

ESTIMAÇÃO DO CUSTO DO CAPITAL PRÓPRIO DE EMPRESAS DO SETOR DE
ENERGIA ELÉTRICA

Domenico Mandarino

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE
PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE
JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO
GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Aprovada por:

Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza, D.Sc.

Prof. Elton Fernandes, Ph.D.

Prof. Antônio de Araújo Freitas, D.Sc.

Prof. Miguel Dirceu Fonseca Tavares, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL
FEVEREIRO DE 2005

MANDARINO, DOMENICO

Estimação do Custo do Capital Próprio de
Empresas de Energia Elétrica [Rio de Janeiro]
2005

VII, 93 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc.,
Engenharia de Produção, 2005)

Tese – Universidade Federal do Rio de
Janeiro, COPPE

1. Custo de Capital Próprio
2. Modelos de Avaliação de Capital de Risco
 - I. COPPE/UFRJII. Título (série)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais,

Elza Miceli Mandarino

e

Antonio Mandarino

AGRADECIMENTOS

À Banca Examinadora, aos servidores técnico-administrativos do Programa de Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ e, em especial:

- ao Professor Carlos Alberto Nunes Cosenza, pela oportunidade, orientação e amizade, mas, sobretudo, pela grande lição de humanismo;
- ao Professor Miguel Dirceu Fonseca Tavares, pelo inestimável apoio, sobretudo nos momentos críticos, e pelo privilégio de sua grande amizade;
- ao Professor Antônio de Araújo Freitas Jr., pela estima e consideração que sempre nos dispensou, com a sua grande amizade;
- à secretária da Área de Projetos Industriais e Tecnológicos, Lindalva Barbosa de Araújo, que, no cumprimento de suas funções, sempre nos atendeu com a sua prestimosa colaboração;
- à senhora Perla Cosenza F. da Silva, que sempre nos dispensou carinho e atenção maiores do que os que merecemos.

À minha esposa Maria Cristina, de quem foram suprimidas muitas horas de atenção no convívio familiar, agradeço imensamente o carinho, o apoio e a solidariedade, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Resumo da tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

ESTIMAÇÃO DO CUSTO DO CAPITAL PRÓPRIO DE EMPRESAS DO SETOR DE
ENERGIA ELÉTRICA

Domenico Mandarino

Fevereiro/2005

Orientadores: Carlos Alberto Nunes Cosenza
Antônio de Araújo Freitas

Programa: Engenharia de Produção

Este trabalho discute o custo do capital próprio de empresas do setor de energia elétrica no Brasil, com base no *Capital Asset Pricing Model* (CAPM). Além disso, examina os possíveis efeitos de duas variáveis de risco (tamanho e crescimento) sobre o referido custo, empregando enfoque empírico semelhante ao sugerido por Fama e French, em 1992.

Abstract of Thesis presented to COPP/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

ESTIMATE OF THE COST OF COMPANIES IN THE ELETRIC POWER SECTOR

Domenico Mandarino

February/2005

Advisors: Carlos Alberto Nunes Cosenza
Antônio de Araújo Freitas

Department: Production Engineering

This work discusses the estimate of the equity cost of the companies of the electric power sector in Brazil, based on Capital Asset Pricing Model (CAPM). Besides, examines the possible effects of two risk variables (size and growth) on him referred cost, using focus empiric similar to the suggested by Fama and French, in 1992.

ÍNDICE DO TEXTO

I) INTRODUÇÃO	1
II) DELIMITAÇÃO DO CAMPO TEÓRICO	8
II-1) O Conceito de Utilidade	9
II-2) Risco de um Investimento	11
II-3) Diversificação de Risco	14
II-4) O Capital Asset Pricing Model	21
II-4-1) A medida do Risco Sistemático no CAPM	28
II-4-2) A Linha Característica do Título	31
II-4-3) Estimação do Risco Sistemático no CAPM	34
II-4-4) A Linha de Mercado do Título	35
II-5) O Arbitrage Pricing Model	36
II-6) Enfoques empíricos alternativos	40
II-7) Comentário sobre os Modelos de Risco-Retorno	42
III) CUSTO DO CAPITAL PRÓPRIO DE EMPRESAS DO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA	45
III-1) Aspectos metodológicos	47
III-2) Estimação do Custo do Capital Próprio, com base no CAPM	49
III-2-1) Regressão dos retornos das ações sobre os retornos do mercado	50
III-2-2) Risco Sistemático das ações ordinárias	54
III-2-3) Custo do Capital Próprio	58
III-3) Análise de variáveis de risco, com base em enfoque Empírico	61
IV) CONCLUSÕES OBITIDAS	63
V) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXO I	67
ANEXO 2	70
ANEXO 3	73

I) INTRODUÇÃO

As fontes de financiamento de uma empresa são classificadas em dois grupos distintos: **capital de terceiros** e **capital próprio**. O primeiro é representado pelo seu **Passivo**, propriamente dito, o qual é constituído pelo total das obrigações assumidas junto aos credores. O segundo, pelo **Patrimônio Líquido** dos sócios ou acionistas, posto que corresponde aos recursos por eles investidos na empresa, seja através da subscrição de quotas ou de ações, seja através da reinversão dos lucros. Os investimentos de capital próprio têm caráter permanente (prazo indeterminado) e constituem a principal fonte de sustentação da empresa. Por esta razão, o seu custo será objeto de estudo neste trabalho.

A atividade empresarial, no âmbito do setor privado, visa a maximização da riqueza dos sócios ou acionistas, através da valorização de suas quotas de capital ou ações. O preço desses títulos é definido pelo **valor presente** das expectativas de fluxos de caixa por eles proporcionadas, ao longo do tempo. Assim sendo, para justificar o seu investimento, os proprietários desejam obter uma remuneração que compense, não apenas, o seu custo de liquidez, mas também os riscos a que estarão expostos. Essa remuneração é igual à **taxa de desconto** requerida pelos referidos investidores, ao determinarem o preço que estarão dispostos a pagar pelos referidos títulos. Ela corresponde ao **custo do capital próprio** investido na empresa.

O custo do capital próprio representa, assim, o custo de oportunidade do investidor, ao adquirir títulos de propriedade de uma empresa. Genericamente, o preço de uma ação ou quota de capital pode ser definido pela seguinte expressão:

$$P_0 = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k_p)^t}$$

onde, P_0 = preço da ação ou quota de capital, no instante $t = 0$;

FC_t = fluxo de caixa proporcionado pelo título, no período “ t ”;

k_p = taxa de desconto ou custo do capital próprio investido;

n = número de períodos durante o qual o título é mantido pelo investidor.¹

¹ Em geral, esta variável é estendida *ad infinitum*, devido ao fato do investimento de capital próprio possuir prazo indeterminado.

Os fluxos de caixa esperados pelos proprietários de uma empresa, por sua vez, resultam das informações que os mesmos obtém, acerca das perspectivas emanadas das decisões de natureza econômica e financeira por ela tomadas. Tais decisões dizem respeito:

- a) à escolha dos projetos e das tecnologias aí empregadas, bem como aos demais investimentos efetuados no Ativo da empresa;
- b) às políticas de financiamento e de distribuição dos lucros por ela adotadas, determinantes de sua estrutura de capital;
- c) ao gerenciamento do capital de giro, isto é, da liquidez e da capacidade de solvência da empresa.

Todas essas decisões interferem diretamente nas características de risco e retorno das ações ou quotas de capital. O retorno do capital próprio é afetado pelas oscilações do nível de atividade da empresa e pelos custos fixos por ela suportados, ao contrário do capital de terceiros, cuja remuneração independe do resultado dessa atividade, além de dispor de proteções legais. Devido ao fato de estar completamente vulnerável às referidas oscilações, sujeitando-se ao **risco dos negócios** e ao **risco de falência**, este decorrente da possibilidade da empresa não honrar os compromissos assumidos com os credores, o capital próprio é também denominado **capital de risco**. Como as operações de crédito e os investimentos de capital próprio têm riscos distintos, a remuneração demandada pelos seus titulares deve ser diferenciada e compatível com o risco assumido por cada um deles. Desse modo, por ser mais arriscado, o capital próprio tem maior custo do que o capital de terceiros.

O problema da estimação do custo do capital próprio de uma empresa é reconhecidamente um dos temas mais complexos, dentre os encontrados na literatura financeira. Isto porque, em princípio, ele envolve elevado grau de subjetividade por parte de analistas e investidores, ao levarem em conta a incerteza dos retornos associados ao referido capital. Esta subjetividade se faz presente, tanto na formação das expectativas de fluxos de caixa, quanto na fixação das taxas de desconto a serem utilizadas na determinação dos preços dos títulos. Contudo, esse tema tem sido exaustivamente tratado pela Teoria de Finanças, particularmente, no caso das ações emitidas pelas sociedades anônimas, cuja negociação no mercado de capitais fornece dados objetivos, através do mecanismo de formação dos preços.

A Teoria de Finanças consagra duas formas de se abordar o problema. A primeira baseia-se em modelos fundamentalistas de crescimento das empresas, buscando estimar o custo do capital próprio implicitamente. A segunda utiliza modelos de equilíbrio risco-retorno que procuram estimar esse custo, a partir da mensuração do risco.

Os modelos fundamentalistas utilizados na determinação do custo do capital próprio, normalmente, partem das estimativas de rendimento provenientes da distribuição periódica dos lucros, a título de Dividendos, e das estimativas de valorização das ações, resultantes do crescimento real do Patrimônio Líquido. Tais benefícios dependem, evidentemente, das perspectivas de lucratividade e crescimento da empresa, ao longo do tempo, e podem ser traduzidos como expectativas de fluxos de caixa geradas pelo investimento nas referidas ações.

Devido ao caráter subjetivo dessas estimativas, elas podem variar de investidor para investidor. Essa divergência de opiniões, associada a preferências distintas quanto às combinações de risco e retorno, por parte dos investidores, dá origem à escala de demanda do título, que, confrontada com a sua oferta, determina o preço de negociação do mesmo. Este preço passa a se constituir numa base objetiva de valor, atribuída pelo mercado, permitindo que se determine implicitamente a taxa de desconto, mediante a qual os fluxos de caixa são descontados pelos investidores. Uma vez admitida a hipótese de **mercado eficiente**, conforme a Teoria, a cotação das ações de uma empresa tenderá a se aproximar do **preço justo** ou **valor intrínseco** dessas ações. Assim sendo, em condições de equilíbrio de mercado, existirá uma taxa de desconto “ k_p ” que corresponderá ao custo do capital próprio da empresa, num dado momento.

Considerando-se um investimento em ações, cujo horizonte de tempo seja limitado a “ n ” períodos, o preço de cada um desses títulos (P_0), no instante “ $t = 0$ ”, pode ser definido em função das estimativas de dividendos por ação (D_t) associadas aos períodos subsequentes e da estimativa do valor do título ao final de referido prazo (V_n), descontados à taxa “ k_p ”:

$$P_0 = \sum_{t=1}^n \frac{D_t}{(1+k_p)^t} + \frac{V_n}{(1+k_p)^n}$$

Como, entretanto, o prazo durante o qual um investidor manterá esse título em seu poder é incerto, além de ser também indeterminada a vida útil de uma empresa, na maioria dos casos, a estimativa do valor desse título ao final de “ n ” períodos futuros (V_n) poderá ser definida pelo valor descontado dos dividendos a serem pagos nos períodos posteriores a “ n ”. Desse modo, o preço da ação em “ $t = 0$ ” costuma ser genericamente representado pela seguinte série infinita:

$$P_0 = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{D_t}{(1+k_p)^t}$$

Devemos ressaltar que esta abordagem não implica, obrigatoriamente, a manutenção dos títulos por prazo infinitamente longo. Basta observar que P_0 inclui o valor atualizado, até a data “zero”, de dividendos futuros que poderão ser auferidos na forma de ganhos de capital, por ocasião da negociação do título. Além disso, ela supõe que a taxa de desconto demandada pelos investidores tende a se igualar à **taxa interna de retorno** do investimento, devido às condições de equilíbrio do mercado, admitido como eficiente.

A operacionalização desse modelo, na prática, requer que sejam feitas suposições acerca da evolução dos dividendos esperados a longo prazo. A mais comum, segundo DAMODARAN (1997), considera que a empresa mantém uma tendência de crescimento estável, de modo a se admitir que os dividendos cresçam a uma **taxa constante**, geralmente representada pela letra “ g ”.² De acordo com esta suposição, esse modelo passa a se constituir numa série geométrica, cuja razão é igual a $(1+g)/(1+k_p)$. A condição de convergência dessa série exige que a referida taxa de crescimento seja inferior à taxa de desconto dos dividendos ($g < k_p$).³ Desse modo, o preço de uma ação em “ $t = 0$ ” e o custo do capital nela investido podem ser expressos através das relações abaixo:

$$P_0 = \frac{D_1}{(k_p - g)} \quad \Rightarrow \quad k_p = \frac{D_1}{P_0} + g$$

² Esta suposição foi originalmente proposta por GORDON (1962). Ela considera uma correlação positiva e perfeita entre os dividendos e os lucros futuros da empresa.

³ O argumento econômico através do qual essa condição é justificada, leva em conta que o custo do capital próprio possui duas componentes de retorno: a primeira é determinada pelas expectativas de recebimento de dividendos e a segunda, pelas expectativas de ganho de capital associadas à valorização das ações, em decorrência da reinversão dos lucros. A taxa de crescimento “ g ” representa, em última análise, o ganho de capital obtido pelo investidor, em cada período. Como essa taxa, no modelo ora discutido, é suposta constante a longo prazo, o mesmo ocorrendo com o custo do capital, a diferença “ $k_p - g$ ” deve ser positiva. Além disso, como ratifica VAN HORNE (1974), se “ g ” fosse superior a “ k_p ”, o preço da ação tenderia ao infinito.

Como podemos observar, esse modelo estabelece um critério simples para a determinação do custo do capital próprio, desde que se conheça *a priori* o preço de mercado das ações, em dado momento, e se formulem expectativas quanto ao dividendo do período seguinte e à taxa de crescimento da empresa, sendo esta taxa assumida como constante, para uma infinidade de períodos. O preço das ações reflete, não apenas as perspectivas de lucratividade e crescimento dos dividendos, mas também o risco a elas associado, conforme a opinião do mercado. Por conseguinte, segundo esse critério, o prêmio de risco requerido pelos investidores é contemplado implicitamente, na determinação daquele custo de capital.

DAMODARAN (1997) ressalta, porém, que esse modelo é sensível às estimativas de crescimento dos lucros e dos dividendos. Além disso, a sua utilização se restringe a empresas que apresentem situação econômica e financeira estáveis (inclusive a sua estrutura de capital). Por outro lado, o modelo considera o preço das ações como elemento-chave na determinação do custo do capital próprio, exigindo, para tal fim, a aceitação da hipótese de eficiência do mercado.

FAMA e MILLER (1972), por sua vez, demonstram que a taxa de crescimento “*g*” é explicada pela diferença entre a expectativa de rentabilidade do Patrimônio Líquido, efetivamente oferecida pela empresa, e o custo desse capital, conceituado como taxa resultante do equilíbrio retorno-risco do mercado. Tratando-se do modelo em questão, essa diferença é, por eles, mantida constante e admitida como **positiva** ou **nula**.⁴ A diferença positiva entre essas duas taxas é indicativa de um crescimento acima do normal, isto é, superior à tendência de crescimento do mercado. Já, a igualdade entre elas sinalizaria um crescimento normal, também denominado crescimento **zero** ou **vegetativo**. Neste último caso, o custo do capital próprio seria determinado pelo quociente entre o lucro líquido por ação esperado (*LPA*), que é considerado uniforme por tempo indeterminado, e o preço de mercado da ação, no instante “*t = 0*”:⁵

$$k_p = \frac{LPA}{P_0}$$

⁴ A hipótese desta diferença ser negativa é descartada, pois, uma expectativa de rentabilidade permanentemente inferior ao custo do capital inviabilizaria qualquer investimento de natureza privada.

⁵ Numa situação de crescimento **zero** ou **vegetativo**, a expectativa de retorno efetivamente oferecida pela empresa é igual ao custo de oportunidade dos seus acionistas. MILLER e MODIGLIANI (1961) mostram que, neste caso, a Política de Dividendos por ela adotada se torna irrelevante.

A constatação óbvia das limitações impostas à utilização do modelo baseado na suposição de crescimento estável deu origem a outros modelos fundamentalistas, os quais buscaram estabelecer diferentes padrões de crescimento para os lucros e dividendos futuros de uma empresa. De fato, não parece plausível supor que uma empresa poderá crescer indefinidamente a uma taxa supranormal, proporcionando aos acionistas, permanentemente, retornos superiores à remuneração oferecida pelas alternativas de mesma classe de risco, existentes no mercado de capitais. Tampouco poderá se manter eternamente em crescimento **vegetativo**, sobretudo se tiver a necessidade de investir em novas tecnologias, para preservar a sua competitividade no setor em que atua.

De maneira geral, as empresas tendem a apresentar diferentes padrões de crescimento ao longo do tempo, conforme o ciclo de vida de seus projetos, atingindo níveis de maior estabilidade com a maturação dos mesmos ou com a diversificação de seus investimentos. Assim sendo, costumam alternar fases de maior crescimento e risco com fases de maior estabilidade, sendo que, nestas últimas, as expectativas de rentabilidade por elas oferecidas tendem a se aproximar das taxas de mercado, representativas dos custos de oportunidade dos acionistas.

Não obstante o esforço dos pesquisadores, no sentido de desenvolverem modelos que contemplem fases diferenciadas de crescimento, a dificuldade de se determinar o custo do capital próprio de uma empresa, por esse caminho, persiste. Isto porque, a aplicação desses modelos encontra obstáculos, no que diz respeito à capacidade de previsão das tendências de crescimento e da duração de cada uma dessas fases, por parte dos analistas e investidores.

Os estudos referentes à avaliação do capital de risco, entretanto, ganharam novo impulso com o desenvolvimento da Teoria da Carteira. Isto ocorreu em virtude das transformações sofridas pelo ambiente econômico internacional, principalmente, na segunda metade do século XX. A separação entre a propriedade e a gestão das empresas, intensificada com a expansão das sociedades anônimas, fez surgir uma nova forma de se abordar o problema da estimação do custo do capital próprio, levando-se em conta a diversificação do risco.

De acordo com essa abordagem, o risco de um investimento isolado passou a ser analisado em função de sua contribuição marginal, na carteira do investidor. Foram, então, desenvolvidos modelos alternativos, baseados no equilíbrio risco-retorno do mercado, que procuram interpretar o comportamento racional dos investidores, explicitando os fatores de risco relevantes para as decisões relativas à alocação do capital próprio na atividade produtiva. Tais modelos buscam estabelecer medidas objetivas de risco, através das quais tentam estimar os prêmios correspondentes. Como todos os modelos teóricos, eles também apresentam limitações. Apesar disso, vêm sendo cada vez mais estudados, devido à sua compatibilidade com o capitalismo financeiro em sua fase atual.

No próximo capítulo, discutiremos os conceitos básicos de risco e retorno e os principais modelos, atualmente em evidência, na literatura financeira: o **Capital Asset Pricing Model (CAPM)**, que será examinado de modo mais detalhado, e o **Arbitrage Pricing Model (APM)**. Além disso, faremos um comentário sobre as abordagens empíricas, surgidas mais recentemente. O **CAPM** merecerá maior atenção de nossa parte, devido à qualidade de sua estruturação teórica e à maior simplicidade com que pode ser utilizado na prática.

Com base neste último modelo, pretendemos, com este estudo, obter estimativas do custo do capital próprio (ordinário) de algumas das mais expressivas empresas do setor de energia elétrica, que operam no Brasil, bem como analisar as estimativas assim obtidas. A opção pelas ações ordinárias se deve ao fato destas ações representarem, mais adequadamente, o **capital de risco** de uma empresa, uma vez que, as preferenciais gozam de prerrogativas legais que as colocam em situação de menor risco.

II) DELIMITAÇÃO DO CAMPO TEÓRICO

Quando um investidor examina a possibilidade de adquirir um ativo qualquer, espera obter rendimentos capazes de lhe proporcionar acréscimos de riqueza. Se tivesse absoluta certeza de seus ganhos futuros, aceitaria uma remuneração igual ao seu custo de liquidez, durante o período da operação. Essa remuneração corresponderia à taxa pura de juros da Economia, proporcionada por um título público, que é considerado livre de risco. Entretanto, considerando-se ativos de renda variável, caso em que se enquadram as ações e quotas de capital emitidas por uma empresa, os rendimentos serão incertos. Isto o fará exigir um prêmio adicional, como recompensa pelo risco do investimento. Desse modo, para tomar a sua decisão, o investidor deverá responder a duas questões fundamentais: a primeira diz respeito à mensuração do risco e a segunda, à estimação do prêmio a ser demandado.

A medida de risco, segundo DAMODARAN (2002), deverá ser universal e padronizada, para que o investidor possa comparar os diversos ativos por ele examinados. O caráter objetivo dessa medida confere maior racionalidade às suas decisões. A esse respeito, citamos TAVARES (1989), que assim se pronuncia sobre a incerteza nas decisões de investimento:

“Decidir sobre um investimento implica, necessariamente, a formação de juízos sobre eventos prováveis, os quais são sempre fortemente influenciados pela experiência de seu agente. Incerteza e subjetividade estarão, desta forma, sempre presentes em qualquer análise ou justificativa das decisões de investimento. O que a análise de investimento oferece ao investidor, na objetivação de suas indicações sobre as oportunidades de investimento, é a **troca da certeza subjetiva pela incerteza objetiva ou mensurável**”.

Neste capítulo, procuraremos discutir algumas das principais teorias que tratam das questões mencionadas acima. Estaremos nos referindo, preferencialmente, aos investimentos em ações, posto que pretendemos estudar o custo do capital próprio de sociedades anônimas. Primeiramente, faremos um breve comentário acerca do conceito de utilidade da riqueza, para, em seguida, nos ocuparmos com a estimação do risco e a sua premiação.

II-1) O Conceito de Utilidade

O comportamento de um investidor frente ao risco pode ser teoricamente explicado por funções de utilidade, que relacionam o seu grau de satisfação (utilidade) com os diversos níveis de riqueza possíveis. Este enfoque foi proposto originalmente por BERNOULLI (1954), ao supor que a utilidade aumenta com o logaritmo natural da riqueza, sendo esta expressa pelo seu índice de expansão.

Adotando-se um índice igual à unidade, para o nível de riqueza inicial do investidor, e definindo-se o percentual de expansão da riqueza e os níveis de utilidade, respectivamente, pelas variáveis “ δ ” e “ U ”, a função de Bernoulli tem a seguinte representação gráfica:

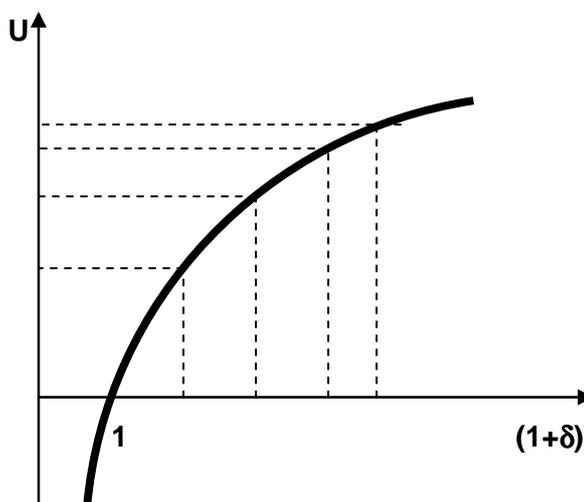


Fig. 1: Utilidade versus Riqueza.

Observando os níveis de utilidade e de riqueza do investidor relacionados por esta curva, vemos que o seu grau de satisfação aumenta, cada vez menos, com os acréscimos constantes de riqueza. No sentido contrário, os decréscimos de utilidade aumentam cada vez mais, chegando a acusar graus de insatisfação (utilidade negativa) crescentes com as perdas de riqueza, em relação ao seu nível inicial.

Na Teoria da Utilidade, a curva que acabamos de mostrar descreve o comportamento de um indivíduo racional, para o qual, a utilidade marginal da riqueza criada pelo investimento é decrescente, apesar de sua utilidade total aumentar com a expansão dessa riqueza. A concavidade da curva indica que o investidor é **avesso ao risco**.

KRITZMAN (2000), ao abordar o tema, afirma que a suposição de Bernoulli, “embora seja plausível, não é de modo algum abrangente”, uma vez que os investidores possuem diferentes graus de aversão ao risco. De fato, a concavidade da função logarítmica por ele utilizada poderá refletir o comportamento de alguns ou, até mesmo de muitos investidores, mas não de todos. Assim sendo, a atitude de um indivíduo racional frente ao risco poderá ser representada por outras funções côncavas e crescentes. Quanto maior for a concavidade dessas funções, maior será o grau de aversão ao risco do investidor.

O caráter de aversão ao risco, implícito na suposição de Bernoulli, explica o fato de preferirmos um investimento certo a outro incerto, de mesmo valor esperado. Em outras palavras, as decisões de investimento sob condições de risco baseiam-se na comparação subjetiva entre o **valor esperado do investimento** e o seu **equivalente certo**.

O conceito de **equivalente certo** foi sugerido por VON NEUMAN e MORGENSTERN (1947), que propuseram os axiomas básicos da Teoria da Utilidade. Ele pode ser definido pelo valor de uma situação **certa**, cuja utilidade é igual à esperada de uma situação **incerta**. Atribuindo-se probabilidades (p_j) às “ n ” possibilidades de retorno (R_j) de um investimento, podemos expressar esse conceito pela relação abaixo, onde “**EQC**” representa o **equivalente certo** e “**U**”, a função utilidade do investidor:

$$U(EQC) = \sum_{j=1}^n p_j U(R_j)$$

A Teoria distingue três categorias de indivíduos, de acordo com as preferências por eles manifestadas em situações incertas: os **avessos**, os **afeitos** e os **indiferentes** ao risco. Nas três categorias, a utilidade total cresce com o aumento da riqueza, entretanto, elas se distinguem pela forma da função de utilidade assumida pelo indivíduo, conforme afirmam VAN HORNE (1986) e KRITZMAN (2000).

- Os **avessos ao risco**, como já dissemos, são orientados por funções côncavas (utilidade marginal decrescente, com o aumento da riqueza). Para estes, o valor esperado de uma situação incerta deverá ser maior do que o seu equivalente certo. Isto significa dizer que eles rejeitam um jogo justo.
- Os **afeitos ao risco** possuem funções convexas de utilidade (utilidade marginal crescente com o aumento da riqueza). O equivalente certo, para estes indivíduos, é maior do que o valor esperado da situação incerta, o que os leva a aceitar o referido jogo.

- Os **indiferentes** possuem função de utilidade linear (utilidade marginal constante), permanecendo neutros quanto a aceitar ou não o jogo. Neste caso, o equivalente certo é igual ao valor esperado da situação incerta.

As funções de utilidade que acabamos de mencionar são caracterizadas, algebricamente, por apresentarem derivadas de primeira ordem positivas, em relação à riqueza. As suas derivadas de segunda ordem, porém, assumem valor negativo, positivo ou nulo, conforme representem comportamentos avessos, afeitos ou indiferentes ao risco, respectivamente. Uma discussão aprofundada acerca das características dessas funções foi desenvolvida por PRATT (1964).

Neste trabalho, acataremos o argumento de racionalidade, segundo o qual, o investidor é **avesso ao risco**. Isto implica afirmar que ele somente será incentivado a adquirir um ativo de risco, se este lhe proporcionar uma expectativa de retorno maior do que o seu equivalente certo. A diferença entre o **retorno esperado** e o **equivalente certo** corresponderá ao **prêmio de risco** demandado pelo investidor. O princípio de maximização de riqueza consiste na **maximização da utilidade do retorno**, para o investidor e não, do retorno, propriamente dito.

II-2) Risco de um Investimento

O conceito de risco aqui explorado é o chamado **risco econômico**, que, na abordagem tradicional da Teoria de Finanças, é definido pela **variabilidade** dos retornos de um investimento, em dado período. De acordo com essa abordagem, o conjunto dos retornos possíveis, associados a um ativo de risco no período considerado, constitui uma variável aleatória sujeita a uma distribuição contínua de probabilidades que tende a configurar-se como **distribuição normal**. O **retorno esperado** e o **risco** do investimento são, assim, estimados pela **média** e **desvio-padrão** dos seus retornos possíveis. Tratando-se de uma variável aleatória contínua, o **retorno esperado** é, assim, definido:

$$E(R) = \int_{-\infty}^{+\infty} R \cdot f(R) dR$$

onde “**R**” representa os referidos retornos e “**f(R)**”, a função de densidade de probabilidade associada a essa variável.

A **variância** e o **desvio-padrão** dos retornos, por sua vez, são conceituados através das seguintes expressões:

$$\sigma^2(\mathbf{R}) = E\{[\mathbf{R} - E(\mathbf{R})]^2\} \Rightarrow \sigma(\mathbf{R}) = \sqrt{E\{[\mathbf{R} - E(\mathbf{R})]^2\}}$$

Inferidos a partir de distribuições de frequência com base em amostras de retornos passados, o retorno esperado de um ativo de risco e o respectivo desvio-padrão são definidos pelas equações abaixo:

$$E(\mathbf{R}) = \sum_{j=1}^n p_j \mathbf{R}_j$$

$$\sigma(\mathbf{R}) = \sqrt{\sum_{j=1}^n p_j [\mathbf{R}_j - E(\mathbf{R})]^2}$$

onde, \mathbf{R}_j = retorno representativo da classe “j”;

p_j = probabilidade da classe “j”;

n = número de classes da distribuição de frequências.

O risco, conceituado desta maneira, é entendido como a possibilidade dos retornos divergirem do esperado. Quanto maior for a dispersão dos retornos em relação ao esperado, maior será o risco do investimento. Desse modo, um indivíduo racional, ao escolher um investimento dentre vários ativos de risco, deverá optar por aquele que oferecer menor dispersão em relação ao retorno esperado.

Devemos ressaltar, entretanto, que o uso do desvio-padrão como medida de risco está condicionado à hipótese de distribuição normal dos retornos. Isto pressupõe igual ponderação para os retornos situados acima e abaixo da média, devido ao fato desta distribuição ser caracterizada como **simétrica**. Na prática, porém, nem sempre a distribuição de probabilidades será simétrica. Segundo Van Horne (1974), o risco não reside, propriamente, na dispersão dos retornos, mas na possibilidade de ocorrência de retornos inferiores ao esperado, já que variações para cima não seriam indesejadas.

O perfil registrado pela distribuição dos retornos, portanto, é de fundamental importância para a análise dos investimentos. A existência de assimetria nessa distribuição poderá afetar, de modo significativo, a decisão do investidor. Considerando-se, por exemplo, duas distribuições assimétricas (uma positiva e outra negativa), com a mesma média e o mesmo desvio-padrão, o investidor deverá preferir aquela cujo coeficiente de assimetria for positivo, por apresentar uma tendência maior para os retornos mais elevados do que para os retornos menores. Assim sendo, a assunção da distribuição normal e, conseqüentemente, o uso do desvio-padrão como medida de risco estão condicionados à aceitação da hipótese de **assimetria nula**⁶.

VAN HORNE (1974) nos lembra, por outro lado, que essa medida de risco não considera as preferências do investidor, face os diferentes estados da natureza. A utilidade marginal do retorno, para um indivíduo, pode variar conforme a conjuntura econômica, por exemplo. A decisão do investidor dependerá de suas preferências nas diferentes situações, bem como da probabilidade de ocorrência destas situações. O ativo que maximizar a utilidade do investidor será o preferido.

Este enfoque associa o risco à possibilidade de não se obter o **retorno desejado** e não, o retorno esperado. A medida de risco associada a esse novo conceito é utilizada como alternativa ao desvio-padrão e denominada **erro de alinhamento (TE)**. Ela é definida pela dispersão dos retornos do ativo em relação a um **retorno-alvo (benchmark)**, aqui representado pela letra "**B**":⁷

$$TE = \sqrt{\sum_{j=1}^n p_j (R_j - B)^2}$$

CLARK (2000) observa que o cálculo do erro de alinhamento trata a dispersão dos retornos de modo análogo ao do desvio-padrão. Se, por exemplo, a tendência para os desvios negativos for maior do que para os positivos, a estimativa obtida desse cálculo não cumprirá satisfatoriamente o seu papel na mensuração do risco.

⁶ A condição de **assimetria nula** é assegurada pelo **Teorema do Limite Central**, quando a inferência estatística parte de amostras de retornos significativamente grandes.

⁷ Notamos que o **erro de alinhamento** será igual ao **desvio-padrão**, quando o retorno-alvo especificado pelo investidor for o **retorno esperado**.

Os méritos teóricos do enfoque dos estados da natureza são inegáveis. Entretanto, a sua aplicação na prática encontra obstáculos, devido ao fato do mesmo requerer a estimação dos retornos e dos níveis de utilidade para vários estados da natureza, considerando-se um universo de cenários muito grande. Por isto, ainda segundo VAN HORNE (1974), “deveremos usar a dispersão da distribuição de probabilidades dos retornos possíveis, como aproximação razoável do fator risco para os investidores em geral”.

DAMODARAN (2002), por sua vez, sustenta que nos casos mais comuns, nos quais a distribuição dos retornos não é simétrica e nem normal, “é concebível, apesar de pouco provável”, que os investidores tomem suas decisões com base no retorno esperado e no desvio-padrão, desde que possuam funções de utilidade que lhes permitam agir desta forma. Acrescenta, porém, ser “muito mais provável” que eles prefiram distribuições com assimetrias positivas ou com menor probabilidade de saltos, isto é, de menor curtose.

Como última observação, ele chama a atenção para o fato de que a média e a dispersão dos retornos são quase sempre estimadas com base em dados históricos. Isto ocorre, por exemplo, quando se estudam os retornos das ações negociadas em bolsas de valores. Tal procedimento pressupõe que “as distribuições dos retornos passados são boas indicadoras das distribuições de retornos futuros”, o que nem sempre corresponde à realidade. Mudanças na Economia ou nas características individuais dos ativos analisados poderão afetar, de modo expressivo, a tendência e a variabilidade desses retornos.

II-3) Diversificação de Risco

Os investidores tomam suas decisões, levando em conta o binômio retorno-risco, de modo a maximizar, não, a rentabilidade em si, mas a sua utilidade esperada. Este princípio foi enunciado por MARKOWITZ (1952), ao propor o primeiro trabalho científico referente aos critérios de diversificação e seleção de investimentos, sob condições gerais de risco. Os conceitos básicos sobre a Teoria da Carteira, que procuraremos apresentar nesta seção e em grande parte deste trabalho, apoiam-se nos argumentos de Markowitz.

Pressupondo que os retornos possíveis de um investimento, em dado período, sujeitam-se a uma distribuição normal de probabilidades, ele definiu o domínio da função utilidade que orienta as decisões do investidor pelo espaço **média x desvio-padrão**. A sua utilidade esperada “ **$E(U)$** ” pode, então, ser assim definida:

$$E(U) = f[E(R); \sigma(R)]$$

Essa função descreve uma superfície genérica, na qual, para um dado nível de utilidade esperada, existem diferentes combinações possíveis de retorno e desvio-padrão. O conjunto de todas essas combinações é representado por uma curva de indiferença, denominada **isoutilidade (Fig. 2)**. Admite-se que as expectativas de retorno, ao longo dessa curva, aumentem, registrando **taxa marginal crescente** com a elevação do desvio-padrão. A convexidade da curva reflete o grau de aversão ao risco do investidor.

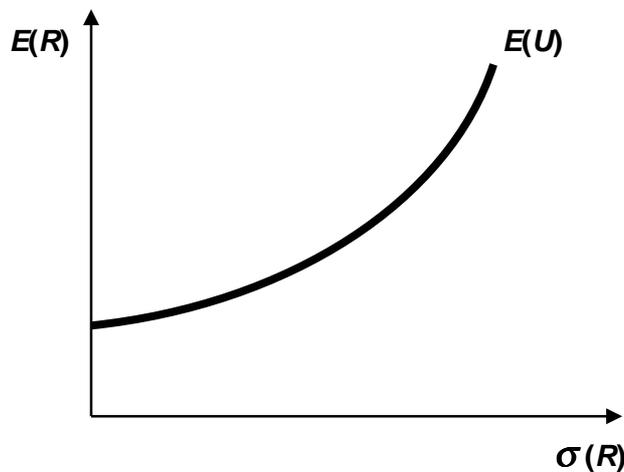


Fig. 2: Função de Utilidade Retorno-Risco.

A convexidade dessa curva pode ser demonstrada, definindo-se a utilidade esperada do investidor a partir da seguinte equação diferencial total:

$$dE(U) = \left[\frac{\partial E(U)}{\partial E(R)} \right] dE(R) + \left[\frac{\partial E(U)}{\partial \sigma(R)} \right] d\sigma(R)$$

onde, $\partial E(U)/\partial E(R)$ e $\partial E(U)/\partial \sigma(R)$ representam as utilidades marginais do retorno esperado e do risco (desvio-padrão), respectivamente. Como os pontos situados sobre a isoquanta se referem a situações de mesma utilidade esperada, temos que:

$$dE(U) = 0 \Rightarrow \left[\frac{\partial E(U)}{\partial E(R)} \right] dE(R) = - \left[\frac{\partial E(U)}{\partial \sigma(R)} \right] d\sigma(R) \Rightarrow \frac{dE(R)}{d\sigma(R)} = - \frac{\partial E(U) / \partial E(R)}{\partial E(U) / \partial \sigma(R)}$$

O fato da utilidade marginal da riqueza do investidor ser positiva e decrescente, em decorrência de sua aversão ao risco, implica uma taxa marginal de substituição positiva [$dE(R)/d\sigma(R) > 0$], uma vez que:

$$\frac{\partial E(U)}{\partial E(R)} > 0 \quad e \quad \frac{\partial E(U)}{\partial \sigma(R)} < 0$$

As preferências de um investidor são representadas no espaço **média x desvio-padrão** por um conjunto contínuo de curvas de indiferença, cujas características acabamos de descrever. Como se referem a combinações de retorno e risco de mesma utilidade, essas curvas não se interceptam. Na figura abaixo, exemplificamos o assim chamado mapa de indiferença do investidor, com apenas cinco dessas isoquantas.

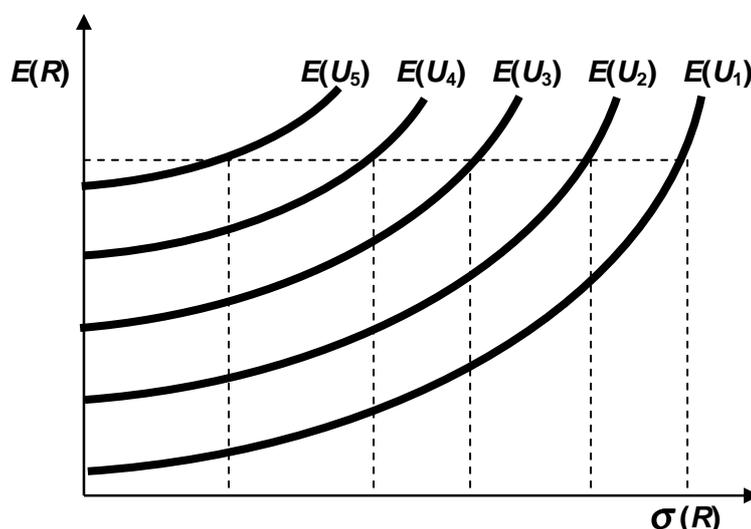


Fig. 3: Mapa de Indiferença Retorno-Risco.

Observamos que essas curvas, à medida que se afastam da origem em sentido ascendente, indicam níveis de utilidade esperada mais altos, pois, implicam maior retorno esperado para um mesmo nível de risco ou menor risco para um dado retorno esperado. Vemos, então, que: $E(U_1) < E(U_2) < E(U_3) < E(U_4) < E(U_5)$.

Com o objetivo de maximizar a sua riqueza, o investidor procura obter o maior retorno possível, em relação ao nível de risco assumido. Em outras palavras, ele prefere o nível de isoutilidade mais alto, a fim de maximizar o quociente “ $E(R)/\sigma(R)$ ”. Esta é a razão que o leva a diversificar o seu risco, constituindo **carteiras (portfólios)** de investimento. Uma diversificação eficiente será capaz de dar à carteira um risco menor do que a soma dos riscos individuais.

De acordo com as idéias de Markowitz, as taxas de retorno proporcionadas pelo investimento em ações de diferentes empresas, de um modo geral, não variam no mesmo sentido ou com a mesma intensidade. As oscilações de retorno dos títulos que integram uma carteira tendem a se compensar, permitindo a diluição do risco. O princípio da diversificação, portanto, reside na **covariância** (ou **correlação**) entre esses retornos. Quanto menor for a covariância, menor será o desvio-padrão da carteira.

No mundo real, não se encontram tipos de ações, cujos retornos tenham uma correlação perfeita e negativa. Se isto fosse possível, os investidores poderiam eliminar totalmente o risco, constituindo carteiras com esses ativos. Até mesmo situações em que essa correlação seja negativa, mas imperfeita, não são facilmente encontradas. BRIGHAN *et al* (2001) observam que “a maioria das ações é correlacionada positivamente, embora não perfeitamente”, devido ao fato de terem, em conjunto, o seu comportamento influenciado pelo desempenho da Economia. Conseqüentemente, ainda que sejam incluídos, numa carteira, papéis que contrariem a tendência dos demais, o risco dessa carteira não poderá ser completamente eliminado.

Via de regra, o risco de uma carteira tende a diminuir, à medida que nela se acrescentam novos ativos. Esse efeito da diversificação é ilustrado graficamente na figura 4. O eixo horizontal indica o tamanho de cada carteira, ou seja, o número de ativos que a compõem. O eixo vertical registra os respectivos níveis de risco, estimados pelos desvios-padrão dos seus retornos. Nesse gráfico, “ $\sigma(R_c)$ ” representa o desvio-padrão da carteira.

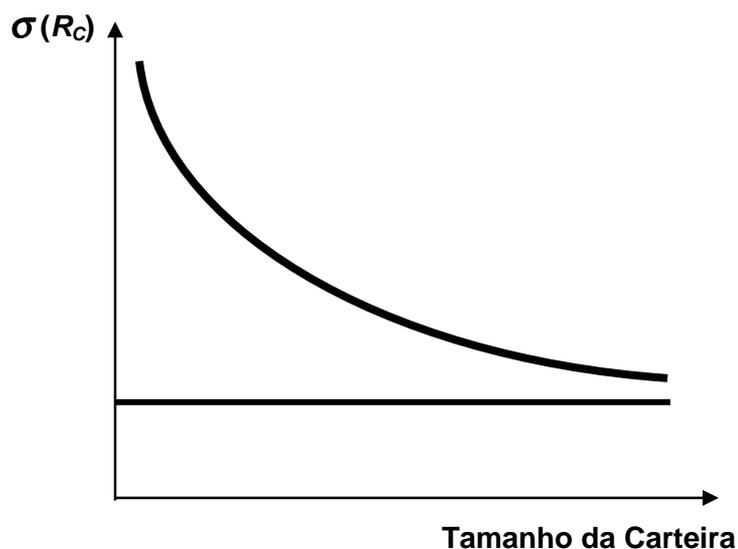


Fig. 4: Curva de diversificação do Risco.

A curva da Fig. 4 mostra que o risco da carteira declina com o acréscimo de novos títulos. Entretanto, esse benefício incremental se torna cada vez menor, à medida que a carteira se amplia, fazendo com que a queda do risco seja limitada por uma assíntota paralela ao eixo horizontal. Em outras palavras, no caso de se constituírem carteiras muito grandes, a diversificação passa a não ser significativa, devido aos fatores macroeconômicos que afetam os papéis em conjunto e simultaneamente.

O retorno de uma carteira é igual à média dos retornos dos ativos que a compõem, ponderada pelas proporções de capital investidas em cada um deles. Com o aumento do tamanho da carteira, os retornos esperados tenderão a diminuir linearmente. Entretanto, o mesmo não acontece com o desvio-padrão, que declina segundo uma taxa marginal cada vez menor. Assim sendo, conforme preconizado por Markowitz, existirá um tamanho ótimo para o qual a carteira alcançará a sua eficiência máxima. Neste ponto, ela será considerada **bem diversificada**.

Uma seleção cuidadosa dos ativos que deverão compor o *portfolio*, feita a partir da análise de diferentes setores econômicos, poderá contribuir para o aumento da eficiência do mesmo. Todavia, os estudos empíricos que procuram demonstrar o efeito da diversificação do investimento em ações, em função do tamanho da carteira, baseiam-se em amostras de ações selecionadas aleatoriamente.⁸

Identificamos, assim, dois componentes de risco num *portfolio*. O primeiro é o chamado **risco diversificável**. Ele decorre de eventos que afetam cada um dos ativos isoladamente, produzindo oscilações de retorno específicas desses ativos. Tais eventos são considerados aleatórios e o seu efeito pode ser neutralizado com a diversificação. O segundo componente decorre dos fatores que, como mencionado acima, afetam todos os ativos em conjunto e simultaneamente, não podendo, portanto, ser diversificado. Esse componente de risco está associado ao desempenho global da Economia e ao grau de desenvolvimento dos mercados. Por essa razão, ele é denominado **risco sistemático** ou **risco de mercado**.

⁸ COSENZA e TAVARES (2000) examinaram as oitenta ações de maior liquidez, negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo. Nesse estudo, foram constituídos grupos de carteiras compostas por ações escolhidas aleatoriamente, cada um deles contendo amostras de mesmo tamanho. Computando o desvio-padrão médio das carteiras de cada grupo, eles obtiveram as estimativas de risco dos diferentes grupos e a confirmação de sua tendência decrescente. Além disso, sugeriram o máximo de doze ações para uma carteira bem diversificada nesse mercado, isto é, a carteira de menor risco, em termos significativos.

Por outro lado, à medida que o tamanho de uma carteira se aproxima da **carteira de mercado**, o seu desvio-padrão tende a se igualar ao desvio-padrão daquela carteira. A carteira de mercado, segundo a definição de TOBIN (1958), é composta por todos os ativos de risco da Economia, mantidas as proporções de valor com que os mesmos são negociados. Portanto, teoricamente, ela oferece a maior diversificação possível e, desta forma, o seu desvio-padrão representa, apenas, risco sistemático ou não diversificável.

Os riscos específicos de uma empresa derivam da incerteza associada aos seus projetos, de mudanças inesperadas no seu ambiente setorial e mercadológico, das características de sua estrutura financeira e organizacional, além de vários outros fatores que interferem nos seus negócios, em caráter particular e eventual. Contudo, parte desses riscos pode ser eliminada pela própria empresa, quando esta diversifica a sua atividade.

Supondo-se uma carteira bem diversificada, na qual a participação relativa de cada ativo é pequena, a diluição dos riscos específicos é explicada por DAMODARAN (2002), utilizando dois argumentos. Em primeiro lugar, as oscilações de retorno individuais produzem um impacto muito reduzido na variabilidade dos retornos da carteira. Em segundo lugar, as variações positivas e negativas de retorno dos ativos se compensam. Desse modo, no caso de grandes carteiras de investimento, esses riscos tendem a se anular, não produzindo nenhum efeito sensível sobre o desvio-padrão da carteira.

Tendo-se em vista que uma parte do risco das ações pode ser eliminada através da diversificação, a atenção dos investidores deve concentrar-se no seu **risco sistemático**. Isto implica afirmar que o investidor deve preocupar-se com a **contribuição marginal** de cada ativo no risco total de sua carteira e não, com o risco total desses ativos, individualmente, uma vez que cada um deles é afetado, em maior ou menor grau, pelas tendências da Economia e pelas oscilações do mercado acionário. Dentre os fatores que, de um modo geral, influenciam fortemente o preço dos títulos, citamos as flutuações das taxas de juro e a sua estrutura a termo, as tendências da inflação, as preferências de risco dos investidores, as oportunidades de investimento internas e externas disponíveis e o nível de concentração do poder econômico.

As principais teorias que tratam da premiação do risco partem do princípio de que os investidores estão bem diversificados e, dessa forma, estimam o seu custo de oportunidade em função do risco sistemático do investimento. Essa pressuposição é assim justificada por DAMODARAN (2002):

“O risco em um investimento será sempre percebido como mais alto para um investidor não diversificado do que para um investidor diversificado, tendo-se em vista que o último não leva em consideração quaisquer riscos específicos de uma empresa, ao contrário do primeiro. Se ambos tiverem a mesma percepção das receitas futuras e dos fluxos de caixa de um ativo, o investidor diversificado estará disposto a pagar um preço mais alto por esse ativo, devido à sua percepção de risco. Consequentemente, o ativo, ao longo do tempo, se tornará propriedade de investidores diversificados”.

DAMODARAN (2002) reconhece que esse argumento é aplicável no caso das ações emitidas pelas empresas ou de outros ativos líquidos, de valor unitário pequeno, mas não se aplica muito bem aos investimentos de grande valor unitário e menos líquidos. Ressalta, porém, que os “benefícios da diversificação serão suficientemente fortes” se tais investimentos puderem ser fragmentados através da criação de títulos indiretos, como por exemplo, as quotas de fundos destinadas à captação dos recursos necessários ao seu financiamento. Desejamos estender esse raciocínio para o caso de uma carteira de projetos de uma empresa, cuja composição geralmente não atende às condições de diversificação que acabamos de mencionar. No atual estágio do capitalismo financeiro, o risco desses projetos será diversificado nas carteiras individuais dos acionistas da empresa.

Aceitando o risco sistemático como sendo o componente relevante de risco para um investidor bem diversificado, passaremos, agora, a discutir como ele pode ser mensurado, de maneira a objetivarmos a sua incorporação na determinação do custo do capital próprio de uma empresa. Trataremos, nas três próximas seções, de dois modelos amplamente discutidos na literatura financeira: o **Capital Asset Pricing Model (CAPM)** e o **Arbitrage Pricing Model (APM)**. Estes modelos, embora concordem com o argumento de que os investidores tomam suas decisões com base no risco sistemático das ações, divergem quanto à forma pela qual esse risco deve ser medido. Como ponto de partida dessa discussão, acreditamos ser importante mencionar as características gerais que, segundo DAMODARAN (2002), devem estar presentes num modelo de risco e retorno:

- A medida de risco deve ser universal, isto é, deve ser aplicável a todos os ativos de risco e não, apenas a um deles.
- O modelo deve estabelecer, claramente, os tipos de risco a serem recompensados ou não, bem como fornecer um fundamento lógico para esta distinção.

- A medida de risco deve ser padronizada, de modo a permitir que um investidor, ao analisar o risco de um investimento, possa compará-lo relativamente aos demais.
- A medida de risco deve ser traduzida num prêmio a ser incorporado na taxa de retorno exigida pelo investidor, como compensação pelo risco assumido.
- O modelo deve ser capaz de explicar não apenas os retornos passados, mas também os retornos futuros.

II-4) O Capital Asset Pricing Model (CAPM)

O **CAPM** se fundamenta em hipóteses básicas de MARKOWITZ (op. cit.) e de SHARPE (1964). Ele supõe a existência de mercados perfeitos e completos, conforme a sua conceituação clássica, o que implica admitir a total disponibilidade de informações para efeito de formação dos preços dos ativos e a inexistência de impostos e de quaisquer custos de transação e informação. Além disso, o modelo admite ainda que:

- os investidores assumem comportamento racional e, portanto, avesso ao risco;
- todos os investidores têm expectativas homogêneas de retorno, com base na inferência de distribuições normais idênticas e no mesmo horizonte temporal, no qual procuram maximizar a utilidade esperada de sua riqueza;
- os investimentos são plenamente divisíveis, o que possibilita a compra ou a venda de qualquer fração de ativos ou de carteiras;
- os indivíduos têm total flexibilidade para emprestar ou tomar emprestado qualquer volume de recursos, à mesma taxa de juros livre de riscos;
- o mercado de capitais se mantém em equilíbrio, devido à sua eficiência informacional.

Como foi discutido na seção anterior, a utilidade de um investidor é maximizada quando uma dada combinação de retorno e risco for preferível às demais. Em outras palavras, comparando carteiras com mesmo desvio padrão, o indivíduo racional escolherá aquela de maior retorno esperado, assim como, deparando-se com carteiras de mesmo retorno, optará pela que apresentar menor dispersão.

Por outro lado, dentre as inúmeras possibilidades de investimento com risco oferecidas no mercado de capitais, existe um conjunto de carteiras capazes de maximizar os retornos esperados, relativamente a cada nível de risco (ou minimizar o risco para cada expectativa de retorno). Essas carteiras são, portanto, eficientes, e o lugar geométrico dos pontos que as representam, no espaço média x desvio-padrão, é denominado **fronteira eficiente de investimentos com risco**. A forma gráfica dessa fronteira é mostrada a seguir:

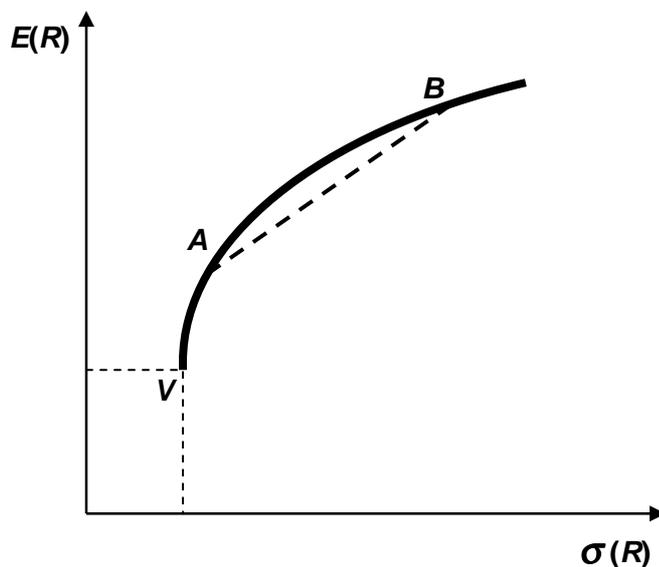


Fig. 5: Fronteira Eficiente de Investimentos com Risco.

A fronteira eficiente constitui-se na envoltória superior de todas as carteiras possíveis de serem obtidas com os ativos de risco disponíveis no mercado, independentemente das preferências individuais dos investidores. BRITO (1981) demonstra que essa curva é côncava e definida pelo ramo superior de uma hipérbole (com vértice no ponto “V”), exibindo, assim, retornos crescentes com o risco, porém, com taxa marginal decrescente. Entretanto, pode-se obter uma prova menos formal da concavidade dessa curva, através do seguinte raciocínio:

Considerando-se dois pontos quaisquer (**A** e **B**) pertencentes a essa fronteira eficiente (Fig. 5), cada um deles representando um ativo financeiro (título ou carteira), a combinação desses dois ativos resultará numa carteira situada sobre ou acima do segmento de reta (**AB**) que une esses dois pontos. De fato, se os retornos possíveis desses dois ativos forem perfeita e positivamente correlacionados, as combinações desses títulos se localizarão sobre esse segmento de reta, desde que, tanto os retornos como os desvios-padrão estejam linearmente relacionadas com as proporções investidas em cada ativo. Se, no entanto, esses retornos não forem perfeitamente correlacionados, como seria de se esperar, qualquer carteira formada pela combinação desses pontos terá menor risco, comparativamente aos ativos individuais. Essa carteira, portanto, se localizará acima daquele segmento e abaixo ou, no máximo, sobre a curva. Do contrário, esta não seria uma fronteira eficiente.

Desejando maximizar a sua riqueza e baseando-se, apenas, em oportunidades de investimento com risco, um investidor procuraria constituir a sua carteira dentre aquelas localizadas ao longo da fronteira eficiente, buscando a alternativa que fosse tangente à sua curva de isoutilidade mais elevada. Como há somente uma única carteira naquela fronteira, capaz de satisfazer tal condição, esta seria a **carteira ótima** na qual ele decidiria investir. Tal carteira é representada pelo ponto “**Q**” da figura 6. Este argumento consta das formulações de Markowitz e, através dele, confirmamos a superioridade de uma carteira, em relação aos títulos individuais, bem como a necessidade de se reconsiderar a relevância do risco associado a esses ativos.

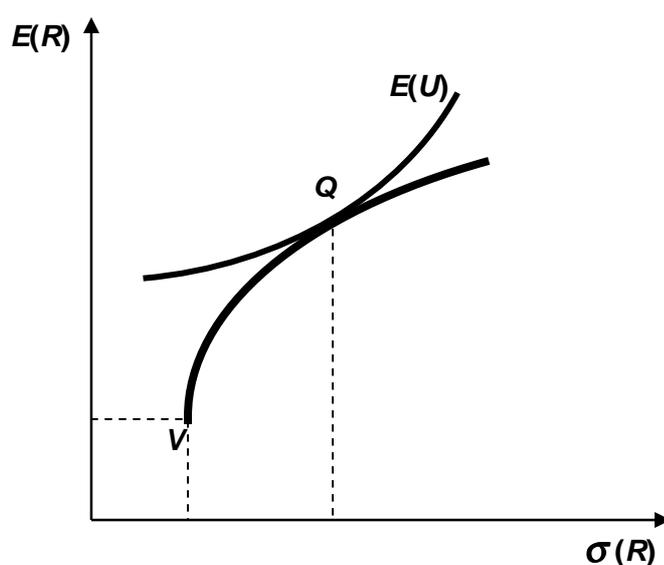


Fig. 6: Carteira Ótima.

A primeira contribuição de SHARPE (1964) para o CAPM foi a de introduzir um ativo **livre de risco** entre as opções de investimento, o que veio a modificar a fronteira eficiente para os investidores. O ativo livre de risco, por definição, tem **retorno certo** e, portanto, **desvio-padrão nulo**. Esse retorno é igual à taxa pura de juros e corresponde a taxa real de crescimento da Economia, a longo prazo. De uma forma geral, acredita-se que os títulos de renda fixa emitidos pelo Governo Federal constituem o melhor exemplo dessa modalidade de ativo, por contarem com maior confiança do público.

A covariância entre o retorno proporcionado por um ativo sem risco e os retornos de qualquer outro, com risco, é **nula**. Desse modo, qualquer carteira (**C**) constituída por um ativo de renda fixa (livre de risco) e por um ativo de risco (**M**) terá o seu retorno esperado e o respectivo desvio-padrão definidos por combinações lineares. Isto significa que será possível relacionar diferentes proporções desses dois ativos através de uma linha reta. Essa reta representará, assim, um novo conjunto de carteiras, cujos parâmetros de retorno e risco são determinados pelas seguintes equações:

$$E(R_C) = w_F \cdot R_F + w_M \cdot E(R_M)$$

$$\sigma(R_C) = w_M \cdot \sigma(R_M)$$

onde, $E(R_C)$ e $E(R_M)$ representam os retornos esperados da carteira “**C**” e do ativo “**M**”, respectivamente, e R_F , o retorno livre de risco;

$\sigma(R_C)$ e $\sigma(R_M)$ representam os desvios-padrão da carteira “**C**” e do ativo “**M**”;

w_F e w_M representam as proporções de capital aplicadas no ativo de renda fixa e no ativo “**M**”, respectivamente, sendo $w_F + w_M = 1$.

O ativo (**M**), para qualquer investidor racional, deverá estar entre as carteiras situadas na fronteira eficiente com risco. Além disso, ele deverá ser identificado pelo ponto de tangência daquela curva com a reta representativa de todas as suas combinações possíveis com o ativo livre de risco, conforme mostrado na figura 7. Isto porque, essa reta representa um conjunto de oportunidades que maximizam a utilidade esperada de todos os investidores.

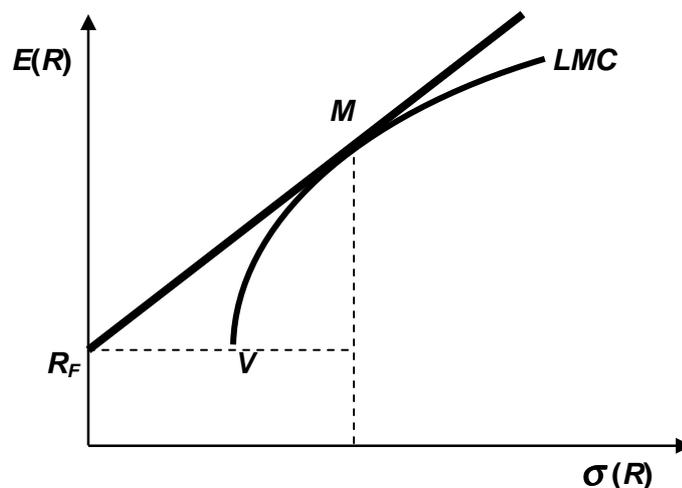


Fig. 7: Linha de Mercado de Capitais.

A identificação desse ativo de risco (**M**) pode ser feita utilizando-se a **razão recompensa-variabilidade** (SHARPE, 1970), definida pelo quociente entre o prêmio de risco do ativo e o desvio-padrão dos seus retornos possíveis, sendo o prêmio de risco expresso pela diferença entre o retorno esperado de "**M**" e o retorno livre de risco (**R_F**):

$$R/V = \frac{[E(R_M) - R_F]}{\sigma(R_M)}$$

A razão recompensa-variabilidade (**R/V**) mede o prêmio de risco exigido pelos investidores, por unidade de risco incorrido. Essa razão é igual à declividade da reta representada na figura 7. Devido à concavidade da fronteira eficiente com risco, o ponto representativo da carteira "**M**" é o único capaz de maximizar essa relação.

A carteira "**M**", além de eficiente, é ótima, uma vez que nenhuma outra, ao longo da fronteira com risco, proporciona uma combinação com o ativo livre de risco que permita aumentar a utilidade esperada do investidor. Por outro lado, como argumenta BRITO (1981), a homogeneidade das expectativas dos investidores, uma das hipóteses que sustentam o CAPM, implica que todos eles selecionariam a mesma carteira com risco. Isto significa que essa carteira é a de **mercado**, ou seja, a carteira composta por todos os títulos com risco da Economia, na proporção de seus valores de mercado ⁹, conforme foi definida na seção II-3.

⁹ Na prática, os retornos da carteira de mercado são determinados por um índice definido pela média ponderada dos retornos das ações de maior liquidez na Economia, onde os pesos são dados pelos respectivos valores relativos, a preço de mercado (SHARPE, 1970).

Observamos ainda, na figura 7, que a introdução do ativo sem risco no universo de alternativas de investimento disponíveis para os agentes econômicos modifica a fronteira eficiente. A fronteira, agora, passa a ser caracterizada pela linha reta representativa de todas as carteiras possíveis, resultantes da combinação desse ativo com a **carteira de mercado**. As carteiras situadas sobre essa linha reta permitem aos investidores obter retornos mais elevados, para os mesmos níveis de risco que seriam assumidos na ausência da alternativa livre de risco (excetuando-se o caso particular do investimento na carteira **M**). Tais carteiras, portanto, representam novas oportunidades para os investidores, sem que haja nenhuma restrição às anteriormente existentes.

A nova fronteira eficiente estabelece as condições de equilíbrio geral entre risco e retorno no mercado de capitais, sendo, por isto, denominada por SHARPE (1964), **Capital Market Line (CML)** ou **Linha de Mercado de Capitais (LMC)**. O retorno esperado de qualquer carteira pertencente a essa linha é definido pela seguinte equação:

$$E(R_C) = R_F + \frac{[E(R_M) - R_F]}{\sigma(R_M)} \cdot \sigma(R_C)$$

O coeficiente linear da LMC é igual à taxa de retorno livre de risco e o seu coeficiente angular, igual à razão recompensa-variabilidade da carteira de mercado. Esta razão corresponde ao **preço do risco**, uma vez que é obtida pelo quociente entre o prêmio de risco e o desvio-padrão do mercado. Assim sendo, a taxa de retorno esperada de uma carteira eficiente é igual à taxa livre de risco, acrescida do prêmio de risco correspondente, isto é, do produto entre o preço do risco e o desvio-padrão da mesma. Considerando-se que uma carteira eficiente será sempre bem diversificada, ela não conterá nenhum componente de risco não sistemático. Portanto, o desvio-padrão dessa carteira representará o seu risco sistemático ou risco de mercado.

Os investidores têm, assim, total flexibilidade para adaptar suas preferências de retorno-risco, ao buscarem constituir suas carteiras ao longo da LMC. Esta afirmativa baseia-se em três pressuposições implícitas nessa linha:

- Existe um ativo sem risco, capaz de proporcionar um retorno certo e constante para um dado período de tempo.
- A carteira de mercado (**M**) é idêntica para todos os investidores.

- Os investidores têm total liberdade para aplicar seus recursos ou contrair empréstimos à mesma taxa de juros proporcionada pelo ativo sem risco, com o objetivo de maximizar a sua utilidade esperada.

Uma vez definida a LMC, cabe ao indivíduo a decisão quanto à distribuição de sua riqueza. Ele poderá aplicar a totalidade dos seus recursos no ativo sem risco, na carteira de mercado, ou ainda, numa proporção qualquer desses dois investimentos. Se quiser ir mais além, assumindo níveis de risco mais altos, poderá captar empréstimos, à taxa livre de risco, para investir na referida carteira de mercado. As carteiras resultantes desta alavancagem são representadas pelos pontos situados acima da carteira “*M*”, na LMC (fig 7). Desejamos ressaltar que, na ausência do ativo livre de risco, os investidores estariam em situação inferior, pois iriam atingir níveis de utilidade menores do que os conseguidos através da LMC.

Tais decisões, no entanto, independem da combinação ótima de ativos com risco, definida pela carteira de mercado. Inicialmente, o indivíduo decide investir nessa carteira. Em seguida, ele toma, em separado, uma decisão de financiamento. Aplicando ou captando recursos a taxa livre de risco, buscará um ponto da LMC capaz de atender as suas preferências de retorno-risco, de acordo com sua função de utilidade. Este raciocínio corresponde ao Teorema da Separação, no âmbito da Teoria de Mercado de Capitais, tendo sido originalmente desenvolvido por TOBIN (1958).

Como foi discutido na seção II-3, a componente relevante de risco para um investidor é a sistemática, admitindo-se que ele desejará estar sempre bem diversificado. As carteiras localizadas sobre a LMC contém apenas essa componente de risco, de modo que, mantendo posições ao longo dessa linha, o investidor poderá formar expectativas de rentabilidade com base no desvio-padrão daquelas carteiras. Entretanto, a equação da LMC não é aplicável aos títulos individuais, dentre os quais se enquadram as ações de uma empresa. Esses títulos são ativos ineficientes, uma vez que parte de seu risco é diversificável. Por essa razão, o desvio-padrão dos retornos não se constitui numa medida adequada do risco das ações, quando se tem em vista a sua avaliação.

II-4-1) A medida do Risco Sistemático no CAPM

Com o objetivo de obter uma relação que estabelecesse o equilíbrio entre o retorno e o risco de um título específico, SHARPE (1970) sugeriu a substituição das covariâncias entre os títulos, componentes básicas do modelo de Markowitz, pela covariância de cada título com a carteira de mercado, valendo-se de dois argumentos: (a) Se os retornos dos títulos individuais são variáveis aleatórias, a covariância entre eles é nula. (b) A performance dos retornos da grande maioria das ações é fortemente correlacionada com o desempenho do mercado, devido à influência das tendências da Economia sobre esses títulos (admitida a hipótese de mercado eficiente). Além disso, para obter uma medida de risco padronizada, ele relacionou essa covariância com a variância dos retornos do mercado, já que: $COV(R_M, R_M) = \sigma^2(R_M)$.

O parâmetro de risco assim sugerido reflete apenas a contribuição de um título para o risco da carteira de mercado. Esse parâmetro traduz o risco relevante do investimento nesse título, isto é, o seu risco sistemático. Como nos interessa tratar dos títulos representativos do capital próprio de uma empresa, passaremos a representá-los pela letra “**P**”. Assim sendo, partindo da covariância entre os retornos de uma ação e os retornos do mercado [$COV(R_P, R_M)$], podemos definir o risco sistemático desse título pelo seguinte coeficiente:

$$\beta_P = \frac{COV(R_P, R_M)}{\sigma^2(R_M)}$$

onde, β_P = coeficiente de risco sistemático do título “**P**”;

R_P = retornos do título “**P**”;

R_M = retornos da carteira de mercado (**M**).

O coeficiente “ β_P ”, no CAPM, mede a sensibilidade ou volatilidade dos retornos de um título, em relação às oscilações de um índice de mercado. Um ativo, cujos preços se movessem em perfeita sintonia com esse índice, teria um coeficiente igual à unidade. Este, portanto, é o β médio, o qual é associado à carteira de mercado ($\beta_M = 1$). Como no universo de títulos negociados no mercado, uns oscilam mais e outros menos do que o referido índice, os seus coeficientes de volatilidade serão maiores ou menores do que a unidade, respectivamente.

A covariância entre os retornos do título e do mercado pode ser substituída pela expressão: $\sigma(R_p) \cdot \sigma(R_M) \cdot \rho(R_p, R_M)$, onde $\sigma(R_p)$ representa retornos do título “P”, $\sigma(R_M)$, os retornos da carteira de mercado (M), e $\rho(R_p, R_M)$, o coeficiente de correlação entre os retornos do título e do mercado. Desse modo, o coeficiente beta pode ser assim redefinido:

$$\beta_p = \frac{\sigma(R_p)}{\sigma(R_M)} \rho(R_p, R_M)$$

Considera-se que essa medida de risco é apropriada para a avaliação do capital próprio de uma empresa, por ter caráter universal (pode ser utilizado para todas as ações negociadas no mercado) e não se sujeitar à subjetividade do investidor. O principal argumento favorável à utilização desse parâmetro, porém, diz respeito ao fato de ele não conter a componente de risco não correlacionada com o mercado. De fato, parte da variabilidade associada à rentabilidade das ações da empresa se deve à natureza de seus projetos e de sua estrutura financeira, além de outros fatores intrínsecos à sua atividade. Num mercado eficiente, essa parcela de risco é diversificada nas carteiras dos investidores, interessando a estes apenas a parcela não diversificável, correlacionada com a variabilidade do mercado e, portanto, com o ritmo da atividade global da Economia.

O retorno esperado de um título, em condições de equilíbrio, é linearmente relacionado ao seu coeficiente de risco sistemático, de acordo com SHARPE (1970). Esta afirmativa nos remete, novamente, à LMC, sobre a qual se situam os investimentos eficientes. Conforme foi discutido, a construção dessa linha se fundamenta num ativo sem risco e na carteira de mercado. A inclusão do ativo sem risco se faz necessária, uma vez que é sempre importante comparar o retorno esperado de qualquer investimento que contenha risco com o retorno certo proporcionado por aquele ativo. Essa comparação é feita medindo-se a diferença entre esses dois retornos, a qual, em condições de equilíbrio, representa o prêmio de risco do investimento. Por outro lado, a carteira de mercado deve, também, ser considerada, por oferecer a maior diversificação possível, contendo apenas risco não diversificável. Assim sendo, o coeficiente de risco sistemático de um título “P” pode ser definido por uma relação constante entre os prêmios de risco desse título e o do mercado (M):

$$\beta_P = \frac{E(R_P) - R_F}{E(R_M) - R_F}$$

onde, $E(R_P) - R_F$ = prêmio de risco do título “P”;

$E(R_M) - R_F$ = prêmio de risco da carteira de mercado.

A demonstração formal desta proposição é encontrada em SHARPE (1970). Tentaremos aqui reproduzi-la utilizando notação própria, mas preservando os seus aspectos essenciais.

Supondo-se uma combinação “Z” entre o título “P” e a carteira de mercado “M”, em proporções relativas ao seu valor total, dadas por “w” e “1 – w”, respectivamente, o retorno esperado e o risco dessa carteira serão determinados pelas seguintes equações:

$$E(R_Z) = w.E(R_P) + (1 - w)E(R_M)$$

$$\sigma(R_Z) = [w^2.\sigma^2(R_P) + (1 - w)^2.\sigma^2(R_M) + 2w(1 - w).COV(R_P, R_M)]^{1/2}$$

A taxa marginal de retorno em “M” deverá ser igual à razão recompensa-variabilidade do mercado, de modo a satisfazer a condição de tangência da LMC à fronteira eficiente de investimentos com risco, ou seja:

$$\frac{\partial E(R_Z)}{\partial \sigma(R_Z)} = \frac{E(R_M) - R_F}{\sigma(R_M)}$$

Derivando-se as expressões do retorno esperado e do desvio-padrão da carteira “Z”, em relação a “w”, temos:

$$\frac{\partial E(R_Z)}{\partial w} = E(R_P) - E(R_M)$$

$$\frac{\partial \sigma(R_Z)}{\partial w} = \frac{w.\sigma^2(R_P) - (1 - w).\sigma^2(R_M) + (1 - 2w).COV(R_P, R_M)}{\sigma(R_Z)}$$

No ponto “ M ”, para o qual, $w = 0$ e $\sigma(R_Z) = \sigma(R_M)$, obtemos:

$$\left. \frac{\partial E(R_Z)}{\partial \sigma(R_Z)} \right|_{w=0} = \frac{[E(R_P) - E(R_M)] \cdot \sigma(R_M)}{[COV(R_P, R_M) - \sigma^2(R_M)]}$$

Igualando-se esta última expressão à razão recompensa-variabilidade do mercado, chega-se, após algumas operações algébricas, à relação desejada:

$$\frac{E(R_P) - R_F}{E(R_M) - R_F} = \frac{COV(R_P, R_M)}{\sigma^2(R_M)} = \beta_P$$

II-4-2) A Linha Característica de um Título

A equação que acabamos de demonstrar relaciona os prêmios de risco de um título individual e da carteira de mercado, através do fator de risco sistemático do título. Ela nos permite obter a chamada **Linha Característica do Título**, que é definida pela seguinte equação:

$$E(R_P) - R_F = \beta_P \cdot [E(R_M) - R_F]$$

Cabe ressaltar, entretanto, que essa equação se refere a condições de equilíbrio do mercado. Para melhor compreensão do seu significado, convém lembrarmos que o título individual contém risco diversificável, ao contrário da carteira de mercado, cujo risco é apenas o sistemático. A discussão que faremos nesta seção apóia-se, basicamente, em artigo de SHARPE e BRITO (1981). Interpretando os argumentos destes autores, podemos redefinir a expectativa de **retorno excedente** do título, em relação ao retorno certo, acrescentando ao segundo membro da equação acima dois termos: um parâmetro linear “ α_p ” e uma variável aleatória “ ϵ_p ”, que representa o risco diversificável do título.

$$E(R_P) - R_F = \alpha_P + \beta_P \cdot [E(R_M) - R_F] + \epsilon_P$$

A variável aleatória “ ϵ_p ” reflete a opinião dos investidores, “acerca de todos os fatores incertos que podem influenciar o retorno do título, além da influência do mercado”. Ela está sujeita a uma distribuição normal de probabilidades. De acordo com a Teoria Econométrica, essa variável tem média **zero**, pois, do contrário, essa média implicaria um termo constante a ser acrescentado ao parâmetro linear da reta. Por conseguinte, tal variável pode ser desconsiderada, já que a sua dispersão constitui risco diversificável.

O parâmetro “ α_p ”, por sua vez, representa o retorno excedente do título que seria eventualmente esperado por um investidor, numa situação em que a expectativa do retorno excedente (prêmio de risco) do mercado fosse igual a **zero**. Em tal situação, o título estaria subvalorizado ($\alpha_p > 0$) ou supervalorizado ($\alpha_p < 0$), posto que o seu retorno esperado seria maior ou menor do que o do mercado, respectivamente. Devemos observar, entretanto, que, em mercados eficientes, essa distorção seria rapidamente eliminada pelo processo de arbitragem dos preços.

A justificativa para essa conclusão é simples. Se o prêmio de risco da carteira de mercado fosse nulo, a expectativa de retorno dessa carteira seria igual ao retorno proporcionado por um ativo livre de risco. Em tal situação, um título que apresentasse uma expectativa de retorno excedente positiva estaria oferecendo ao investidor uma perspectiva de ganho adicional sobre o retorno livre de risco. Este ganho estaria associado a fatores de risco diversificável. Como, no entanto, admitimos que esse componente de risco é desconsiderado pelos investidores, o preço do título aumentaria, de modo a neutralizar o referido ganho. O mesmo raciocínio poderia ser aplicado, em sentido inverso, no caso em que o título apresentasse expectativa de retorno excedente negativa, quando a do mercado fosse igual a **zero**.

A hipótese de mercado eficiente, portanto, nos leva a concluir que, em condições de equilíbrio, o parâmetro linear da reta ora analisada, como a variável aleatória “ ϵ_p ”, tem expectativa nula, isto é: $E(\alpha_p) = 0$ e $E(\epsilon_p) = 0$. Isto nos faz retornar à equação com a qual definimos a Linha Característica de um Título. Ela consagra o parâmetro “ β_p ” como medida relevante do risco dos títulos, quando estes são considerados isoladamente. Desse modo, cada uma das ações negociadas no mercado de capitais poderá ser analisada através da sua linha característica, conforme se observa no gráfico da figura 8. Nesse gráfico, os prêmios de risco da carteira de mercado estão representados no eixo horizontal e os do título, no eixo vertical.

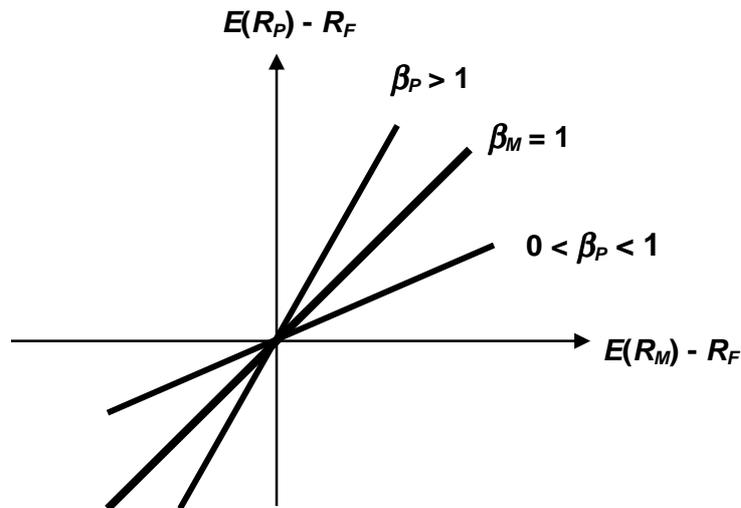


Fig. 8: Linha Característica do Título.

O “ β_P ” é o parâmetro angular da Linha Característica de um Título, isto é, a sua tangente trigonométrica. Conforme foi visto, ele mede a sensibilidade com que os retornos do título reagem às oscilações do retorno do mercado. Assim sendo, $\beta_P = 1$ indica que uma variação da expectativa de retorno excedente do mercado acarretará efeito, no mesmo sentido e na mesma proporção, sobre a expectativa de retorno excedente do título. Esse investimento tem risco sistemático igual ao do mercado. Os títulos com $\beta_P > 1$ indicam oportunidades de investimento **agressivas** e os com $\beta_P < 1$, oportunidades **defensivas**. Dentre estas últimas, evidentemente, existe a possibilidade de serem encontrados ativos que apresentem $\beta_P \leq 0$.

Ativos com $\beta_P = 0$ indicam que os seus retornos são totalmente independentes dos retornos do mercado, isto é, não se correlacionam com estes retornos. Por conseguinte, não afetam o risco do *portfolio* dos investidores. Finalmente, ativos com $\beta_P < 0$ sinalizam variações no retorno do ativo em sentido oposto ao movimento do índice de mercado.¹⁰

II-4-3) Estimação do Risco Sistemático no CAPM

Segundo BRITO (1981), o coeficiente "β" pode ser estimado, na prática, pelo coeficiente angular da reta ajustada, utilizando-se os dados históricos dos retornos do título e da carteira de mercado. Com base na suposição de mercado eficiente, o modelo em pauta define a taxa de retorno de um determinado título, como função linear do retorno do mercado, e de fatores aleatórios, específicos desse título. Aliás, é sob esta hipótese, que Sharpe apresenta seu argumento de diversificação, com base em amostras randômicas de ativos, conforme apresentado anteriormente. Como tal, o retorno do título pode ser expresso por um modelo de regressão linear simples.

$$E(R_p) = a + b.E(R_M) + \varepsilon_p$$

Nesse modelo, "ε_p" é um resíduo com características de ruído branco (esperança matemática e autocorrelação serial nulas), não registrando nenhuma correlação com os retornos do Mercado. Como pode ser facilmente demonstrado, o parâmetro "b" nada mais representa, do que o risco sistemático do título:

$$COV(R_p, R_M) = COV\{[a + b.E(R_M) + \varepsilon_p], R_M\}$$

$$COV(a, R_M) = 0 \quad e \quad COV(\varepsilon_p, R_M) = 0$$

$$COV(R_p, R_M) = b.\sigma^2(R_M)$$

$$b = \frac{COV(R_j, R_m)}{\sigma^2(R_M)} = \beta_j$$

Por outro lado, analisando-se a variância do retorno do título, através do modelo acima, tem-se:

$$\sigma^2(R_p) = b^2\sigma^2(R_M) + \sigma^2(\varepsilon_p)$$

¹⁰ Segundo ROSS *et al.* (2002), as evidências empíricas mostram que praticamente não existem ações com betas negativos. Contudo, esses títulos, se existirem, constituem instrumentos de cobertura de riscos.

O termo $\beta^2 \cdot (2(RM))$ refere-se à componente de risco explicada pelo mercado, ou seja, o risco sistemático. Já, o termo $(2((p))$ se deve a fatores aleatórios, representando a componente diversificável e, portanto, irrelevante.

II-4-4) Linha de Mercado do Título

Sem dúvida alguma, a maior contribuição do CAPM, para os nossos propósitos, está em possibilitar a estimativa dos retornos demandados sobre os investimentos individuais, em função do seu risco sistemático. Essa relação é dada pela chamada **Linha de Mercado do Título (LMT)**, derivada de sua linha característica:

$$E(R_p) = R_F + [E(R_M) - R_F] \cdot \beta_p$$

Observa-se que a **LMT**, da mesma forma que a **LMC**, parte do retorno (R_F) proporcionado por um ativo livre de risco. Como este retorno não se correlaciona com os da carteira de mercado, podemos dizer que o risco sistemático do referido ativo é nulo ($\beta_p = 0$). A segunda parcela dessa expectativa de retorno corresponde ao prêmio de risco do título. Este prêmio é definido pelo produto entre o prêmio de risco do mercado, definido pela declividade da LMT [$E(R_M) - R_F$], e o coeficiente de risco sistemático desse título (β_p). Com esta nova medida de risco, aquele prêmio de mercado passa a representar o **preço do risco**. Esse ajustamento retorno-risco é representado na figura 9.

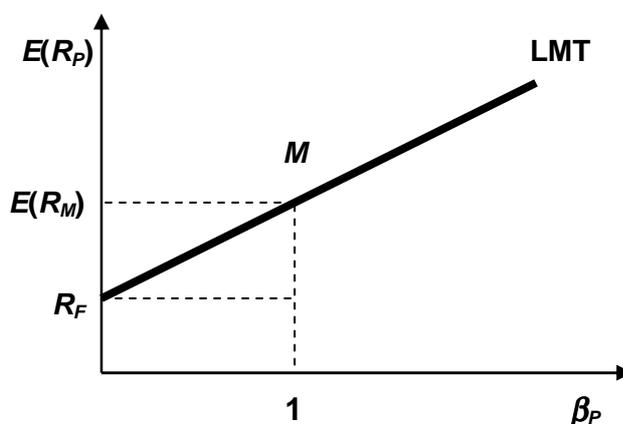


Fig. 9: Linha de Mercado do Título.

DAMODARAN (2002) nos lembra que o ativo livre de risco não deve conter risco de inadimplência, recomendando que ele deve ser escolhido entre os títulos emitidos pelo Governo. Além disso, o título escolhido “não deve implicar a ocorrência de fluxos de caixa intermediários”. Neste sentido ele sugere a utilização de títulos de cupon **zero**.

O preço do risco, dado pela declividade da LMT, reflete a taxa de aversão ao risco, por parte dos investidores. Quanto maior for essa declividade, maior será a inclinação dessa reta. Isto se deve à aversão ao risco dos investidores e ao tamanho da carteira de mercado. O preço do risco, portanto, é afetado pelas mudanças de tendência da Economia e pelas características das empresas negociadas. Quanto mais sólidas forem estas empresas, menor será o preço do risco.

II-5) Arbitrage Pricing Model (APM)

O **Modelo de Precificação por Arbitragem (APM)** foi sugerido por ROSS (1976), como alternativa ao CAPM, para a mensuração e premiação do risco. O APM, da mesma forma que o CAPM, prevê uma relação positiva entre **retorno esperado** e **risco**. Entretanto, pressupõe que os retornos dos títulos são gerados por uma série de fatores setoriais e gerais de mercado, podendo, inclusive, existir correlação entre os retornos de dois títulos quando estes são influenciados pelos mesmos fatores. O CAPM não nega a existência de correlação entre os títulos, mas também não explica as causas dessa correlação, ao contrário do APM, que tenta relacionar as variáveis de risco, de modo a explicitar os seus efeitos sobre os retornos dos títulos.

O APM considera o retorno de um investimento em função de três componentes: a primeira é representada pela expectativa do investidor, decorrente das informações por ele antecipadas, a segunda decorre do risco sistemático e a terceira é associada ao risco diversificável ou não sistemático. Esse retorno pode, então, ser expresso pela seguinte equação:

$$R = E(R) + m + \varepsilon$$

onde “**m**” é o componente de mercado referente ao risco inesperado e “**ε**” é o componente específico da empresa. Esta separação é semelhante à distinção entre o risco específico da empresa e o risco de mercado, preconizada pelo CAPM.

O APM não deixa de considerar a sensibilidade dos retornos dos títulos em relação à da carteira de mercado. Entretanto, inclui outros fatores de risco sistemático. Ou seja, os dois modelos distinguem o risco sistemático do risco específico da empresa, mas divergem quanto à mensuração do risco de mercado.

ROSS *et al.*, (2002) argumentam que “o fato de as componentes de risco não sistemático de duas empresas não se correlacionarem, não significa que as suas componentes sistemáticas também não se correlacionem. Se essas empresas forem influenciadas pelos mesmos riscos sistemáticos, estes riscos e, portanto os retornos das ações das duas empresas, tenderão a se correlacionar”.

O APM se baseia nos fundamentos econômicos para identificar fontes múltiplas do risco de mercado, tais como mudanças inesperadas no produto interno bruto, nas taxas de inflação e nas taxas de juros. O risco sistemático pode ser decomposto em função desses fatores. Desta forma, ele procura medir a sensibilidade dos investimentos a estas mudanças, através de fatores **beta**:

$$R = E(R) + \sum_{j=1}^n \beta_j F_j + \varepsilon$$

onde: β_j = sensibilidade do investimento a mudanças esperadas do fator “j”;

F_j = mudanças esperadas do fator “j”.

A magnitude do beta descreve a intensidade do impacto de um risco sistemático sobre os retornos de uma ação. Um beta igual à unidade indica que a taxa de retorno da ação sobe e desce na mesma proporção do fator sistemático. Da mesma forma, betas superiores ou inferiores à unidade indicarão que esse fator afetará aquele retorno em maior ou menor grau, respectivamente. O modelo ora comentado é também chamado **modelo fatorial** e as fontes de risco sistemático, designadas por “ F_j ” são os fatores.

Ao discutirmos a diversificação de risco, ressaltamos que ela elimina o risco específico de uma empresa. O APM parte do mesmo princípio, mas considera que o retorno de uma carteira de investimentos pode não ter apenas um componente de risco específico, associado a uma empresa.

De acordo com DAMODARAN (2002) o fato do beta de uma carteira de investimentos ser igual à média ponderada dos betas dos ativos da carteira, somado à ausência de arbitragem, implica que os retornos esperados devem ser linearmente relacionados a betas. Seguindo esse raciocínio, ele conclui que o retorno de uma carteira de investimentos deve ser uma função linear de betas ou, então, haverá uma oportunidade para arbitragem. Este argumento pode ser estendido a fatores múltiplos, com os mesmos resultados. Portanto o retorno esperado sobre um ativo pode ser definido pela relação:

$$E(R) = R_F + \sum_{j=1}^n [E(R_j) - R_F] \beta_j$$

onde: R_F = retorno esperado de uma carteira com **beta-zero**;

$E(R_j)$ = retorno esperado sobre uma carteira de investimento com um fator beta de 1 para o fator “j”, e **zero** para todos os outros fatores.

ROSS *at al.* (2002) afirmam que uma das vantagens do APM reside na sua capacidade de lidar com diversos fatores. O modelo adiciona fatores até eliminar todo risco específico de um título. Entretanto, ele necessita levar em conta a influência de muitos fatores gerais e setoriais, para que o risco específico de um título passe a ter correlação nula com os riscos específicos dos demais títulos. A equação acima mostra que o retorno esperado do título depende dos betas dos títulos dos diversos fatores. Como o mercado remunera risco, as diferenças $[E(R_j) - R_F]$ serão positivas no caso normal.¹¹

O conceito inerente a essa equação é simples. Cada fator representa o risco que não pode ser eliminado através da diversificação. Quanto mais elevado for o beta do título em relação a um dado fator, maior será o risco desse título. Num mundo racional, o retorno esperado do título deverá compensar esse risco. Esta última equação, portanto, diz que o retorno esperado é igual à soma da taxa livre de risco com a compensação por tipo de risco que o título possui. Observamos que o CAPM pode ser considerado como um caso especial do APM, no qual há apenas um fator econômico orientando todos os retornos de mercado, sendo a carteira de mercado o fator:

$$E(R) = R_F + [E(R_m) - R_F] \beta$$

¹¹ Esta diferença poderia ser negativa no caso em que o fator “j” fosse visto como um fator de proteção contra riscos.

Devido aos diversos fatores presentes na estrutura do APM, esse modelo permite medir retornos esperados mais precisamente do que no CAPM. Entretanto, devemos reconhecer que não é fácil determinar quais são os fatores mais apropriados. O modelo de precificação por arbitragem exige estimativas de cada um dos fatores beta e dos fatores de prêmios de risco, adicionando-os à taxa livre de risco.

DAMODARAN (2002) salienta que, na prática, essas estimativas podem ser feitas com base em dados históricos de retornos dos ativos, através de uma análise fatorial. Intuitivamente, examinam-se os dados históricos em busca de padrões comuns que afetam grupos amplos de ativos (ao invés de apenas um setor ou uns poucos ativos). Elas proporcionam duas medidas conclusivas: (a) Especifica o número de fatores comuns que afetam os dados históricos nos quais se baseou. (b) Mede o beta de cada investimento, relativamente a cada um dos fatores comuns, e fornece uma estimativa do prêmio efetivo de risco ganho por cada fator.

Prosseguindo em sua argumentação, Damodaran assinala que a análise fatorial “não identifica os fatores em termos econômicos. Ele cita uma variante desse modelo que consiste em substituir os fatores estatísticos não identificados por fatores econômicos específicos, de forma a permitir que o mesmo se torne intuitivo e, ao mesmo tempo, mantenha grande parte da força do APM.

Os modelos de análise fatorial geralmente não se baseiam num fundamento lógico econômico mais amplo. Eles se caracterizam por serem orientados por dados. Uma vez identificado o número de fatores no APM, pode-se analisar o comportamento dos fatores ao longo do tempo, partindo-se destes dados. Os fatores podem então ser comparados ao desempenho de variáveis macroeconômicas, a fim de se verificar se alguma delas se correlaciona com os fatores identificados.

Os problemas encontrados na tentativa de se utilizar a análise fatorial, segundo DAMODARAN (2002), podem ser atribuídos diretamente aos erros eventualmente cometidos na identificação dos fatores. “Os fatores econômicos no modelo podem mudar, ao longo do tempo, juntamente com os prêmios de risco a eles associados. Utilizar fatores errados ou esquecer um fator significativo, num modelo multifatorial, pode gerar estimativas inferiores de custo do capital próprio.”

II-6) Enfoques empíricos alternativos

O CAPM e o APM não são os únicos modelos de retorno e risco utilizados na medição do risco e na formação de expectativas de retorno das ações de uma empresa. Existem enfoques alternativos que, em sua maioria, podem ser classificados como métodos paramétricos ou **empíricos**. De acordo com ROSS *et al* (2002), tais enfoques se baseiam, muito mais, no exame de alguma regularidade observada em dados históricos dos mercados financeiros, do que em alguma teoria a respeito do funcionamento desses mercados. Nestes enfoques, os pesquisadores especificam alguns parâmetros ou atributos associados aos títulos em questão e, em seguida, examinam os dados diretamente, em busca de uma relação entre tais atributos e os retornos esperados. O comentário que faremos nesta seção, acerca destas técnicas, apoia-se no trabalho de HAWAWINI e KEIM (2001).

A principal razão da utilização desses enfoques se deve ao fato de que, desde o início dos anos 80, um número crescente de estudos têm documentado a presença de padrões persistentes nos retornos das ações, que contrariam o CAPM. Esses estudos têm sugerido que os betas das ações ordinárias não explicam, adequadamente as diferenças no cross-section dos retornos das ações. Ao invés disso, outras variáveis, sem base nos modelos teóricos atuais, parecem oferecer um potencial de previsão mais significativo do que o beta. Dentre estas variáveis, incluem-se o **tamanho da empresa**, medido pelo **valor de mercado** do Patrimônio Líquido, pelo quociente entre o **valor contábil** e o **valor de mercado** das ações, pelo quociente entre o **Lucro e o preço** por ação, dentre outras.

Muitos pesquisadores acreditam que as evidências oferecem suporte convincente para a ineficiência do mercado. Se os retornos das ações podem ser previstos com base em fatores históricos, tais como os representados pelas referidas variáveis, torna-se difícil caracterizar os mercados acionários como eficientes, a nível informacional. Por outro lado, a rejeição pode ser devida ao fato do teste ter sido baseado num modelo de equilíbrio incorreto. O fato de tantas irregularidades persistirem há mais de trinta anos, sugerem que os modelos de *benchmark* podem fornecer descrições incompletas da formação do preço de equilíbrio.

Por outro lado, a falha de se comprovar empiricamente o CAPM não é necessariamente prova da invalidade do modelo, podendo simplesmente refletir os erros dos analistas em mensurar o risco através do beta. Pode-se, por exemplo, argumentar que as ações com quocientes de valor contábil/mercado mais altos têm retornos médios mais elevados do que aquelas com quocientes mais baixos, porque são mais arriscadas no sentido do beta. Se fosse possível medir o beta com maior precisão, então a relação positiva reportada entre valor contábil/mercado e tamanho e os retornos ajustados para o risco beta desapareceriam.

Além disso, existem outras questões em aberto. Não apenas a evidência indica que os retornos futuros das ações estejam relacionados às variáveis mencionadas, como também essas relações, geralmente, são mais significativas, durante o mês de janeiro do que nos outros meses do ano. O efeito do mês de janeiro cria outro desafio para a Teoria de Finanças, na atualidade. Por que um fator gerador de retorno se manifesta durante um determinado mês.

O CAPM começou a ser questionado a partir da década de 70, com os primeiros testes alternativos, que utilizaram modelos empíricos. Os primeiros testes descobriram que o quociente preço-lucro (P/L) e o valor total de mercado das ações (tamanho da empresa) forneceram um potencial explicativo consideravelmente maior do que o beta. Outros estudos consideraram o quociente **valor contábil-mercado**, o **lucro-preço** por ação, além de outros. Combinados, esses estudos ofereceram evidências convincentes da previsibilidade do retorno no cross-section, o que invalida o poder explicativo marginal do beta, encontrado nos primeiros estudos. Entretanto, esses estudos não se fundamentam em nenhuma teoria que justifique a escolha dos fatores. No entanto, as descobertas representam, coletivamente, um desafio para os modelos alternativos à precificação do ativo financeiro.

Apesar desses pontos, uma das contribuições mais significativas de toda essa linha de pesquisa é que ela direciona a nossa atenção para as fontes alternativas potenciais de risco. Por outro lado, existem bons motivos que tornam difícil afirmar que o CAPM está errado. Por exemplo, ninguém ainda mostrou, de forma conclusiva, que variáveis tais como o tamanho e o P/B não sejam, simplesmente, substitutas para o erro de medição dos betas.

Existe, também, a questão da credibilidade: a evidência não é tão forte quanto a enorme quantidade dos resultados nos levaria a crer. Em primeiro lugar, temos a questão da repetição dos dados. Muitos dos documentos citados nesta pesquisa foram desenvolvidos com base em pesquisas anteriores, que registraram as mesmas descobertas com os mesmos dados. Os graus de liberdade se perdem a cada rodada e, além disso, vários autores têm advertido a respeito dos testes de significância estatística.

Da mesma forma, a existência desses padrões em nossas experiências não implica necessariamente que eles existam nos retornos dos *portfolios* implementáveis. A falta de liquidez do mercado e os custos de transação por exemplo, podem inviabilizar pequenos investimentos em ações. Finalmente a persistência desses efeitos por quase dez anos não garante sua persistência no futuro.

II-7) Comentário sobre os Modelos de Risco-Retorno

O CAPM e o APT têm aspectos semelhantes. Eles partem do princípio de que o retorno esperado pelos investidores é função, única e exclusivamente, do risco sistemático. DAMODARAN (2002) assinala que, o CAPM, apesar de se fundamentar em mais pressupostos, é mais facilmente operacionalizável, considerando apenas um fator de risco. O APM, ao contrário, baseia-se em menos pressupostos, mas a sua aplicação é mais complexa. “O CAPM pode ser considerado um caso particular do APM, no qual há apenas um fator subjacente, objetivamente mensurado pelo índice de mercado.”

A simplicidade do CAPM, entretanto, o coloca em desvantagem, em relação ao APM, por este dispor de mais elementos. Isto será importante, segundo Damodaran, “se a empresa for sensível a fatores econômicos que não se encontram bem representados pelo índice de mercado”. Ele cita como exemplo, as companhias de petróleo, cuja maior parte de seu risco é derivada das oscilações do preço dessa *comoditie*. O beta do CAPM, para estas empresas tende a ser mais baixo, enquanto que, no APM, um de seus betas pode considerar as variações dos preços do petróleo, e assim, representar melhor a estimativa do risco. Isto implicará num custo do capital próprio mais alto.

Os maiores obstáculos à utilização do APM, porém, se devem à sua incapacidade de identificar especificamente os fatores que determinam os retornos esperados. Assim sendo, a flexibilidade do modelo se contrapõe à dificuldade de se compreender o que significam os coeficientes beta do APM para uma empresa, principalmente, quando ela se transforma ou se reestrutura.

Nas últimas décadas, muitos estudiosos da Teoria de Finanças tem questionado o beta do CAPM, como indicador de risco, bem como a sua correlação com os retornos esperados. Os primeiros testes do modelo sugeriram que os betas e os retornos eram positivamente relacionados, embora, outras medidas de risco (como a variância) continuassem a explicar as diferenças entre os retornos estimados e os efetivamente obtidos. Contudo, essas diferenças foram atribuídas a limitações nas técnicas de testes.

ROLL (1977), ao criticar os testes do modelo, afirmou que, como a carteira de mercado nunca poderá ser observada, o CAPM não poderá ser testado. Em outras palavras, tudo o que um teste do CAPM pode mostrar é se o modelo funciona, segundo im indicador utilizado para essa carteira. Desse modo, a rejeição do CAPM por qualquer teste empírico, pode ser atribuída ao indicador utilizado para representar a carteira de mercado e não, para o modelo em si. ROLL (op.cit) destacou que “não há forma de se provar que o CAPM funcionou algum dia. Conseqüentemente, não há uma base empírica para se utilizar o modelo.”

FAMA e FRENCH (1992), por sua vez, criticaram a relação entre betas e retornos entre 1963 e 1990, concluindo que não há relação entre os dois. Utilizando enfoque empírico, através de modelos de regressão, eles observaram que os retornos reais de empresa, em longos períodos de tempo, estavam altamente correlacionados com a relação entre o valor contábil e o valor de mercado das ações e com a capitalização destas empresas. Eles sugeriram que estas medidas e outras similares, desenvolvidas a partir destes dados, sejam utilizadas como indicadores de risco. Além disso, sugeriram o uso dos coeficientes de regressão para a estimação dos retornos esperados das ações..

Os resultados obtidos por FAMA e FRENCH (op. cit.), porém, foram contestados, segundo DAMODARAN (2002), por outros pesquisadores, que atribuíram os resultados dos testes à utilização dados inconsistentes. Esses outros pesquisadores também concluíram que os betas são bons indicadores de risco, em condições extremas de mercado.

Os testes do APM , de acordo com DAMODARAN (2002), sugerem que esse modelo pode explicar melhor as diferenças entre o retorno estimado e o efetivamente observado. Ressalta, porém, que é preciso distinguir o uso destes modelos para explicar diferenças de retornos históricos, do seu uso para se estimar retornos futuros. Afirma, ainda, que os fatores múltiplos geram problemas, quando se tenta formar expectativas de retorno. Isto porque, os betas e os prêmios associados a cada um destes fatores têm que ser estimados no presente. “Levando-se em consideração que os prêmios dos fatores, assim como os betas, são voláteis por si mesmos, o erro de estimativa pode superar os benefícios que poderiam ser obtidos, ao se substituir o CAPM por modelos mais complexos.” A alternativa representada pelos enfoques empíricos, que utilizam os modelos de regressão, estão, ainda, mais expostos a este problema, uma vez que as variáveis que influenciaram os retornos das ações num período, podem não ser adequadas para outro.

Finalmente, cabe registrar que, apesar das críticas a ele formuladas, o CAPM tem demonstrado sua utilidade em aplicações do mundo real, por oferecer uma medida de risco de fácil obtenção. Isto se deve, ainda, de acordo com DAMODARAN (2002), ao apelo intuitivo desse modelo, aliado à incapacidade de outros modelos, mais complexos, oferecerem melhores resultados. Por essa razão, o utilizaremos no próximo capítulo.

III) CUSTO DO CAPITAL PRÓPRIO DE EMPRESAS DO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA

O capital próprio de uma empresa é representado pelas ações ordinárias e preferenciais por ela emitidas. De acordo com a legislação brasileira, as ações ordinárias possuem amplo direito de voto nas decisões corporativas, mas, a defesa dos interesses dos seus titulares está condicionada ao atendimento dos interesses dos acionistas preferenciais. Estes últimos são, assim, favorecidos pelas prerrogativas que lhes são conferidas pela referida legislação e, em muitos casos, também, por dispositivos estatutários livremente estabelecidos pela empresa. Isto nos leva a acreditar que as ações ordinárias representam melhor o capital de risco aqui estudado, razão pela qual, julgamos mais adequado nos basearmos nestes títulos, ao tentarmos estimar o custo desse capital.

Tendo em vista o objetivo deste trabalho, pretendemos, neste capítulo, obter estimativas do **custo do capital próprio** de algumas empresas de energia elétrica que operam no Brasil, cujas ações ordinárias são tradicionalmente negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo (BOVESPA). Como já foi discutido, o custo do capital próprio de uma empresa é função do risco que ela oferece aos seus acionistas. Supondo-se que estes sejam proprietários de carteiras bem diversificadas, o que nos parece razoável, devido ao grau de internacionalização adquirido pela Economia brasileira, o risco relevante que esses investidores devem considerar é o **sistemático**. Tentaremos, assim, mensurar e analisar esse risco, procurando verificar a possibilidade de utilizar essa medida na determinação do custo do capital ordinário de cada uma das empresas consideradas. Neste sentido, nos basearemos no **Capital Asset Pricing Model (CAPM)**, como modelo de equilíbrio **retorno-risco**.

As empresas do setor de energia elétrica no Brasil estão sujeitas ao mesmo conjunto regulatório, no que diz respeito à prática de tarifas e a outras políticas importantes. Além disso, apresentam níveis muito baixos de diversificação de investimentos, registrando, em seus Balanços Patrimoniais, ativos basicamente voltados para a atividade-fim. O setor pode, assim, ser considerado homogêneo, do ponto de vista do seu risco operacional. Entretanto, como lembram BRITO e KANTZ (1981), isto não significa que ele seja homogêneo em relação ao **tamanho**, à **estrutura de capital** e à perspectiva de **crescimento** dessas empresas, por exemplo. Estas e outras variáveis podem afetar significativamente o custo do seu capital próprio, isto é, a taxa de retorno demandada pelos investidores, na aquisição das respectivas ações.

O CAPM admite que essas variáveis contribuem, em termos marginais, para o risco sistemático do investimento e, desta forma, são consideradas pelos investidores, ao atribuírem prêmios de risco na determinação dos preços das ações. Essa concepção teórica, porém, é contestada por vários pesquisadores, dentre os quais citamos FAMA e FRENCH (1992), ao argumentarem que a medida de risco sugerida pelo referido modelo não é capaz de refletir, satisfatoriamente, tais efeitos. Propõem, assim, enfoques alternativos que procuram explicar o retorno de uma ação em função daquelas variáveis, explicitadas em modelos de regressão. Nestes modelos, as variáveis explicativas são selecionadas de acordo com critérios empíricos e representadas por indicadores relativos às empresas analisadas. Os indicadores mais utilizados para este fim são: o **tamanho** da empresa, identificado pelo valor total de mercado de suas ações, o grau de **leverage financeiro**, medido pelo quociente entre os valores de mercado da Dívida e do Patrimônio Líquido, e a relação entre o valor de mercado e o valor contábil do Patrimônio Líquido, que, pode ser associada a perspectivas de **crescimento**, conforme as expectativas dos investidores.

Optando por um enfoque dessa natureza, tentaremos relacionar os retornos das ações da amostra com duas das variáveis mencionadas (tamanho e crescimento), a fim de verificarmos os seus efeitos sobre esses retornos. Para isto, elegemos dois indicadores muito utilizados pelos analistas de investimento no Brasil: o **valor de mercado** do Patrimônio Líquido e a relação **Preço/Valor Patrimonial** da ação. Indicadores semelhantes a estes foram considerados no trabalho de FAMA e FRENCH (op. cit.). Cabe ressaltar que deixaremos de examinar o efeito do grau de **leverage financeiro** das empresas por duas razões. Em primeiro lugar, não dispomos dos valores de mercado das dívidas dessas empresas, devido ao fato delas terem sido contratadas diretamente junto a instituições financeiras e não, através da emissão de valores mobiliários negociáveis no mercado.¹² Em segundo lugar, apesar de termos cogitado sobre a possibilidade de substituir os valores de mercado pelos valores nominais dessas dívidas, não encontramos, no período considerado para este estudo, dados de Balanço suficientes para assim procedermos.

Em síntese, a pesquisa terá o objetivo de verificar a possibilidade de uso do CAPM, como modelo capaz de permitir a estimação do custo do capital de risco investido no setor de energia elétrica brasileiro.

¹² A maior parte da dívida financeira das empresas do setor foi proveniente de empréstimos oficiais obtidos, principalmente, no Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Apenas algumas empresas, dentre elas, a ELETROBRÁS, apresentaram dívida mobiliária (contraída através da emissão de debêntures), cujo valor de mercado não pode ser coletado para este estudo.

III-1) Aspectos metodológicos

O desenvolvimento deste capítulo levará em conta o suporte da teoria (CAPM), o trabalho empírico mencionado e a disponibilidade de dados. Os resultados que tentaremos obter serão baseados em dados mensais observados no horizonte temporal desta pesquisa (**dez anos**), compreendido entre **julho de 1994** e **junho de 2004**. As informações nas quais nos fundamentaremos são provenientes das seguintes instituições: Associação Nacional das Empresas de Mercado Aberto (ANDIMA), Bolsa de Valores de São Paulo (BOVESPA), ECONOMÁTICA: Software de Apoio a Investidores Ltda e LOPES FILHO & ASSOCIADOS: Consultores de Investimentos. O tratamento dos dados aqui utilizados contará com o apoio de dois programas computacionais: o **Excel** e o **EViews 3**.

O setor de energia elétrica brasileiro sofreu transformações significativas na última década, devido ao processo de privatização a que foram submetidas várias de suas empresas. Isto acarretou, não apenas, mudanças do controle acionário dessas empresas, mas também a sua reestruturação ou o desaparecimento de algumas delas, em decorrência de cisões e incorporações ocorridas no período. Este fato nos obrigou a reduzir o número de empresas de nossa amostra, de modo a preservar a consistência dos dados a serem examinados, durante o período considerado neste estudo. Um outro fator limitador dessa amostra derivou da necessidade de nos basearmos, apenas, em ações ordinárias de maior liquidez, negociadas na referida Bolsa de Valores, a fim de atendermos aos requisitos metodológicos inerentes ao modelo de risco-retorno que pretendemos utilizar.

O universo relevante de empresas geradoras ou transmissoras de energia elétrica, com ações negociadas na BOVESPA, é composto por quarenta e quatro empresas, de acordo com as informações obtidas de LOPES FILHO & ASSOCIADOS. Desse universo, vinte e oito empresas e as respectivas ações ordinárias constam do banco de dados disponibilizado pela ECONOMÁTICA. Nesse banco, entretanto, apenas sete empresas apresentaram condições satisfatórias para a realização desta pesquisa: (a) eram emissoras de ações de alta liquidez e (b) registraram conjuntos de dados suficientes para abranger o período de nossa análise. Apesar de pequena, essa amostra parece ser bastante representativa do setor em estudo. A seguir, apresentamos a relação dessas empresas e as suas siglas nos registros da BOVESPA.¹³

¹³ A denominação dessas empresas e as siglas correspondentes constam dos registros da LOPES FILHO & ASSOCIADOS e da ECONOMÁTICA.

EMPRESAS COMPONENTES DA AMOSTRA:	SIGLA:
Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRÁS	ELET
Cia Energética de Minas Gerais	CEMIG
Cia de Eletricidade do Rio de Janeiro	CERJ
CESP – Cia Energética de São Paulo	CESP
Cia Paulista de Força e Luz	PAUL F LUZ
Cia Paranaense de Energia	COPEL
Light Serviços de Eletricidade S.A.	LIGHT

A pesquisa será subdividida em duas partes. Na próxima seção, trataremos da mensuração do risco sistemático das ações ordinárias e das estimativas de custo do capital próprio das empresas de nossa amostra. Na seção seguinte, procuraremos examinar os efeitos provocados pelo tamanho e pela perspectiva de crescimento das empresas, sobre o referido custo.

A próxima seção será baseada nas seguintes séries de dados: taxas de juro mensais oferecidas pelos certificados de depósito interbancário (CDI's), consideradas livres de risco, oscilações mensais do índice da Bolsa de Valores de São Paulo (IBOVESPA), representativo da carteira de mercado, e retornos mensais de cada uma das ações examinadas. Os dados referentes aos CDI's e ao IBOVESPA estão contidos no Anexo I. Os referentes aos retornos das ações estão no Anexo II. Na seção seguinte, relacionaremos estes últimos retornos com os dados mensais referentes ao valor de mercado do Patrimônio Líquido e ao quociente Preço/Valor Patrimonial das respectivas empresas. Estes dois indicadores são apresentados no Anexo III.

As taxas de juro dos CDI's foram informadas pela ANDIMA e as oscilações do IBOVESPA, pela própria Bolsa de Valores. Já, os retornos das ações da amostra e os dados relativos aos indicadores de mercado das empresas foram extraídos do banco de dados da ECONOMÁTICA. Os retornos mensais das ações e do IBOVESPA foram computados com base nos preços de fechamento de cada mês, levando-se em conta os ajustes relativos aos proventos ocorridos no período, conforme informações obtidas de suas fontes. Desejamos esclarecer, ainda, que não nos preocuparemos com os efeitos inflacionários incidentes sobre os dados utilizados ou sobre os resultados a serem obtidos, devido aos baixos níveis de inflação observados no período considerado.

III-2) Estimação do Custo do Capital Próprio, com base no CAPM.

A estimação do custo de oportunidade do capital investido em ações, de acordo com o CAPM, requer três tipos de informação: (a) a taxa de renda fixa mediante a qual se poderia aplicar esse mesmo capital, em condições consideradas **sem risco**; (b) o prêmio de risco atribuído à carteira de mercado, também denominado **preço do risco**; e (c) a medida do risco sistemático ou risco de mercado das referidas ações, isto é, o seu **coeficiente beta**. Para estimarmos estes parâmetros, seguiremos DAMODARAN (2002, cap. 4), partindo de dados históricos mensais, referentes ao período compreendido entre **julho de 1994 e junho de 2004**.

A taxa de renda fixa **livre de risco** será definida pela média das taxas de juro mensais oferecidas pelos certificados de depósito interbancário (CDI's). Acreditamos que a remuneração proporcionada por esses títulos é bem representativa da taxa pura de juros da Economia, uma vez que os mesmos são garantidos por títulos públicos federais, cujo risco de inadimplência é considerado nulo. O **preço do risco** será estimado pela diferença entre a média dos retornos mensais da carteira de mercado, aqui representados pelas oscilações do IBOVESPA, e a taxa média de juros definida como livre de risco. Observando os dados constantes do Anexo I, a taxa média relativa aos CDI's é igual a **1,94% ao mês** e a oscilação média do IBOVESPA, igual a **2,23% ao mês**. Com isto, estimamos o preço do risco em **0,29% ao mês**. Utilizaremos esta diferença na determinação do **prêmio de risco** a ser atribuído a cada uma das ações ordinárias de nossa amostra. Para isto, entretanto, será necessário estimar o **coeficiente beta** de cada uma destas ações.

A inferência do coeficiente **beta**, baseada em dados históricos de mercado, é feita relacionando-se os retornos do título aos da carteira de mercado, através do emprego de um modelo de regressão linear simples. Conforme foi discutido no capítulo anterior, há duas maneiras de se fazer essa regressão. A primeira busca estimar o beta através da linha característica do título, correlacionando os seus retornos excedentes com os retornos excedentes do mercado, definidos em relação à taxa de renda fixa livre de risco. A segunda consiste em fazer a regressão, a partir dos retornos originalmente considerados, sem o expurgo da taxa de renda fixa. Adotaremos, aqui, este segundo procedimento, que, segundo DAMODARAN (2002, cap. 4), é geralmente aceito como padrão.

III-2-1) Regressão dos retornos das ações sobre os retornos do mercado.

Estudaremos sete equações de regressão, cuja forma geral é definida pelo seguinte modelo, discutido na seção II-4 do capítulo anterior:

$$R_p = a + bR_M + e_p$$

onde as variáveis R_p e R_M representam os retornos mensais de um título “ p ” e do IBOVESPA, respectivamente, “ a ” e “ b ” correspondem às estimativas dos parâmetros da regressão e e_p , o resíduo da regressão referente ao título “ p ”.

Utilizando o método de Mínimos Quadrados Ordinários para fazer a regressão dos retornos das ações da amostra (Anexo II) sobre os retornos associados ao IBOVESPA (Anexo I), obtemos as estatísticas abaixo apresentadas (**Tabela 1**). Por estarmos lidando com séries grandes de retornos (cento e vinte meses), optamos por utilizar o estimador de White para correção de heterocedasticidade, que se encontra programado no Eviews 3¹⁴.

Tabela 1: Estatísticas referentes aos parâmetros de regressão dos retornos das ações ordinárias da amostra sobre os retornos do IBOVESPA.

Estatísticas:	ELET ON	CEMIG ON	CERJ ON	CESP ON	COPEL ON	LIGHT ON	PAUL F LUZ ON
Inclinação (b)	1,14	0,80	0,67	0,90	0,86	0,96	0,54
Erro-padrão (S_b)	0,09	0,09	0,15	0,13	0,09	0,12	0,12
Estatística t	12,86	9,22	4,58	6,81	10,05	7,86	4,62
Interseção (a)	-0,63	0,61	1,92	-0,49	-0,50	-1,39	1,18
Erro-padrão (S_a)	0,99	0,97	1,62	1,47	0,95	1,36	1,29
R ² Ajustado	0,58	0,41	0,14	0,28	0,46	0,34	0,15
Durbin-Watson (d)	1,90	2,29	2,23	2,21	1,78	2,17	2,07
Obs.: Estatísticas obtidas a partir dos dados constantes dos anexos I e II, mediante o emprego do Eviews 3.							

¹⁴ O teste de White e o seu estimador para correção das variâncias é descrito no Eviews User's Guide (1994-1997).

A estimativa do **beta** de cada ação é fornecida pela inclinação (coeficiente angular) de cada uma das retas de regressão. A hipótese do **beta** de um título ser nulo (H_0) exige que a respectiva estatística (t) esteja contida no intervalo $[-1,98 ; +1,98]$, considerando-se o nível de significância de **5%**. Essa hipótese deve ser rejeitada para todas as ações examinadas, uma vez que, as estimativas de betas apresentam estatísticas (t) situadas à direita desse intervalo.

As estimativas de **beta** mostradas na tabela 1 apontam para **betas positivos**, indicando que os retornos das ações da amostra se correlacionaram diretamente com as oscilações do IBOVESPA, no período em estudo. Além disso, observamos que, excetuadas as ações da Eletrobrás, todas as outras apresentaram estimativas de **beta** inferiores à **unidade**. Entretanto, devido ao erro-padrão associado a cada uma dessas estimativas, o caráter pontual das mesmas não nos oferece uma medida precisa do risco sistemático das ações. Procuraremos, mais adiante, chegar a conclusões definitivas acerca desse risco, analisando os respectivos intervalos de confiança.

As estatísticas de Durbin-Watson associadas a todas as ações, observadas na tabela 1, nos permitem admitir a inexistência de autocorrelação de primeira ordem entre os resíduos das respectivas regressões, tendo em vista o nível de significância de **5%** e o fato destas regressões apresentarem apenas uma única variável independente. Isto porque, aquelas estatísticas estão compreendidas entre os limites d_U e $(4 - d_U)$ requeridos pelo teste, para se aceitar a hipótese da referida autocorrelação ser nula.¹⁵ Em outras palavras, esses resíduos podem ser considerados **aleatórios**, para o nível de significância de **5%**, e, de acordo com o CAPM, representam risco diversificável, o qual é atribuído às características específicas de cada uma das empresas.

O coeficiente de determinação (R^2), ajustado em função do tamanho da amostra, por sua vez, revela a proporção do risco (variância dos retornos) de cada ação, associada ao risco do mercado. A diferença $(1 - R^2)$ é atribuída ao risco específico de cada empresa.¹⁶ Neste estudo, a proporção do risco atribuída ao mercado é mais elevada, no caso das ações da ELETROBRÁS, e mais baixa, no caso das ações da Cia Paulista de Força e Luz e da CERJ.

¹⁵ Consideramos o teste de Durbin-Watson suficiente para testar a aleatoriedade dos resíduos, uma vez que não estamos lidando com variáveis defasadas nas regressões ora realizadas. Além disso, devido à confirmação da independência dos resíduos obtida no teste, deixamos de aprofundar a análise dessas regressões, através do método de Mínimos Quadrados Generalizados.

¹⁶ DAMODARAN (2002, cap. 4).

As proporções de risco atribuídas ao mercado, relacionadas em ordem decrescente, e o seu complemento, derivado dos riscos específicos, são apresentadas a seguir (Tabela 2).

Tabela 2: Classificação das ações da amostra conforme as proporções de risco atribuídas ao mercado e às características específicas das empresas.

Ações:	\mathfrak{R}^2	$(1 - \mathfrak{R}^2)$
ELET ON	58%	42%
COPEL ON	46%	54%
CEMIG ON	41%	59%
LIGHT ON	34%	66%
CESP ON	28%	72%
PAUL F LUS ON	15%	85%
CERJ ON	14%	86%

Completando a análise das equações de regressão dos retornos das ações sobre os retornos do IBOVESPA, devemos examinar as estatísticas correspondentes aos seus coeficientes lineares (**a**), observadas na tabela 1. Estes coeficientes nos ajudam a analisar o desempenho das ações durante o período considerado, em relação ao seu comportamento esperado conforme o CAPM. Em outras palavras, eles nos permitem verificar se esses títulos estiveram sobrevalorizados ou subvalorizados no referido período, contrariando, assim, o referido modelo.

A hipótese a ser testada, neste caso, é a de que os referidos títulos apresentaram comportamento semelhante ao esperado pelo CAPM. Isto equivale a verificar se a estimativa obtida para o coeficiente linear da reta de regressão correspondente a cada uma das ações pode ser considerada igual ao **alfa de Jansen**,¹⁷ que seria o parâmetro esperado de acordo com o CAPM. Como foi discutido no item 3 da seção II-4, do capítulo anterior, esse parâmetro, designado por α_j , é definido pelo produto $R_F(1 - \beta)$, onde R_F representa a taxa de retorno livre de risco e β , o coeficiente de risco sistemático do título.

¹⁷ DAMODARAN (2002, Cap. 4)

A estatística de teste (t) é obtida pela diferença entre a estimativa do coeficiente linear (a) e o **alfa de Jansen** (α_j), normalizada pelo erro-padrão da referida estimativa (S_a), isto é: $t = (a - \alpha_j) / S_a$. A hipótese em questão (H_0) será aceita como verdadeira, se a diferença ($a - \alpha_j$) for significativamente igual a **zero**.¹⁸

As estatísticas referentes à realização deste teste são apresentadas na tabela abaixo (**Tabela 3**). Para determinarmos o **alfa de Jansen**, nos baseamos na taxa média de juros relativa aos CDI's e nas estimativas de **beta** constantes da tabela 1.

Tabela 3: Estatísticas referentes aos coeficientes lineares de regressão dos retornos das ações ordinárias da amostra sobre os retornos do IBOVESPA.

Estatísticas:	ELET ON	CEMIG ON	CERJ ON	CESP ON	COPEL ON	LIGHT ON	PAUL F LUZ ON
Interseção (a)	-0,63	0,61	1,92	-0,49	-0,50	-1,39	1,18
Erro-padrão	0,99	0,97	1,62	1,47	0,95	1,36	1,29
Alfa de Jansen	-0,27	0,38	0,65	0,19	0,28	0,08	0,90
Estatística t	-0,37	0,24	0,79	-0,46	-0,82	-1,08	0,22
Obs.: Resultados computados em planilhas do Excel, a partir das estatísticas da tabela 1 e da taxa média de juros dos CDI's.							

Adotando-se o nível de significância de **5%**, a aceitação da hipótese (H_0) exige que a condição “ $-1,98 \leq t \leq +1,98$ ” seja atendida, caso em que se enquadram todas as estatísticas (t) observadas na tabela 3. As estimativas do parâmetro linear podem, assim, ser consideradas aproximadamente iguais aos **alfas de Jansen**, o que nos leva a afirmar, com **95%** de confiança, que os títulos da amostra comportaram-se conforme o esperado pelo CAPM, durante o período deste estudo.

¹⁸ Caso as regressões se referissem à linha de mercado do título, isto é, se baseassem nos retornos excedentes, bastaria testarmos a hipótese do coeficiente linear ser nulo, conforme foi discutido na seção II-4, do capítulo anterior. A estatística do teste (t) seria, então, igual a a / S_a .

III-2-2) Risco Sistemático das ações ordinárias.

O risco sistemático de uma ação, conforme já discutimos, é conceituado como a contribuição que esse título oferece ao risco da carteira de mercado. Num contexto de mercado eficiente, onde os investidores administram carteiras amplas, ele representa o risco relevante, uma vez que não pode ser diversificado. A sua medida, o coeficiente **beta**, reflete a parcela da variabilidade (desvio-padrão) dos retornos da ação, correlacionada com os retornos associados à carteira de mercado. Essa correlação foi observada no item anterior, ao obtermos estimativas positivas de **beta** para as ações de nossa amostra.

Buscando uma explicação mais detalhada para essas estimativas, convém examiná-las, partindo da definição de **beta**, apresentada na seção II-4. De acordo com aquela definição, a medida do **beta** de uma ação (β_p) é dada pela covariância dos retornos desse título com os do mercado, padronizada em função da variância do mercado, podendo ser também obtida através da seguinte expressão:

$$\beta_p = \frac{\sigma(R_p)}{\sigma(R_M)} \rho(R_p, R_M)$$

onde, $\sigma(R_p)$ = retornos do título “**P**”;

$\sigma(R_M)$ = retornos da carteira de mercado (**M**);

e $\rho(R_p, R_M)$ = coeficiente de correlação entre os retornos do título e do mercado.

A expressão acima permite que se analise o risco sistemático de uma ação explicitando-se o seu risco individual, relativamente ao do mercado, e o efeito do grau de correlação existente entre os respectivos retornos.

As oscilações mensais do IBOVESPA, coletadas para esse estudo, registraram um desvio-padrão de **10,94%**. Utilizando os dados do Anexo II, calculamos o desvio-padrão dos retornos de cada uma das ações da amostra, o quociente entre estes desvios-padrão e aquele computado para o IBOVESPA e o grau de correlação entre os retornos de cada ação e as oscilações do IBOVESPA. Os resultados são apresentados a seguir (**Tabela 4**), juntamente com as respectivas estimativas de **beta**, retiradas da tabela 1. Para facilitar esta exposição, relacionamos estes resultados, conforme as estimativas decrescentes dos betas.

Tabela 4: Indicadores associados à variabilidade dos retornos das ações da amostra.

Ações:	$\sigma(R_p)$ (1)	$\sigma(R_p)/\sigma(R_M)$ (2)	$\rho(R_p, R_M)$ (3)	Estimativas de Beta (4)
ELET ON	16,33%	1,49	0,76	1,14
LIGHT ON	17,91%	1,64	0,59	0,96
CESP ON	18,58%	1,70	0,53	0,90
COPEL ON	13,82%	1,26	0,68	0,86
CEMIG ON	13,58%	1,24	0,65	0,80
CERJ ON	18,78%	1,72	0,39	0,67
PAUL F LUZ ON	14,99%	1,37	0,39	0,54
Estatística média:	16,28%	1,49	0,57	0,84
Obs.: Resultados obtidos de planilhas do Excel e do Eviews 3.				

Com o objetivo de compararmos os resultados apresentados na tabela acima, calculamos os desvios-padrão médios dos retornos das ações (coluna 1), a variação média desses retornos, em relação à do IBOVESPA (coluna 2), a média das estatísticas de correlação (coluna 3) e a média das estimativas de beta ¹⁹ (coluna 4). Com isso, podemos analisar o risco sistemático das ações da amostra, conforme a seguir:

- As ações da ELETROBRÁS registraram variabilidade praticamente igual à variabilidade média da amostra. Apesar disso, a estimativa de beta dessas ações foi a mais elevada, devido à forte correlação de seus retornos com as oscilações do IBOVESPA.
- As ações da LIGHT e da CESP, que apresentaram graus de correlação com o IBOVESPA em torno da média, na coluna 3, acusaram estimativas de beta elevadas, em relação às demais observadas, sendo superadas, apenas, pelas ações da ELETROBRÁS. Isto se deveu à elevada variabilidade dos retornos desses papéis.

¹⁹ Devemos ressaltar que a média obtida para os betas das ações não corresponde ao **beta** do setor, uma vez que não consideramos as proporções de valor com que essas ações são negociadas no mercado, requisito indispensável para se estimar aquele parâmetro.

- As ações da COPEL e da CEMIG, cujos retornos apresentaram menor dispersão que os demais títulos, acusaram estimativas de **beta** iguais a **0,86** e **0,80**, respectivamente, isto é, em torno da média dos **betas** amostra. Como no caso da ELETROBRÁS, a correlação destas ações com o IBOVESPA foi responsável por esse efeito. As estatísticas dessa correlação (**0,68** e **0,65**) estão entre as mais altas.
- As ações da CERJ, apesar de registrarem a maior dispersão de retornos, possuem uma das menores estimativas de **beta** (**0,67**), devido à sua correlação com o IBOVESPA ter sido a mais baixa (**0,39**).
- As ações da Cia Paulista de Força e Luz apresentaram baixa dispersão de retornos e, como a CERJ, a mais baixa correlação com o IBOVESPA.

Uma vez constatados os efeitos da variabilidade dos retornos das ações e de sua correlação com o índice de mercado sobre as estimativas de **beta**, podemos confirmar as conclusões obtidas na análise dos coeficientes de determinação (R^2) das regressões realizadas no item III-2-1, cujos resultados foram reproduzidas na tabela 2. As ações da ELETROBRÁS, da COPEL e da CEMIG foram aquelas que apresentaram as maiores proporções de risco (variabilidade dos retornos) de natureza sistemática, isto é, atreladas ao risco da carteira do IBOVESPA. Em contrapartida, a CERJ e a Cia Paulista de Força e Luz tiveram maiores proporções de risco atribuídas às suas características específicas, sendo as menos afetadas pelo risco da carteira de mercado.

O coeficiente **beta**, teoricamente, se constitui num indicador de volatilidade ou de sensibilidade dos retornos das ações em relação às oscilações do índice de mercado. Como, entretanto, a estimação desse indicador é geralmente feita a partir de amostras de retornos historicamente observados, as estimativas resultantes desse processo podem divergir, consideravelmente, conforme a amostra selecionada. Apesar de estarmos nos baseando em amostras de retorno de grande tamanho (cento e vinte meses), como foi sugerido por DAMODARAN (2002, cap. 4), não ficamos livres deste problema. Isto pode ser comprovado, ao observarmos os erros-padrão associados às estimativas dos **betas** das ações ordinárias que ora examinamos, constantes da tabela 1. Assim sendo, para concluirmos a análise do risco sistemático destas ações, deveremos construir intervalos de confiança para as referidas estimativas.

Construindo os intervalos de confiança, com probabilidade de **95%**, as estatísticas (t) que deveremos considerar na determinação dos limites desses intervalos são iguais a “**-1,98**” e “**+ 1,98**”. Respeitando a notação empregada na tabela 1, os intervalos de confiança para os parâmetros de risco sistemático (β) das ações são definidos pela seguinte relação geral:

$$b - 1,98S_b \leq \beta \leq b + 1,98S_b$$

A tabela abaixo (Tabela 5) relaciona as estimativas de beta computadas na tabela 1, bem como os respectivos limites, calculados conforme esta última relação.

Tabela 5: Intervalos de confiança para o parâmetro Beta, com probabilidade de 95%.

Ações:	Beta Mínimo	Beta Esperado	Beta Máximo
ELET ON	0,96	1,14	1,32
LIGHT ON	0,72	0,96	1,20
CESP ON	0,64	0,90	1,16
COPEL ON	0,69	0,86	1,03
CEMIG ON	0,63	0,80	0,97
CERJ ON	0,38	0,67	0,96
PAUL F LUZ ON	0,31	0,54	0,77
Obs.: Resultados obtidos de planilhas do Excel e do Eviews 3.			

Os intervalos de confiança observados na tabela 5 definem os limites de plausibilidade dos **betas** das ações da amostra, considerando-se a probabilidade de **95%**. Apesar de possuírem estimativa de beta mais alta, as ações da ELETROBRÁS são as que apresentam o menor coeficiente de variabilidade (**16%**), para esse parâmetro. As ações da CERJ e da Cia Paulista de Força e Luz são as que apresentam maior variabilidade, em relação aos respectivos **betas** esperados (**43%**, em ambos os casos). No caso das demais ações, esse percentual situa-se entre **19%** e **29%**.

Com base no que acabamos de constatar, os títulos da ELETROBRÁS são os que oferecem maior consistência, dentre os títulos da amostra, no tocante à mensuração de risco sistemático. Quanto aos outros títulos, essa consistência diminui, à medida que o respectivo intervalo de confiança se amplia, em relação à sua estimativa de **beta**, obtida através de regressão. De acordo com esse raciocínio, as ações da CERJ e da Cia Paulista de Força e Luz são as que oferecem menor consistência, ao se tentar mensurar os seus riscos de mercado. Por outro lado, estes dois títulos, juntamente com as ações da CEMIG, são os únicos papéis, na tabela 5, para os quais podemos atribuir, com confiança de 95%, características defensivas, isto é, **betas** inferiores à unidade. Este fato torna os três títulos estrategicamente importantes para os investidores, como instrumentos de proteção de suas carteiras.

III-2-3) Custo do Capital Próprio

Uma vez apresentadas as questões relacionadas à mensuração do risco sistemático das ações ordinárias de nossa amostra, nos ocuparemos, neste item, com a estimação do custo do capital associado a essas ações. Na seção II-4 discutimos a Linha de Mercado do Título (**LMT**), segundo a qual, o custo do capital próprio de uma empresa é determinado por uma taxa pura de retorno (livre de risco), acrescida de um prêmio linearmente relacionado ao risco sistemático das ações representativas desse capital. O fator de proporcionalidade considerado na estimação desse prêmio é igual à diferença entre a expectativa de retorno da carteira de mercado e a taxa pura mencionada. Essa diferença é denominada **preço do risco**.

No início desta seção, definimos o retorno livre de risco pela taxa média de juros relativa aos CDI's, e o prêmio do risco pela diferença entre a média das oscilações mensais do IBOVSPA e a taxa média fornecida pelos CDI's. Esses dois parâmetros da LMT foram estimados em **1,94%** e **0,29%**, respectivamente, levando-se em conta os cento e vinte meses considerados neste estudo. A estimação do prêmio de risco a ser atribuído a cada uma das ações é feita, multiplicando-se o preço do risco pelo respectivo coeficiente de risco sistemático.

O custo do capital próprio será obtido, adicionando-se a taxa livre de risco ao prêmio correspondente à ação avaliada. Como estamos trabalhando com taxas mensais, será necessário, ainda, capitalizar as taxas resultantes desta soma pelo período de doze meses, uma vez que o referido custo é normalmente computado em termos anuais.²⁰ Este cálculo é mostrado na expressão abaixo, onde “ k_p ” representa o custo do capital próprio.

$$k_p = (1 + \text{Taxa mensal sem Risco} + \text{Prêmio de Risco mensal})^{12} - 1$$

Utilizando as expectativas de **beta** geradas por regressão, no item III-2-1, estimamos os prêmios de risco mensais e a taxa anual referente ao custo do capital próprio de cada ação ordinária da amostra. Em seguida, estimamos os prêmios de risco anuais, subtraindo, dos custos do capital próprio encontrados, o retorno livre de risco, capitalizado por doze meses (**25,9%**). Os resultados destes cálculos são apresentados na tabela seguinte (**Tabela 5**).

Tabela 6: Custo do Capital Próprio das empresas de energia elétrica que integram a amostra deste estudo.

Ações:	Expectativa de Beta	Prêmio de Risco (Taxa Mensal)	Custo do Cap. Próprio (Taxa Anual)	Prêmio de Risco (Taxa Anual)
	(1)	(2)	(3)	(4)
ELET ON	1,14	0,33%	30,9%	5,0%
LIGHT ON	0,96	0,28%	30,1%	4,2%
CESP ON	0,90	0,26%	29,9%	4,0%
COPEL ON	0,86	0,25%	29,7%	3,8%
CEMIG ON	0,80	0,23%	29,4%	3,5%
CERJ ON	0,67	0,19%	28,8%	2,9%
PAUL F LUZ ON	0,54	0,16%	28,3%	2,4%

Obs.: Resultados obtidos de planilhas do Excel.

²⁰ DAMODARAN (2002, cap. 4)

Os prêmios de risco observados na tabela 6, como não poderia deixar de ser, refletem as estimativas do risco sistemático das ações examinadas. As taxas anuais correspondentes aos custos do capital próprio, porém, apresentaram pequena variabilidade, concentrando-se em torno de **29,5%**. Tendo em vista à dispersão dos **betas** daquelas ações, recalculamos essas taxas anuais em função dos limites dos intervalos de confiança apresentados na tabela 5, a fim de verificar os efeitos dessa dispersão (**Tabela 7**).

Tabela 7: Variação das estimativas do Custo do Capital Próprio das empresas de energia elétrica, que integram a amostra deste estudo.

Ações:	Custo do Capital Próprio (Taxa Anual)		
	Mínimo	Esperado	Máximo
ELET ON	30,1%	30,9%	31,7%
LIGHT ON	29,1%	30,1%	31,2%
CESP ON	28,7%	29,9%	31,0%
COPEL ON	28,9%	29,7%	30,4%
CEMIG ON	28,7%	29,4%	30,2%
CERJ ON	27,6%	28,8%	30,1%
PAUL F LUZ ON	27,3%	28,3%	29,3%
Obs.: Resultados obtidos de planilhas do Excel.			

Os resultados observados nesta última tabela revelam variações muito pouco expressivas entre os limites do custo do capital próprio de cada uma das empresas, quando comparamos essas variações às dispersões dos respectivos **betas**, analisadas no item anterior. Tomando-se, como exemplo, a CERJ e a Companhia Paulista de Força e Luz, empresas, cujas ações acusaram a maior dispersão relativa de betas (**43%**), registram variabilidade de **4,5%** e **3,5%**, no tocante ao custo do capital próprio. Este fato mostra que, na prática, a variabilidade dos betas não chega a comprometer a estimação do custo do capital próprio das empresas aqui consideradas, através do CAPM. Por outro lado, como as expectativas desse custo, para essas empresas, estão muito próximas, parece haver homogeneidade entre as mesmas, não apenas quanto ao seu risco operacional, mas também, com relação a outras variáveis de risco consideradas pelos investidores.

III-3) Análise de variáveis de risco, com base em enfoque empírico.

As críticas ao CAPM fizeram surgir abordagens empíricas voltadas para a estimação do custo do capital próprio, a partir de variáveis que, segundo se acredita, guardam alguma relação com os preços das ações no mercado. Os critérios de seleção dessas variáveis não se fundamentam em teorias, mas, apenas, em observações do mundo real, levando em conta a disponibilidade dos dados. Dentre as variáveis estudadas, o **tamanho** da empresa e a sua perspectiva de **crescimento** têm merecido maior atenção por parte dos pesquisadores. Por essa razão resolvemos considerá-las nesta pesquisa.

Os indicadores escolhidos pelos pesquisadores, para representar essas duas variáveis, nem sempre são os mesmos. FAMA e FRENCH (1992) se basearam no **valor de mercado** do Patrimônio Líquido das empresas e na relação **Valor Contábil/Valor de Mercado**. Eles relacionaram essas variáveis aos retornos das ações, a fim de obterem estimativas de custo do capital próprio. No seu trabalho, eles também relacionaram as variáveis aos **betas** das ações, concluindo que esta medida de risco não é satisfatória para cumprir esse objetivo.

O motivo pelo qual resolvemos incluir uma abordagem empírica em nosso estudo foi o de verificar os possíveis efeitos do tamanho e do crescimento das empresas de energia elétrica sobre o custo do seu capital próprio, no período considerado, capazes de alterar as estimativas para ele obtidas, na seção anterior. Para representar estas variáveis, escolhemos o **valor de mercado** do Patrimônio Líquido e a relação **preço/valor patrimonial**. Este último foi escolhido por ser amplamente utilizado por analistas e investidores no Brasil. Entretanto, devido ao pequeno número de empresas consideradas, não procuramos relacionar os betas das ações a essas variáveis. Analisamos, apenas, a sua relação com os retornos das ações no mercado. Para isto, utilizamos o seguinte modelo.

$$R_t = a + b \ln(VM_t) + c \left(\frac{P_t}{VP_t} \right)$$

sendo, R_t = Retorno mensal da ações da empresa;

VM_t = Valor de Mercado do Patrimônio Líquido da empresa, em Reais.

P_t / VP_t = Preço de Mercado/Valor Patrimonial, por ação.

Os retornos mensais são os mesmos nos quais nos baseamos na seção anterior. O preço das ações, o valores de mercado do Patrimônio Líquido (valor total de mercado das ações da empresa) e o valor patrimonial (contábil) das ações referem-se ao final do mês, segundo a ECONOMÁTICA.

A hipótese testada neste estudo foi a de que as variáveis examinadas não influenciaram os retornos das ações, no período compreendido entre julho de 1994 e junho de 2004. Esta hipótese foi aceita para a maioria das ações (LIGHT OP, CEMIG OP, CESP OP, PAUL F LUZ OP e CERJ OP), cujas estatísticas *F* apresentaram ***P-Valores*** superiores ao nível de significância de **5%**. Essas probabilidades variaram de **11,17%** (LIGHT) até **64,74%** (CERJ). Tal resultado foi comprovado pelas estatísticas *t* referentes aos dois coeficientes da regressão, que, da mesma forma, registraram ***P-Valores*** elevados.

A hipótese foi rejeitada para as ações da ELETROBRÁS e da COPEL, cujas estatísticas *F* registraram ***P-Valores*** iguais a **0,54%** e **4,16%**, respectivamente. Ao observarmos as estatísticas *t*, verificamos que os retornos de cada uma dessas ações se correlacionaram com apenas uma das variáveis pesquisadas. No caso da ELETROBRÁS, a variável relevante foi o **valor de mercado** do Patrimônio Líquido (***P-Valor* = 0,63%**) e no da COPEL, o quociente **preço / valor patrimonial** (***P-Valor* = 4,9%**).

Procuramos, então, relacionar os retornos de cada um desses títulos com as respectivas variáveis relevantes, através de regressão simples. O teste, embora confirmando a relação entre os retornos e as variáveis consideradas, revelou coeficientes de determinação (R^2) muito baixos: **0,06**, no caso da ELETROBRÁS, e **0,03**, no da COPEL. Concluimos, portanto, que as referidas variáveis, embora possam ter tido alguma influência sobre os retornos das respectivas ações, não foram capazes de explicar, satisfatoriamente, esses retornos, durante o período da pesquisa.

Os testes realizados nesta seção, portanto, nos permitem concluir que o custo do capital próprio das empresas examinadas não foi afetado, pelo menos, de modo expressivo, pelas variáveis pesquisadas, nesse período.

IV) CONCLUSÕES OBTIDAS

O presente estudo estimou o custo do capital próprio de empresas brasileiras, do setor de energia elétrica, com base no **Capital Asset Pricing Model (CAPM)**. O horizonte da pesquisa foi de dez anos, período este, compreendido entre julho de 1994 e junho de 2004. A amostra na qual nos baseamos, apesar do seu pequeno tamanho, foi constituída por empresas representativas do setor pesquisado. Os resultados revelaram-se consistentes com a teoria, comprovando a adequabilidade do modelo à estimação do custo do capital próprio desse setor.

O estudo mostrou homogeneidade do setor, no tocante ao risco das respectivas ações, tendo-se em vista que as estimativas do custo do capital próprio de suas empresas concentrou-se em torno de **29,5%**. Além disso, demonstrou que o referido custo não foi afetado por duas variáveis de risco pesquisadas: o **tamanho** das empresas e a sua perspectiva de **crescimento**.

Finalmente, cabe-nos esclarecer que deixamos de incluir outras empresas na amostra, bem como de verificar o efeito de outras variáveis relevantes sobre o custo do capital próprio, devido a indisponibilidade dos dados, fator que, aliás, se revelou bastante restritivo. Todavia, poderemos aprofundar este estudo numa próxima pesquisa.

V) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNOULLI, D., 1954, "Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk", *Econometrica*, v.22, n.1 (January), pp. 23-36. (Transcrição da versão original publicada em 1738).

BRIGHAM, E.F., GAPENSKI, L.C., EHRHARDT, M.C., 2001, *Administração Financeira: Teoria e Prática*. 1 ed. São Paulo, Editora Atlas S.A..

BRITO, N.O., 1981, "Diversificação e Equilíbrio no Mercado de Capitais". In: Brito, N.O., *O Mercado de Capitais e a Estrutura Empresarial Brasileira*, 1 ed, capítulo 5, Rio de Janeiro, Editora Guanabara Dois.

BRITO, N.O., KANTZ, L.C., "O Custo de Capitalização de Empresas de Energia Elétrica e as Recentes Ofertas Públicas pela Cia. Mineira de Eletricidade". In: Brito, N.O., *O Mercado de Capitais e a Estrutura Empresarial Brasileira*, 1 ed, capítulo 3, Rio de Janeiro, Editora Guanabara Dois.

COSENZA, C.A.N., TAVARES, M.D.F., 2000, "O Efeito de Diversificação de Risco no Mercado de Capitais Brasileiro", *Synthesis – Cadernos do CCS/UERJ*, v. 4, n. 2, pp. 105-118.

CLARK, R.G., 2000, "Medidas alternativas de Risco". In: Bernstein, P. L., Damodaran A., *Administração de Investimentos*, 1 ed., capítulo 4, Porto Alegre, Editora Bookman.

DAMODARAN, A., 1997, *Avaliação de Investimentos: Ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo*. 1 ed. Rio de Janeiro, Qualitymark Editora Ltda.

DAMODARAN, A., 2002, *Finanças Corporativas Aplicadas*. 1 ed. Porto Alegre, Editora Bookman.

FAMA, E.F., FRENCH, K.R., 1992, "The Cross-Section of Expected Returns", *Journal of Finance*, v. 47, n. 2 (June), pp. 427-466.

FAMA, E.F., MILLER, M.H., 1972, *The Theory of Finance*. New York (USA), Holt, Rinehart and Winston, Inc.

GORDON, M., 1962, *The Investment, Financing and Valuation of the Corporation*. Homewood, ILL - Richard n. Irwin, Inc. (X)

HAWAWINI, G., KEIM, D.B., 2001, "Beta, Tamanho e Preço/Livro: Três medidas de Risco ou uma". In: *Dominando Finanças – Financial Times*, Wharton School, University of Chicago, Makrom Books, pp. 36-42.

KRITZMAN, M., 2000, "Risco e Utilidade: o Básico". In: Bernstein, P. L., Damodaran A., *Administração de Investimentos*, 1 ed., capítulo 2, Porto Alegre, Editora Bookman.

MARCOWITZ, H.M., 1952, "Portfolio Selection", *The Journal of Finance*, v. 7, n.1 (March), pp. 77-91.

PRATT, J. W., 1964, "Risk Aversion in the small and in the large", *Econometrica*, v. 32, n.1-2 (January / April), pp. 122-136.

ROLL, R., 1977, "A Critique of the Asset Pricing Theory's Testes: Part I: On Past and Potential Testability of Theory", *Journal of Financial Economics*, v. 4, pp. 129-176.

ROSS, S. A., 1976, "The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing", *Journal of Economic Theory*, v. 13(3), pp. 341-360.

ROSS, S.A., WESTERFIELD, R.W., JAFFE, J.F., 2002, *Administração Financeira*. 2 ed. São Paulo, Editora Atlas S.A..

SHARPE, W.F., BRITO, N.O., 1981, "Mercados de Capitais Eficientes: Preços em equilíbrio sob Condições de Risco". In: Brito, N.O., *O Mercado de Capitais e a Estrutura Empresarial Brasileira*, 1 ed, capítulo 5, Rio de Janeiro, Editora Guanabara Dois.

SHARPE, W.F., 1964, "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk"; *The Journal of Finance*, v. 19, n. 3 (September), pp. 425-442.

SHAPE, W.F, 1970; *Portfolio Theory and Capital Markets*. New York, McGraw –Hill.

TAVARES, M.D.F., 1989, *Análise de Investimento: Avaliação de Ações e Seleção de Carteiras*. 1 ed. Rio de Janeiro, CODIMEC/BVRJ/CAEF.

TOBIN, J., 1958 "Liquidity Preference as Behavior Towards Risk", *The Review of Economic Studies*, v. 26, n. 1 (February), pp. 65-86. (?)

VAN HORNE, J.C., 1986, *Financial Management and Policy*. 7 ed. New Jersey, USA, Prentice Hall.

VAN HORNE, J.C., 1974; *Política e Administração Financeira*. 1 ed. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A..

VON NEUMAN, J., MORGENSTERN, O., 1947, *The Theory of games and Economic Behavior*. New Jersey, Princeton University Press.

Os dados e anexos estão disponíveis em
dommandarino@uol.com.br