ou sócios no empreendimento.

A classe de critérios operacionais, como o próprio nome indica, se refere a fatores ligados direta e indiretamente à atividade básica de produção, comercialização ou prestação de serviços prevista no investimento.

A classe de critérios estratégicos envolve os fatores de avaliação representativos da coerência do investimento analisado com o planejamento estratégico da empresa.

Por externalidades deve-se entender uma classe de critérios relacionados a fatores de características essencialmente intangíveis ou incomensuráveis (que não podem ser facilmente traduzidos em valor monetário) das alternativas ou ainda, de critérios que não estejam enquadrados em qualquer uma das outras quatro classes. Em suma, são critérios representativos de fatores legais, políticos, sociais, éticos, ecológicos, de conforto e bem-estar psicológico, que possam ser avaliados nas alternativas.

Uma listagem simplificada destas classes de critérios encontra-se no quadro 10 visto a seguir.

1. CRITÉRIOS ECONÔMICOS	2. CRITÉRIOS FINANCEIROS	3. CRITÉRIOS OPERACIONAIS	4. CRITÉRIOS ESTRATÉGICOS	5. EXTERNALIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxa interna de retorno do investimento</li> <li>• Taxa interna de retorno do acionista</li> <li>• Valor presente do investimento</li> <li>• Rentabilidade média anual do investimento</li> <li>• Lucratividade média anual do investimento</li> <li>• Custo anual uniforme equivalente do investimento</li> <li>• Participação dos custos fixos em relação aos custos totais</li> <li>• Tempo de recuperação do capital investido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participação do volume de capital próprio no investimento.</li> <li>• Participação do volume de capital de terceiros no investimento.</li> <li>• Cumprimento das liberações de capital previstas no financiamento.</li> <li>• Tipo de carência e tamanho do período dado pelo órgão financiador.</li> <li>• Fator de insolvência de clientes e fornecedores.</li> <li>• Tipo de volume de imobilizações necessárias.</li> <li>• Facilidade de venda dos ativos imobilizados por valores residuais justos.</li> <li>• Folga no prazo de amortização (saldo para amortização/saldo devido).</li> <li>• Nível do adicional de giro (necessidades coberturas adicionais).</li> <li>• Taxas de juro do financiamento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nível do ponto de equilíbrio financeiro.</li> <li>• Nível do ponto de equilíbrio econômico.</li> <li>• Garantias de fornecimento de matérias-primas e demais insumos.</li> <li>• Disponibilidade de mão-de-obra especializada.</li> <li>• Variedade dos canais de distribuição e pontos de venda.</li> <li>• Rigor da legislação sobre a qualidade do produto final.</li> <li>• Estágio evolutivo da tecnologia utilizada.</li> <li>• Nível de mecanização e robotização da concorrência.</li> <li>• Perecibilidade ou fragilidade das matérias-primas e dos produtos finais.</li> <li>• Garantias de compra da produção pelo governo.</li> <li>• Isenção ou redução de impostos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poder de criatividade e capacidade da concorrência.</li> <li>• Contribuição para a imagem da empresa junto ao público consumidor.</li> <li>• Atratividade do mercado.</li> <li>• Aproveitamento da competência técnica e comercial da empresa.</li> <li>• Contribuição para a diversificação das atividades da empresa.</li> <li>• Reaproveitamento das instalações e edificações em projetos posteriores.</li> <li>• Conformidade com o planejamento estratégico da empresa.</li> <li>• Protecionismo nacional contra investidores estrangeiros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilidades de multas ocasionadas por poluição ambiental.</li> <li>• Número de empregos diretos e indiretos gerados.</li> <li>• Nível de segurança e salubridade dos trabalhadores.</li> <li>• Conformidade com os interesses políticos da região onde será implantado o projeto.</li> <li>• Nível de organização da classe operária em sindicatos.</li> </ul>

QUADRO 10 - EXEMPLOS DE CRITÉRIOS ECONÔMICOS, FINANCEIROS, OPERACIONAIS, ESTRATÉGICOS E EXTERNALIDADES

#### 6.4.1.3. Escolha pessoal dos critérios

Após ter conhecimento do conjunto de projetos e verificado o "check list" de critérios, os decisores escolherão aqueles critérios que julgarem ser representativos para a avaliação dos projetos.

Esta escolha será feita utilizando-se uma listagem geral de critérios sugerida no quadro 11. As saídas deste quadro seriam os critérios que determinado decisor julga importante considerar na avaliação das alternativas.

#### 6.4.1.4. Obtenção dos critérios de consenso

Coletando as escolhas dos decisores nas listagens de critérios anteriores, seria possível obter os mais votados para serem considerados na avaliação das alternativas. Os critérios de consenso das cinco classes consideradas poderiam ser obtidos através do quadro 12.

O número de critérios de consenso a considerar, em cada classe, será uma média aproximada das quantidades indicadas por cada decisor em suas listagens (quadro 11). Por exemplo, para os critérios econômicos somar-se-ão todas as quantidades definidas pelos diversos decisores e dividir-se-á este total pelo número de decisores.

#### 6.4.1.5. Definição das equipes de avaliação

Obtidos os critérios de consenso, cada decisor indicará os conjuntos de decisores (um conjunto para cada critério de consenso) que ele julga capaz de avaliar as alternativas, preenchendo o formulário do quadro 13. E





DECISORES	CRITÉRIOS ECONÔMICOS DE CONSENSO				CRITÉRIOS FINANCEIROS DE CONSENSO				CRITÉRIOS OPERACIONAIS DE CONSENSO				CRITÉRIOS ESTRATÉGICOS DE CONSENSO				EXTERNALIDADES DE CONSENSO										
	1	8	...	...	1	8	13	14	...	...	3	7	8	12	...	...	4	5	8	10	...	...	7	16	17	20	
D <sub>1</sub>	X	X					X			X	X	X					X		X				X	X			
D <sub>2</sub>	X	X				X					X													X			
D <sub>3</sub>						X	X					X	X					X		X					X		
D <sub>4</sub>	X					X	X				X								X						X	X	
QUANTIDADE			...					...							...												.....

DECISOR:

CARGO/FUNÇÃO:

\*Número de decisores assinalados para julgar cada critério

QUADRO 13 - ESCOLHA PESSOAL DOS DECISORES PARA AVALIAR OS CRITÉRIOS DE CONSENSO

importante que exista pleno conhecimento mútuo dos decisores.

As equipes de avaliação dos critérios serão obtidas pela reunião dos formulários anteriores, resumindo-os no quadro 14. Estas equipes seriam formadas pelos decisores com maiores freqüências de votos. O número de componentes destas equipes será, da mesma forma que para a determinação do número de critérios de consenso, a média aproximada da quantidade indicada por cada decisor individual no quadro 13 .

A esta altura, estão definidos os critérios de consenso e as equipes de decisores que irão julgá-los. Falta determinar ainda os pesos de opiniões destes decisores nos vários critérios, uma vez que alguns são reconhecidamente mais conhecedores de seus fatores de risco do que outros.

#### 6.4.1.6. Determinação dos pesos de opiniões dos decisores nas equipes

Ao decisor menos votado de cada equipe atribue-se peso de opinião igual a 1 (um). Os demais terão pesos de opiniões proporcionais à relação entre o número de seus votos na equipe e o número do decisor menos votado. Estes pesos de opiniões são determinados através do quadro 15.

#### 6.4.2. Etapas do processo de avaliação das alternativas

Antes que cada componente da equipe atribua notas ou conceitos aos critérios de consenso, torna-se necessário determinar a importância destes critérios na constituição da nota final da alternativa, conforme demonstra o fluxograma da figura 24.





## CRITÉRIOS DE CONSENSO E EQUIPES DE DECISORES

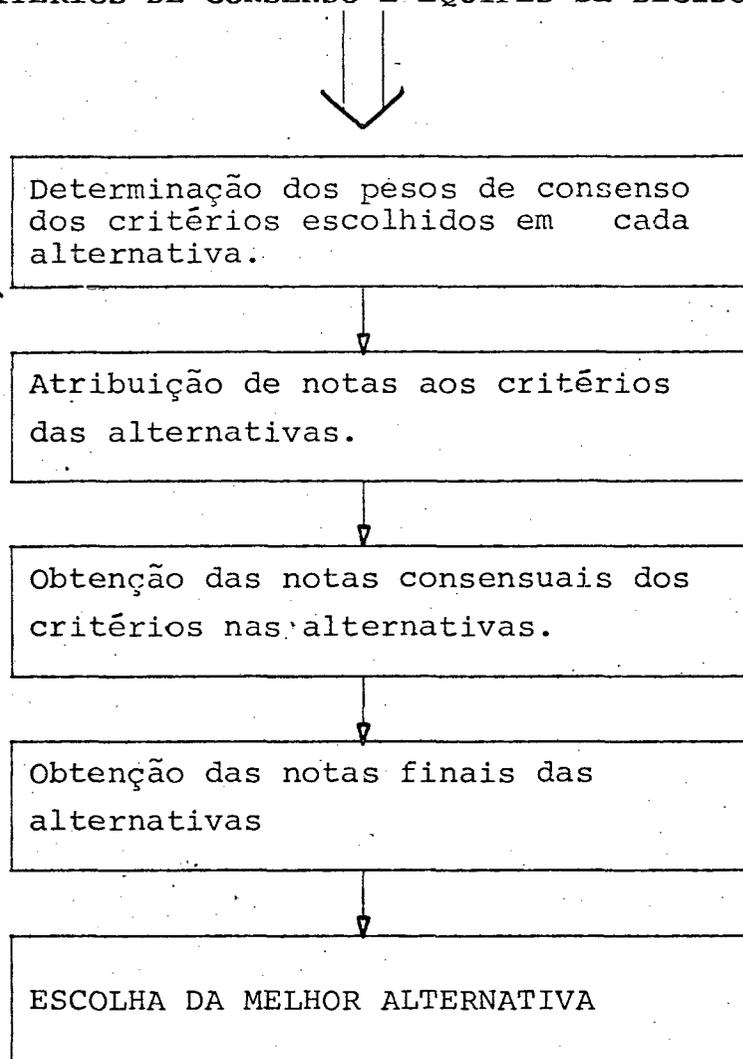


FIGURA 24 - ETAPAS DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

#### 6.4.2.1. Determinação dos pesos de consenso dos critérios por alternativa

Cada decisor componente da equipe su geriria um peso de participação do critério na constituição da nota final da alternativa, tomando como base peso um ao critério mais importante (geralmente taxa interna de retorno ou valor presente do investimento). Os pesos sugeridos por cada decisor seriam ponderados com seus pesos de opiniões nas equi pes, conforme mostra o quadro 16.

#### 6.4.2.2. Atribuição de notas aos critérios das alternativas

A seguir, serão discutidas as etapas da fase de avaliação das alternativas propriamente dita.

Os símbolos A, C e D representarão alternativas, critérios e decisores, respectivamente.

Da mesma forma, serão utilizados os seguintes índi ces:

- . I, relativos aos critérios econômicos
- . II, relativos aos critérios financeiros
- . III, relativos aos critérios operacionais
- . IV, relativos aos critérios estratégicos
- . V, relativos às externalidades
- . K, indicando variação de alternativas
- . i, indicando variação de critérios
- . j, indicando variação de decisores



Considerando que se tenha  $m$  alternativas para serem avaliadas segundo  $n$  critérios, sendo "a" econômicos, "b" financeiros, "c" operacionais, "d" estratégicos e "e" externalidades, com  $a+b+c+d+e=n$ , as variações dos índices "K" e "i" serão:

- .  $K = 1, 2, \dots, m$
- .  $i = 1, 2, \dots, a$  ou
- $i = 1, 2, \dots, b$  ou
- $i = 1, 2, \dots, c$  ou
- $i = 1, 2, \dots, d$  ou
- $i = 1, 2, \dots, e$

Admitindo também que os  $i$ -ésimos critérios econômicos, financeiros, operacionais, estratégicos e externalidades serão avaliados respectivamente por  $p_i, q_i, r_i, s_i$  e  $t_i$  decisores, a variação dos índices "j" será:

- .  $j = 1, 2, \dots, p_i$  na equipe que avalia o  $i$ -ésimo critério econômico;
- .  $j = 1, 2, \dots, q_i$  na equipe que avalia o  $i$ -ésimo critério financeiro;
- .  $j = 1, 2, \dots, r_i$  na equipe que avalia o  $i$ -ésimo critério operacional;
- .  $j = 1, 2, \dots, s_i$  na equipe que avalia o  $i$ -ésimo critério estratégico;
- .  $j = 1, 2, \dots, t_i$  na equipe que avalia a  $i$ -ésima externalidade.

Pesos e notas serão representados pelas seguintes funções:

. P: atribui um peso de participação a cada critério na nota final, segundo cada membro da equipe. Sendo o peso do critério mais importante igual a 1 (um), tem-se que:  $0 < P(C) \leq 1$

.  $P^*$ : atribui um peso de opinião a cada decisor na equipe em que participa.

.  $P_c$ : atribui um peso de participação na nota final a cada critério. Conforme foi visto anteriormente, depende basicamente de  $P$  e  $P^*$  e pode variar de alternativa a alternativa.

.  $N$ : atribui a cada critério das alternativas uma nota dada por cada participante da equipe que o aprecia, dentro do intervalo definido ( $0 \leq N(C) \leq 10$ ).

.  $N_c$ : atribui uma nota de consenso a cada critério. Depende, portanto, das funções  $N$  e  $P^*$ .

.  $N$ : atribui uma nota total final à cada alternativa e depende de todas as funções anteriores.

Avaliando a  $K$ -ésima alternativa de investimento pela classe de critérios econômicos (figura 25), ter-se-ia a seguinte notação:

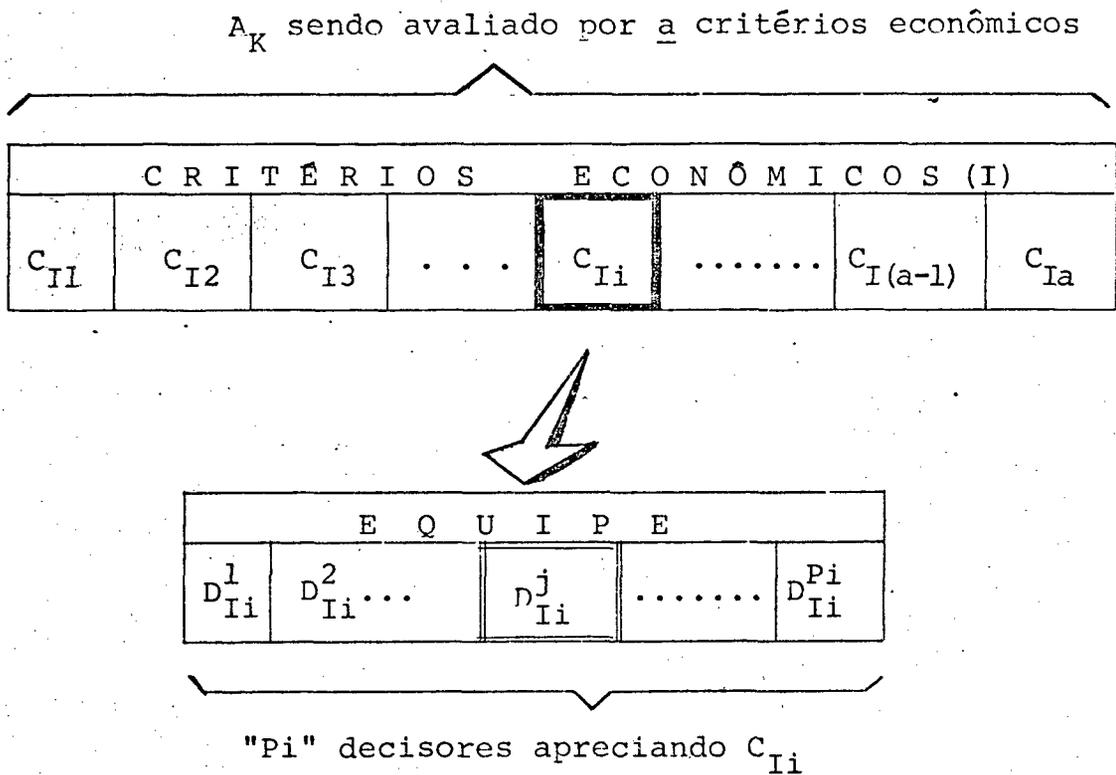


FIGURA 25 - EQUIPE JULGADORA DO  $i$ -ÉSIMO CRITÉRIO ECONÔMICO

- $C_{Ii}$  - i-ésimo critério econômico
- $D_{Ii}^j$  - j-ésimo decisor da equipe encarregada do i-ésimo critério econômico
- $P^*(D_{Ii}^j)$  - peso de opinião do j-ésimo decisor da equipe que avalia o i-ésimo critério econômico.
- $P(C_{Ii} D_{Ii}^j A_k)$  - peso de participação do i-ésimo critério econômico dado pelo j-ésimo decisor que o avalia, na k-ésima alternativa.
- $P_c(C_{Ii} A_k)$  - peso de consenso do i-ésimo critério econômico na K-ésima alternativa.

Logicamente, ter-se-á que:

$$P_c(C_{Ii} A_k) = \frac{\sum_{j=1}^{P_i} P^*(D_{Ii}^j) \cdot P(C_{Ii} D_{Ii}^j A_k)}{\sum_{j=1}^{P_i} P^*(D_{Ii}^j)} \quad [41]$$

Finalmente, a nota dada ao i-ésimo critério econômico pelo j-ésimo decisor que o avalia na alternativa  $A_k$  seria representada por  $N(C_{Ii} D_{Ii}^j A_k)$ .

#### 6.4.2.3. Obtenção das notas consensuais dos critérios nas alternativas

Ponderando as notas individuais dadas pelos componentes das equipes com seus respectivos pesos de opinião, obtém-se a nota de consenso da alternativa no critério. Desta forma,

$$N_C(C_{Ii}A_k) = \frac{\sum_{j=1}^{P_i} N(C_{Ii}D_{Ii}^j A_k) \cdot P^*(D_{Ii}^j)}{\sum_{j=1}^{P_i} P^*(D_{Ii}^j)} \quad 42$$

Para as demais classes de critérios, basta fazer o mesmo procedimento, substituindo "p<sub>i</sub>" decisores que avaliam o i-ésimo critério econômico, C<sub>Ii</sub>, por:

- q<sub>i</sub> decisores avaliando C<sub>IIIi</sub>, i-ésimo critério financeiro;
- r<sub>i</sub> decisores avaliando C<sub>IIIIi</sub>, i-ésimo critério operacional;
- s<sub>i</sub> decisores avaliando C<sub>IVi</sub>, i-ésimo critério estratégico;
- t<sub>i</sub> decisores avaliando C<sub>Vi</sub>, i-ésima externalidade.

#### 6.4.2.4. Obtenção das notas finais das alternativas

A nota final da alternativa A<sub>k</sub> avaliada segundo os critérios das cinco classes aqui abordadas seria obtida ponderando as notas de consenso destes critérios, N<sub>C</sub>, com seus respectivos pesos consensuais de participação.

Esta nota, N(A<sub>k</sub>), seria obtida pelo quociente  $\frac{A}{B}$ , onde o denominador B seria a soma dos pesos de participação dos n critérios de avaliação, ou seja,

$$B = \sum_{i=1}^a P_C(C_{Ii}A_k) + \sum_{i=1}^b P_C(C_{IIIi}A_k) + \sum_{i=1}^c P_C(C_{IIIIi}A_k) + \sum_{i=1}^d P_C(C_{IVi}A_k) + \sum_{i=1}^e P_C(C_{Vi}A_k) \quad [43]$$

O numerador A, por sua vez, seria obtido multiplicando as notas consensuais de cada critério por seus respectivos pesos de participação:

$$\begin{aligned}
 A = & \sum_{i=1}^a N_c(C_{Ii}A_k) \cdot P_c(C_{Ii}A_k) + \sum_{i=1}^b N_c(C_{IIIi}A_k) \cdot P_c(C_{IIIi}A_k) + \\
 & + \sum_{i=1}^c N_c(C_{IIIIi}A_k) \cdot P_c(C_{IIIIi}A_k) + \sum_{i=1}^d N_c(C_{IVi}A_k) \cdot P_c(C_{IVi}A_k) + \\
 & + \sum_{i=1}^e N_c(C_{VI}A_k) \cdot P_c(C_{VI}A_k) \quad [44]
 \end{aligned}$$

A formação das notas finais das  $m$  alternativas de investimentos analisadas pode ser vista no quadro 17.

#### 6.4.2.5. Escolha da melhor alternativa

O melhor investimento entre as  $m$  alternativas avaliadas será aquele que apresentar maior nota final, ou seja, aquele que maximizar  $N(A_k)$ , para  $K=1,2,\dots,m$ .

Esta metodologia também se aplica a situação em que não existem várias alternativas, mas uma única opção de investimento. Neste caso, basta correlacionar a sua nota final  $N$  com os padrões de conceitos estabelecidos no início da metodologia, e verificar seu grau de aceitabilidade. Se o investimento em questão não atingir um mínimo considerado aceitável, será melhor não realizá-lo. A figura 26 dá uma visão global da metodologia em suas duas fases e respectivas etapas.

O domínio de aplicação da metodologia em questão estende-se aos projetos privados e públicos. No entanto, os critérios considerados e suas respectivas participações na avaliação podem variar nestas duas modalidades de investimentos. Quando projetos são avaliados por uma empresa privada é natural que os critérios econômicos e financeiros sejam mais valorizados. Por outro lado, em projetos de cunho social a quantidade e importância das externalidades deve superar as demais classes de critérios.

## CAPÍTULO VII

### 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

#### 7.1. Conclusões

Aceitar a possível existência das espécies de riscos significativos discutidas no Capítulo V ameaçando os projetos de investimentos é admitir que os métodos probabilísticos tradicionais de análise não proporcionam decisões seguras. Avaliar o risco de fracasso de um projeto pela simples observação do valor esperado e da variância de sua taxa interna de retorno, por exemplo, pode ser bastante perigoso. Além de serem bastante pobres em termos de critérios de aceitabilidade, os mêtodos tradicionais não fazem qualquer referência ao tipo e número de decisores envolvidos na escolha de uma alternativa de investimento. Determinado projeto com taxa interna de retorno esperada  $X$  e desvio padrão  $0,3X$  pode ser considerado plenamente aceitável para um certo diretor da empresa, mas pode ser uma loteria muito arriscada para outro diretor mais cauteloso. Surge então o impasse: aceitar ou não o investimento?

Por estas e outras razões, a utilização de uma metodologia de múltiplos critérios avaliados por equipes de decisão heterogêneas (onde cada decisor individual participa com sua aversão e conhecimento dos fatores de riscos) permite tomadas de decisões mais seguras.

Esta metodologia não pretende, de forma alguma, invalidar os modelos probabilísticos de análise consagrados.

Ela seria apenas um complemento de decisão, pois também utiliza os critérios econômicos de desejabilidade como taxa interna de retorno ou valor presente do investimento. A sua importância é justamente incluir outros fatores na análise, que podem ser decisivos: numa situação em que dois projetos alternativos apresentam indicadores de desejabilidade bem próximos, decidir pelo de maior valor pode não ser o melhor curso de ação porque se outros critérios forem incluídos na análise, a situação pode ser revertida.

A matriz de formação das notas finais das alternativas (quadro 17) permitirá adicionalmente avaliar as diversas alternativas por apenas um critério ou ainda verificar a decisão individual de um certo decisor, tanto considerando todos os critérios quanto apenas um deles.

Essas observações ressaltam o risco decorrente da não consideração de múltiplos critérios e decisores, uma vez que as decisões pelas alternativas podem se modificar.

Embora seja aplicável tanto a empresas públicas como privadas, esta metodologia não é prática e nem útil em projetos de pequeno porte, com poucos fatores e decisores envolvidos.

A sua maior aplicação está voltada aos empreendimentos mais complexos que envolvam grandes volumes de capital e necessitem de decisões mais seguras.

## 7.2. Recomendações para Futuros Trabalhos

Como sugestão para futuros trabalhos ficaria a proposta de criação de um software que fornecesse os relatórios necessários durante o processo de escolha dos critérios e das

equipes de avaliação, a partir das fichas de opiniões dos decisores, assim como a matriz de obtenção das notas finais das alternativas.

Também seria interessante utilizar esta metodologia numa situação prática real, quando então ela será questionada nos seus princípios e se verificará os esforços de adaptação necessários a esta aplicação específica.

## BIBLIOGRAFIA

01. ABREU, Paulo F.S.P. e STEPHAN, Christian, Análise de Investimentos, Editora Campus, Rio de Janeiro, 1982.
02. BIERMAN, H. e S. SMIDT., The Capital Budgeting Decision, Macmillan, New York, 1960.
03. BROADWAY, F., A Direção e os Projetos de Expansão da Empresa, Editorial Pórtico, Lisboa.
04. CANALI, Ronaldo V., Análise de Risco em Projetos de Investimentos, Dissertação de Mestrado, UFSC, Fpolis, 1975.
05. CASAROTTO, F. Nelson e KOPITTKE, Bruno H., Análise de Investimentos, Editora da UFSC, Florianópolis, 1985.
06. CASTAGNE, M., La Décision D'Investissement en Avenir In certain-Les Methodes de Réduction D'incertitude - L'analyse du Risque, Institut National Polytechnique de Lorraine, França.
07. CHEVALIER, A. e HIRSCH, G., Le Risk Management, Entreprise Moderne D'édition, Paris.
08. CLARKE, A. Bruce e DISNEY, Ralph L., Probabilidade e Processos Estocásticos, Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1979.
09. COLLONGUES, Y., Ratios Financeiros et Prévision des Faillites des Petites et des Moyennes Entreprises, Banque n° 365, France, Sept 1977.
10. DAUDÉ, B., Analyse de la Maîtrise des Risques, France.
11. DE GARMO, E. Paul, CANADA, John R. e SULLIVAN, William G., Engineering Economy, MacMillan Publishing Co.Inc., New York.
12. FLEISCHER, Gerald A., Teoria da Aplicação do Capital: Um Estudo das Decisões de Investimento. Edgard Blucher, São Paulo, 1977.
13. GELY, P., Profession? Risk Manager, La Vie Française, 1981.
14. GOMES, Luiz Flávio A.M., A System for the Evaluation of Public Transportation Projects, Departamento de Engenharia Industrial da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, julho de 1987.

15. GOODNOW, J.D., e HANSZ, J.E., Environmental Determinants of Overseas Market entry Strategies, Journal of International Business Studies, Printemps, 1972.
16. GRANT, Eugene L., IRESON, W. and LEAVENWORTH, Richards S., Principles of Engineering Economy, John Wiley & Sons, Seventh Edition, New York, 1982.
17. HANER, F.T., Business Environmental Risk Index. Best's Review, juillet, 1975.
18. HARRISON, I.W., Avaliação de Projetos de Investimentos, Mc Graw Hill do Brasil Ltda.
19. HOCHHEIM, Norberto., Análise de Investimentos sob Condições de Risco e Inflação, Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, 1986.
20. KANITZ, Stephen C., Como Prever Falências, São Paulo, McGraw-Hill do Brasil.
21. KAUF, E., La Pratique du Risk Management, France, 1981.
22. KEENEY; R.L., and RAIFFA, H., Decisions With Multiple objectives: Preferences and Value Tradeoffs, John Wiley & Sons, New York.
23. KEPNER, C. e TREGOE, B., O Administrador Racional, Atlas, São Paulo, 1980.
24. MANSFIELD, E., Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing, American Economic Review, Dec. 1980.
25. Manual de Análise de Projetos Industriais nos Países em Desenvolvimento, Volume 1, Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico, USP. Atlas, Outubro de 1975.
26. MAYER, R.R., Análise Financeira de Alternativas Financeiras, Atlas, 1970.
27. MELNICK, Júlio, Manual de Projetos de Desenvolvimento Econômico; Nações Unidas.
28. MERRET, A.J. and SYKES, A., The Finance and Analysis of Capital Projects, Longman, 1973.
29. MONTGOLFIER, J. et BERTIER, P., Approches Multicritères des Problèmes de Décision, Hommes et Techniques, 1979.
30. MOORE, P.G. and THOMAS, H., The Anatomy of Decisions, Penguin Modern Management Texts.

31. NEMARQ, A., Faut-il Déinvestir Commercialement d'un Pays en Crise?, Revue Inventaire e Gestion des Risques de L'entreprise Française, jan/mars. 1981.
32. PAMPLONA, Edson O., Abordagem da Inflação na Análise Econômico-Financeira de Investimentos, Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, 1984.
33. POULIQUEN, Louis Y., L'appréciation du Risque dans L'Evaluation des Projets, Paris, Dunod, 1972.
34. PRASAD, S.B. e SHETTY, Y.K., Administração de Empresas Multinacionais - Uma Introdução. Editora Atlas, São Paulo.
35. ROBOCK, S.H., Political Risk: Identification and Assessment, Columbia Journal of World Business, July/August, 1971.
36. SOLOMON, Morris J., Análise de Projetos, OEA, 1967.
37. VENZON, Gerson M., Um Modelo Estocástico na Análise de Investimentos, Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, 1980.



FIGURA : 26 - ESQUEMA GERAL DA METODOLOGIA DE DECISÃO SOBRE INVESTIMENTOS

