



A INCERTEZA E O RISCO NA  
DECISÃO DE INVESTIMENTO

Baptista Donati

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS DE SÃO PAULO  
DA FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS

São Paulo - setembro de 1973



Fundação Getúlio Vargas  
Escola de Administração  
de Empresas de São Paulo  
Biblioteca



408/75



1197500408

*ma*

Escola de Administração de Empresas de São Paulo	
Data	N.º de matrícula
10.6.	658.152
N.º de volume	N.º de matrícula
408/75	dis. 2.º m. g.

*e. 1*

658. 152 : 65.012.4

SP-00021202-B

# C O N T E Ú D O

		página
I-	INTRODUÇÃO	
	1. Objetivo do Estudo	-1-
	2. Plano do Estudo	-3-
	3. Orientação e Limitação	-4-
	4. Situação do Tema	-5-
II-	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO PARA A DECISÃO DE INVESTIMENTO	
	5. Abordagem Econômica	-8-
	6. Período de Restituição	-11-
	7. Proveniências por Unidade Monetária Dispendida	-12-
	8. Geração Média Anual por Unidade Dispendida	-13-
	9. Geração Média Anual Sobre o Valor Contábil do Investimento	-13-
	10. Fluxos de Caixa Descontados	-14-
III-	O ENCAMINHAMENTO DO PROBLEMA	
	11. As Previsões	-18-
	12. Situações de Decisão	-18-
	13. O Método Científico	-19-
	14. Probabilidades	-21-
	15. Valor Esperado e Utilidade	-24-
	16. Teoria dos Jogos e Programação Linear	-26-
	17. Revista dos Instrumentos Atuais	-27-
IV-	DECISÃO SOB INCERTEZA: ABORDAGENS	
	18. Ajustamento da Incerteza	-33-
	19. Consideração do Risco na Taxa de Desconto	-34-
	20. Certeza Equivalente	-36-
	21. Distribuição de Probabilidades	-38-
	22. Simulação	-51-
	23. Diagrama de Decisão	-55-
	24. Teoria da Utilidade	-59-
V-	CONCLUSÃO	-64-
	BIBLIOGRAFIA	-66-

1. OBJETIVO DO ESTUDO

A visão mais ampla do âmbito da administração financeira, que vem tomando consistência entre os estudiosos da matéria (1 a 4) e os que exercem essas funções nas empresas nas últimas décadas, consideram-na mais propriamente como uma parte integral de toda a administração do que como uma assessoria especializada no levantamento de recursos. Delineia-se assim a teoria segundo a qual o problema básico da administração financeira é o uso racional dos recursos financeiros através da comparação das vantagens das aplicações potenciais ao alcance da empresa, com o custo das fontes potenciais alternativas disponíveis para atingir os objetivos financeiros a que se propõe.

Desta forma a administração financeira estaria relacionada diretamente com todas as outras funções da empresa sempre que houvesse necessidade de decisão sobre variação do volume ou estrutura dos ativos e a correspondente influência no passivo da empresa.

Como sempre as empresas tiveram esses problemas de decisão, podemos afirmar que o que está sendo consolidado recentemente é a preocupação pelo desenvolvimento de uma base explícita e sistemática para a tomada dessas decisões e a tentativa paralela de se fazer uso prático do processo de emprego do capital como um instrumento formal para a realização dos objetivos a longo prazo.

O objetivo geral da empresa tem sido também alvo de análise teórica do ponto de vista da administração financeira. O que é necessário é ter um objetivo explícito para as decisões financeiras sobre investimentos e seu financiamento, mesmo sem que seja definido o objetivo global da empresa.

Um objetivo possível e útil para critério de decisões tem sido apresentado e justificado e consiste na maximiza-

ção do valor atual da empresa. Com tal objetivo o processo de -  
decisão sobre investimentos é simplificado, sendo aceitos ou não  
com base ou no valor atual do fluxo esperado de benefícios líqui-  
dos incrementais, que deve ser maior do que o valor atual do flu-  
xo esperado de desembolso líquido de capital necessário à sua ob-  
tenção, desde que descontados à uma taxa que represente o custo  
do capital, ou na taxa de retorno que ele faz prever, que excede  
o custo de capital.

Ou seja as decisões de aceitar ou rejeitar poderão -  
ser tomadas por qualquer das duas formulações, visto que o valor  
atual dos benefícios excederá o valor do desembolso, se e somente  
se, a taxa de retorno for superior ao custo de capital.

Mas o cálculo do custo de capital é dificultado pela  
incerteza quanto à definição e segurança dos retornos previstos  
e pela variedade de instrumentos financeiros e conjugação dos mes-  
mos, que torna o custo de capital variável com as circunstâncias.

A realidade com que nos deparamos é o problema de -  
calcular o custo de capital para uma determinada empresa, num mun-  
do em que os recursos financeiros aplicados em investimentos não  
oferecem a certeza de recompensas e em que esses próprios recur-  
sos podem ser obtidos de vários modos, com custos nominais variá-  
veis e apresentando diferentes impactos na quantidade e na quali-  
dade dos rendimentos residuais que são distribuídos aos acionis-  
tas.

Alguns autores mostram que a dificuldade começa num  
nível mais baixo, afirmando que o principal problema prático da  
tomada de decisão financeira é fazer previsões baseadas em dados  
observáveis correntemente. Decisões financeiras baseiam-se em pre-  
visões e previsões significam incerteza (5). Tão complexo e pene-  
trante é o problema de fazer previsões que o problema da constru-  
ção de modelos para utilizá-los perde em significância por compa-  
ração.

Dadas diversas previsões requeridas como informações  
básicas, é possível divisar procedimentos aceitáveis para a toma

da de decisões financeiras nas empresas. Se as previsões forem - razoavelmente precisas, esses procedimentos reduzi-las-ão a respostas que estarão razoavelmente próximas da correta.

Os esforços desenvolvidos por muitas empresas no aprimoramento de técnicas de previsões têm provado ser de maior valor do que os esforços dispendidos no refinamento de seus modelos de decisão. Os modelos de decisão propostos pelos especialistas na matéria assumem condições de certeza para poderem ser erigidos como modelos normativos. Entretanto, sabendo-os não condizentes com a realidade, pois às vezes é impossível prever certos acontecimentos e outras vezes eles podem ser mais ou menos estimados em bases probabilísticas, sugerem soluções para superar as dificuldades através de abordagens de aprimoramento das previsões e superação dos problemas de incerteza.

O objetivo desta dissertação é fazer a análise crítica dos instrumentos propostos pelos principais estudiosos da matéria, através da bibliografia especializada, para aprimoramento das previsões e tentar comprovar a possibilidade de sua utilização prática pelas empresas, de forma a considerar operacional a teoria sobre decisão de investimentos.

## 2. PLANO DO ESTUDO

Para boa compreensão do trabalho e facilitar a análise e avaliação serão revistos com brevidade: o problema da decisão de investimento e os métodos de avaliação para essa decisão. Em seguida será discutido o problema das previsões e o das situações reais de decisão, com os instrumentos propostos para a solução.

O corpo do trabalho propõe-se a analisar os instrumentos de transformação da incerteza em situações de risco e de equivalência à certeza e sua aplicabilidade prática na decisão de investimento das empresas, concluindo pela sua operacionalidade ou não.

### 3. ORIENTAÇÃO E LIMITAÇÃO

O presente trabalho, não obstante baseado em pesquisa bibliográfica dos principais autores norte-americanos sobre a matéria, tem em vista, além da conclusão pessoal do autor, estimular trabalhos semelhantes nos quais os pesquisadores, com experiência nos problemas empresariais em administração financeira no Brasil, com vivência e plena advertência das limitações encontradas nas grandes e pequenas empresas, se disponham a analisar as proposições da teoria normativa construída pelos estudiosos, testá-las, considerando-as não só no próprio meio onde surgiram, mas também na realidade brasileira, o presente e o futuro, para certos tipos de empresas ou para todas, concluindo ou não pela sua operacionalidade.

A ênfase será dada para a situação real que é praticamente de incerteza relativa. Será limitado às empresas com fins lucrativos, em economias de livre empresa, ainda que sujeitas a alguns controles governamentais, reconhecendo-se, porém, que o problema existe igualmente para indivíduos, instituições de fins não lucrativos e em economias diferentes da mencionada.

Entenderemos investimento como a aplicação dos recursos disponíveis de uma empresa nos projetos realizáveis que atendam a seus objetivos finais tendentes sempre à maximização de seu valor atual.

Admitiremos a clássica distinção entre risco e incerteza. Risco refere-se a uma situação na qual os possíveis resultados da decisão atual não são únicos, isto é, não existe um único conjunto de resultados mas diversos conjuntos dos mesmos, porém as dimensões e probabilidades desses conjuntos de resultados são conhecidos antecipadamente. Incerteza refere-se à situação na qual os possíveis resultados futuros também não são únicos, porém suas dimensões e/ou suas probabilidades não podem ser especificadas objetivamente por antecipação. O termo probabilidade neste contexto significa a possibilidade de que um particular resultado aconteça.

As empresas operam normalmente em um mundo de incer-



teza e a decisão de investimento seria impossível sem uma abordagem do problema que permite sair de uma situação de incerteza para uma situação de quase risco, projetando-se uma distribuição - subjetiva de seus possíveis resultados (previsões) e atribuindo a cada um deles probabilidades subjetivas.

Esta situação, juntamente com as distribuições e probabilidades objetivas das verdadeiras situações de risco, formam o quadro básico das soluções das situações reais com que se defrontam os que têm que tomar decisão sobre investimento.

#### 4. SITUAÇÃO DO TEMA

Todos os autores que têm abordado a teoria da administração financeira chamam a atenção para o fato da constante mudança que vem sofrendo esse campo do conhecimento desde que se destacou da teoria econômica como um campo independente desta, se bem que constantemente relacionado com a mesma.

O processo de mudança na teoria e na prática, que vem se realizando há algumas décadas e se acentuando nos últimos anos está apagando a antiga imagem do administrador financeiro com função quase exclusiva de assessoria na obtenção de fundos para a empresa. Em seu lugar está se definindo claramente o âmbito bem mais amplo da administração financeira como parte integrante da administração geral da empresa, nas questões fundamentais, e com ativa participação no processo decisório, tendo em vista o objetivo global da empresa.

Sem entrar no histórico e nas causas que provocaram a mudança, podemos ressaltar os esforços para a definição do objetivo global da empresa e como a administração financeira teve suas funções redefinidas para o atingimento do mesmo.

Esse objetivo tem sido alvo da análise teórica e existe concordância suficiente para defini-lo do ponto de vista da administração financeira, como a maximização do valor da empresa para seus donos. O atingimento desse ideal, tomado como norma de



ação da administração financeira, deve ser tomado por meio de decisões equilibradas, em combinação ótima, envolvendo os investimentos, o financiamento dos mesmos, e a política de dividendos.

O valor da empresa para seus donos é afetado pelas decisões sobre qualquer desses três aspectos, intimamente relacionados. A política de investimentos e de financiamentos procura, via de regra, através do aumento da lucratividade, o aumento do valor da empresa. Mas ao aumentar a lucratividade, quase sempre aumenta o risco para os donos, o que provoca uma diminuição, ainda que subjetiva, do valor da empresa para os mesmos.

A política de dividendos pode influenciar os acionistas na atribuição do valor à empresa, influenciando o valor da empresa a curto ou a longo prazo.

A interrelação desses três aspectos é inevitável e qualquer decisão que afete um deles produzirá um impacto sobre o preço da ação no mercado, que é um índice do valor da empresa, desde que levados em conta os lucros por ação presente e futuros previsíveis, o tempo, o risco e a política de dividendos.

Nesta dissertação não abordaremos esses aspectos interrelacionados mas nos fixaremos na análise das decisões em torno de um deles, que é talvez o mais importante dos três - o investimento - ou seja, o montante dos ativos a serem mantidos e a composição dos mesmos, e com atenção especial ao chamado - orçamento de capital - um dos principais aspectos da decisão de investimentos, com a seleção de novos investimentos e a administração dos ativos existentes, com a preocupação quanto ao nível de liquidez, com vistas aos benefícios a serem obtidos no futuro.

Examinaremos os investimentos com relação ao retorno esperado e o risco incremental que adiciona à empresa. Mas não nos envolveremos no seu efeito sobre o valor da empresa para os donos, visto que não examinaremos os problemas interligados - financiamento dos investimentos e política de dividendos.

tos e a incerteza envolvida na determinação de cada componente da informação. Nossa intenção é examinar criticamente as soluções - propostas para a medição da incerteza e quantificação do risco - associado às decisões de investimento. É, também, opinar sobre a operacionalidade dos instrumentos lógicos e matemáticos e os recursos de utilização dos computadores eletrônicos para uso das - empresas no Brasil, na nossa época, com os recursos de que dispõe, aprimorando sensivelmente os dados para a decisão, reduzindo a margem de erro e, portanto, o risco.

## II-

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO PARA A DECISÃO DE INVESTIMENTO5. ABORDAGEM ECONÔMICA

Desde o início do século, diversos economistas -1- lançaram os fundamentos para uma abordagem econômica profunda ao orçamento de capital. Nas décadas de 1950 e 1960 a literatura - técnica permitiu maior aprofundamento no conhecimento da matéria. JOEL DEAN, em sua obra acerca do assunto (7) traduziu a importância de um dos aspectos básicos da alta administração das empresas - o investimento - e reconheceu a necessidade de um esquema analítico que sistematizasse a ação administrativa em relação ao problema. Desenvolveu uma abordagem econômica às decisões sobre investimento interno, dando ênfase ao fluxo de obtenção e gasto de capital, partindo da experiência prática de diversas grandes corporações americanas e despertando o interesse dos estudiosos da matéria e dos profissionais da administração financeira, dentro do espírito de busca de soluções, redefinições e estruturação de uma teoria da administração financeira que vem marcando - esse campo da administração.

Nessa linha foram desenvolvidos métodos de avaliação para a decisão de investimento, embora reconhecendo-se que o administrador financeiro tem pouca ou nenhuma responsabilidade operacional sobre os ativos fixos da empresa, existe um consenso geral de que ele é a peça básica na atribuição de capital para esses ativos. Foi também ampliada sua responsabilidade, incluindo-se fusões e incorporações, liquidações e reabilitações no âmbito das decisões de investimento, que devem ser avaliadas da mesma maneira genérica como para uma proposta de investimento gerada internamente (4).

A obra de BIERMAN e SMIDT (6) veio trazer uma clara concepção de como avaliar propostas de investimento. Convencidos de que o método de valor presente é superior aos outros métodos de avaliação, desenvolvem seus argumentos fazendo análise crítica dos diversos métodos.

As regras de decisão propostas nesses métodos são válidas sob condições de certeza e de mercado de capital perfeito. Reconhecendo o artificialismo dessas situações, posteriormente, introduzem mercados de capitais imperfeitos e incerteza, condições sob as quais as soluções sugeridas revelam-se muito menos satisfatórias.

O exame dos métodos de avaliação para a decisão de investimento leva a uma abordagem teoricamente correta e facilmente aplicável às decisões de orçamento de capital. A abordagem consiste essencialmente na escolha de uma taxa de desconto, representando o valor do dinheiro no tempo, identificada com o custo de capital para a empresa, e na aplicação dessa taxa aos fluxos de caixa (desembolsos e entradas), a fim de computar seus valores presentes líquidos. A soma de todos os valores presentes - associados a um investimento (incluindo os desembolsos e/ou entradas imediatas) constitui o valor presente líquido do investimento.

Os procedimentos expostos são corretos e de simples aplicação desde que se assuma: 1º) - que existem mercados que ofereçam fundos, no volume necessário, à taxa de desconto no tempo considerada para os cálculos, e 2º) - que os fluxos de caixa associados com o investimento em análise sejam conhecidos com certeza.

Essas duas premissas, no entanto, praticamente inexistem no mundo real dos negócios, onde a incerteza é uma constante. Assim, a abordagem acima descrita só será operacional se conseguirmos contornar o problema, transformando as situações reais em situações equivalentes à certeza. Antes de expormos as soluções propostas e as analisarmos criticamente, exporemos os principais métodos de avaliação, suas vantagens e deficiências.

Convém lembrar que as empresas decidem diariamente sobre investimentos que, ou por envolverem montante de fundos pequenos, ou por estarem relacionados com as práticas operacionais já consagradas pela empresa na sua vida passada, não exigem méto

dos especiais e exames cuidadosos. Esses investimentos quase sempre estão previstos em orçamento de capital anual e a aprovação de cada um deles está colocada num escalão relativamente baixo dentro da organização. Muitas empresas estabelecem níveis de dispêndios em investimentos de capital, até os quais os executivos de determinado escalão podem decidir, usando sua experiência pessoal e acima dos quais deve ser feito um pedido de autorização a um escalão mais alto, expondo-se as razões do investimento, justificando-os com os elementos que dispuzerem. Isto tudo, até outro nível que poderíamos chamar de crítico pelas grandes somas de dinheiro envolvidas, havendo possibilidade de modificar sensivelmente a operação até então vigente na empresa e mudar de modo significativo os lucros esperados, com os riscos a que estarão sujeitos. Essas mudanças, provavelmente alterarão o valor da empresa na concepção dos acionistas e credores.

Acima desse nível crítico é que comumente são empregados os métodos aceitos pelos teóricos da matéria e pelos executivos com experiência na vida empresarial. É óbvio que esse nível crítico é diferente de uma empresa para outra, dependendo de seus ativos, de seu retorno atual, da composição de seu passivo, do ramo de negócios, da visão de seus administradores, da influência dos acionistas sobre a administração, etc. Porém, os métodos são válidos para qualquer tipo e volume de investimento e os problemas da incerteza e risco estão associados a todos.

Reconhece-se também que nem todas as decisões de investimento podem ser descritas em termos de valor monetário, em dispêndios e/ou benefícios resultantes e, para essas os métodos são inaplicáveis. À medida, porém, que as organizações empresariais conseguirem aumentar a habilidade para planejar as necessidades e prever as consequências das decisões, aumentará o número de investimentos que poderão ser descritos razoavelmente bem, em termos de valor monetário. Este é um outro tipo de problema que foge ao âmbito deste trabalho.

Os investimentos para fins de análise costumam ser classificados por sua relação de dependência com outros projetos

disponíveis, simultaneamente, para uma empresa e pela sequência em que se dispõe os resultados das entradas e saídas de caixa - nos períodos da vida de cada projeto. Assim, para que um projeto X seja economicamente independente de um projeto Y, devem ser satisfeitas, simultaneamente, as seguintes condições: a-) é necessário que seja possível aceitar-se tecnicamente o projeto X, independentemente da aceitação ou não do projeto Y; b-) o fluxo líquido de caixa do projeto X não será afetado pela aceitação ou rejeição do projeto Y. Caso contrário, serão economicamente dependentes. E, se a decisão de se aceitar o projeto Y aumentar as entradas de caixa (ou diminuir as saídas) do projeto X, o projeto Y será classificado como um complemento do projeto X. Por outro lado, se a decisão de se aceitar o projeto Y diminuir as saídas de caixa (ou aumentar as saídas) do projeto X, o projeto Y é considerado como um substituto do projeto X.

No caso extremo em que as entradas de caixa do projeto X serão eliminadas caso se aceite o projeto Y, ou, se é tecnicamente impossível aceitar-se o projeto X caso o projeto Y tenha sido aceito, então os projetos X e Y são classificados como mutuamente exclusivos.

Do mesmo modo, o projeto Y é considerado pré-requisito do projeto X quando as entradas de caixa do projeto X dependem totalmente da aceitação do projeto Y.

Quanto à sequência dos resultados, um investimento é dito convencional quando houver um ou mais períodos de desembolsos de caixa (ou entradas) seguido de um ou mais períodos de entradas (ou desembolsos). Será dito nãoconvencional quando um ou mais períodos de entradas (ou desembolsos) são entremeados com um ou mais períodos de desembolsos (ou entradas).

## 6. PERÍODO DE RESTITUIÇÃO

O método do período de restituição é um dos mais simples e, ao que parece, mais frequentemente usados na medição do valor econômico de um investimento. Ele é definido como a exten-



são de tempo necessária para que o fluxo de entrada de caixa produzido por um investimento iguale o desembolso original de caixa exigido pelo investimento.

X

No caso do fluxo de entradas ser constante de ano para ano, então o período de restituição pode ser determinado dividindo o total original do desembolso de caixa pelo montante das entradas de caixa anual esperadas. Se um fluxo de entradas esperadas não é constante de ano para ano, então o período de restituição deve ser determinado pela adição das entradas esperadas - nos anos sucessivos até que o total iguale o desembolso original.

Comumente os administradores que admitem este método estabelecem um determinado período de restituição máximo e rejeitam todas as propostas do investimento para as quais o período de restituição for maior do que o máximo. O método pode também ser usado para classificar investimentos alternativos, dos quais os que tiverem os mais curtos períodos de restituição darão as melhores classificações. Ele é bastante simples e pode ser satisfatório quando a restituição é tão rápida que dá um altíssimo retorno comparado com o normal da empresa, ficando disponível para a aplicação em outros investimentos e também quando não tem as complicações de comparação com investimentos alternativos, situação em que aparecem suas duas fraquezas que são: 1a.) não leva em conta as entradas de caixa após a data em que é completada a restituição; 2a.) não leva em conta as diferenças dos momentos de ocorrência das entradas de caixa realizadas antes da data em que é completada a restituição. Assim, o método é desclassificado como um instrumento geral de medição e comparação de investimentos.

## 7. PROVENIÊNCIAS POR UNIDADE MONETÁRIA DISPENDIDA

O método que utiliza a razão, entradas provenientes do investimento dividido pelo montante do investimento, pretende classificar investimentos alternativos. Porém, ao deixar de considerar o momento da proveniência é inconsistente com o princípio geralmente aceito que uma unidade monetária hoje é mais valiosa que a mesma unidade recebida no futuro. Assim, ignorando o fato



que o produzido mais cedo é mais valioso que o mais tardio, uma vez que aquele pode ser reinvestido, é inferior aos métodos que levam em consideração a ocasião do produzido.

#### 8. GERAÇÃO MÉDIA ANUAL POR UNIDADE DISPENDIDA

Parte do mesmo princípio que o anterior, só que em vez de tomar a razão da geração total de caixa sobre o dispêndio inicial, como naquele caso, primeiramente divide a geração total pelo número de anos durante os quais ela acontece e esta cifra - (geração média anual) é então dividida pelo desembolso original requerido pelo investimento.

O método fornece resultados razoáveis no caso especial onde as vidas dos investimentos considerados são iguais e pode-se ignorar a qualificação da geração de caixa na ocasião apropriada. O fato de parecer levar na devida conta a ocasião do investimento é enganoso, pois ao tomar a geração média anual, nenhuma ponderação é feita com relação à duração da geração.

#### 9. GERAÇÃO MÉDIA ANUAL SOBRE O VALOR CONTÁBIL DO INVESTIMENTO

Este método é usado visando dar a medida da eficiência do investimento e também como meio de escolha entre vários investimentos internos propostos.

A geração média utilizada para esta medida é computada após a depreciação. Por outro lado, sendo o denominador um valor contábil, numerador e denominador dependerão do método de depreciação utilizado.

Um procedimento alternativo é dividir a geração média pelo custo do investimento, sem subtrair a depreciação resultante.

O primeiro procedimento é uma medida comum e útil do desempenho, mas menos útil como um instrumento para a classifica

ção de investimentos, pois falha em não levar em consideração a ocasião da geração. O segundo procedimento tem certas vantagens sobre o uso do valor contábil. Elas não são tão importantes em orçamento de capital e relativamente pouco importantes comparadas com a falha em não levar em consideração a geração de caixa. Esta falta é que conduz às mesmas classificações incorretas quando é usado o valor contábil, excluída a depreciação.

#### 10. FLUXOS DE CAIXA DESCONTADOS

Os métodos vistos acima foram eliminados como medidas válidas para avaliação na decisão de investimento, tendo em vista, primordialmente, a inabilidade dos mesmos de levar na devida conta a ocasião da geração de caixa dos investimentos.

Os dois métodos expostos a seguir, formarão o grupo dos que utilizam o fluxo de caixa descontado, baseados no conceito de valor presente. O valor presente de determinada quantia em dinheiro a ser recebida daqui a um certo número de períodos de tempo (anos, meses, etc.) corresponde à quantidade em dinheiro que necessita ser investida hoje a juros compostos a uma taxa de juros e frequência de composição estabelecidas.

Por exemplo, o valor presente de Cr\$ 100.000 a ser recebido daqui a dois anos, à taxa de 3%, com composição anual, é Cr\$ 94.260. Ou seja, Cr\$ 94.260 aplicados num investimento que rende 3% de juros compostos anualmente, produzirá no fim de dois anos Cr\$ 100.000. Com as tabelas disponíveis que dão os apropriados valores de conversão para as várias taxas de juros, os cálculos são simples para a conversão de quaisquer séries de atuais ou futuros recebimentos ou desembolsos de caixa, em um valor presente equivalente.

##### a) Método do Rendimento (ou da Taxa de Retorno) de um Investimento

Utiliza o conceito de valor presente, mas busca evitar a escolha arbitrária de uma taxa de juros. Consiste em encon

trar a taxa de juros que tornará o valor presente das gerações - de caixa esperadas de um investimento igual ao valor presente dos desembolsos de caixa requeridos pelo investimento. Tal taxa de - juros é encontrada por tentativa e erro.

Partindo de uma taxa arbitrária obtem-se o valor presente tanto das gerações como dos dispêndios esperados de um investimento. Se o valor presente das gerações de caixa exceder o valor presente dos dispêndios, então, ordinariamente, alguma taxa mais alta poderá torná-los iguais. Por tentativas a taxa de - juros aproximadamente correta poderá ser determinada e ela é apresentada como o rendimento do investimento.

No caso de um investimento convencional o rendimento (ou taxa de retorno) do mesmo representa a mais alta taxa de juros que um investidor pode dispor-se a pagar, sem perder dinheiro, se todos os fundos para financiar o investimento fossem tomados por empréstimo e o débito (capital e juros) fosse restituído com as gerações de caixa do investimento (convencional), à medida em que elas fossem sendo obtidas.

#### b) Valor Presente Líquido

Esta medida é uma aplicação direta do conceito de valor presente. Para o seu cômputo são necessários os seguintes passos: 1º) a escolha de uma taxa de juros apropriada; 2º) o cômputo do valor presente das gerações de caixa esperadas de um investimento; 3º) o cômputo do valor presente dos dispêndios de caixa requeridos pelo investimento.

O valor presente das gerações menos o valor presente dos dispêndios corresponde ao valor presente líquido do investimento. O critério recomendado para aceitar ou rejeitar é: - aceitar - todos os investimentos independentes cujo valor presente líquido for maior ou igual a zero; - rejeitar - todos os investimentos cujo valor presente líquido for menor do que zero.

Visto que o valor presente de um investimento depende da taxa de juros que for usada, não existe uma única medida - do valor presente, mas um grupo de medidas, dependendo de que ta

xa de juros for escolhida.

• \*

Sempre que for possível determinar preferências obvias entre pares de investimentos pelos métodos anteriormente descritos, o método do valor presente líquido classificará estes investimentos na ordem correta, não importando que taxa de juros - seja usada para computar o valor presente. Entretanto, convém notar que esta conclusão é verdadeira somente se for usada a mesma taxa de juros para determinar o valor presente de ambos investimentos.

Podemos concluir que o método do valor presente, ainda quando usado com a taxa de juros errada, dará melhores resultados do que medidas que não incorporam o fluxo de caixa descontado, no sentido de que ele não fará certas espécies de erros obvios.

Se observarmos as aplicações práticas das medidas de valor presente e das de rendimento (taxa de retorno) veremos que não dão as mesmas classificações na comparação de pares de investimentos e nenhuma das classificações podem, "a priori", ser eli-minadas como incorretas, não obstante, sendo diferentes, podem conduzir a conclusões contraditórias em certas situações.

Em caso de investimentos independentes, ambos os procedimentos darão as mesmas recomendações. O que acontece é que é muito mais difícil usar corretamente o método do rendimento (ta-xa de retorno) e, portanto, recomenda-se (6) o método do valor - presente. Isto se acentua diante da frequência com que a empresa se defronta com investimentos mutuamente exclusivos. Neste caso o método do rendimento dá recomendações menos corretas para investimentos mutuamente exclusivos porque reflete a média em vez de refletir o fluxo de caixa incremental.

No caso de uso do método do rendimento a escolha do melhor de dois investimentos depende da série de fluxos de caixa incremental ser semelhante a um investimento convencional ou não. Se usado apropriadamente, o método do rendimento conduzirá realmente às mesmas escolhas indicadas pelo método do valor presente. Para isso é necessário ater-se a regras complexas pelas seguintes

considerações: 1a.) Um investimento isolado pode ter mais do que um rendimento (taxa de retorno), podendo ser lucrativo só se o custo do dinheiro estiver entre os dois pontos correspondentes a essas taxas, ou fora deles. O método do rendimento pretende encontrar a taxa única. 2a.) No caso de dois ou mais investimentos mutuamente exclusivos disponíveis é necessário analisar as duas propostas simultaneamente, decidir qual a mais desejável e compará-la com as propostas dos outros, continuando por eliminação até a escolha do melhor. O valor presente indica imediatamente qual a proposta mais desejável de um grupo de propostas mutuamente exclusivas. 3a.) No caso de um investimento isolado é preciso determinar se o fluxo de caixa, corresponde a um investimento ordinário ou a um empréstimo do ponto de vista do tomador. 4a.) Pode não ser possível definir o rendimento para uma série de fluxos de caixa. 5a.) Pode acontecer que o custo do dinheiro não seja o mesmo em todos os períodos de tempo futuro.

## III-

O ENCAMINHAMENTO DO PROBLEMA11. AS PREVISÕES

PORTERFIELD (5) chama a atenção para o fato de que o problema das previsões bem feitas impregna o problema da tomada de decisão de investimento. E, mesmo dispondo de técnicas aprimoradas para fundamentar a decisão, com um instrumental matemático sofisticado, com o auxílio de computadores eletrônicos para tornarem os cálculos viáveis, os resultados finais estarão extremamente influenciados pelas previsões básicas. Cada decisão baseia-se em previsões de uma ou outra espécie que só serão úteis se forem realmente representativas do futuro. Portanto, afirma POTERFIELD, o principal problema prático da tomada de decisões é o de fazer previsões certas com base nos dados observáveis na atualidade.

Parte-se da suposição de que o futuro ou é conhecido ou pode ser estimado com algum grau de confiança. Assim, tomar decisões significa fazer previsões, que por sua vez implicam em maior ou menor grau de incerteza.

12. SITUAÇÕES DE DECISÃO

Os encarregados da tomada de decisão defrontam-se com três tipos de situações de decisão: A situação de certeza que é caracterizada pelo fato de que para cada curso de ação existe um e um só resultado conhecido. A situação de risco que difere da de certeza pelo fato de que é possível para cada curso de ação - mais de um resultado, se bem que os diversos resultados e a distribuição de probabilidades que descreve as suas ocorrências são conhecidos. A situação de incerteza que envolve múltiplos resultados para um curso de ação, diferindo da situação de risco por não serem conhecidas as dimensões dos possíveis resultados e/ou as suas distribuições de probabilidades. Esta última seria situação de incerteza absoluta se não existisse nenhuma informação sobre a mesma que é um caso extremamente raro e não tem interesse para a análise. Quase sempre existem dados que permitem alguma estimativa, evitando a situação extrema.



Uma das grandes preocupações no processo de tomada de decisão é reduzir as situações de incerteza em situações mais desejáveis de risco ou certeza, e, na medida do possível, converter risco em certeza. Na realidade situações de certeza também ocorrem raramente, mas o conceito é um instrumento poderoso para aperfeiçoar as decisões intuitivas. O tratamento "como se" abre as portas para uma manipulação aperfeiçoada de um problema complexo e difícil. Para sair de uma situação de incerteza procura-se convertê-la numa situação de quase-risco através da projeção de uma distribuição subjetiva de seus possíveis resultados e estabelecer probabilidades subjetivas para cada um deles (5).

Diversos autores, ainda que concordando com as definições clássicas de certeza, risco e incerteza, na prática usam o termo incerteza no lugar de risco (6). Assim é comum falarem em situação de incerteza referindo-se a situações inconfundíveis de risco, que na realidade são as únicas que interessam à análise. Alguns ainda fazem outra distinção caracterizando as situações de risco como de incerteza relativa à qual está associado determinado risco. Neste trabalho os termos incerteza e risco serão usados intercambiavelmente, descrevendo todas as situações nas quais o tomador de decisão não conhece as consequências relevantes de cada alternativa sob consideração (6).

Um grande número de fatores introduzem risco nos investimentos de capital numa empresa. Entre eles podemos citar: a economia em geral, fatores econômicos peculiares ao investimento, a concorrência, o desenvolvimento tecnológico, as preferências do consumidor, e a mão-de-obra. Conjugados, eles tornam impossível predizer com certeza as receitas, os custos, as necessidades de numerário, etc., que se darão ao longo do tempo.

### 13. O MÉTODO CIENTÍFICO

A complexidade e dificuldade dos problemas de decisão exigem para suas soluções a utilização das melhores e mais potentes técnicas existentes. Uma das técnicas gerais mais poderosas e bem sucedidas para o entendimento de situações complexas tem



sido o chamado método científico, que quase sempre se expressa a través da linguagem universal da matemática. Diante da complexidade de muitos problemas de decisão, as hipóteses que devem explicar as situações correspondentes são, com frequência, expressas em linguagem matemática, através dos chamados modelos matemáticos dos problemas a que se referem.

O modelo tenta relatar as características essenciais da situação, sendo portanto uma abstração do problema e não o próprio problema. Boa parte do instrumental matemático de que hoje dispomos foi criado como consequência do esforço para a solução de problemas surgidos nas diversas ciências, inclusive em partes da própria matemática. Novas adições estão sendo feitas frequentemente nesse campo na tentativa de resolver os problemas de decisão nas mais diversas áreas. Basta dizer que programação linear, teoria dos jogos e boa parte da teoria da decisão estatística foram criadas nas três últimas décadas (8)(9).

O modelo matemático é usualmente da forma  $E = f(x_i, y_j)$  onde  $E$  representa alguma medida da eficácia com que os objetivos são atingidos;  $x_i$  representa um conjunto de variáveis controláveis e  $y_j$  representa o outro conjunto de variáveis que não estão sob o controle dos tomadores de decisão. Assim dados os valores para  $y_j$ , o modelo matemático poderá ser usado para determinar os valores das variáveis que maximizam  $E$ .

Encontrar os valores das variáveis  $x_i$  para os quais  $E$  é um máximo significa resolver o modelo ou derivar a solução para o modelo. Para isso podemos nos valer dos teoremas desenvolvidos por gerações de matemáticos. Dependendo da complexidade do modelo, centenas, milhares e até milhões de cálculos podem ser necessários para derivar a solução. O desenvolvimento do computador eletrônico permitiu derivar soluções, para certos tipos de problemas, o que seria impraticável pelas calculadoras convencionais, ampliando enormemente a gama de problemas que tem solução pelas técnicas matemáticas. Convém ressaltar que é necessário que o modelo represente o problema com suficiente precisão de tal sorte que a solução para o modelo seja também a solução para o problema (8).

#### 14. PROBABILIDADES

A probabilidade é a medida da possibilidade de ocorrência de um evento. Ela pode ser extraída de qualquer das três fontes: 1a.) da frequência relativa de eventos passados, de uma experiência ou de uma pesquisa; 2a.) de distribuições teóricas; 3a.) do julgamento subjetivo do tomador de decisão. A primeira das três é considerada por alguns como de pouca utilidade numa decisão empresarial porque, na prática, não ocorre grande número de tentativas repetidas, grande número de vezes, sob circunstâncias controladas. Entretanto, registros históricos, com os devidos pressupostos servem de base para levantamento de frequência e sua transformação em probabilidades.

Para usar a distribuição de probabilidades como um modelo da realidade são necessárias certas suposições: 1º) assumir que a soma total das frequências seja uma amostra representativa do passado (isto é, não existem influências desfavoráveis na maneira pela qual a amostra foi selecionada); 2º) assumir que o futuro será tal como o passado, tomado como amostra; 3º) assumir que o número de amostras são independentes da ocasião em que os fatos registrados aconteceram.

A terceira das fontes (julgamento subjetivo) é considerada pouco útil por muitos estatísticos, contudo ela pode ser usada desde que não se perca de vista que é uma representação do estado de crença da pessoa (6).

Uma série de definições extraídas da obra de SPURR e BONINI (10) ajuda-nos a entender melhor a teoria das probabilidades que será usada neste trabalho: Uma probabilidade simples é a probabilidade de ocorrência de um evento singular. Uma probabilidade conjunta é a probabilidade de que dois ou mais eventos venham ambos a ocorrer. Uma probabilidade condicional é a probabilidade de ocorrência de um evento, dada a ocorrência de um ou mais eventos. Uma probabilidade marginal é a probabilidade de ocorrência de um evento singular, determinado pela soma das probabilidades conjuntas que envolvem aquele evento. Dois eventos são estatisticamente independentes se a probabilidade condicional de um, dada a ocorrência do outro, é igual à probabilidade do primei

ro; isto é, se  $P ( A / B ) = P ( A )$ .

Independencia implica que o conhecimento de um evento não tenha nenhum valor na predição de outro evento. Se dois eventos são mutuamente exclusivos, a probabilidade que um ou o outro ocorra é a soma das respectivas probabilidades simples; isto é,  $P ( A \text{ ou } B ) = P ( A ) + P ( B )$ . Se os eventos não forem mutuamente exclusivos, a probabilidade que um ou outro ocorra é a soma das respectivas probabilidades simples, menos a probabilidade conjunta dos dois eventos:  $P ( A \text{ ou } B ) = P ( A ) + P ( B ) - P ( A , B )$ . A probabilidade conjunta de que dois eventos  $\{ A \text{ e } B \}$  ocorram é a probabilidade condicional de um, dado o outro, vezes a probabilidade simples do segundo; isto é,  $P ( A , B ) = P ( A / B ) P ( B )$ . Quando os eventos forem independentes,  $P ( A / B ) = P ( A )$ , então a probabilidade conjunta será meramente o produto de uma probabilidade simples:  $P ( A , B ) = P ( A ) P ( B )$ .

A distribuição de probabilidades é uma relação funcional entre a variável aleatória ( $r$ ) e o conjunto das probabilidades  $P ( r )$ . Distribuições de probabilidades podem ser discretas ou contínuas, dependendo de se: ou a variável aleatória pode ser tomada como um único conjunto restrito de valores ou pode ser tomada como qualquer valor dentro de um intervalo.

O valor esperado de uma distribuição de probabilidades discretas é a média ponderada da variável aleatória, sendo os pesos, as respectivas probabilidades, isto é,  $E ( X ) = \sum X \cdot P ( X )$ .

A variância de uma distribuição de probabilidades discreta é a soma dos desvios da média ao quadrado, vezes as respectivas probabilidades:  $\sigma^2 = \sum \{ [X - E ( X )]^2 \cdot P ( X ) \}$ . O desvio padrão é a raiz quadrada da variância.

Distribuições de probabilidades específicas: A distribuição binomial caracteriza situações nas quais estamos colhendo amostras de uma população de atributos que tem somente dois valores (sim ou não, sucesso ou falha, etc.). Ela descreve o número de sucessos ( $r$ ) alcançados num número pré-fixado de tentativas.

(n). Ela é uma distribuição discreta. Os pressupostos que suportam a binomial são : 1º) a variável aleatória pode tomar somente um de dois valores - sucesso ou falha; 2º) as tentativas são independentes; 3º) a probabilidade de um sucesso permanece a mesma de tentativa para tentativa. A distribuição de POISSON, tal como a binomial é uma distribuição discreta. A variável aleatória  $X$  pode tomar o valor de zero ou qualquer inteiro positivo. Ela é usada para representar ocorrências aleatórias em qualquer unidade de medida. Os pressupostos em que se baseia a distribuição de POISSON são: 1º) existe um número muito grande de possíveis ocorrências em cada unidade de medida; 2º) existe independência de uma unidade de medida para outra; 3º) o número médio de ocorrências por unidade permanece o mesmo. Se o número de tentativas (n) for grande e a probabilidade de sucesso (p) for pequena, a distribuição de POISSON tem uma acentuada aproximação com a binomial. A distribuição normal é uma distribuição contínua representada pela familiar curva em forma de sino.

Os desenvolvimentos da teoria estatística nos anos recentes permitiu uma tremenda expansão no papel da análise quantitativa em administração e economia. Novas técnicas analíticas tem brotada da teoria da probabilidade, pesquisa operacional e teoria da decisão.

SAMUEL A. SCHMITT (11) apresenta-nos a solução do problema de medição do risco dizendo que a probabilidade é a linguagem da incerteza, isto é, a maneira pela qual transformamos a incerteza em quase-risco e podemos decidir. Segundo ele, todas as declarações que expressam incerteza são redigidas em termos de probabilidade. Quando nova informação é adquirida reavaliamos nossa incerteza manipulando probabilidades. O administrador pode expressar seu julgamento pela atribuição de uma probabilidade numérica a cada um dos possíveis eventos que podem afetar os resultados de suas decisões. Ele pode usar essas probabilidades juntamente com informações econômicas para desenvolver seu processo de tomada de decisão.

O interesse da probabilidade origina-se do seu uso em inferência estatística. Precisamos inferir algo acerca de determinado fato. A base da inferência é conhecimento e a probabi-

lidade expressa o vigor de nosso conhecimento ou crenças. Desta forma atribui-se probabilidades não só para eventos alternativos certos (exemplo: cara ou coroa) mas também para valores alternativos incertos (exemplo: identificações alternativas de uma mostra de rocha). Assim será possível falar em acumulação de informação e então medir a mudança nos conhecimentos humanos.

Supondo que os problemas de decisão enfrentados demandem o uso de informações incertas, mas não incluem a existência de oponentes que deliberadamente tentam anular ou conter os esforços para a solução, os elementos envolvidos na tomada de decisão podem ser resumidos da seguinte maneira, conforme SCHMITT (11). 1º) existe um número de possíveis ações alternativas, uma das quais deve ser escolhida; 2º) a situação em mãos - um estado do universo - é uma lista de possibilidades conhecidas das quais não sabemos qual é a correta; 3º) para a combinação da ação e estado do universo, existe uma consequência, frequentemente, mas não necessariamente, medida em dinheiro. Estas consequências ou são conhecidas ou são estimadas; 4º) dispõe-se de algumas estimativas de probabilidades de vários estados do universo.

A utilização de todas estas informações, satisfazendo a certos padrões de consistência, deve ser feita para que a decisão maximize o objetivo. No caso da decisão de investimento, o objetivo é a maximização do valor da empresa para os acionistas. Esse valor coincide com o valor esperado, buscado através do instrumental estatístico. A palavra esperado mostra que o que se está tentando levar em conta são as incertezas.

## 15. VALOR ESPERADO E UTILIDADE

No seu trabalho intitulado "Exposição de Uma Nova Teoria da Medição de Risco" apresentado à Imperial Academia de Ciências de São Petersburgo por volta de 1730, DANIEL BERNOULLI (12) afirmou que "desde quando os matemáticos começaram a estudar pela primeira vez a medição do risco, tem havido acordo geral - da seguinte proposição- Valores esperados são computados multiplicando cada possível resultado pelo número de vezes nas quais



ele pode ocorrer, e em seguida dividindo a soma desses produtos pelo número total de casos possíveis, os quais são todos de mesma probabilidade." Tal regra, segundo o próprio BERNOULLI, não é válida universalmente porque, duas pessoas defrontando-se com riscos idênticos, medidos pelo valor esperado, podem ter atitudes diversas diante do risco a ser assumido à luz de sua situação financeira e do que representa para cada uma delas o que poderá ser ganho e o que poderá ser perdido. A utilidade daquilo que ganhar, apesar de ter o mesmo preço em termos de mercado, é diferente para cada pessoa. BERNOULLI crê que pode generalizar a regra substituindo o conceito de valor-preço pelo de valor-utilidade. Não obstante a utilidade ser subjetiva, excluindo as exceções gritantes, ele assume que o acréscimo da utilidade se dá para os indivíduos, continuamente, por acréscimos infinitesimais e conclui que: "é altamente provável que qualquer incremento em valor, não importa quão insignificante, sempre resultará num incremento de utilidade que é inversamente proporcional à quantidade de bens já possuída". Finalmente estabelece um modelo matemático para chegar à medição do risco nos novos termos, aplicando-o à análise dos jogos de azar, justificando uma proposição universalmente aceita na prática "pode ser razoável para alguns indivíduos investir em um empreendimento duvidoso e ao mesmo tempo ser irracional para outros indivíduos fazê-lo". Examina também os procedimentos das companhias de seguros usando o mesmo modelo.

Nessa linha de pensamento os autores têm tratado os problemas de risco, tomando como exemplo as atitudes das pessoas em face aos jogos de azar e à compra de seguro.

FRIEDMAN e SAVAGE (13) propõem-se a sugerir que uma classe importante de reações dos indivíduos ao risco pode ser racionalizada por uma extensão muito simples da análise de utilidade ortodoxa. Partindo da verificação que o indivíduo escolhe entre alternativas que diferem entre outras coisas, no grau de risco ao qual estarão sujeitos, estende essa observação e constata que ela está constante e claramente presente nas escolhas do campo econômico de uma maneira geral.

X Inicialmente esquematizam as duas situações básicas entre alternativas: aquelas semelhantes ao jogo de azar, especificamente o de loteria, onde há dois tipos de preferências: 1a.) opção pela certeza, situação em que o indivíduo não adquire o bilhete, evitando incorrer em riscos, tendo certeza de não perder pequena quantia em dinheiro correspondente ao preço do bilhete e também tendo certeza de não ganhar grande quantia em dinheiro, correspondente ao prêmio; a 2a.) opção é pela incerteza, situação em que o indivíduo adquire o bilhete enfrentando os riscos - caracterizados por: ou pela possibilidade de perder a pequena quantia - preço do bilhete, ou pequena possibilidade de ganhar grande quantia - prêmio da loteria. De forma semelhante, a contratação de seguro contra incêndio de prédio de sua propriedade: 1a.) opção é pela certeza, situação em que paga o prêmio de seguro, evitando incorrer em riscos, perdendo a pequena soma correspondente ao prêmio, mas tendo cobertura no caso de perdas por incêndio. A 2a.) opção é pela incerteza situação em que enfrenta os riscos caracterizados por: ou pequena possibilidade de perder grande soma - o valor do prédio, ou a grande possibilidade de não perder essa grande soma, se o incêndio não ocorrer.

Examinam então as explicações da escolha entre alternativas envolvendo risco em termos de maximização da utilidade e sua rejeição como crença direta da diminuição da utilidade marginal. Relembrem que a idéia da explicação é antiga, datando pelo menos de DANIEL BERNOULLI e constante referência à mesma e sua rejeição que não explica o fato das pessoas participarem de jogos.

Citam então NEUMANN e MORGENTHAU -2- que desafiaram a rejeição e propõe-se a reabilitar a maximização da utilidade esperada baseando-se no tratamento dos autores citados, mas limitando-se em parafrasear partes essenciais do argumento dos mesmos.

X

## 16. TEORIA DOS JOGOS E PROGRAMAÇÃO LINEAR

Alguns autores tem procurado aplicar técnicas matemáticas às decisões empresariais e de modo especial à decisão de investimento. BENNION (14) procurou testar a teoria dos jogos às espécies de decisões envolvidas no orçamento de capital, procurando colocar algum realismo na metodologia da decisão. Partindo do



fato que as decisões são baseadas nas previsões e estas são inseguras pelo fato de serem o que são, previsões e não adivinhação do futuro, propõe-se a utilizar o instrumento da teoria dos jogos para que seja possível extrair das previsões algo mais do que uma "predição mais provável". Exige, então um coeficiente - de probabilidade estimada para a previsão, os conhecimentos dos retornos alternativos em situações tendentes ou à prosperidade ou à recessão e o cálculo da indiferença das probabilidades.

Através desse instrumento prova que a alternativa - que melhor remunera (em taxas de retorno) dentro da situação mais provável não é necessariamente a alternativa que a empresa - deve escolher. Além disso, através do cálculo da indiferença das probabilidades, é possível determinar que margem de erro é permissível em qualquer probabilidade estimada antes que essas estimativas induzam a uma decisão errônea.

CHARNES, COOPER e MILLER (15) exploram os meios pelos quais os teoremas e o aparato computacional de programação linear podem ser postos a funcionar para a alocação de fundos - dentro da empresa.

## 17. REVISTA DOS INSTRUMENTOS ATUAIS:

HILLIER (16) testemunha, com sua experiência, que um investimento razoavelmente seguro, com certa taxa de retorno esperada, frequentemente será preferido a um investimento muito mais arriscado com uma taxa de retorno esperada um pouco mais alta. Mas acentua que isto é particularmente verdadeiro quando o investimento de maior risco é tão alto que a eventual falha em atingir as expectativas pode afetar negativa e significativamente a situação da empresa ou indivíduo. E acrescenta que, não obstante os argumentos teóricos contrários, a pesquisa de PAUL E. GREEN -3- indicou que muitos executivos mantem a preferência por empreendimentos menos arriscados, mesmo quando os recursos próprios ou da empresa que dirigem são mais do que suficientes para fazer face às contingências adversas. Esta atitude indicada pela pesquisa pode ser explicada pelas consequências pessoais - danosas que os administradores profissionais tem que arcar dian

te do fracasso. Adotando uma atitude excessivamente cautelosa - eles se protegem dos prejuízos, e dificilmente são descobertos - como pouco competentes uma vez que é difícil, para o Conselho de Direção ou Assembléia dos Acionistas perceber e comprovar que su as decisões não são as que maximizam o valor da empresa. Acresce se o fato que nem todas as empresas dão recompensas pelos êxitos adicionais das decisões de seus executivos e quando o fazem, o - índice utilizado, raramente, ou nunca é a maximização do valor - da empresa, mas sim: atingimento de metas de produção/vendas ou lucro (ROBERT A. GORDON) -4-.

Desta forma as decisões que dão os melhores retornos, mas envolvem altos riscos não são as preferidas. Contudo, que de cisões e que empresas conhecem com alguma precisão quais são as alternativas, quais os retornos e quais os riscos a que se expõe? Até que ponto decisões mais convenientes não são tomadas por re ceio do risco ou por ignorância das soluções alternativas? Deixan do a resposta para depois e voltando a acompanhar a exposição de HILLIER que pretende indicar como, sob certos pressupostos, podem ser obtidas informações explícitas, bem definidas, e abrangentes, que são essenciais para uma avaliação precisa dos investimentos com risco, através de probabilidade.

Examinando o que até então (abril 1963) havia sido - escrito sobre como lidar com o risco, HILLIER resume os procedi- mentos em: ou muito simplificados ou um tanto teóricos. Os simpli ficados usualmente equivalem a reduzir as estimativas dos possí -veis valores dos fluxos de caixa esperados durante cada período de tempo em um único valor esperado, num sentido ou intuitivo ou estatístico e analisando o problema como se cada um desses valo- res esperados fossem ocorrer certamente. Como exemplo cita GRANT -5-. O risco as vezes é incluído nesta análise pelo uso de uma taxa de juro para o grau de risco associado como um padrão para a mínima taxa interna de retorno aceitável ou para descontar o - fluxo de caixa para um período em particular como HIRSCHLEIFER - (17) e SMITH (18).

Segundo HILLIER esses procedimentos tem a desvanta-- gem de suprimir informações quanto ao risco de uma proposta de

investimento. Isto acontece porque um tomador de decisão, mesmo tendo à sua disposição, a taxa de retorno esperada calculada com base na distribuição de probabilidades, mas não tendo a sua variância, terá que lançar mão de sua própria intuição para a conclusão na consideração do risco.

Às vezes conjuntamente com os procedimentos simplificados é usada a análise de sensibilidade (GRANT -5-). O efeito é indicar se uma das estimativas originais era ou muito otimista - ou muito pessimista, mas a análise da sensibilidade é muito limitada no montante de informações que pode oferecer, e suas conclusões tendem a sofrer de falta de concisão, precisão e alcance.

× Um procedimento teórico ocasionalmente sugerido pretende determinar a utilidade ou grau de mérito de cada possível resultado e então determinar o valor esperado da utilidade para usá-lo como medida do mérito de um investimento como nos trabalhos de MORRIS -6- e SCHLAIFER -7-. Supondo que sejam usadas utilidades válidas e probabilidades associadas, este procedimento pondera apropriadamente os méritos do melhor e do mais medíocre dos resultados de um investimento tal que ele leva em conta o risco com cuidado e completamente. Assim, utilidade esperada é uma medida ideal do mérito do investimento de um ponto de vista teórico. Infelizmente, segundo HILLIER, utilidade é um conceito sutil de tal forma que sua medida é uma tarefa difícil. Ou seja, - seria extremamente difícil para a administração determinar, explicitamente e com a necessária precisão, a utilidade de todos os possíveis resultados de um investimento. Do ponto de vista prático, a administração, usualmente, nem teria o tempo e nem a inclinação para participar de uma semelhante tarefa.

Outro procedimento teórico que foi sugerido por MODIGLIANI e MILLER -8- envolve a seleção daqueles investimentos - cuja taxa de retorno esperada excede o custo médio de capital da firma, incluindo ambas as fontes: ações e empréstimos, onde este custo é uma função do risco associado com a indústria e assim, - por implicação, com os investimentos. Contudo, objeções práticas podem ser feitas tendo em vista as suposições subjacentes, inclu

-6- citado em (16)

-7- citado em (16)

-8- citado em (16)

incluindo a premissa que os executivos agirão somente no interesse dos acionistas a longo prazo, e a dificuldade de determinar a taxa de retorno esperada da ação.

Uma interessante abordagem foi recentemente relatada por NASLUND e OUTROS -9- na forma de um modelo para investimento no mercado de ações. Contudo, não parece que esta abordagem, envolvendo a maximização dos ganhos monetários esperados sujeito às limitações probabilísticas acerca de perda máxima durante os vários períodos, pode ser estendido ao problema geral de investimento sob incerteza.

Finalmente, deverá ser feita menção do trabalho de MARKOWITZ -10- relacionado à análise de carteiras contendo grande número de títulos diversificados. MARKOWITZ mostra como determinar a diversificação de carteira que fornece a combinação mais conveniente da taxa de retorno e desvio padrão da taxa de retorno. Embora a natureza e o ponto de vista deste problema seja um pouco diferente do aqui abordado, existem similaridades entre as duas abordagens para a avaliação de investimentos sujeitos a risco. As principais estão no tratamento das covariâncias. Além disso, contém considerável material teórico que é relevante para o problema aqui colocado. É especialmente importante a justificação dada para o uso de ambos elementos: o valor esperado e o desvio padrão da taxa de retorno como parâmetros de decisão. Por exemplo, é mostrado que o uso apropriado desses parâmetros de decisão é essencialmente equivalente a maximizar a função utilidade quadrática da taxa de retorno.

HILLIER recomenda então um procedimento que consiste como que num ajuste entre os simplificados e os teóricos descritos nos parágrafos anteriores. E, embora reconheça que tem algumas das mesmas deficiências, também está convencido de que goza das vantagens dos dois tipos de procedimentos. O procedimento recomendado vai além da abordagem simplificada ao fornecer informações adicionais, nomeadamente, a distribuição de probabilidades da medida selecionada do mérito dos investimentos. Ao mesmo tempo esta informação capacita o executivo a aplicar rapidamente, - num sentido intuitivo e explícito, o procedimento teórico de ava-

liação de utilidade esperada.

Propõe-se assim a desenvolver as técnicas que são realmente instrumentos para exibir mais claramente o risco envolvido e complementar, em vez de substituir, os procedimentos mais atuais para a avaliação de investimentos.

Cada investimento tem seu próprio grau de risco. A aceitação de um investimento ou de um conjunto deles altera o risco global da empresa e isto pode causar uma reavaliação da mesma, do ponto de vista dos credores e acionistas, se esse risco for perceptível. VAN HORNE (4) chama a atenção para o efeito da menor avaliação à medida que o risco é aumentado. Partindo do princípio que o valor da empresa é refletido no preço da ação no mercado, acha que é preciso levar em conta o impacto das decisões de investimento, com seus riscos associados, na maximização desse preço. Investimentos com altos retornos dão esperança de valorização das ações, mas ao mesmo tempo, podem aumentar excessivamente o risco, produzindo efeito negativo e resultar num decréscimo real no preço de mercado da ação.

De acordo com o seu arbítrio, cada investidor determina os riscos que quer assumir e estabelece um retorno proporcional ao risco de cada investimento. Se a ação de uma empresa deixa de produzir os dividendos que ele espera para o grau de risco que o investidor atribui a ela, ele procurará desfazer-se dessa ação. É à medida em que houver consenso nesse julgamento o preço da ação cairá, com os reflexos para a administração. Isto tudo acontece quando os resultados aparecerem e a administração nada poderá fazer para alterar a situação a curto ou médio prazo. Assim, levando em conta esses fatos, a administração precisaria avaliar o risco global da empresa em nível de operação, atenta para o risco associado com a obtenção do lucro bruto. Como esta avaliação global é impraticável com a devida antecedência ela se restringe à avaliação prévia de propostas individuais e conjunto de propostas que podem ser implementadas simultaneamente, à margem dos investimentos já incorporados à atividade da empresa. Os projetos individuais são então avaliados pela contribuição marginal do valor presente líquido esperado pelo risco apresentado.

Não obstante a atual imperfeição dos métodos existentes e a dificuldade para atingimento da solução ideal, a administração não pode ignorar e deve ter em vista sempre, na avaliação o impacto esperado de uma decisão sobre o preço da ação.

Os métodos atuais incluem os seguintes componentes:-  
a) ajustamento da incerteza; b) obtenção de certeza equivalente;  
c) obtenção de informações do em torno do valor esperado, ou seja, a natureza da dispersão nesse em torno; d) utilização de diagrama de decisão para investimentos sequenciais; e) incorporação direta das preferencias de utilidade dos tomadores de decisão, - levando em conta a atitude pessoal dos tomadores de decisão em face do risco.



## IV-

DECISÃO SOB INCERTEZA: ABORDAGENS18. AJUSTAMENTO DA INCERTEZA

As empresas em algumas situações, podem tomar algumas providências para reduzir em certa extensão o grau de incerteza, incorporando-as às decisões de investimentos. BIERMAN e SMIDT (6), apresentam as seguintes: a-) aumentar a informação sobre o problema envolvido na decisão (por exemplo, pesquisas de mercado para lançamento de um novo produto). A providência sugerida coincide com o aperfeiçoamento das previsões recomendadas no tópico 11. b-) Aumentar o volume de operações (exemplo, na prospecção de petróleo pesquisar em maior número de áreas promissoras). A sugestão depende da disponibilidade dos recursos da empresa, além de outros fatores. c-) Diversificar os produtos, especialmente se competirem no mercado com os outros, e se forem afetados diretamente pela variação da economia global. As providências expostas, são de âmbito geral, com sua utilidade, mas não resolvem o problema específico da incerteza em determinada decisão de investimento.

PORTERFIELD (5), expõe as seguintes critérios das empresas com relação à propostas específicas. 1-) Ignorar a incerteza, usando a melhor estimativa, chegando num único fluxo de caixa, e procedendo como se ele fosse certo. Essa atitude, não leva em conta a dispersão dos possíveis resultados e suas respectivas probabilidades, podendo obviamente, aprovar investimentos indesejáveis por erro de estimativas. 2-) Classificar os investimentos propostos em categorias, de acordo com sua natureza. Estabelece, assim, retornos padrões mínimos (ou outro critério de aceitação), tanto mais altos quanto mais incertos forem classificados os investimentos. Ou seja, maior margem de segurança para proteger-se da incerteza. Agindo assim, a empresa rejeitará, quase certamente, todos os investimentos indesejáveis, porém rejeitará, por excesso de proteção, muitos investimentos ótimos. Por outro lado, nada indica que o retorno sendo bastante alto induzirá a administração a aceitar riscos proporcionalmente altos. O bom senso e pesquisas indicam que não é normal as empresas lançarem-se em em



empreendimentos de altíssimos riscos, com expectativa de possíveis altíssimos resultados. 3-) Definir projetos prioritários, os quais ficarão dispensados de testes. Por maior que seja a prioridade é necessário que a empresa avalie o risco do mesmo. Portanto, não há nenhum que dispense a avaliação. 4-) Classificar por categorias de acordo com os presumidos graus de incerteza, admitindo diferentes graus de incerteza entre os projetos da mesma categoria e assumindo que todos de uma categoria, são mais certos ou incertos que todos de outra. O fato de presumir "a priori" a grande incerteza de cada projeto, introduz a arbitrariedade na avaliação, e o critério de aceitação será também arbitrário. 5-) Considerar cada projeto individualmente e estabelecer subjetivamente, critérios de aceitação para o mesmo, baseados no seu grau de certeza estimado. É tão arbitrário quanto o anterior.

Todos eles fazem uso da "estimativa mais provável" do fluxo de caixa incremental futuro. A decisão de aceitar ou não, torna-se matéria de julgamento em lugar de fórmulas, tendo que usar a intuição. Falham, portanto, ao pretenderem chegar à situação de quase certeza através de probabilidades subjetivas.

#### 19. CONSIDERAÇÃO DO RISCO NA TAXA DE DESCONTO

HIRSHLEIFER (17) encontrou analogia entre o pagamento do prêmio pelo tempo de uso do dinheiro - o juro - e a possibilidade de pagamento de prêmio pelo risco incorrido pelo investidor. Nessa linha de pensamentos, considerando os problemas de decisão de investimento com risco, pretende chegar a dois tipos de resultados. Como resultado positivo, prático ou operacional, explicar as divergências de rendimentos entre títulos de valores considerados em diferentes classes de risco, mesmo quando os rendimentos médios são calculados sobre muitos títulos individuais e sobre longo período de tempo para eliminar os efeitos aleatórios.

Adota então, a abordagem do pagamento diferenciado do mercado para fazer face ao risco diferenciado, apresentando uma teoria simples de risco de mercado, modelada no tratamento de Fisher -11- acerca da preferência no tempo e os juros corres-

pondentes, mas não modelada no tratamento de FISHER. Como resultado normativo, teórico, propõe-se a demonstrar como o critério de maximização de valor presente deve ser modificado ou generalizado, quando do tratamento de investimento com risco. Tenta indicar qual a taxa de desconto apropriada a ser usada na fórmula do valor presente para levar em conta a incerteza do retorno, bem como a qualidade futura do mesmo, ou seja, o risco associado.

SMITH (18) leu o trabalho de HIRSHLEIFER e construiu uma teoria de decisão de investimento sob risco com base numa seleção de idéias emergentes do trabalho lido. Sua teoria tem em vista levar em conta simultaneamente preferência por tempo e risco. Isto porque, concluiu, todos os investimentos têm uma dupla característica. 1º) Requerem o sacrifício de certo valor presente, a fim de se obter valor futuro. 2º) E o valor futuro é tal que sua obtenção é incerta. Visto que é raro o caso de um investimento cuja taxa de desconto possa ser baseada inteiramente na preferência pelo tempo e que tempo e risco são atributos conjuntos de um investimento típico, deve-se considerar que o interesse do investidor está relacionado com o valor inicial e com a taxa de desconto em função de tempo de aplicação e em função do risco do investimento. Se as propostas de investimentos forem mais ou menos arriscadas que o investimento típico existente, a taxa de desconto deverá ser maior ou menor do que a taxa de retorno exigida normalmente para o mesmo grau de risco de um investimento típico existente. Uma determinada proposta, usando a taxa de desconto de um investimento típico poderá dar o valor presente líquido positivo a ser aceita. Contudo se a administração considerá-la mais arriscada que as típicas e arbitrar uma taxa de retorno maior que a usada para as típicas, poderá dar valor presente líquido negativo e ser rejeitada. Se em vez do método do valor presente líquido for usado o da taxa interna de retorno, esta última correspondente à taxa de propostas típicas será comparada com a taxa ajustada arbitrada para a proposta considerada arriscada. Se a taxa ajustada for menor ou igual à típica, a proposta será aceita, se for maior, será rejeitada.

A principal dificuldade com que se defronta esta abordagem, é a determinação da taxa de desconto apropriada para um particular investimento. Ela é arbitrária originando inconsistência. É um critério intuitivo e grosseiro, apesar da aparência de objetividade, quando chega aos resultados numéricos. A falha es-

está na base. Ele tem interesse na análise de custo de capital, mas não resolve o problema da mediação da incerteza e escolha entre alternativas envolvendo risco.

## 20. CERTEZA EQUIVALENTE

É uma abordagem que para fazer face ao risco, procura ajustar o numerador da equação do cálculo do valor presente líquido, modificando assim, o valor esperado do fluxo de caixa no período  $t$ . Assim sendo:

$A_t$  - o valor esperado do fluxo de caixa no período  $t$ ;

$i$  - a taxa de desconto (não ajustada para fazer face ao risco) - e que será a mesma para todos os períodos futuros.

O valor presente líquido será:

$$V P L = \sum_{t=0}^n \frac{A_t}{(1+i)^t}$$

Seja  $\alpha_t$  o coeficiente de certeza equivalente para o período  $t$ . Então o valor presente líquido ajustado será

$$V P L = \sum_{t=0}^n \frac{\alpha_t \cdot A_t}{(1+i)^t}$$

Segundo ROBICHEK e MYERS -12- citados em VAN HORNE (4), o coeficiente  $\alpha_t$  é um valor entre 0 e 1,00 que varia inversamente com o grau de risco, isto é, quanto maior o grau de risco associado com o fluxo de caixa futuro, menor é o coeficiente. Ele é determinado pela preferência de utilidade da administração com relação ao risco. No processo de determinação busca-se o valor de  $\alpha_t$  que quando multiplicado pelo valor esperado do fluxo de caixa  $A_t$ , leva a administração a considerar o produto  $\alpha_t A_t$  e um outro determinado fluxo de caixa  $A_t^*$  como igualmente desejáveis, ou seja:

$$\alpha_t \cdot A_t = A_t^*$$

$$\text{tal que } \alpha_t = \frac{A_t^*}{A_t} = \frac{\text{fluxo de caixa certo}}{\text{fluxo de caixa arriscado}}$$

Exemplo: Se o valor esperado de um fluxo de caixa no período  $t$ , fosse Cr\$ 100.000 e a administração considerou como igualmente -

desejável a êsse fluxo esperado, um outro fluxo de caixa certo, - de Cr\$ 70.000 para o mesmo período t, então

$$\alpha_t = \frac{70.000}{100.000} = 0,70$$

Assim a certeza equivalente de um fluxo de caixa esperado de Cr\$ 100.000 no período t é Cr\$ 70.000, ou seja

$$A_t^* = 0,70 \cdot 100.000 = \text{Cr\$ } 70.000$$

Quando os valores esperados dos fluxos de caixa em todos os futuros períodos tiverem sido expressos em certezas equivalentes eles serão descontados ao valor presente por taxas não efetuadas por compensações devidas ao risco.

Comparando as duas abordagens: taxa de desconto ajustada ao risco e certeza equivalente, devemos notar que ambas apresentam problemas práticos para sua implantação. A arbitrariedade no estabelecimento do acréscimo à taxa de desconto e a obtenção dos coeficientes exatos de certeza equivalente para os períodos futuros do fluxo de caixa.

Através de um exemplo ROBICHEK e MYERS -12- e HOUNG-YHI CHEN -13- concluem que a abordagem da certeza equivalente é superior à de taxa de desconto ajustada ao risco, pressupondo ambas válidas e devendo dar os mesmos resultados. Eles demonstram que fixada uma taxa de desconto k ajustada ao risco constante para todos os períodos futuros, o uso do método da taxa de desconto ajustada ao risco, implica em considerar o risco crescente ao longo tempo, enquanto a taxa k é constante. Para muitos projetos o risco cresce com o decorrer do tempo e nêsses casos a pressuposição implícita pode ser válida. Porém nem todos os projetos conformam-se com êste padrão e os que se encontram nessa situação, seriam indevidamente penalizados. Com a abordagem da certeza equivalente a administração é capaz de especificar diretamente o grau de risco para um particular período futuro e então descontar o fluxo de entrada de caixa ao valor presente, considerando o valor do dinheiro no tempo. Por esta razão a abordagem da certeza equivalente é considerada superior à da taxa de desconto ajustada ao

risco. Na certeza equivalente o risco é especificado período por período enquanto que no da taxa de desconto ajustada ao risco, - ele é especificado para o projeto como um todo ao longo de sua vida.

## 21. DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADES

A abordagem que usa distribuição de probabilidades é talvez a mais factível das que cuidam da avaliação do risco de investimentos. Propõe-se a fornecer informação acerca do valor esperado do retorno e da dispersão da distribuição dos possíveis retornos. Para a decisão ser otimizada, a administração deverá considerar o provável efeito do retorno e risco esperado do investimento sobre o preço da ação. A dificuldade de tal consideração já foi levantada, mas tem que ser levada em conta na medida do possível.

Para apresentar esta abordagem VAN HORNE (4) apresenta um exemplo. Parte da suposição que as distribuições de probabilidades dos fluxos de caixa para os vários períodos futuros são independentes uns dos outros. Ou seja, o resultado no período  $t$  não depende do que aconteceu no período  $t - 1$ . O valor esperado da distribuição de probabilidade do valor presente líquido para a proposta é

$$V P L = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{\bar{A}_t}{(1+i)^t} \quad (a)$$

onde  $\bar{A}_t$  é o valor esperado do fluxo de caixa líquido no período  $t$ , e  $i$  é a taxa não ajustada ao risco uma vez que ele será considerado por outro meio. O desvio padrão da distribuição de probabilidade do valor presente líquido é

$$\sigma = \sqrt{\sum_{t=0}^{\infty} \frac{\sigma_t^2}{(1+i)^{2t}}} \quad (b)$$

onde  $\sigma_t$  é o desvio padrão da distribuição de probabilidade dos possíveis fluxos de caixa líquidos no período  $t$ .

Exemplo numérico: O valor do investimento de uma proposta é Cr\$ 10.000 no tempo 0 e espera-se que venha a gerar fluxos de caixa líquidos durante os três primeiros períodos com as probabilidades mostradas no quadro abaixo:

FLUXOS DE CAIXA ESPERADO

Período 1		Período 2		Período 3	
Prob.	Fluxo de Caixa líquido $A_1$	Prob.	Fluxo de Caixa líquido $A_2$	Prob.	Fluxo de Caixa líquido $A_3$
0,10	Cr\$ 3.000	0,10	Cr\$ 2.000	0,10	Cr\$ 1.000
0,25	4.000	0,25	3.000	0,25	2.000
0,30	5.000	0,30	4.000	0,30	3.000
0,25	6.000	0,25	5.000	0,25	4.000
0,10	7.000	0,10	6.000	0,10	5.000

Logo:

$$\bar{A}_1 = 0,10 \times 3.000 + 0,25 \times 4.000 + 0,30 \times 5.000 + 0,25 \times 6.000 + 0,10 \times 7.000 = \text{Cr\$ } 5.000$$

$$\bar{A}_2 = \text{Cr\$ } 4.000$$

$$\bar{A}_3 = \text{Cr\$ } 3.000$$

O desvio padrão dos possíveis fluxos de caixa para o período  $t$ ,

$\sqrt{t}$  é dado por:

$$\sqrt{t} = \sqrt{\sum_{x=1}^3 (A_{xt} - \bar{A}_t)^2 \cdot P_{xt}} \quad (c)$$

onde  $A_{xt}$  é o  $x$ -ésimo possível fluxo de caixa líquido,  $\bar{A}_t$  é o valor esperado dos fluxos de caixa para o período  $t$ , e  $P_{xt}$  é a probabilidade de ocorrência de  $A_{xt}$ .

Logo:



$$\begin{aligned}\sigma_1 &= \left[ (3.000 - 5.000)^2 \cdot 0,10 + (4.000 - 5.000)^2 \cdot 0,25 + \right. \\ &\quad \left. + (5.000 - 5.000)^2 \cdot 0,30 + (6.000 - 5.000)^2 \cdot 0,25 + \right. \\ &\quad \left. + (7.000 - 5.000)^2 \cdot 0,10 \right]^{1/2} = \\ &= \left[ 400.000 + 250.000 + 0 + 250.000 + 400.000 \right]^{1/2} = \\ &= \text{Cr\$ } 1.140\end{aligned}$$

Visto que as distribuições de probabilidades para os períodos 2 e 3 tem a mesma dispersão que o período 1 de seus valores esperados, então:  $\sigma_2$  e  $\sigma_3$  são iguais a Cr\$ 1.140. Sendo a taxa não afetada pelo risco estabelecida como  $i = 4\%$ , o valor presente líquido esperado é, usando a equação (a)

$$V P L = - 10.000 + \frac{5.000}{(1,04)} + \frac{4.000}{(1,04)^2} + \frac{3.000}{(1,04)^3} = 1.173 \text{ cruzeiros}$$

e usando a equação (b), o desvio padrão em relação ao valor esperado é

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{1.140^2}{(1,04)^2} + \frac{1.140^2}{(1,04)^4} + \frac{1.140^2}{(1,04)^6}} = \\ &= 1,827 \text{ cruzeiros}\end{aligned}$$

#### a) Utilização da Informação Probabilística

Se a distribuição de probabilidade dos possíveis valores presente líquidos de uma proposta é aproximadamente normal, pode-se calcular a probabilidade dela fornecer um valor presente líquido da proposta de mais ou menos um valor previamente estipulado. Esse cálculo permite resolver o seguinte problema: Supõe-se que se deseja determinar a probabilidade do que o valor presente líquido da proposta seja igual ou menor que zero. Calcula-se inicialmente a diferença entre zero e o valor presente líquido esperado da proposta. No exemplo acima resulta:

$$0 - \text{Cr\$ } 1.173 = - \text{Cr\$ } 1.173$$

Em seguida efetua-se a chamada padronização que con-

siste em dividir essa diferença pelo desvio padrão dos possíveis valores presentes líquidos.

$$\frac{- 1.173}{1.827} = - 0,642 \text{ desvio padrões}$$

Este resultado informa que um valor presente líquido zero fica a 0,642 desvios padrões à esquerda da distribuição de probabilidade dos possíveis valores presentes líquidos. Para determinar a probabilidade de que o valor presente líquido da proposta seja menor ou igual a zero, consulta-se uma tabela de área sob a curva normal. Cada elemento da tabela é a proporção do total da área sob a curva normal que está sob o seguimento entre a média e  $\bar{X}$  ou  $\bar{u}$  desvios padrões da média (SPURR e BONINI) (10). Exemplo:

$$x = \bar{X} - \mu = 0 - 1.173 = - 1.173$$

$$u = \frac{x}{\sigma} = \frac{- 1.173}{1.827} = - 0,642$$

logo a área exigida corresponde a 0,2389. Portanto a área da cauda da curva além do ponto  $x = - 1.173$  é igual a

$$\begin{array}{r} 0,5000 \\ - 0,2389 \\ \hline 0,2611 \end{array}$$

Conclui-se que existe uma probabilidade de 26% de que o valor presente líquido da proposta seja igual ou menor que zero. Assumindo-se uma distribuição contínua, a função densidade de probabilidade do exemplo pode ser mostrada na figura abaixo:

$$\text{VPL} \quad 1.173$$

$$- \quad - 1.827$$

$$- 654$$

$$\text{VPL} \quad 1.173$$

$$+ \sqrt{\quad} \quad 1.827$$

$$3.000$$

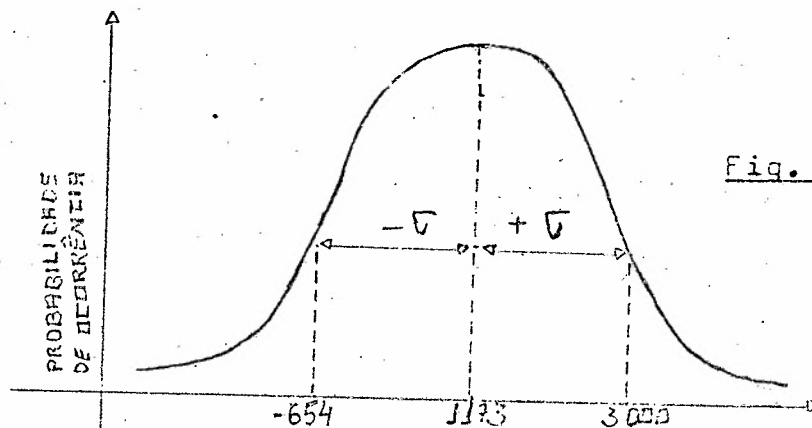


Fig. 21.1

VALOR PRESENTE LÍQUIDO

A média de distribuição de probabilidade dos possíveis valores presentes líquidos é 1.173 cruzeiros. Um desvio padrão de cada lado da média dá os valores presentes líquidos de - 654 e 3.000 cruzeiros. Com uma distribuição normal, 0,683 da distribuição ou área da curva cai dentro de um desvio padrão de cada lado da média ou valor esperado. Sabe-se então que existe aproximadamente dois terços de probabilidades de que o valor presente líquido da proposta examinada esteja entre - 654 e 3.000 cruzeiros. Além disso sabe-se que existe uma probabilidade de 0,26 de que o valor presente líquido seja menor ou igual a 0 e uma probabilidade de 0,74 de que seja maior do que zero.

Assim, por meio de diferenças em relação ao valor esperado, em termos de desvios padrões, estaremos em condições de determinar a probabilidade de que o valor presente líquido de uma proposta de investimento seja maior ou menor do que um determinado valor. Frequentemente é útil expressar a área sob a curva, à direita de um particular valor, como uma distribuição de probabilidade cumulativa. A figura abaixo, correspondente ao exemplo numérico deste tópico, mostra que a probabilidade de que o valor presente líquido real seja, no mínimo, tão grande como os montantes indicados no eixo horizontal.

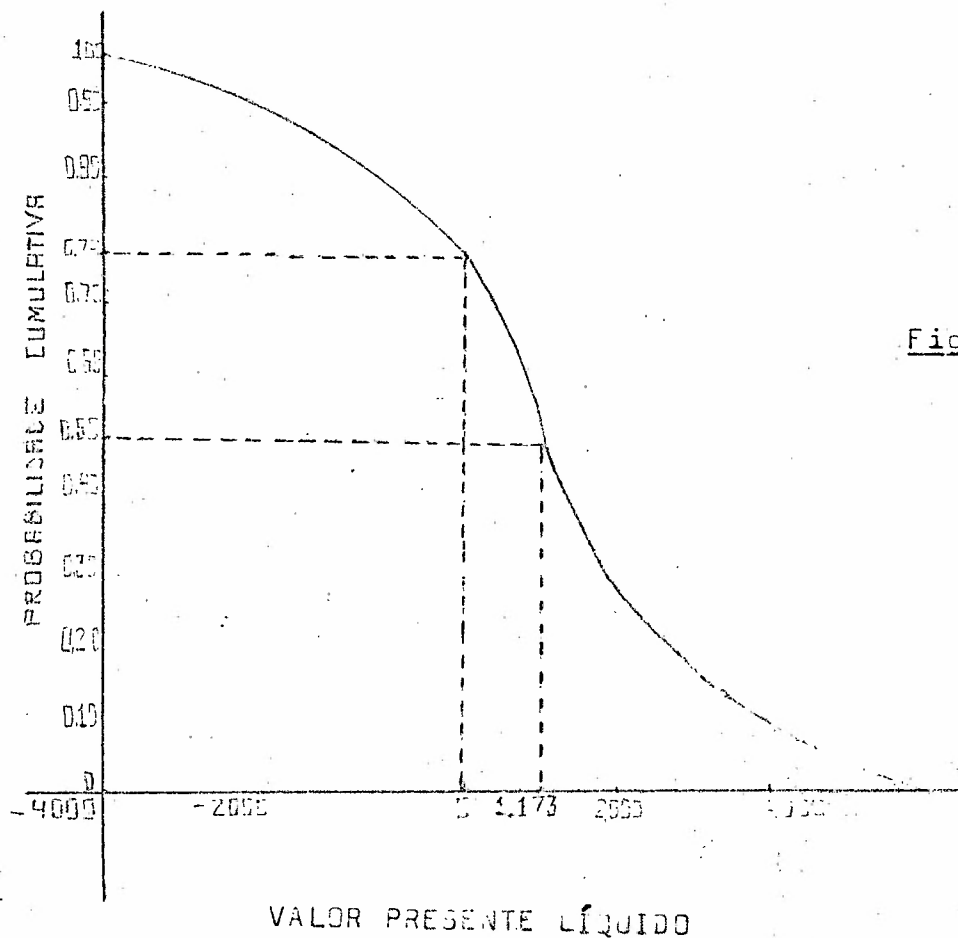
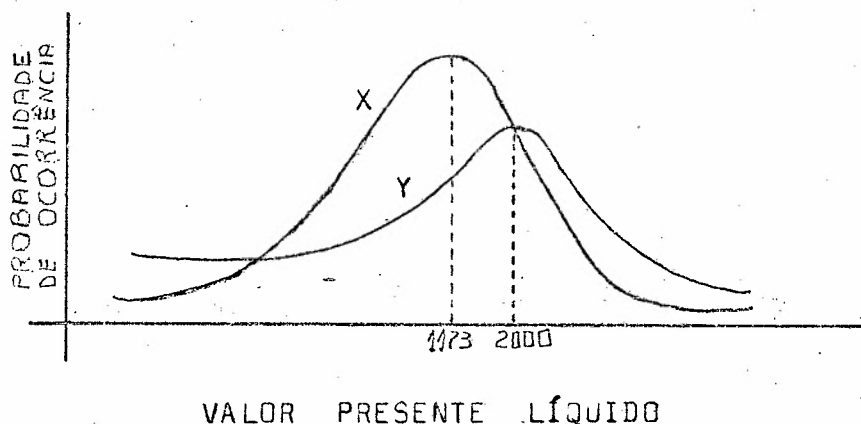


Fig. 21.2

Esse conhecimento é fundamental para a avaliação realista do risco. Continuando com o exemplo suponha-se que a empresa tem outra proposta Y cuja probabilidade de distribuição do valor presente líquido está indicada pela curva na figura abaixo juntamente com a da proposta X do exemplo:



A proposta Y tem valor presente líquido esperado maior do que X, mas tem dispersão maior e, portanto, maior risco. A escolha dependerá da preferência da utilidade da administração em relação ao risco.

As preferências variam com o tamanho do investimento e o tamanho da empresa. O importante para a administração é atingir um equilíbrio entre lucratividade e risco tendo em mira a maximização do valor da empresa. Conclui-se que a abordagem descrita não produz a decisão mas traz elementos para a otimização da decisão. Isto pode ser entendido, no caso das informações apresentarem valores limites, como por exemplo um valor presente líquido esperado igual a zero. Este seria o ponto até onde a administração aceitaria a proposta, para a taxa de desconto estabelecida. Mas é improvável que a administração iria aceitá-la a menos que a distribuição da probabilidade não apresentasse nenhuma dispersão, o que equivaleria a proposta em condições de certeza e portanto sem risco. Num investimento com risco o valor presente líquido esperado deverá ser maior que zero num montante que depende da dispersão da distribuição de probabilidades e das preferên-

cias de utilidade da administração em relação ao risco.

#### b) Perfis de Risco

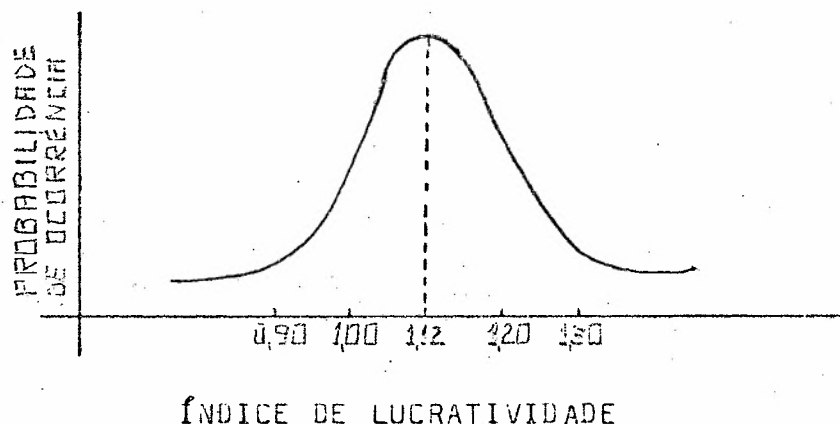
A administração pode desejar formular perfis dos riscos máximos como auxílio na tomada da decisão. Convertendo-se a distribuição de probabilidade do valor presente líquido, numa distribuição de possíveis índices de lucratividade, a distribuição de probabilidades será expressa em termos relativos em vez de absolutos. No exemplo desenvolvido, a proposta X tem desembolso inicial de Cr\$ 10.000. O índice de lucratividade para o valor esperado da distribuição da probabilidade dos possíveis valores presentes líquidos é

$$\frac{1.173 + 10.000}{10.000} = 1,12$$

O índice para o valor presente líquido zero é

$$\frac{0 + 10.000}{10.000} = 1,00$$

Convertendo pelo mesmo processo toda a distribuição de probabilidade da Figura 21.1 em uma distribuição de probabilidade de possíveis índices de lucratividade, chegar-se-á à figura abaixo:



Se a administração tem um perfil de riscos máximos - especificados para vários valores esperados de índices de lucratividade, poderá simplesmente comparar a proposta X com o perfil

de risco máximo para um valor esperado do índice de lucratividade de 1,12. Se a dispersão da proposta for menor do que aquela do perfil de risco, a proposta será aceita, se não, será rejeitada. O nível máximo de dispersão permitido, como representado pelo perfil de risco, aumentará com o valor esperado do índice de lucratividade. Para um índice de lucratividade de 1,02, a dispersão do perfil de risco máximo será mais limitada do que para um índice de lucratividade de 1,10. Uma vez estabelecidos os perfis de risco a seleção de propostas torna-se automática. Para um dado valor esperado de índice de lucratividade, a dispersão da distribuição de probabilidade para a proposta deve ser menor ou igual do que o perfil de risco máximo para que a proposta seja aceita. As especificações da administração para esses perfis de risco dependerão de suas tolerâncias. Se elas forem consistentes com as da margem dos investimentos, a seleção de propostas de investimento pelo método do perfil de risco máximo tenderá a maximizar o valor da ação.

No exemplo desenvolvido neste tópico, assumiu-se distribuição normal de probabilidades. Conquanto esta propriedade, seja muito desejável para fins de cálculo ela não é uma condição necessária para o uso da abordagem da distribuição de probabilidades. Ainda que a distribuição não seja normal, usualmente pode-se fazer demonstrações convincentes de probabilidades pelo uso da inequação de TCHEBYCHEFF. Também aqui o interesse concentra-se nas áreas sob a curva normal, ou função densidade de probabilidade que estão à esquerda ou à direita de um particular índice de lucratividade. Calculando essa área, tem-se condições de determinar a probabilidade de que o índice seja maior ou menor do que um índice particular e julgar o risco do projeto de acordo com ele.

c) Determinação do Desvio Padrão Através do Desvio Máximo Possível do Valor Estimado

A administração pode fazer estimativas do fluxo de caixa mais provável e do desvio máximo possível de cada lado do mesmo. Seria como fazer estimativas mais provável, otimista e pes-



pessimista. No caso de distribuição normal sabe-se que as probabilidades de que o valor real caia entre 1, 2 ou 3 desvios padrões em cada lado do valor mais provável são 0,683, 0,954 e 0,997 respectivamente. Se a administração sente que há 5% de probabilidade de que o desvio máximo possível seja positivo e uma probabilidade igual de que ela seja negativo, esta probabilidade corresponde a aproximadamente 1,65 desvios padrões de cada lado do valor mais provável. Em outras palavras, 90% de uma distribuição normal de probabilidade cai dentro de 1,65 desvios padrões de cada lado, o valor mais provável - a média. Dividindo-se o desvio máximo por 1,65, obtém-se o desvio padrão da distribuição de probabilidade. Assim, se o valor mais provável do fluxo de caixa para o período  $t$  for Cr\$ 5.000 e os fluxos de caixa mínimo e máximo forem Cr\$ 3.000 e Cr\$ 7.000 respectivamente, o desvio padrão seria  $2.000/1,65 = \text{Cr\$ } 1.212$ . Esta forma de resolver difere algo quanto à mecânica mas não no conceito da abordagem de distribuição de probabilidade discreta, descrita anteriormente neste tópico. Para usar esta forma, contudo, é importante que as estimativas de probabilidades sejam aproximadamente normais.

#### d) Dependência dos Fluxos de Caixa ao Longo do Tempo

No tópico anterior assumiu-se que os fluxos de caixa fossem mutuamente independentes de um período futuro para outro. Para muitas propostas de investimento contudo, existe dependência, os resultados dos primeiros afetando os dos demais. A consequência dessa correlação ao longo do tempo é que o desvio padrão da distribuição de probabilidade dos possíveis valores presente líquidos é maior do que seria se fosse assumida independência. Porém, o valor esperado do valor presente líquido é o mesmo, não importando o grau de correlação ao longo do tempo. A variação dos graus de dependência dos fluxos de caixa ao longo do tempo será agora examinada.

#### e) Correlação Perfeita

Neste caso o fluxo de caixa em qualquer período é - uma função linear dos fluxos de caixa em todos outros períodos.- A fórmula que representa o curso correlacionado de fluxos de caixa ao longo do tempo é:

$$V = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{V_t}{(1+i)^t}$$

Usando o exemplo do tópico anterior o desvio padrão acerca do valor esperado do valor presente líquido para a proposta, X, seria:

$$V = \frac{1.140}{(1,04)} + \frac{1.140}{(1,04)^2} + \frac{1.140}{(1,04)^3} = \text{Cr\$ } 3.164$$

Esse valor comparado com Cr\$ 1.827 sob pressuposição de independência mútua revela que é significativamente mais alto. Os procedimentos de análise num e noutro caso são os mesmos variando apenas os números em decorrência do novo valor do desvio padrão.

f) Combinação de Independência Mútua e Perfeita Correlação

→ HILLIER (16) desenvolveu um modelo para tratar as situações compostas combinando os pressupostos de independência mútua e perfeita correlação. O modelo permite analisar propostas de investimento nas quais alguns dos fluxos de caixa esperados ao longo do tempo são intimamente relacionados, e outros perfeitamente independentes. Para ilustrar o modelo ele imaginou que uma firma está examinando a introdução de um novo produto com retornos esperados ao longo dos próximos cinco anos. Visto que a recepção do produto pelo mercado é incerta, a administração sente que se a recepção inicial exceder as expectativas, nos anos seguintes também às excederá nas mesmas proporções. Para simplificar, elas creem que os fluxos de caixa líquido da mercadização (vendas menos despesas de propaganda e mercadológicas) podem ser tratadas como perfeitamente correlacionadas. Por outro lado, as estimativas do investimento inicial no projeto e os custos de produção são razoavelmente seguros, tal que qualquer desvio das expectativas será atribuído a flutuações aleatórias. Consequentemente, o investimento inicial e os fluxos de caixa de produção -

líquidos são considerados como mutuamente independentes ao longo do tempo. A pressuposição é que:

$$X_j = Y_t + Z_t^{(1)} + Z_t^{(2)} + \dots + Z_t^{(m)}$$

onde as variáveis aleatórias  $Y$  e  $Z$  são mutuamente independentes, com exceção de  $Z_0^{(k)}$ ,  $Z_1^{(k)}$ , ...,  $Z_n^{(k)}$  que são perfeitamente correlacionadas para  $k = 1, 2, \dots, m$ . Ou seja, o fluxo de caixa líquido para cada período consiste em um fluxo de caixa independente mais  $m$  fluxos de caixa distintos que são cada um perfeitamente correlacionados com o correspondente fluxo de caixa em outros períodos. Portanto segue-se que o valor presente líquido tem uma distribuição normal com:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \left[ \frac{A_t}{(1+i)^t} \right] = \sum_{t=0}^n \left[ \frac{E(Y_t) + \sum_{k=1}^m E(Z_t^{(k)})}{(1+i)^t} \right]$$

e

$$\sigma = \sqrt{\sum_{t=0}^n \frac{\sigma^2(Y_t)}{(1+i)^{2t}} + \sum_{k=1}^m \left( \sum_{t=0}^n \left[ \frac{\sigma(Z_t^{(k)})}{(1+i)^t} \right]^2 \right)}$$

Dados do fluxo de caixa líquido estimado para o produto em milhares de cruzeiros.

Ano	Fonte do Fluxo de caixa	Símbolo corresp. na equação do modelo	Valor Esperado	Desvio Padrão
0	Investimento inicial	$Y_0$	- 600	50
1	Produção	$Y_1$	- 250	20
2	Produção	$Y_2$	- 200	10
3	Produção	$Y_3$	- 200	10
4	Produção	$Y_4$	- 200	10
5	Prod.valor recuperação	$Y_5$	- 100	$10\sqrt{10}$
1	Mercadização	$Z_1^{(1)}$	+ 300	50
2	Mercadização	$Z_2^{(1)}$	+ 600	100
3	Mercadização	$Z_3^{(1)}$	+ 500	100
4	Mercadização	$Z_4^{(1)}$	+ 400	100
5	Mercadização	$Z_5^{(1)}$	+ 300	100

Para esta particular empresa o valor apropriado de  $i$  é 10%. E -  
desde que  $m = 1$

$$\begin{aligned} VPL &= \sum_{t=0}^5 \frac{A_t}{(1,10)^t} = \\ &= -600 + \frac{-250 + 300}{(1,10)} + \frac{-200 + 600}{(1,10)^2} + \frac{-200 + 500}{(1,10)^4} + \\ &\quad + \frac{-200 + 400}{(1,10)^4} + \frac{-100 + 300}{(1,10)^5} = 262 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{50^2 + \frac{20^2}{(1,10)^2} + \dots + \frac{10^2 \cdot 10}{(1,10)^{10}} + \left( \frac{50}{(1,10)} + \dots + \frac{100}{(1,10)^5} \right)^2} \\ &= \sqrt{114.700} \\ &= 339 \end{aligned}$$

$$\text{Sendo } u = \frac{x}{\sigma} = \frac{262}{339} = 0,76$$

e usando a tabela de probabilidade para a distribuição normal en  
contra-se que proporção da população é menor do que a média menos  
0,76 desvios padrões, ou seja:

$$0,5.000 - 0,2764 = 0,2236$$

Portanto a probabilidade de ser menor que zero, para  $i = 10\%$  é -  
igual a 22,36%.

### g) Correlação Moderada

O fluxo de caixa de muitas propostas de investimentos não cai em nenhuma das categorias acima examinadas (independência mutua e correlação perfeita), apresentando correlação menos que perfeita, que não permite sequer enquadrá-la naquelas categorias por aproximação, sem graves distorções. Um método de manipular o problema de correlação moderada é fazê-lo através de distribuições de probabilidade condicional. Partindo das probabilidades iniciais num período 1 para os diversos fluxos de caixa líquidos, estabelecendo-se as probabilidades condicionais  $P(2/1)$  com seus respectivos fluxos de caixa líquidos para um período 2 estabelecendo-se em seguida as probabilidades condicionais  $P(3/2,1)$  com seus respectivos fluxos de caixa líquidos para o período 3 e assim sucessivamente, ter-se-á a probabilidade conjunta  $P(1,2,...,n)$  para  $n$  períodos com os valores dos correspondentes fluxos de caixa líquidos. O fluxo de caixa no período  $n$  depende do que acontecerá nos períodos  $1,2,...,n-1$ . Porém a correlação ao longo do tempo não é perfeita. Pois dado um fluxo de caixa no período 1, o fluxo de caixa no período 2 pode variar dentro de uma gama de valores e não corresponde a um único valor. Da mesma forma o fluxo de caixa do  $n$ -ésimo período variará dentro de uma gama de valores, dados as gamas de resultados dos períodos anteriores até o fluxo inicial original do período 1. O cálculo do valor esperado do valor presente líquido, usando esta abordagem, é o mesmo como nos casos anteriores equação (a). O desvio padrão pode ser determinado matematicamente para casos simples por:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{x=1}^l (VPL_x - \overline{VPL})^2 P_x}$$

onde  $VPL_x$  é o valor presente líquido para  $x$  séries de fluxos de caixa líquidos cobrindo os  $n$  períodos;  $\overline{VPL}$  é o valor esperado do valor presente líquido da proposta; e  $P_x$  é a probabilidade da ocorrência daquelas séries.

Para situações complexas, o cálculo matemático do desvio padrão é impraticável. Nesses casos, pode-se aproximar o desvio padrão por meio de simulação. Através de simulação são calculados os valores presentes líquidos para séries de fluxos

de caixa selecionadas aleatoriamente. Aqueles valores presente - líquidos são então ordenados de acordo com suas probabilidades - de ocorrência, e é formada a distribuição de probabilidades dos possíveis valores presente líquidos. O provável grau de dependên - cia dos fluxos de caixa ao longo do tempo, deve ser cuidadosamente examinado e considerado, pois o risco do projeto pode ser gran - demente subestimado à medida em que houver correlação e o trata - mento for como se houvesse independência. Das abordagens que cui - dam do problema, o uso de probabilidades condicionais é o mais - preciso, embora seja de difícil aplicação.

## + 22. SIMULAÇÃO

HERTZ (19) deu uma contribuição valiosa à avaliação de investimentos com riscos propondo o uso de um modelo de simu - lação para obter o retorno esperado e a dispersão desse retorno para uma proposta de investimento. Parte da observação de que a dificuldade na análise de investimento está nas suposições e no seu impacto. E, visto que cada suposição tem seu próprio grau de incerteza, quando as suposições são combinadas as incertezas multiplicam-se num total de incertezas de proporções críticas. - Como exemplo das abordagens até então existentes que se utiliza - vam de um valor esperado, baseado num grande número de dados do qual se extraía uma única melhor previsão possível, recorre ao caso do lançamento de um novo produto. Nesse caso os fatores va - riáveis determinantes do resultado do êxito eram cinco. Na ba - se da estimativa mais provável de cada fator o resultado era - uma taxa de retorno de 30%. Lembrando que esse resultado futuro depende de que as estimativas mais prováveis venham a ser verda - deiras no futuro e supondo que cada uma dessas estimativas tenha, por exemplo, 60% de probabilidade de serem corretas, a probabi - lidade conjunta de todas as cinco serem corretas seria de ape - nas 8% ou seja:

$$0,6 \times 0,6 \times 0,6 \times 0,6 \times 0,6 \times 0,6 = 0,07776$$

Assim o resultado esperado dependeria de uma coinci - dência altamente improvável. Para a solução, a matemática for - mal dá números precisos mas que não contam toda a história. A



taxa de retorno esperada representa apenas uns poucos pontos sobre uma curva contínua de possíveis combinações de futuros acontecimentos. Após passar em revista os aperfeiçoamentos limitados para reduzir a incerteza, apresenta o método desenvolvido na MC KINSEY & CO. INC. que combina as variabilidades inerentes a todos os fatores relevantes. Ele usa a técnica da simulação das combinações dos fatores tanto quanto de seus futuros desdobramentos, - extraíndo a máxima informação das previsões disponíveis, usando o computador eletrônico para os cálculos aritméticos.

Para levar avante a análise, de acordo com o método, a empresa deve seguir três passos: 1º) Estimar a gama dos valores para cada um dos fatores e dentro de cada gama estimar as - probabilidades de ocorrência de cada valor. 2º) Selecionar aleatoriamente um valor particular da distribuição de valores para - cada valor. Em seguida, combinar os valores para todos os fatores, computando a taxa de retorno (ou valor presente) desta combinação. (O fato dos valores serem dependentes será considerado mais adiante). 3º) Fazer isto de novo repetidamente para definir e avaliar os resultados da ocorrência de cada possível taxa de retorno. O resultado será uma lista de taxas de retorno que pode ser obtida, ocorrendo desde um prejuízo, (se os fatores forem adversos), até qualquer ganho máximo possível com as estimativas - que foram feitas. Para cada uma daquelas taxas as possibilidades de ocorrência são determinadas. E convém notar que um retorno específico pode se usualmente obtido através de mais do que uma - combinação de eventos.

A expectativa média é a média dos valores de todos - os resultados ponderados pelas possibilidades de ocorrência. A - variabilidade dos valores resultantes da média é também determinada.\* Isto é importante uma vez que, todos os outros fatores permanecendo constantes, a administração presumivelmente iria preferir baixa variabilidade para o mesmo retorno se fosse permitida a escolha. Este conceito foi aplicado na análise de investimentos em títulos por MARKOWITZ -10-. Após terem sido determinados o retorno esperado e a variabilidade de cada uma das séries de - investimentos, as mesmas técnicas podem ser usadas para examinar a eficiência das várias combinações delas que vão de encontro aos

objetivos da administração.

## TESTE PRÁTICO

HERTZ desenvolve um exemplo comparando os resultados obtidos pelo método convencional e pelo que apresenta e exibe a diferença do novo quadro de riscos e retornos. Essas diferenças são atribuídas somente ao incremento da sensibilidade do método para as incertezas da administração acerca dos fatores chaves. - No seu exemplo considera os seguintes fatores na avaliação de - uma proposta de investimentos.

<u>Análise de mercado</u>	Abordagem convencio nal "me- lhor esti mativa"	Nova <u>abordagem</u>
1. <u>Tamanho do Mercado</u> valores esperados (toneladas) variação	250.000 -	250.000 100.000-340.000
2. <u>Preço de Venda</u> valor esperado (Cr\$/Ton.) variação	510 -	510 385-575
3. <u>Taxa de Crescimento do Mercado</u> valor esperado variação	3% -	3% 0-6%
4. <u>Parcela Eventual do Mercado</u> valor esperado variação	12% -	12% 3%-17%

## Análise do Custo do Investimento

5. <u>Total do investimento requerido</u> valor esperado (milhões de Cr\$) variação	9,5 -	9,5 7,0-10,5
6. <u>Vida Útil das instalações</u> Valor esperado (anos) variação	10 -	10 5-15
7. <u>Valores residuais (em 10 anos)</u> valor esperado (milhões de Cr\$) variação	4,5 -	4,5 3,5-5,0

## Outros Custos

### 8. Custos Operacionais

8. <u>Custos Operacionais</u>			
valor esperado (Cr\$/Ton.)	435	435	
variação	-	370-545	
9. <u>Custos Fixos</u>			
valor esperado (milhões de Cr\$)	300	300	
variação	-	250-375	

Nota: As cifras das variações na coluna à direita representam - aproximadamente de 1% a 99% das probabilidades. Isto é, - existem somente uma possibilidade em cem de que o valor realmente atingido seja, maior ou menor do que os valores da faixa. Como resultado da abordagem da melhor estimativa o retorno esperado era de 25,2% antes do I.R. após o novo conjunto de dados ter sido operado pelo computador, o retorno esperado era de somente 14,6% antes do I.R. A diferença surpreendente foi devida não só ao fato de que sob a nova abordagem usou-se uma faixa de valores. Ela reflete também o fato de que cada valor na faixa foi ponderado pelas probabilidades de sua ocorrência. Para mostrar como a - técnica funciona é preciso supor uma roleta com 99 números. Suponhamos o tamanho do mercado com a seguinte distribuição de probabilidades:

<u>Toneladas</u>		<u>Probabilidade</u>
100.000	$\leq x_1 < 140.000$	0,15
140.000	$\leq x_2 < 190.000$	0,20
190.000	$\leq x_3 < 240.000$	0,30
240.000	$\leq x_4 < 290.000$	0,20
290.000	$\leq x_5 < 340.000$	0,14
		<hr/> 0,99

Os números da roleta de 1 a 15 representariam um determinado preço do produto, de 16 a 20 representariam um segundo preço e assim por diante até um último preço para os números de 85 a 99. Para cada um desses segmentos teríamos uma faixa de tamanho de mercado esperado:

100.000	$\leq x_1 < 140.000$	para o primeiro,
140.000	$\leq x_2 < 180.000$	para o segundo, etc., até
290.000	$\leq x_5 < 340.000$	para o quinto.

Se girando a roleta a bola caísse no número 48 significaria que selecionamos um preço que tem volume de vendas correspondente a  $190.000 \leq x_3 \leq 240.000$ . Se caísse no 97 significaria que selecionamos outro preço que resulte num volume de vendas correspondente a  $290.000 \leq x_5 \leq 340.000$ . O fato extremamente significativo é que permite à administração determinar a sensibilidade dos resultados para cada um de todos os fatores de entrada. No teste prático, rodando o programa em computador com variação no fator crescimento do mercado, no qual a empresa tinha particular interesse, demonstrou-se que a média anual do crescimento entre 3% e 5% não produziam diferença significativa no resultado esperado.

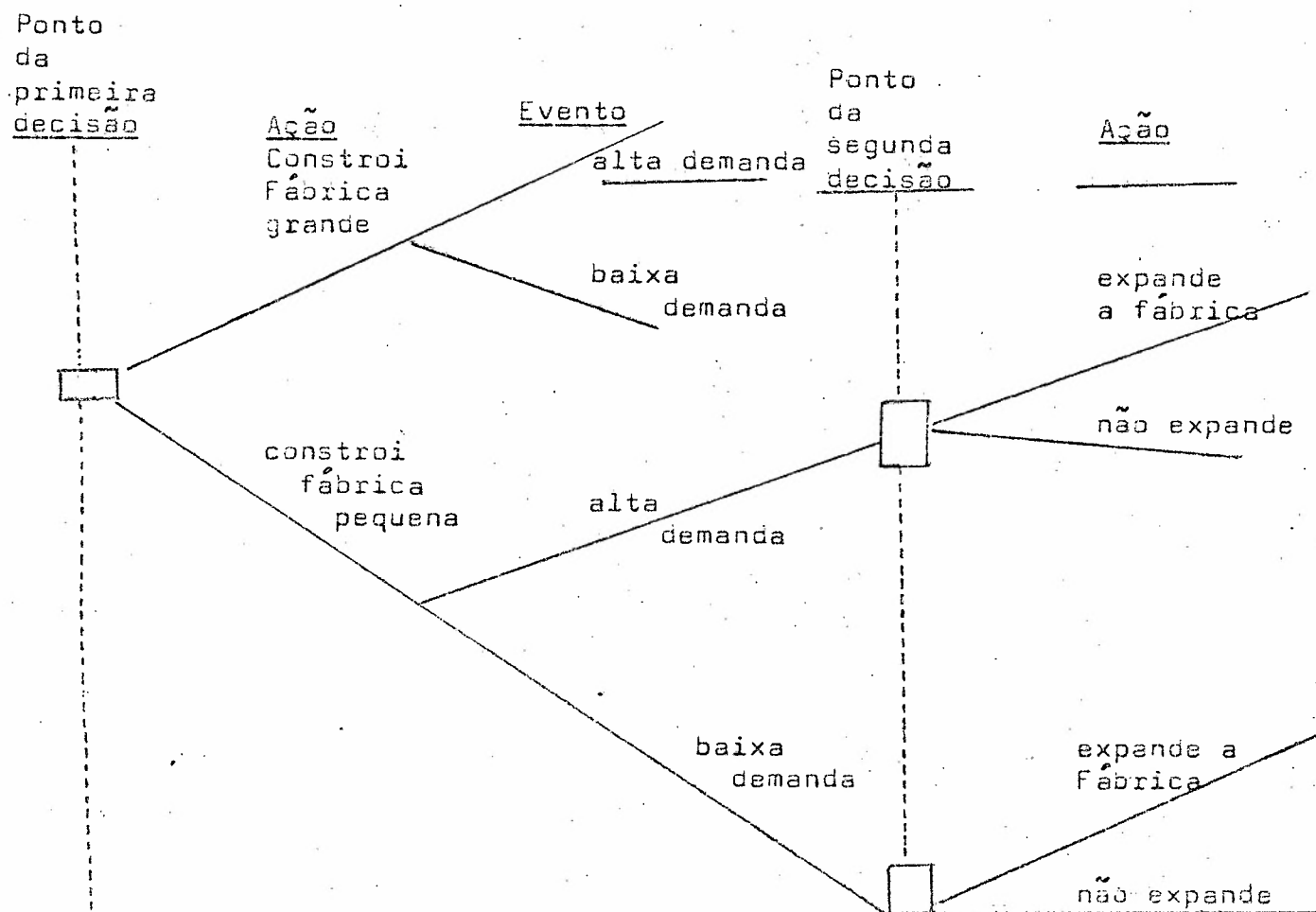
Dois pontos devem ser ressaltados com relação ao método de simulação de HERTZ. Embora o modelo de simulação compute a taxa média de retorno sobre investimento, o método pode ser facilmente modificado para calcular a taxa interna de retorno, o valor presente líquido, ou índice de lucratividade. Em adição, conquanto HERTZ leve em consideração a dependência entre os nove fatores, o modelo apresentado trata os fatores como se eles fossem independentes. Na extensão que existe dependência entre fatores, ela deve ser levada em conta na determinação das distribuições de probabilidade. Não obstante a complexidade adicionada. A estimativa e especificação das relações entre os fatores devem ser feitas - se espera-se que o modelo produza resultados realísticos. Essas estimativas podem ser baseadas em testes empíricos quando tais testes forem factíveis. Uma vez que as relações são incorporadas ao modelo, aqueles fatores que são correlacionados deverão ser - então, simulados conjuntamente. Taxas de retorno para as tentativas simuladas poderiam ser calculadas e uma distribuição de frequência das tentativas simuladas poderiam ser formadas da mesma maneira que antes.

### 23. DIAGRAMA DE DECISÃO

Um método de analisar problemas que envolvem uma sequência de decisões é expressar as alternativas na forma de um diagrama ou "árvore" de decisão, onde vários pontos de decisão são estudados em relação à subsequente escolha de eventos.

SPURR e BONINI (10) apresentam um problema simples - para ilustrar os procedimentos: Uma empresa tem que decidir se constroi uma fábrica grande ou uma fábrica pequena. No caso de ter decidido pela construção de uma fábrica pequena, a empresa - poderia, posteriormente, decidir expandir a pequena fábrica ou - não fazê-lo. No intervalo entre a primeira e segunda decisão ela obterá novas informações de mercado, descobrindo se a demanda se- rá, alta ou baixa. Para tomar sua primeira decisão ele deve le- var em conta as possibilidades oferecidas na segunda decisão. A sequência de decisões ótima é determinada caminhando de tras pa- ra frente, a partir da extrema direita, avaliando primeiramente as decisões mais distantes. Para isto ele deve determinar o va- lor esperado do valor presente líquido dos ramos mais distantes escolhendo entre ramos alternativos na base do valor dominante.

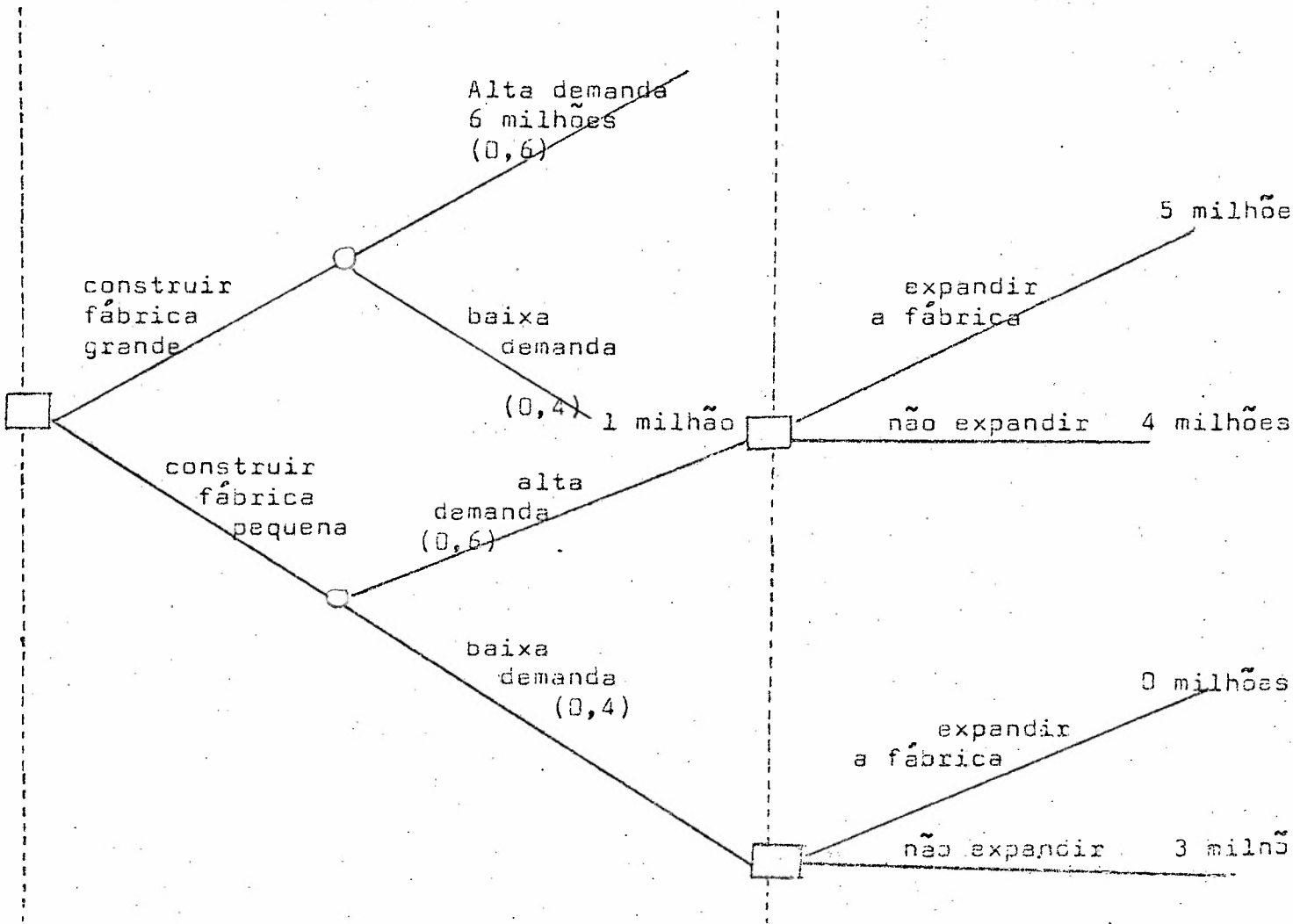
Diagrama de Decisão Acerca da Nova Fábrica



O problema de decisão está representado na sua estrutura básica. Os valores esperados dos valores presentes líquidos e as probabilidades dos vários eventos devem ser incorporados à análise e indicados ao longo de cada ramo. Supondo que as probabilidades são de 0,6 para alta demanda e 0,4 para baixa demanda e que os valores esperados são, para certo número de períodos estabelecido como a vida útil do projeto,

		Cr\$.
Fábrica grande	alta demanda	6.000.000,00
	baixa demanda	1.000.000,00
Fábrica pequena	<u>alta demanda</u>	
	com expansão	5.000.000,00
	sem expansão	4.000.000,00
	<u>baixa demanda</u>	
	com expansão	- - - -
	sem expansão	3.000.000,00

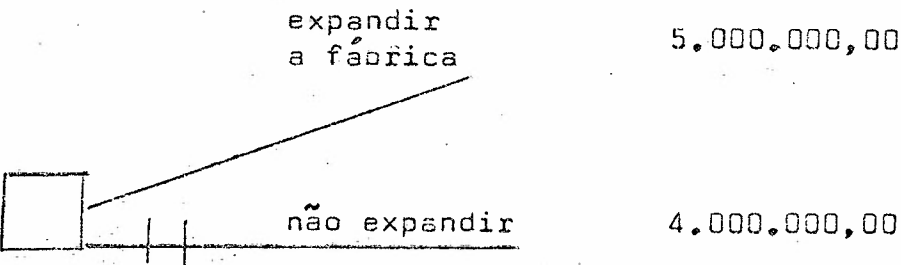
Diagrama de decisão incluindo as probabilidades e valores esperados



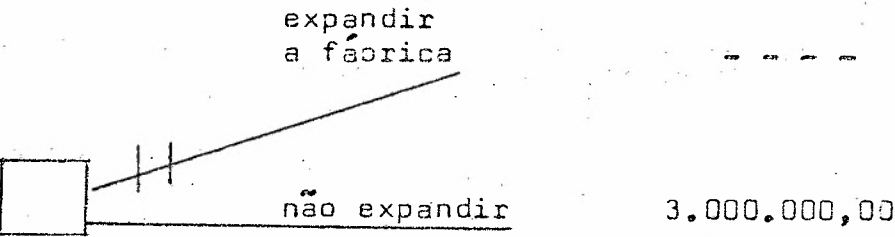


Com as informações necessárias a empresa pode começar a análise procurando conseguir aquela decisão (ou sequência de decisões) que seja a mais conveniente.

Decisões nos ramos extremos

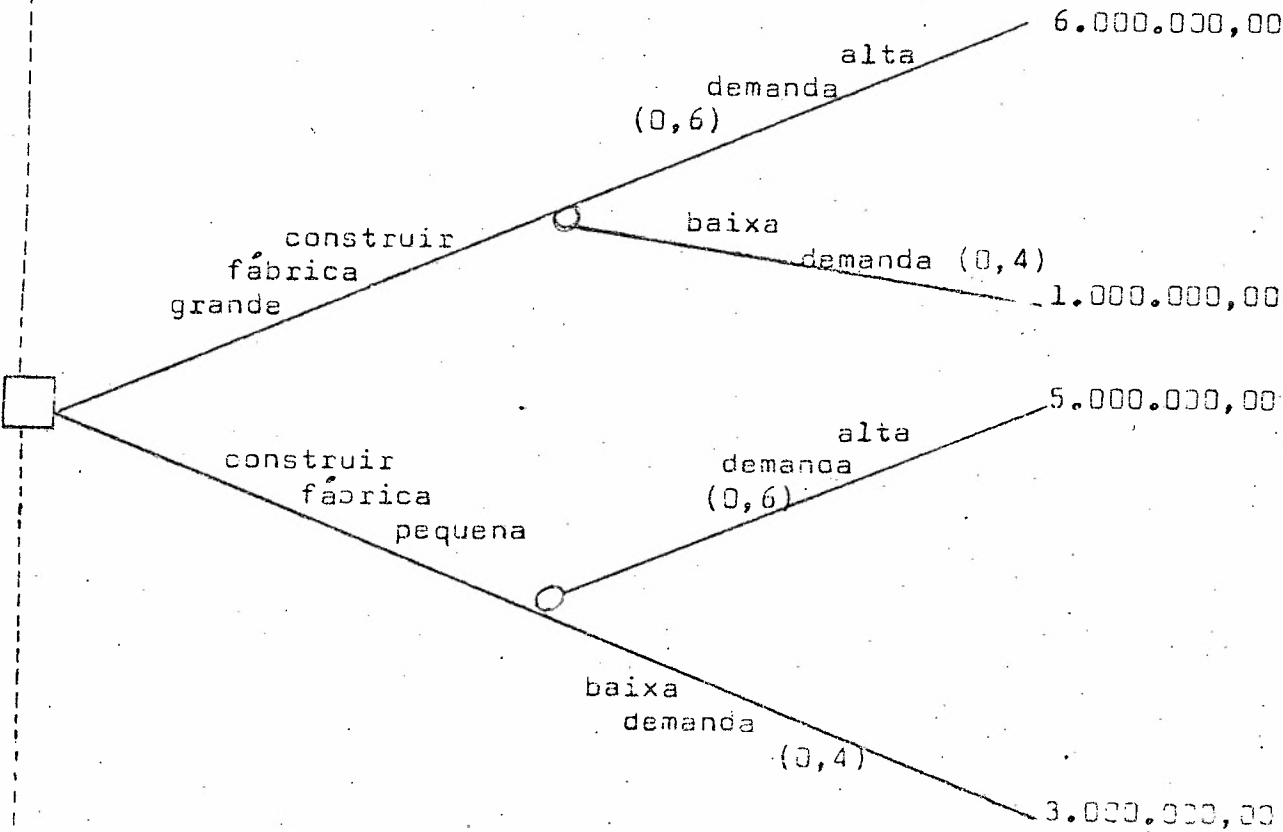


Entre as duas alternativas o ramo de cima será obviamente escolhido.



O ramo de baixo será o escolhido.

Diagrama de decisão reduzido



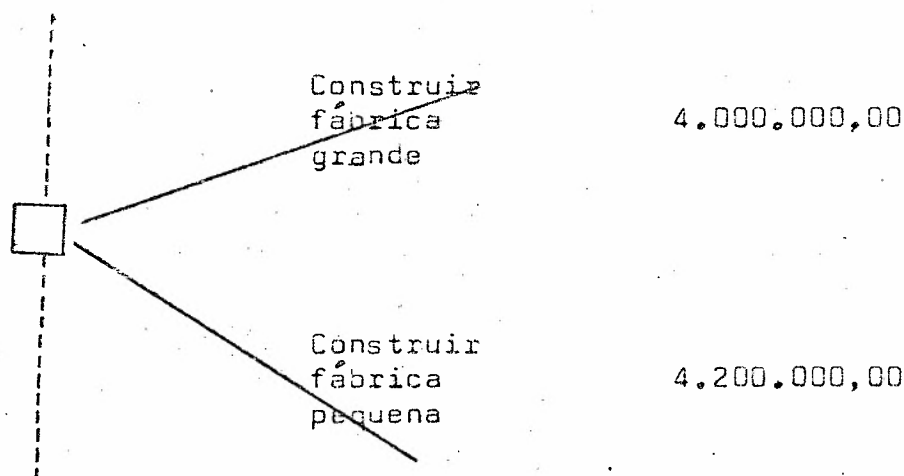
A escolha entre os dois ramos extremos de cima, correspondentes à construção da fábrica grande deve ser transformada no valor esperado, tendo em vista as probabilidades.

Valor esperado =  $0,6 \times 6 \text{ milhões} + 0,4 \times 1 \text{ milhão} = 4 \text{ milhões}$

E para os ramos da fábrica pequena:

Valor esperado =  $0,6 \times 5 \text{ milhões} + 0,4 \times 3 \text{ milhões} = 4.200.000,00$

#### Árvore da decisão reduzida final



Portanto a primeira decisão seria favorável à construção de pequena fábrica que teria um valor esperado de 4.200.000,00, maior que o da outra alternativa.

#### 24. TEORIA DA UTILIDADE

As abordagens de distribuição de probabilidades dos tópicos anteriores foram inteiramente baseadas em valores monetários. Elas supõem a administração com informações com as quais poderá tomar uma decisão, mas não indicam qual é a melhor decisão. Esta decisão depende da atitude da administração com relação ao risco que será agregado em cada alternativa. Uma descrição de uma preferência de risco de um investidor é chamada função utilidade. Uma abordagem da teoria de utilidade que incorpora as preferências de risco ou preferências de utilidades do tomador de decisão na decisão de investimento foi desenvolvida por NEUMANN e MORGENSTERN -2- e PAGE -14-.

da mesma forma como probabilidades subjetivas podem ser usadas - para descrever a atitude de uma pessoa acerca da possibilidade de ocorrência de alguns resultados, assim uma função utilidade pode descrever suas preferências em relação ao risco. O número estabelecido por uma função utilidade pode ser interpretado como um índice de satisfação relativa que o indivíduo extrairia se aquele resultado realmente ocorresse.

Para estabelecer a medida de utilidade em números chamados "úteis", atribui-se, inicialmente, de forma arbitrária valores "úteis" para um par de valores em cruzeiros. Sejam 0 e Cr\$ 1.000.000,00 que recebem "úteis", respectivamente, de 0 e 1. É importante salientar que o que é medido é somente a utilidade relativa e não absoluta para o indivíduo. Como foram estabelecidos valores de utilidade, arbitrariamente, para os dois valores em dinheiro, o índice ou escala construída não tem origem natural, - conforme observação de RALPH D. SWALM -15-.

Se for proposto a um indivíduo, para o qual se quer estabelecer a função utilidade, uma situação hipotética na qual ele possua um bilhete de loteria que lhe oferecesse uma possibilidade de 0,5 de nada ganhar e 0,5 de receber Cr\$ 1.000.000.- E for perguntado que valor em dinheiro ele aceitaria em troca desse bilhete que lhe oferecesse duas possibilidades alternativas.- Se a resposta fosse Cr\$ 450.000 poder-se-ia atribuir um valor útil de 0,5 a Cr\$ 450.000. Assim determinar-se-ia a certeza equivalente à qual o indivíduo é indiferente entre receber aquela soma ou aguardar o sorteio da loteria. Em seguida propor-se-ia outra situação hipotética com outro bilhete de loteria em que daria ao indivíduo a probabilidade 0,4 de receber Cr\$ 450.000 e a probabilidade de 0,6 de receber Cr\$ 1.000.000. Se nesta nova situação o indivíduo dissesse que venderia o bilhete por Cr\$ 700.000 o valor útil de Cr\$ 700.000 seria então:

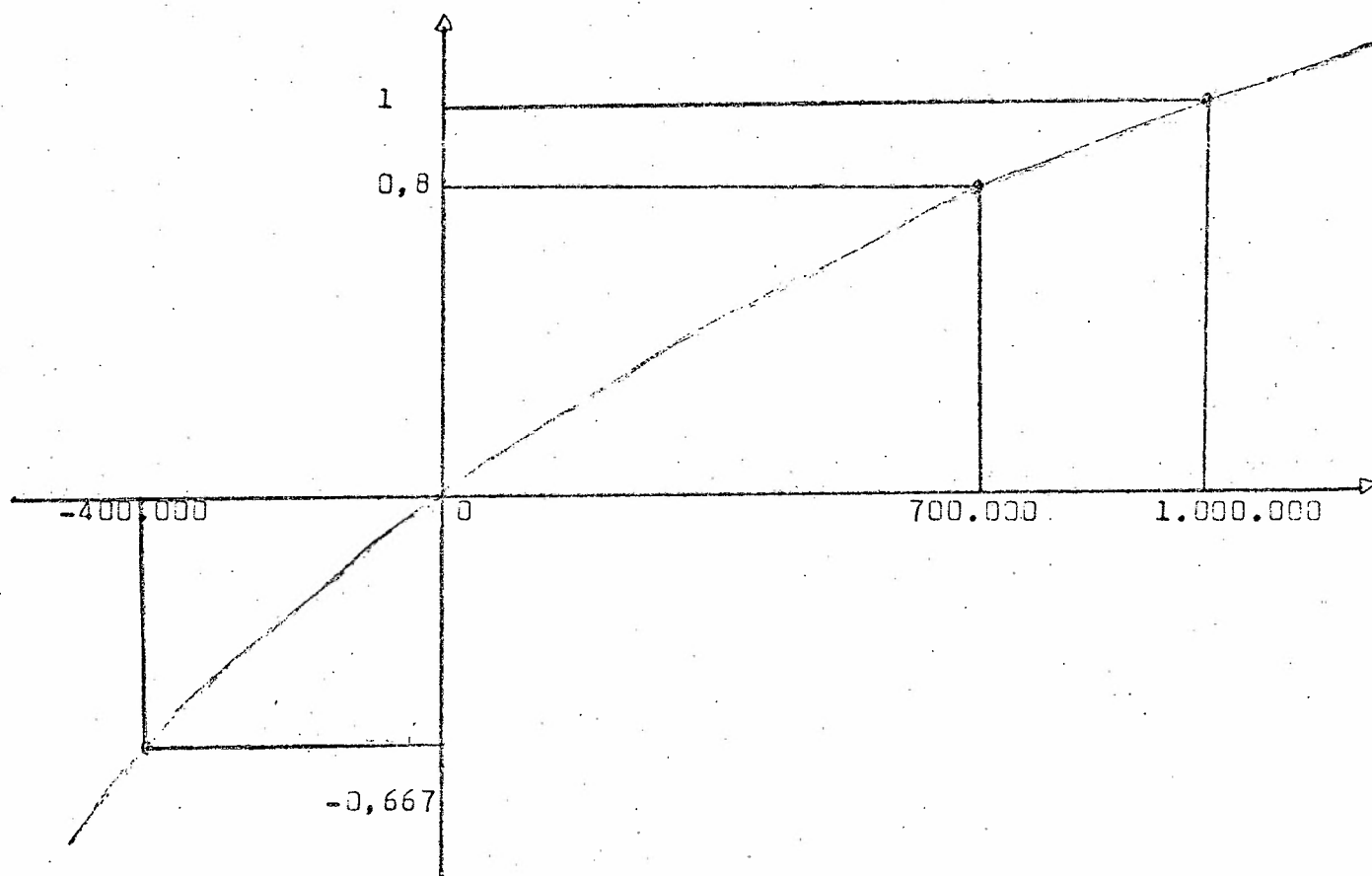
$$\begin{aligned} U(\text{Cr\$ } 700.000) &= 0,4 U(\text{Cr\$ } 450.000) + 0,6 U(\text{Cr\$ } 1.000.000) \\ &= 0,4 \cdot (0,5) + 0,6 \cdot (1,0) = \\ &= 0,2 + 0,6 = \\ &= 0,80 \end{aligned}$$

Supondo-se que ele possuísse um bilhete que lhe daria

0,3 de probabilidade de perder Cr\$ 400.000 e 0,7 de probabilidade de ganhar Cr\$ 1.000.000 e que ele se dispusesse a vender o bilhete por Cr\$ 450.000, o valor Útil de Cr\$ 400.000 poderia ser então calculado como

$$\begin{aligned} 0,3 \cdot U(-\text{Cr\$ } 400.000) + 0,7 \cdot U(\text{Cr\$ } 1.000.000) &= U(\text{Cr\$ } 450.000) \\ 0,3 \cdot U(-\text{Cr\$ } 400.000) + 0,7 \cdot (1,0) &= 0,5 \\ U(-\text{Cr\$ } 400.000) &= \frac{0,5 - 0,7}{0,3} = \frac{-0,2}{0,3} = -0,667 \end{aligned}$$

Pelo mesmo processo outros pontos podem ser obtidos e colocados num gráfico que daria uma figura semelhante à apresentada abaixo.



Como pode-se ver, a utilidade do dinheiro cresce à uma taxa decrescente. Esta função utilidade é consistente com a diminuição de utilidade marginal e aversão ao risco.

Havendo estabelecido a função utilidade para o tomador de decisão, pode-se calcular o valor da utilidade esperada para um particular investimento, multiplicando o valor útil de um resultado específico vezes a probabilidade de ocorrência e somando os produtos de todas as probabilidades.

Para ilustrar, supõe-se duas propostas de investimento com os valores para os quais calculamos os valores úteis.

PROPOSTA A	
Resultados Cr\$	Probabilidades
400.000	0,20
0	0,20
700.000	0,30
1.000.000	0,30

PROPOSTA B	
Resultados Cr\$	Probabilidades
0	0,20
450.000	0,60
700.000	0,20

que darão valor monetário esperado de Cr\$ 430.000 e Cr\$ 410.000 com preferência pela proposta A.

Calculando-se os valores de utilidade esperada das duas alternativas, o resultado muda.

PROPOSTA A		
Valor Útil do resultado	Probabilidade	Utilidade ponderada
- 0,667	0,20	- 0,133
0	0,20	0
0,80	0,30	0,240
1,00	0,30	0,300
valor da utilidade esperada		0,407

PROPOSTA B		
Valor Útil do resultado	Probabilidade	Utilidade Ponderada
0	0,20	0
0,50	0,60	0,300
0,80	0,20	0,160
		0,460

A proposta B fornece um valor de utilidade esperada maior e portanto seria a alternativa preferida do ponto de vista do exame individual.

A vantagem desta abordagem é que as preferências de utilidade do tomador de decisão são incorporadas diretamente no procedimento de seleção dos projetos. Permite delegação de autoridade para a decisão, visto que os subordinados, com as informações para a decisão e com os indicadores da função utilidade do superior, poderão tomar a decisão. Apesar dessas vantagens, segundo VAN HORNE, é pequeno o uso da teoria da utilidade diretamente na decisão de -

investimento. Uma das razões é que os executivos querem ter em -  
mãos as informações e decidir em cada caso. Assim eles não são -  
consistentes em suas decisões.

Outro fato é que a pesquisa de SWALM, entrevistando executivos de diferentes empresas, constatou que muitos executivos da mesma empresa tinham funções utilidade significativamente diferente com relação a risco. É recomendável, que, quando um ou mais donos ou tomadores de decisão são dominantes numa empresa, -  
seja estabelecida a função utilidade da empresa para evitar que as decisões sem o uso desta sejam inconsistentes com a política global. Entretanto a maneira de estabelecer essa função para um grupo ainda não foi resolvida.



V-

CONCLUSÃO

Do exame do material escrito sobre o tema e da análise dos instrumentos propostos constata-se que há acordo unânime quanto a utilização de métodos de fluxo de caixa descontados para a avaliação de propostas de investimentos. Por nossa experiência pessoal, sabemos que muitas grandes empresas operando no Brasil utilizam-no rotineiramente na análise de seus investimentos internos que atingem determinados valores.

O problema da medição de risco, mesmo com o instrumental até agora desenvolvido, permanece, no sentido que não dá a decisão que maximiza o valor da empresa já considerado o fator risco. Porém esse instrumental mede razoavelmente o risco, dependendo apenas da consideração de utilidade para tomada da decisão.

A distribuição de probabilidade com a informação acerca do valor esperado dos possíveis retornos e da dispersão da distribuição dos mesmos fornece os elementos para a otimização da decisão. Esses dados tornam-se mais apurados com o modelo de simulação proposto por HERTZ que mede o risco, fazendo o cálculo de combinação de todas as estimativas dos elementos de cada fator com as dos outros, que vão determinar a taxa média de retorno, valor presente ou índice de lucratividade. Esse modelo, em vez de partir de um número mais provável de cada fator, considera toda a gama dos números possíveis a serem assumidos por esses fatores, tornando os resultados muito mais precisos.

Somente a função utilidade é que ainda não passa de uma esperança promissora, embrionária.

Em termos de aplicação prática para as empresas no Brasil de hoje, cremos que todo esse instrumental é plenamente utilizável pelas grandes empresas, que podem manter certo número de executivos e assessores de bom nível, que podem fazer uso de computadores e normalmente, tem grande número de problemas de decisão de investimento que exigem análise cuidadosa.

Para que isso seja realidade, depende apenas da conscientização da alta administração, de modo especial da área financeira, da existência dos instrumentos, de sua viabilidade, - das vantagens que proporcionam, para implantá-los e torná-los de aplicação rotineira.

O uso dos métodos de fluxo de caixa descontados com a consideração das distribuições de probabilidades dos retornos e a dispersão das distribuições já seria um grande passo na medição do risco, para as empresas.

O fato de não estarem aparelhadas e não terem tradição de aplicação de abordagem científica não é razão para continuarem a resolver seus problemas de investimento de maneira empírica. Pelo contrário, devem se interessar em conhecer tudo o que já foi desenvolvido sobre a matéria e, na medida do possível, - passarem a utilizar a experiência divulgada e que nada custa.

A verdade é que boa parte das médias e pequenas empresas, e até algumas grandes e tradicionais, aqui no Brasil, só recentemente estão substituindo os controles precários por previsões e controles úteis nas suas operações, precisando ainda vencer muitas etapas antes de poderem utilizar os métodos de avaliação de investimentos, inclusive com a consideração do risco.

§  
§§§§§  
§§§§§§§§  
§§§§§  
§

BIBLIOGRAFIA

PARTE A - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- (14) Bennion, Edward G. "Capital Budgeting and Game Theory", Harvard Business Review, Vol. 34 nº 6 November-December. 1956 pp. 115-123
- ( 9) Beranek, William "Analysis for Financial Decisions", Richard D. Irwin, Inc. - Homewood, Illinois, 1963
- (12) Bernoulli, Daniel "Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk", Translation, Louise Sommer, Econometrica, January 1954 pp. 23-36
- ( 6) Bierman, Harold Jr. and Seymour Smidt "The Capital Budgeting Decision" (New York: The Macmillan Company, 1966)
- (15) Charnes, Abraham, Cooper William W. and Miller, Merton H. "Application of Linear Programming to Financial Budgeting and the Costing of Funds", Journal of - Business, January 1959 pp. 20-46
- ( 7) Dean, Joel, "Capital Budgeting" (New York: Columbia University Press, 1951)
- (13) Friedman, Milton J. and Savage, Leonard J. "The Utility Analysis of Choices Involving Risk", Journal of - Political Economy, August 1948 pp. 279-304
- (19) Hertz, David B. "Risk Analysis in Capital Investment", Harvard Business Review, January-February 1964 pp. 95-106
- (16) Hillier, Frederick S. "The Derivation of Probabilistic Information for the Evaluation of Risk Investments", Management Science, April 1963 pp. 443-457
- (17) Hirschleifer, Jack "Risk, the Discount Rate and Investment Decisions", American Economic Review, May 1961 pp. 112-120
- ( 8) Martin, E. W. Jr "Mathematics for Decision Making", Richard D. Irwin, Inc. 1969

- ( 5) Porterfield, J. T. S., "Investment Decisions and Capital Costs", New Jersey; Prentice-Hall Inc. 1965
- (11) Schmitt, Samuel A. "Measuring Incertainty"
- (18) Smith, Vernon L., "Risk, The Discount Rate, and Investment Decisions: Discussion", Management Science, - Vol. 9, nº 3, April 1963 pp. 443-457
- ( 1) Solomon, Ezra "The Theory of Financial Management" (New York: Columbia University Press 1964)
- (10) Spurr, William A. and Bonini, Charles P. "Statistical Analysis for Business Decisions" Richard D. Irwin, - Inc. - Homewood, Illinois 1967
- ( 4) Van Horne, James C. "Financial Management and Policy" - and edition New Jersey; Prentice-Hall Inc. 1971
- ( 3) Weston, Fred "Finanças das Empresas (Campo e Metodologia) - tradução de Sanvicenti, A. Z., Editora Atlas S.A. 1969 da obra "The Scope and Methodology of Finance" Prentice-Hall, Inc. 1966
- ( 2) Weston, J. Fred and Brigham, Eugene F. "Managerial Finance" Holt, Rinehart and Wiston 3th, 1969

PARTE B - AUTORES CITADOS NA BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 13- Chen, Houngh-Yhi "Valuation under Uncertainty", Journal - of Financial and Quantitative Analyses, II (septem- ber 1967) pp. 313-325
- 11- Fisher, Irving "The Theory of Interest" (New York: Kel- ley & Millman, Inc. 1954)
- 4- Gordon RA. "Stockholdings of Officers and Directors in Ameri- can Industrial Corporations", Quarterly Journal of Economics, L (August 1936) pp. 622-57
- 5- Grant, Eugene L. and William G. Ireson "Principles of - Engineering Economy" 4th ed., New York: The Ronald Press Co., 1960

- 3- Green, Paul E. "The Derivation of Utility Functions in a Large Industrial Firm", paper given at the first Joint National Meeting of the Operations Research Society of America and the Institute of Management Sciences 1961
- 10- Markowitz, Harry M. "Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments (Cowles Foundation - Monograph # 16. New York: J. Wiley & Sons, 1959)
- 8- Modigliani, Franco and Miller, Merton H. "The Cost of Capital; Corporation Finance, and the Theory of Investment", American Economic Review, June 1958 pp. 261-297
- 6- Morris, William T., "Engineering Economy" Richard D. Irwin, Homewood, Illinois, 1960
- 9- Naslund, Bertil and Whinston, Andrew "A Model Multi-Period Investment Under Uncertainty" Management Science, January 1962 pp. 184-200
- 2- Neumann, John von and Morgenstern, Oskar "Theory of Games and Economic Behavior" Princeton University Press, 2nd ed., 1947
- 14- Page, Alfred N. "Utility Theory" (New York: John Wiley & Sons Inc. 1968)
- 12- Robichek, Alexander A. and Myers, Stewart C. "Optimal Financing Decisions", Englewood Cliffs, N. J. Prentice-Hall, Inc. 1965 Chapter 5
- 7- Schlaifer, Robert "Probability and Statistics for Business Decisions" (New York: McGraw-Hill, 1959)
- 15- Swalm, Ralph O. "Utility Theory - Insights into Risk Taking" Harvard Business Review, 44 (November-December 1966) pp. 123-36
- 1- Autores citados por Biermann e Smidt (6)  
Böhm-Bawerk, Dean, Fisher, Hirshleifer, Lorie, Savage, Solomon e Wicksell.