

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

CAPITAL ASSET PRICE MODEL (CAPM):
UMA APLICAÇÃO
AO MERCADO BRASILEIRO DE AÇÕES

Alberto Zandavalli

Porto Alegre, 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

CAPITAL ASSET PRICE MODEL (CAPM):
UMA APLICAÇÃO
AO MERCADO BRASILEIRO DE AÇÕES

Alberto Zandavalli

Orientador: Prof. Roberto Camps de
Moraes, Ph.D.

Dissertação submetida ao
Programa de Pós-Graduação em
Economia como requisito parcial
para a obtenção do Grau de Mestre
em Economia na modalidade
Profissionalizante.

Porto Alegre, 2002.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dedico este trabalho à Mônica e à
Rafaela, por despertarem os melhores
valores e sentimentos que possuo.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Roberto Camps de Moraes, por me estimular na escolha do tema deste trabalho com suas excelentes aulas teóricas, por seu apoio irrestrito e sua orientação no decorrer de todo este estudo.

A toda a equipe da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, pela disposição e paciência no atendimento de minhas solicitações.

Ao colega de trabalho Francisco Zanini, pela troca de idéias sobre assuntos relacionados ao risco de investimentos durante nossos intervalos de almoço.

Ao Banco do Brasil, na pessoa do executivo Antonino Leite Tavares, por ter me dispensado das atividades profissionais nos turnos que colidiram com os horários de aula.

Finalmente, e de modo especial, a minha companheira incansável e amada esposa Mônica, pela ajuda na organização do conteúdo, na formatação e na revisão, e pelo apoio e amor dedicados durante a realização do curso e desta obra.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	8
LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	9
RESUMO	10
ABSTRACT	11
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivo.....	12
1.2 Estrutura do Trabalho.....	13
1.3 Limitações do Trabalho	14
2 RETORNO ESPERADO	15
2.1 Conceituação.....	15
2.2 Expressão Matemática	15
3 RISCO	17
3.1 Histórico.....	17
3.2 Medidas de Risco	22
3.2.1 Risco de um Ativo Individual	22
3.2.2 Risco para Dois ou Mais Ativos.....	23
3.2.2.1 Efeito da Covariância no cálculo do Risco	24
3.2.2.2 Coeficiente de Correlação	25
3.3 Risco Sistemático e Não Sistemático.....	28
3.4 Taxa livre de Risco	29
4 INVESTIDOR.....	30
4.1 Função Utilidade.....	30
4.2 Curvas de Indiferença	30
4.3 Fronteira Eficiente para Ativos com Risco	31
4.4 Fronteira Eficiente para Ativos de Risco Combinados com Ativos Livres de Risco	32
4.5 <i>Capital Market Line</i>	34
5 CAPM - CAPITAL ASSET PRICE MODEL	36
5.1 Premissas do modelo	36
5.2 <i>Security Market Line</i>	40
5.2.1 Uma demonstração mais intuitiva	40
5.2.2 Demonstração feita por Sharpe (1964).....	51
6 IBOVESPA	60
6.1 Carteira teórica de maio a agosto de 2001	60
6.2 Metodologia para o cálculo do índice Bovespa.....	62
6.3 Critério de escolha das ações a serem testadas	63
7 METODOLOGIA EMPREGADA	65
7.1 Estatística	65
7.1.1 Fonte.....	65
7.1.2 Período a ser pesquisado.....	65
7.1.3 Número de Observações (amostra)	66
7.1.4 Ativos (variáveis) a serem trabalhados	66
7.1.5 Unidade	66
7.1.6 Proventos.....	66
7.2 Testes	67
7.2.1 <i>Software</i> a ser utilizado	67
7.2.2 Teste-t: duas amostras em par para médias	67
7.2.3 Teste-t de Hipótese uni-caudal para duas amostras em par para médias	68
7.2.4 Índice de Significância.....	68

7.2.5	Índice de Confiança.....	68
7.3	Cálculo do Retorno Esperado	68
7.3.1	\bar{R}_i = retorno esperado para o ativo i	69
7.3.2	R_f = retorno do ativo livre de risco.....	69
7.3.3	\bar{R}_m = retorno esperado para a carteira de mercado	69
7.3.4	Coefficiente β (beta).....	69
7.3.5	Período a ser utilizado para cálculo do beta	69
7.4	Ibovespa	70
8	RESULTADOS	71
8.1	Tabelas dos resultados obtidos.....	71
8.2	Conclusões	72
	BIBLIOGRAFIA.....	75
	ANEXOS.....	77

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Plano que relaciona retorno esperado de um ativo E_R e seu desvio padrão σ_R (Fonte: Sharpe, 1964, <i>apud</i> Archer e D’Ambrosio, 1976).....	16
Figura 2 – Risco de Ativos Combinados σ_{Rc} . (Fonte: Sharpe, 1964, p.220, <i>apud</i> Archer e D’Ambrosio, 1976).....	26
Figura 3 – Risco Sistemático e Não Sistemático. (Fonte: Sá, 1999, p.175).....	29
Figura 4 – Curvas de Indiferença. (Fonte: Sharpe, 1964, p. 218, <i>apud</i> Archer e D’Ambrosio, 1976).....	30
Figura 5 – Fronteira Eficiente para apenas ativos de risco. (Fonte: Sharpe, 1964, p. 218, <i>apud</i> Archer e D’Ambrosio, 1976).....	31
Figura 6 – Ponto de Máxima Utilidade. (Fonte: Sharpe, 1964, p. 218, <i>apud</i> Archer e D’Ambrosio, 1976).....	32
Figura 7 – Fronteira Eficiente combinando um investimento em títulos sem risco e um investimento em títulos com risco. (Fonte: Sá, 1999, p. 70).....	33
Figura 8 – Fronteira eficiente com ausência de prerrogativa de emprestar ou pedir emprestado à taxa livre de risco R_f . (Fonte: Elton e Gruber, 1995, p.297).....	41
Figura 9 – Fronteira Eficiente com a possibilidade de emprestar ou pedir emprestado à taxa livre de risco R_f . (Fonte: Elton e Gruber, 1995, p.297).....	42
Figura 10 – Combinação de <i>Portfolios</i> . (Fonte: Elton e Gruber, 1995, p. 295).....	46
Figura 11 – <i>Security Market Line</i> . (Fonte: Elton e Gruber, 1995, p. 300).....	49
Figura 12 – Conjunto de alternativas de investimentos e <i>Capital Market Line</i> . (Fonte: Sharpe, 1964, <i>apud</i> Archer e D’Ambrosio, 1976, p. 224).....	52
Figura 13 – Movimento da curva de oportunidades de investimento. (Fonte: Sharpe, 1964, <i>apud</i> Archer e D’Ambrosio, 1976, p. 226).....	53
Figura 14 – Relação de um ativo com uma combinação do qual faz parte. (Fonte: Sharpe, 1964, <i>apud</i> Archer e D’Ambrosio, 1976, p. 227).....	55
Tabela 1 – Planos de investimento e suas medidas relevantes, risco sistemático e retorno esperado. (Fonte: Elton e Gruber, 1995, p. 298).....	46
Tabela 2 – Arbitragem de investimentos. (Fonte: Elton e Gruber, 1995, p. 300).....	48
Tabela 3 – Ativos escolhidos para teste. (Fonte: banco de dados da Economática, UFGRS).....	71
Tabela 4 – Ativos excluídos do teste, por não terem série histórica completa no período desejado. (Fonte: banco de dados da Economática, UFGRS).....	72
Tabela: 5 – Resultados dos testes “t”: <i>duas amostras em par para médias</i> das as ações escolhidas, utilizando-se a ferramenta de análise de dados do <i>software</i> Excel 2000. Dados na forma unitária. (Fonte: banco de dados da Economática, UFGRS).....	73

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS*

CAPM – Capital Asset Price Model

SLM – Security Market Line

CML – Capital Market Line

Portfolio e carteira, são sinônimos

Papel, título, ativo individual, são sinônimos

P – quando subscrito, significa *portfolio* ou carteira

RET_e – retorno esperado

E – retorno esperado

σ – desvio padrão

σ^2 – variância

σ_{AB} – covariância entre os ativos A e B

R – retorno de um ativo ou *portfolio*

\bar{R} – alguns autores usam como média dos retornos de um ativo ou *portfolio*; outros, como retorno esperado de um ativo ou *portfolio*

ρ_{AB} – coeficiente de correlação entre os ativos A e B

β – coeficiente *beta*

R_f ou R_F – retorno da taxa livre de risco

α , X – valores que se referem à participação do investimento no *portfolio*

*

Objetivando ser mais fiel aos autores das obras e acreditando que assim sendo enriqueceremos ainda mais este trabalho, adotaremos, sempre que possível, as notações dos autores que estão sendo estudados. Portanto, o leitor verá símbolos diferentes com o mesmo significado.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar a fundamentação teórica e efetuar uma aplicação prática de uma das mais importantes descobertas no campo das finanças: o modelo de precificação de ativos de capital padrão, denominado de *Capital Asset Price Model* (CAPM).

Na realização da aplicação prática, comparou-se a *performance* entre os retornos dos investimentos exigidos pelo referido modelo e os realmente obtidos.

Foram analisadas cinco ações com a maior participação relativa na carteira teórica do Ibovespa e com retornos publicados de junho de 1998 a maio de 2001. Os dados foram obtidos da Económica da UFRGS e testados utilizando-se o Teste-t (duas amostras em par para médias) na ferramenta MS Excel.

Os resultados foram tabelados e analisados, de onde se concluiu que, estatisticamente, com índice de confiança de 95%, não houve diferença de *performance* entre os retornos esperados e os realmente obtidos dos ativos objeto desta dissertação, no período estudado.

ABSTRACT

This paper has the objective of presenting the theoretical foundations and perform a practical application of one of the most important discoveries in the field of finances - the model for pricing standard capital assets called Capital Asset Price Model (CAPM).

For the practical application, a comparison was made between the performance of the return on investments required by this model and those actually obtained.

Five stocks were analyzed with a greater level of participation given to the theoretical portfolio of Ibovespa and with returns published from June 1993 to May 2001. The data was obtained from Economática of UFRGS and tested using the t-Test (two samples in pair for averages) with the tool MS Excel.

The results were put onto a table and analyzed, and it was concluded that, statistically, with a reliability rate of 95%, there was no difference in performance between the expected returns and those actually obtained from the assets that were the object of this dissertation during the period studied.

1. 1 INTRODUÇÃO

1.1 Objetivo

O objetivo geral deste trabalho é apresentar e efetuar uma aplicação prática do modelo de precificação de ativos de capital padrão, denominado de *Capital Asset Price Model* – CAPM, cuja autoria é atribuída de forma independente a William F. Sharpe (1964), John Lintner (1965) e Jan Mossin (1966)¹.

Durante o decorrer da dissertação, e a fim de alcançarmos o objetivo geral acima mencionado, necessitaremos atingir outros pontos mais específicos, que nos auxiliarão a entender, com maior profundidade, o modelo em questão e o trabalho prático a ser elaborado, dos quais destacamos: a) definir a função utilidade do investidor; b) conceituar e construir a fronteira eficiente; c) apresentar o conceito de carteira ótima, ou seja, a carteira com a melhor relação entre retorno e risco, a qual será considerada como *portfolio* de mercado; d) construir a *Security Market Line*, equação que estabelece a relação de equilíbrio entre risco e retorno proposta por Sharpe (1964); e) apresentar a composição teórica da carteira do Ibovespa², conjunto esse que será utilizado para a escolha dos ativos de renda variável que farão parte deste estudo. Tudo isso será feito para respondermos a questão central do trabalho, que é verificarmos se existe diferença de performance entre os retornos exigidos pelo modelo – *Security Market Line* – e os realmente obtidos, considerando as cinco empresas brasileiras com maior percentual de participação relativa no Ibovespa. Em outras palavras, verificaremos se os investidores que aplicaram seus recursos separadamente naquelas cinco ações obtiveram ou não o retorno esperado em função do risco incorrido.

Enquanto estivermos pesquisando tal questão, também estaremos abordando temas complementares, que enriquecerão o estudo: a) quais são as

¹ Ver artigos originais republicados por Archer e D'Ambrosio, 1976.

empresas brasileiras com maior percentual de participação relativa na carteira teórica do Ibovespa; b) das cinco ações a serem tratadas, quais possuem desempenho superior ou inferior ao modelo de equilíbrio exigido pelo CAPM; c) a quais segmentos do setor produtivo as ações referentes à questão anterior pertencem; d) por que escolhemos para teste prático ações obtidas da carteira teórica do Ibovespa.

Finalmente, registramos que o modelo desenvolvido por Sharpe-Lintner-Mossin representa uma das mais importantes descobertas no campo das finanças, pois permite-nos determinar a relevante medida de risco para qualquer ativo e a relação entre retorno esperado e risco dos ativos para o mercado em equilíbrio. Ainda, o modelo ficou conhecido como CAPM e é considerado uma contribuição fundamental para a compreensão da maneira como o mercado de capitais funciona, vindo daí a relevância do assunto³.

1.2 Estrutura do Trabalho

Um dos objetivos do trabalho é a fundamentação teórica da construção da *Security Market Line* (SML) à maneira feita por Sharpe em 1964, o que efetivamente ocorre no capítulo 5.

Nos capítulos 1, 2, 3 e 4, apresentamos conceitos importantes, que ajudam o leitor a entender o modelo denominado *Capital Asset Price Model* – CAPM, e especialmente a reta que estabelece de maneira geral a relação de equilíbrio entre risco e retorno de qualquer ativo ou *portfolio*.

² Índice utilizado pelo mercado, conforme BOVESPA (Bolsa de Valores do Estado de São Paulo), disponível na Internet, no endereço www.bovespa.com.br.

³ Elton e Gruber, 1977, p. 296, 301 e 306.

A exposição teórica do CAPM termina no capítulo 5. Em seguida, nos capítulos 6 e 7, preparamo-nos para o trabalho prático e suas conclusões presentes no capítulo 8.

A seguir, apresentamos a Bibliografia e os Anexos referentes a este estudo.

Salientamos que o leitor, no decorrer de todo o trabalho, encontrará notações diferentes para o mesmo significado, o que foi proposital para permitir maior fidelidade às notações dos diferentes autores; em nosso entender, essa diversidade de abordagens não prejudica o entendimento e, ao contrário, vem a enriquecer o texto.

1.3 Limitações do Trabalho

Precisamos registrar que o estudo possui limitações pois, embora embasado em modelo consagrado no mundo das finanças, as conclusões do trabalho prático têm como base o índice de confiança escolhido, bem como o período no qual os ativos foram observados. Se tivéssemos escolhido uma outra amostra em outro período, ou diferente índice de confiança, talvez chegássemos a resultados divergentes.

2. 2 RETORNO ESPERADO

2.1 Conceituação

Hillbrecht (1999) diz que o retorno esperado mede o ganho de se manter determinado ativo. Em outras palavras, aquele autor afirma que o retorno esperado é a soma ponderada de cada retorno possível multiplicado por sua probabilidade de ocorrência.

Na sua obra, Hillbrecht (1999, p.51) apresenta o seguinte exemplo:

“ (...) suponha que determinado ativo tenha um retorno de 10% metade do tempo e 20% metade do tempo. Seu retorno esperado então é $(0,5 \times 10\%) + (0,5 \times 20\%) = 15\%$. Todo o mais constante, quanto maior o retorno esperado de determinado ativo em relação a outros maior é o ganho que um investidor tem ao adquiri-lo e, portanto, maior será a demanda por esse ativo”.

2.2 Expressão Matemática

Para Hillbrecht (1999), a equação matemática que exprime o retorno esperado pode ser escrita da seguinte forma:

$$RET_e = \sum (p_i \times RET_i)$$

Onde:

RET_e = retorno esperado;

p_i = probabilidade de ocorrência de RET_i ;

RET_i = realização do retorno.

Cabe ressaltar que estamos apresentando o conceito de retorno esperado, porque Sharpe (1964) *apud* Archer e D'Ambrosio (1976) usa esse conceito em seu trabalho *Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under*

Conditions of Risk. Sharpe, no citado trabalho, utiliza o conceito de forma que a seguir veremos.

Considere, registra ele⁴, dois planos de investimento **A** e **B**, cada um incluindo um ou mais ativos. Seus valores esperados e desvios padrão das taxas de retorno são os mostrados na figura 1.

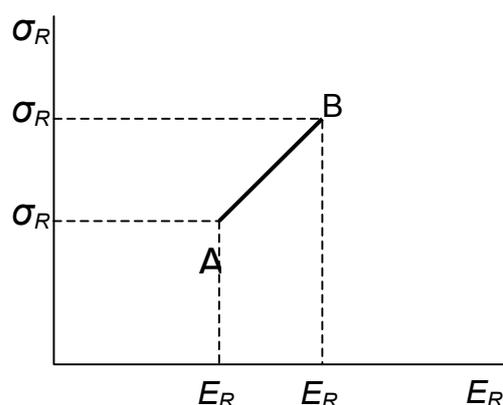


Figura 1 – Plano que relaciona retorno esperado de um ativo E_R e seu desvio padrão σ_R . (Fonte: Sharpe, 1964, p.220, *apud* Archer e D'Ambrosio, 1976).

Se a proporção α da riqueza individual é alocada no plano **A** e o restante $(1 - \alpha)$ em **B**, o **retorno esperado** da combinação E_{Rc} ficará sobre a reta **AB** e terá a seguinte expressão: $E_{Rc} = \alpha E_{Ra} + (1 - \alpha) E_{Rb}$.

Estamos, neste momento, apenas mostrando um exemplo no qual aparece a utilização do conceito de retorno esperado utilizado por Sharpe (1964). O leitor não deve se preocupar com a utilização feita do conceito de desvio padrão, pois ainda não trabalhamos com ele, e o faremos no capítulo seguinte. O uso desse último conceito somente foi agora mencionado, porque normalmente aparece acompanhado do retorno de um ativo ou de seu retorno esperado.

⁴ Tradução livre de Sharpe (1964) *apud* Archer e D'Ambrosio (1976).

3. 3 RISCO

3.1 Histórico

O objetivo deste item é mostrar o quanto foi difícil chegarmos ao conceito atual de risco utilizado no campo das finanças e, conseqüentemente, por Sharpe (1964) em seu modelo denominado de *Capital Asset Price Model*.

Tendo em vista a riqueza da história da medição do risco, seria deselegante entrarmos imediatamente em seu conceito, sem comentarmos sobre o seu processo de construção.

Todas as idéias apresentadas nesta parte da dissertação são citações ou paráfrases de Bernstein (1997), o qual recomendamos a leitura para aqueles que desejam se aprofundar no assunto que inquietou e inquieta muitos economistas, matemáticos e estatísticos desde remotos tempos. Para não sermos demasiadamente repetitivos e cansarmos o leitor, somente registraremos as referências quando fizermos citações diretas da obra de Bernstein (1997).

Inicialmente, vale registrar que a palavra risco deriva do italiano antigo *risicare*, o qual significa ousar.

As ferramentas atualmente usadas na administração do risco resultam principalmente de evoluções ocorridas desde o século XVII, destacando-se as descobertas de Francis Galton em 1875 e as contribuições de Markowitz (1959).

Em Basiléia, em 1663, foi publicada uma das obras de Girolamo Cardano, médico do século XVII, a quem se atribui a chance de ter sido o primeiro a introduzir o lado estatístico da teoria das probabilidades. Ele teria definido a forma agora convencional de expressar a probabilidade como uma fração, conceito esse usado nas definições atuais sobre retorno esperado de ativos e no cálculo de risco.

Bernstein (1997, p. 52) diz que, segundo Cardano, “a probabilidade de um resultado é a razão entre os resultados favoráveis e o conjunto total de oportunidades”.

Apesar dos avanços obtidos por Cardano, foram Pascal, Fermat e o cavaleiro de Méré que criaram, pela primeira vez, uma teoria de probabilidades que ofereceu uma medida em termos de números exatos, rompendo com as práticas de tomadas de decisões baseadas em graus de crença.

Em 1731, um trabalho com o título *Specimen theoriae novae de mensura sortis* (Exposição de uma nova teoria sobre a medição do risco) foi apresentado à Academia Imperial de Ciências de São Petersburgo. O autor do artigo, Daniel Bernoulli, matemático suíço, então com 38 anos, começa seu trabalho com um parágrafo que expõe a tese que ele deseja atacar:

“Desde que os matemáticos começaram a estudar a medição do risco, tem vigorado um consenso geral sobre esta proposição: os valores esperados são calculados multiplicando-se cada ganho possível pelo número de meios pelos quais pode ocorrer, e depois dividindo-se a soma destes produtos pelo número total de casos.” (Bernstein, 1997, p. 102).

Vale destacar que essa ainda é a definição de valor esperado utilizada em nossos dias.

É atribuída também a Bernoulli a introdução intuitiva da idéia de utilidade, a qual se transforma na base, não apenas em economia, mas em teorias sobre como as pessoas tomam decisões e fazem escolhas em todas as situações da vida. O conceito introduzido por Bernoulli é citado por Bernstein (1997, p.105): “A utilidade resultante de qualquer pequeno aumento da riqueza será inversamente proporcional à quantidade de bens anteriormente possuídos.”

O teorema do limite central apresentado por Laplace em 1809, que diz que as médias de médias reduzem milagrosamente a dispersão ao redor da grande média foi outra grande contribuição à estatística e, por consequência, ao conceito de risco hoje empregado.

A primeira Guerra Mundial foi um divisor de águas na literatura, música e arte, mas também o foi para a história do risco. Até então, os economistas clássicos pensavam que a economia era um sistema isento de riscos e que sempre produziria os melhores resultados. Pensava-se ainda que, embora as empresas e os investidores individuais corressem riscos, o mesmo não era verdade para a economia como um todo.

Em 1921, ocorre a publicação de outra obra importante no estudo do risco, cujo autor era Frank Knight, intitulado *Risk, uncertainty and profit* (Risco, incerteza e lucro), considerada a primeira obra de alguma relevância a preocupar-se com a tomada de decisões sob condições de incerteza. Nesse trabalho, Knight diz:

“A incerteza deve ser tomada em um sentido radicalmente distinto da noção familiar de risco, da qual nunca foi apropriadamente separada (...) Descobrir-se-á que uma incerteza mensurável, ou ‘risco’ propriamente (...) é tão diferente de uma imensurável que, na verdade, não chega a ser uma incerteza.” (Knight, 1921, *apud* Bernstein, 1997).

Conforme afirma Bernstein (1997, p. 224), a questão do risco também preocupou o mundialmente famoso John Maynard Keynes que, em seu livro intitulado *A treatise on probability* (Tratado sobre a probabilidade) diz: “A percepção da probabilidade, do peso e do risco dependem grandemente do julgamento” e “a base de nossos graus de crença faz parte de nosso equipamento humano”.

Nessa caminhada do risco até os tempos atuais, precisamos também escrever um pouco sobre a obra clássica realizada por Von Neumann e Morgenstern, *Theory of games and economic behaviour* (Teoria dos jogos e comportamento econômico), terminada em 1944 e publicada em 1953. Bernstein (1997, p.244) declara:

“Von Neumann e Morgenstern basearam *Theory of games and economic behaviour* em um elemento essencial do comportamento: os ganhos de um indivíduo que maximiza sua utilidade – faz a melhor troca disponível dentro das limitações fixadas pela teoria dos jogos – dependerão de quanto ele consegue obter caso se comporte racionalmente.”

Chegando quase ao ápice de nosso pequeno relato desse conceito fundamental do que é risco em investimentos, veremos agora como ele aparece e é utilizado atualmente.

De acordo com Bernstein (1997), Markowitz (1959) usou a noção de risco para formar carteiras para investidores que consideram o retorno esperado uma coisa desejável e a variância do retorno uma coisa indesejável. Entenda-se como a variância uma medida estatística da oscilação do rendimento de um ativo ao redor da média, conceito esse que gera o desvio padrão.

Nesse momento, vale a pena citar a seguinte passagem, na qual grifamos algumas expressões:

“Markowitz não faz nenhuma menção à palavra ‘risco’ ao descrever sua estratégia de investimento. Ele simplesmente identifica a variância do retorno com a **coisa indesejável** que os investidores tentam minimizar. **Risco e variância tornam-se sinônimos.**” (Bernstein, 1997, p. 252).

Markowitz utiliza-se de conceitos estatísticos e da curva normal de Gauss em sua definição da coisa indesejável, ou seja, do risco dos ativos ou da carteira. Isso fica claro na seguinte citação de Bernstein:

“Markowitz presumiu que as **probabilidades de retornos reais** da carteira acima e abaixo da expectativa média se **distribuirão em uma exata curva normal de Gauss** simetricamente equilibrada. A distribuição dessa curva ao redor da média, do prejuízo ao lucro reflete a variância da carteira – com a faixa de resultados possíveis refletindo a probabilidade de que a taxa de retorno real da carteira diferirá da taxa de retorno esperada. Foi isso que Markowitz quis dizer ao introduzir o conceito de variância para medir o risco, ou a incerteza do retorno; a abordagem combinada em relação ao risco e retorno costuma ser chamada pelos profissionais liberais e acadêmicos de otimização da média/variância.” (Bernstein, 1997, p. 256). (grifo nosso).

O último grifo destaca um pressuposto que também estaremos utilizando neste trabalho, pois usaremos testes estatísticos das séries de retornos das ações a serem empregadas, entendendo que elas também seguem a distribuição normal.

O trabalho de Markowitz , embora seja muito empregado pelos agentes de mercado, sofreu e vem sofrendo alguns questionamentos por estudiosos do assunto. Como exemplo para deixar claro que aquele trabalho não é consenso, citaremos algumas críticas: a primeira delas é se a variância realmente representaria apropriadamente o risco; a segunda, e talvez uma das mais importantes críticas e que vem se destacando com o nome de Teoria da Perspectiva, é quanto à racionalidade dos investidores, um dos pressupostos básicos de Markowitz. Segundo aquela teoria, existem evidências que revelam repetidos padrões de irracionalidade, inconsistência e incompetência nas formas como os seres humanos chegam às decisões e escolhas diante de incerteza.

O último parágrafo foi somente um parêntesis. Voltamos à história do risco. Markowitz deixara tudo pronto para um ex-aluno seu, William Sharpe, que mais tarde viria a compartilhar com ele, em 1990, o prêmio Nobel de Economia, partisse da expressão do desvio padrão entre um ativo individual i e uma combinação de ativos g , conjugados com a expressão naquele tempo já consagrada de retorno esperado, para construir o modelo CAPM – *Capital Asset Price Model*, considerado como modelo de Determinação de Preço de Capital.

Tal modelo determina como os ativos financeiros seriam avaliados **se todos os investidores** seguissem, em sua totalidade, as recomendações de Markowitz para a formação de carteiras. O *Capital Asset Price Model* é considerado um modelo de equilíbrio, pois através da *Security Market Line* – o ponto máximo do modelo – estabelece a relação justa de quanto o ativo individual ou uma combinação de ativos têm que oferecer de retorno em função do respectivo risco sistemáticos incorrido.

Fizemos questão de grafar no parágrafo anterior a expressão “se todos os investidores” por entendermos ser um pressuposto bastante forte do modelo de Sharpe, que talvez explique, pelo menos parcialmente, a não aderência ao modelo por parte de alguns ativos de mercado.

3.2 Medidas de Risco

Em finanças, utilizamos o desvio padrão σ , raiz quadrada da variância σ^2 , para o cálculo do risco. Como diz Sá (1999, p.159) “(...) podemos dizer que risco em finanças está associado à incerteza dos eventos futuros. No caso da avaliação do desempenho de carteiras, esse conceito pode ser interpretado como a variabilidade da **rentabilidade passada** (...)” (grifo nosso).

Na prática, é a rentabilidade real passada que utilizamos para o cálculo do risco, por isso o meu grifo na citação acima. Ou seja, tomamos a rentabilidade real histórica, expurgando-se um índice de inflação, no período que se deseja, e fazemos os cálculos devidos.

3.2.1 Risco de um Ativo Individual

Sejam R_1, \dots, R_n os retornos históricos do título **A** nos últimos n períodos. Dizemos que o risco apresentado pelo ativo **A** no período mencionado é dado por:

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n}}$$

onde:

n = número de períodos observados;

\bar{R} = é o retorno médio dos retornos observados, ou seja, $\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$

3.2.2 Risco para Dois ou Mais Ativos

Uma carteira formada por dois ou mais ativos já é considerada um *portfolio* e normalmente representada por um subscrito **p**.

A expressão genérica para o cálculo do risco de um *portfolio* de **N** títulos aparece em Elton e Gruber (1995, p.59)

$$\sigma_p^2 = \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N X_j X_k \sigma_{jk}, \text{ sendo } k \neq j$$

onde:

X_j = participação do ativo **j** no portfólio;

X_k = participação do ativo **k** no portfólio;

σ_{jk} = covariância entre os retornos do ativo **A_j** e do ativo **A_k**.

Nesta parte, cabe um destaque especial, pois Sharpe (1964) *apud* Archer e D'Ambrosio (1976, p.228), utiliza a expressão do risco entre dois ativos **R_i**, um ativo **i** individual, e **R_g**, uma carteira de ativos, para construir a *Security Market Line*. A expressão usada por Sharpe é a seguinte:

$$\sigma = \sqrt{\alpha^2 \sigma_{R_i}^2 + (1-\alpha)^2 \sigma_{R_g}^2 + 2r_{ig} \alpha(1-\alpha) \sigma_{R_i} \sigma_{R_g}}$$

Retornaremos a essa expressão mais adiante, quando descreveremos a demonstração completa usada por Sharpe (1964).

Vale a pena observar que, na citada fórmula, Sharpe não utiliza a covariância. Em seu lugar, usa r_{ig} , denominado de coeficiente de correlação entre os ativos **i** e **g**.

3.2.2.1 Efeito da Covariância no cálculo do Risco

Conforme Sá (1999, p.56), a covariância entre dois títulos **A** e **B** é dada pela seguinte expressão:

$$\sigma_{AB} = \frac{\sum [(R_A - \bar{R}_A)(R_B - \bar{R}_B)]}{N}$$

onde:

R_A e R_B : retornos dos títulos **A** e **B**;

\bar{R}_A e \bar{R}_B : retornos médios dos títulos **A** e **B**;

N : número de observações.

Para verificarmos o efeito da covariância no cálculo do risco, usaremos como exemplo a fórmula do risco de dois ativos **A** e **B**:

$$\sigma_P^2 = X_A^2 \sigma_A^2 + X_B^2 \sigma_B^2 + 2 X_A X_B \sigma_{AB}$$

Com base nessa expressão, Sá (1999, p.58) afirma que:

“ (...) quanto menor a covariância entre os retornos dos dois títulos, menor será o risco da carteira e, mais, quando a covariância for negativa, o risco da carteira será menor do que a média ponderada do risco de cada um dos títulos que a compõem. Esse é o segredo da diversificação eficiente proposta por Markowitz”.

3.2.2.2 Coeficiente de Correlação

Conforme podemos observar em Sá (1999), o coeficiente de correlação é uma medida estatística que indica o grau de dependência linear entre duas variáveis; no caso em que estamos estudando, os retornos dos ativos.

Se duas variáveis são independentes, então o coeficiente de correlação é zero. Se for positivo, indica que os valores positivos de uma variável estão associados aos valores positivos da outra. Quando negativo, indica que os valores positivos de uma variável estão associados a valores negativos da outra.

O leitor deve estar se perguntando: o que tem a ver o coeficiente de correlação com a medida de risco utilizada por Sharpe em seu trabalho sobre o CAPM? A resposta não é tão complicada, basta verificarmos que o coeficiente de correlação faz parte de uma das parcelas da fórmula do desvio padrão usada por aquele autor. Tal fórmula, como já vimos, representa uma medida de risco dada

$$\text{por: } \sigma = \sqrt{\alpha^2 \sigma_{R_i}^2 + (1-\alpha)^2 \sigma_{R_g}^2 + 2r_{ig} \alpha(1-\alpha) \sigma_{R_i} \sigma_{R_g}}$$

Sá (1999) também explica que o coeficiente de correlação varia de **+1** (correlação perfeita no mesmo sentido) a **-1** (correlação perfeita no sentido inverso).

A liberdade de um autor usar, na expressão de risco de uma combinação de ativos, o coeficiente de correlação, e outro, a covariância, provém de que ambos estão relacionados.

Seja R_i o retorno do ativo **i** e R_g o retorno do ativo **g** ou o resultado da combinação de vários ativos. O coeficiente de correlação entre os retornos R_i e R_g é dado pela seguinte expressão:

$$\rho_{R_i R_g} = \frac{\sigma_{R_i R_g}}{\sigma_{R_i} \sigma_{R_g}}$$

onde:

$\rho_{R_i R_g}$ = coeficiente de correlação entre as variáveis R_i e R_g . Sharpe (1964) usou a letra **r** ao invés de ρ , por isso adotaremos, de agora em diante, o símbolo **r** para essa finalidade;

$\sigma_{R_i R_g}$ = covariância entre as variáveis R_i e R_g ;

σ_{R_i} = desvio padrão do retorno do ativo **i**;

σ_{R_g} = desvio padrão do retorno do ativo ou combinação de ativos **g**.

Interessante aqui mostrar a figura 2, em que Sharpe (1964) *apud* Archer e D'Ambrosio (1976, p.220) demonstrou o efeito que aparece no risco de ativos combinados σ_{R_c} para ativos de diferentes coeficientes de correlação.

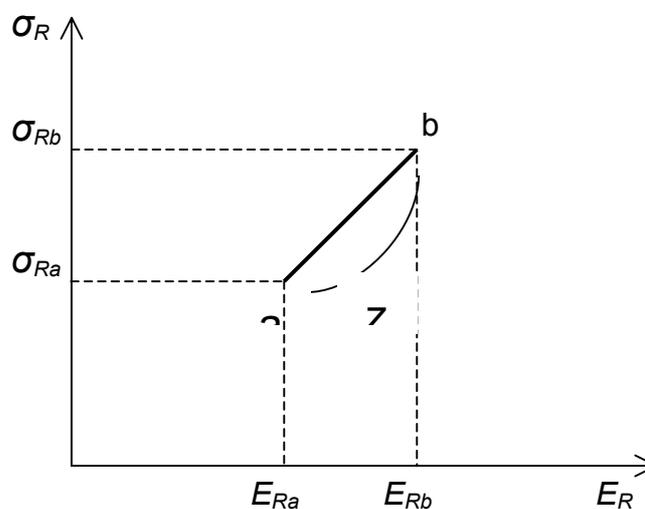


Figura 2 – Risco de Ativos Combinados σ_{R_c} . (Fonte: Sharpe, 1964, p.220, *apud* Archer e D'Ambrosio, 1976).

Para entender melhor a figura 2, precisamos esclarecer alguns itens: sejam **a**, **b** dois ativos ou conjunto de ativos, α a participação do investimento **a** na combinação e $(1 - \alpha)$ a participação do investimento **b** na combinação. Como vimos anteriormente, o risco da combinação de dois ativos ou investimentos é

$$\text{dado por } \sigma = \sqrt{\alpha^2 \sigma_{R_a}^2 + (1-\alpha)^2 \sigma_{R_b}^2 + 2r_{ig} \alpha(1-\alpha) \sigma_{R_a} \sigma_{R_b}} .$$

Ainda, R_a e R_b são as variáveis que representam os retornos dos investimentos **a** e **b**, e σ_{R_c} é o cálculo do desvio padrão, medida de risco, dos ativos **a** e **b** combinados. σ_{R_a} e σ_{R_b} são os desvios padrão dos retornos **a** e **b**.

Ou seja, o gráfico mostra os valores possíveis de serem obtidos com diferentes combinações de **a** e **b** para dois valores de r_{ab} . Quando $r_{ab} = 1$, as combinações ficam sobre o segmento de reta **ab**. Se $r_{ab} = 0$, as combinações ficarão ao longo da curva **azb**.

Qual é a grande descoberta aqui? É que, combinando-se dois planos de investimentos, podemos obter riscos menores para o mesmo resultado outrora conseguido, desde que o coeficiente de correlação entre eles seja menor do que **+1**.

Complementando o anteriormente dito, vale registrar mais dois pontos: primeiro, que estamos adotando o gráfico de risco e retorno efetuado por Sharpe (1964) porque é sobre seu trabalho que estamos estudando, embora nos demais textos pesquisados os escritores invertam a posição dos eixos – onde Sharpe usa o eixo vertical para a variável risco, os demais usam para o retorno, e vice-versa. Segundo, apesar de Sharpe (1964) *apud* Archer e D'Ambrosio não fazer o gráfico para o caso de $R_{ab} = -1$, ele descreve essa hipótese dizendo que o desenho será “dois segmentos de reta convergindo sobre um ponto do eixo horizontal”.

3.3 Risco Sistemático e Não Sistemático

Conforme queremos mostrar no final de nosso trabalho, a *Security Market Line* é dada por $\bar{R}_i = R_f + \beta(\bar{R}_m - R_f)$. Esta expressão tem um de seus componentes o β , que, segundo Sá (1999, p.128) é obtido pela expressão:

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^n [(R_{a_i} - \bar{R}_a)(R_{m_i} - \bar{R}_m)]}{\sum_{i=1}^n [(R_{m_i} - \bar{R}_m)^2]}$$

onde:

n = número de observações;

R_{a_i} = observações do retorno do ativo a ;

\bar{R}_a = média aritmética dos retornos do ativo a ;

R_{m_i} = observações do retorno do ativo de mercado, em nosso caso o Ibovespa;

\bar{R}_m = média aritmética dos retornos do ativo de mercado.

Afirma também Sá (1999) que o β (beta) nada mais é do que o coeficiente de regressão da reta que melhor ajusta o retorno de um título com o retorno da carteira de mercado, ou seja, é um indicador que mede como reage o preço de um título às oscilações do índice representativo de seu mercado. É dito que esse coeficiente é um indicador de risco sistemático (mercado) de um título, ou seja, é a parcela da variabilidade total do retorno de um título que é explicada pela variabilidade do retorno da carteira de mercado.

Em seu gráfico na página 175, o autor faz um diagrama mostrando as diferenças entre o risco sistemático (de mercado) e o não sistemático (diversificável).

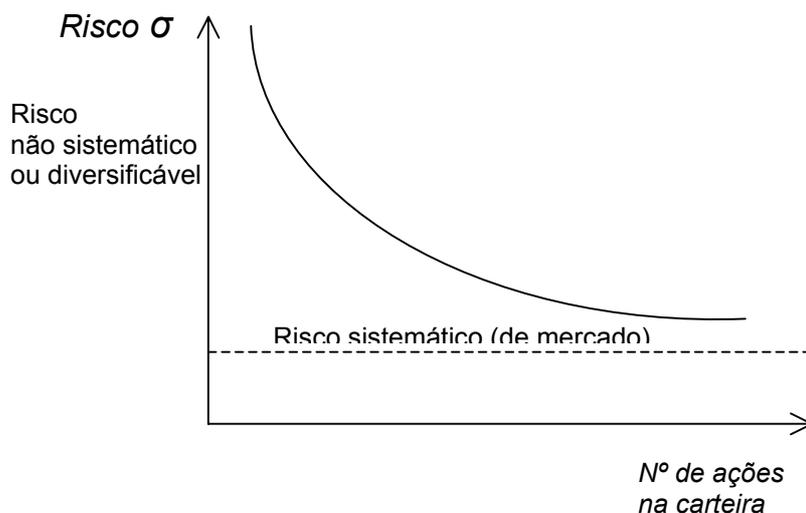


Figura 3 – Risco Sistemático e Não Sistemático. (Fonte: Sá, 1999, p.175).

Analisando-se o gráfico, podemos observar que, com o aumento de títulos em uma carteira (diversificando), é possível reduzir muito o risco não sistemático, o que não ocorre com o risco sistemático (ou de mercado).

3.4 Taxa livre de Risco

Na expressão da *Security Market Line* $\bar{R}_i = R_f + \beta(\bar{R}_m - R_f)$ aparece o termo R_f , o qual significa a taxa de retorno de ativo livre de risco.

Neste trabalho, utilizaremos como taxa livre de risco aquela praticada para os títulos públicos federais, a taxa média Selic⁵.

⁵ Selic – Sistema Especial de Liquidação e Custódia, criado em 1980 sob a responsabilidade do BACEN (Banco Central do Brasil) e da Andima (Associação Nacional das Instituições dos Mercados Abertos).

4. 4 INVESTIDOR

4.1 Função Utilidade

Para Sharpe (1964) *apud* Archer e D'Ambrosio (1976, p.217), o investidor age com base em dois parâmetros: o retorno esperado E_w e o desvio padrão σ_w .

Isso pode ser representado por uma função utilidade da seguinte forma:

$$U = f(E_w, \sigma_w)$$

4.2 Curvas de Indiferença

Ainda para Sharpe (1964), os investidores preferem maior riqueza futura do que menor. Assim, *ceteris paribus* ($d U / d E_w > 0$). Além disso, eles exibem aversão ao risco, escolhendo investimentos com menor valor de σ_w do que um outro com maior valor, dado o mesmo nível de retorno E_w , o que faz com que ($d U / d \sigma_w < 0$). Isso faz com que as curvas de indiferença tenham o comportamento conforme o gráfico a seguir:

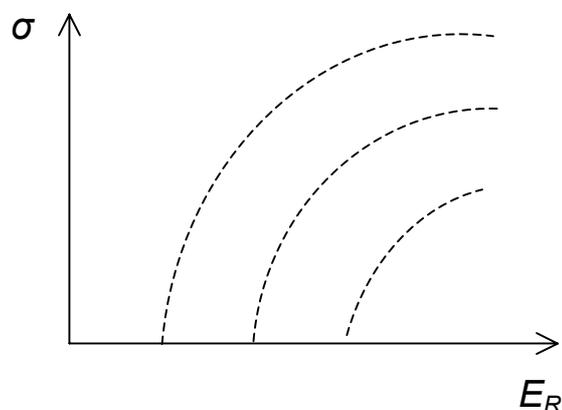


Figura 4 – Curvas de Indiferença. (Fonte: Sharpe, 1964, p. 218, *apud* Archer e D'Ambrosio, 1976).

4.3 Fronteira Eficiente para Ativos com Risco

Conforme Sharpe (1964) *apud* Archer e D'Ambrosio (1976, p.223), o modelo do comportamento do investidor considera que este escolherá, dentre o conjunto de oportunidades de investimento, aquele que maximiza a sua utilidade.

Representando todos os planos de investimento por pontos determinados por σ_R e E_R , a área composta por esses planos tem aparência similar àquela abaixo descrita, onde σ_R é a variável risco dos ativos considerados e E_R representa a variável retorno esperado.

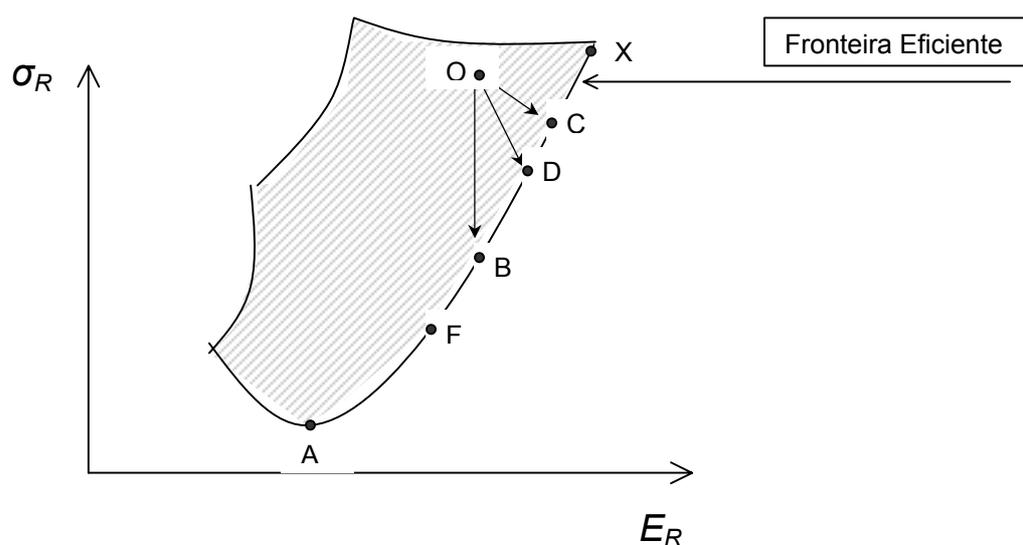


Figura 5 – Fronteira Eficiente para apenas ativos de risco. (Fonte: Sharpe, 1964, p. 218, *apud* Archer e D'Ambrosio, 1976).

A fronteira **ABDCX** é considerada eficiente, porque nela estão localizados os planos de investimentos eficientes. E um plano é dito eficiente se e somente se não existir outra alternativa com:

- a) o mesmo retorno esperado E_R e menor risco;
- b) o mesmo risco σ_R e maior retorno esperado.

Assim, o investimento no ponto **O** é considerado ineficiente, pois **B**, **C** e **D**, entre outros sobre a fronteira eficiente, dominam o ponto **O**.

Agora já podemos apontar qual é efetivamente esse plano que maximiza a utilidade do investidor para o caso de ativos com risco. Esse plano deverá pertencer a suas curvas de indiferença e à fronteira eficiente. Para isso, basta juntarmos os gráficos anteriores (figuras 4 e 5). Neste caso, **F** é o plano que respeita as condições descritas.

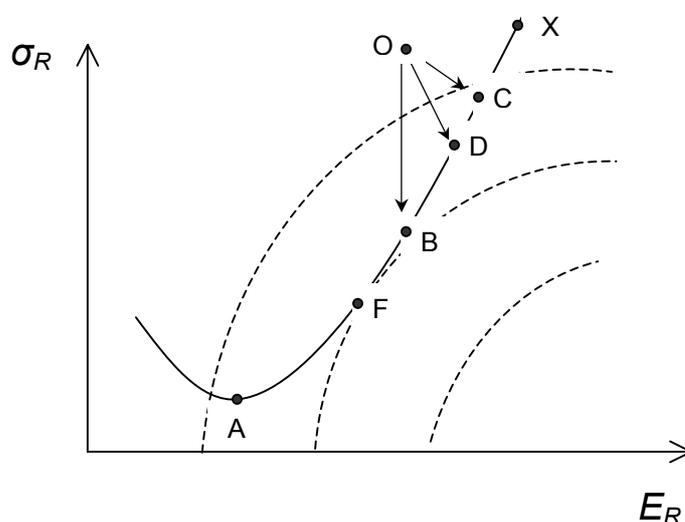


Figura 6 – Ponto de Máxima Utilidade. (Fonte: Sharpe, 1964, p. 218, *apud* Archer e D’Ambrosio, 1976).

4.4 Fronteira Eficiente para Ativos de Risco Combinados com Ativos Livres de Risco

Conforme Sá (1999, p. 70) quando introduzimos a possibilidade de aplicarmos em ativo de renda fixa sem risco R_f e, além disso, de se tomar dinheiro emprestado, à taxa livre de risco R_f , para se alavancar o investimento (investir mais do que os recursos próprios) nos títulos com risco, surge uma nova fronteira eficiente.

Utilizaremos, neste caso, a apresentação dos eixos de acordo com Sá (1999), por considerarmos de mais fácil visualização.

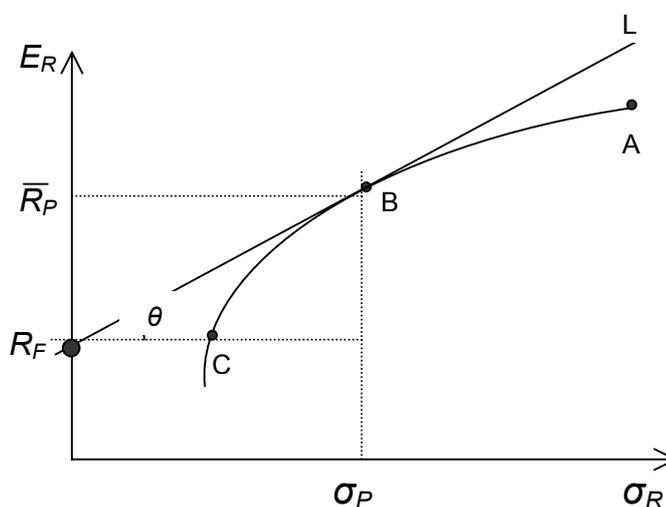


Figura 7 – Fronteira Eficiente combinando um investimento em títulos sem risco e um investimento em títulos com risco. (Fonte: Sá, 1999, p. 70).

Anteriormente, vimos que **CBA** era a fronteira eficiente dos títulos com risco. Agora, introduzindo a possibilidade de aplicarmos em R_F e tomarmos recursos emprestados nesse custo, configura-se uma nova fronteira eficiente, representada pela reta que passa por R_F e tangencia **CBA** no ponto **B**.

Registra Sá (1999, p.73) que, para determinação do ponto **B**, basta maximizarmos a relação, com a restrição de que todos os recursos sejam investidos nos títulos:

$$\text{tang } \theta = \frac{\bar{R}_P - R_F}{\sigma_P}$$

Onde:

\bar{R}_P = retorno esperado de qualquer carteira **P** sobre a reta;

σ_P = risco dessa carteira.

Descobertas as coordenadas do ponto **B**, \bar{R}_B e σ_B , a equação da fronteira eficiente fica com a seguinte expressão:

$$\bar{R}_P = R_F + \frac{\bar{R}_B - R_F}{\sigma_B} \times \sigma_P$$

ou seja, todo *portfolio* eficiente **P** precisa atender a essa relação.

Outro aspecto muito importante sobre essa reta é que qualquer ponto sobre ela pode ser obtido aplicando-se apenas no *portfolio* **B** e em R_F .

Sharpe (1964) *apud* Archer e D'Ambrosio (1976) consigna em seu trabalho que Tobin (1958) demonstrou que, sob as condições do modelo de Markowitz, o processo de escolha do investimento pode se dar em duas fases apenas:

- primeiro, a escolha da combinação ótima – melhor relação entre risco e retorno - de ativos de risco. Conforme vimos, seria a maximização de $\frac{\bar{R}_P - R_F}{\sigma_P}$;
- segundo, a alocação de recursos em tal combinação e no ativo livre de risco, a taxa R_F .

4.5 *Capital Market Line*

Estamos praticamente prontos para apresentar ao leitor a *Capital Market Line* (Linha de Mercado de Capitais). Está faltando apenas um pequeno detalhe.

Conforme veremos mais especificamente no Capítulo 5, item 5.2.1, Elton e Gruber (1999) fazem uma demonstração intuitiva sobre o CAPM, na qual fica claro que o ponto B, acima descrito, transforma-se, na verdade, em **M**, formado pela carteira de mercado.

Sá (1999, p.118) define o que seja carteira de mercado:

“(...) essa carteira **M** é a aquela constituída com todos os títulos de risco que representam o mercado. No caso de estarmos nos referindo ao mercado de ações, essa carteira corresponderia a uma carteira que representasse o mercado de ações como um todo. Na prática, se estivermos nos referindo ao mercado de ações brasileiro, essa carteira **M** poderia ser, por exemplo, a carteira de ações representativa do Ibovespa.”

Antes de concluirmos este ponto, precisamos esclarecer algumas questões fundamentais para o entendimento deste trabalho.

O tempo até agora investido para chegarmos à construção da *Capital Market Line* tem uma grande justificativa: Sharpe (1964) *apud* Archer e D'Ambrosio (1976) constrói a *Security Market Line* a partir da combinação de um ativo individual **i** e de um portfólio **g**, este último sobre a *Capital Market Line*. Ou seja, Sharpe origina a *Security Market Line* a partir da *Capital Market Line*.

O leitor deve estar se perguntando, ainda, por que Sharpe se preocupou com um novo modelo de equilíbrio se já existia a expressão da *Capital Market Line* desenvolvida. Este ponto é muito importante: ocorre que a expressão do *Capital Market Line* somente valia para carteiras ou *portfolios* de títulos e não para ativos individuais.

Sharpe (1964) *apud* Archer e D'Ambrosio (p.1976, p.216) diz que, até aquele momento, não havia teoria que facilmente desse a relação entre o preço de um **ativo individual** e seu risco. O que Sharpe pretendia, e fez, foi desenvolver uma condição de equilíbrio entre preço e risco que valesse tanto para ativos individuais quanto para *portfolios*, ou seja, que tivesse um conceito mais geral, o que veremos também no capítulo seguinte.

5 CAPM - CAPITAL ASSET PRICE MODEL

5.1 Premissas do modelo

Para compreendermos melhor o modelo desenvolvido por Sharpe (1964), o CAPM, precisamos conhecer seus pressupostos. Isso ajudará o leitor a entender as limitações da referida teoria e o efetivo ambiente em que a mesma está inserida.

Encontramos uma boa apresentação dos pressupostos do modelo de Sharpe no livro de Elton e Gruber (1995) intitulado *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*, referenciado na bibliografia deste trabalho.

Assim, nos parágrafos seguintes, apresentaremos as diretrizes ou pressupostos do modelo desenvolvido por Sharpe, através da tradução livre desenvolvida por nós de parte do livro de Elton e Gruber (1995). Durante a tradução, faremos alguns comentários dos pressupostos, com o objetivo de esclarecer um pouco mais os conceitos mencionados e de traçar alguns comparativos com a realidade do mercado brasileiro.

“Primeiro, não existem custos de transação. Não existem custos para comprar ou vender qualquer ativo. Incluir custos de transação no modelo adicionaria grande complexidade. Considerar ou não essa variável depende da importância do custo de transação para o investidor.” (Elton e Gruber, 1995, p. 295).

Dados os baixos custos de transação, pelo menos nos Estados Unidos, eles são de menor importância. No mercado brasileiro possivelmente os custos de transação tenham peso maior, visto que nos EUA o mercado de capitais é sabidamente mais desenvolvido e automatizado. As pessoas estão mais acostumadas a aplicarem no mercado acionário naquele país do que no Brasil.

“Segundo, os ativos são infinitamente divisíveis. Isso significa que o investidor poderia tomar qualquer posição em um investimento, apesar do

tamanho de sua riqueza. Por exemplo, ele poderia comprar um dólar da ação da IBM. (Elton e Gruber, 1995, p. 295).

Ao nosso ver, esse pressuposto não encontra sintonia completa com a realidade brasileira, pois é sabido que, no mercado acionário brasileiro, o investidor tem de comprar ou vender lotes de, normalmente, 100 ou 1000 ações de uma empresa, não um número fracionário de ações, e muito menos qualquer quantia de ações.

“Terceiro, não há rendimentos adicionais do tipo dividendos ou outras remunerações.

Quarto, um indivíduo não pode afetar sozinho o preço de uma ação comprando-a ou vendendo-a. Isso é análogo ao pressuposto da competição perfeita. Enquanto nenhum investidor pode afetar sozinho o preço de uma ação, o conjunto de investidores é que determina os seus preços.

Quinto, os investidores tomam suas decisões somente em termos de valor esperado e desvio padrão dos retornos de seus *portfolios*.” (Elton e Gruber, 1995, p. 295)

Acreditamos que esse pressuposto também carrega uma razoável dose de abstração, pois talvez os grandes investidores, os quais possuem peritos em finanças, adotem esse comportamento, mas certamente não é o caso da maioria dos pequenos investidores, os quais, ao nosso ver, tomam decisões muito mais baseadas em seus *feelings* do que na racional comparação entre retorno esperado e desvio padrão.

“Sexto, não há limites para vendas curtas. O investidor individual pode praticar vendas curtas de qualquer montante e de quaisquer ações.” (Elton e Gruber, 1995, p. 295).

Aqui cabe uma explicação sobre o significado de vendas curtas ou vendas a descoberto, como alguns outros autores as denominam. Poder efetuar vendas curtas significa vender papéis que o investidor não possui. Quando um investidor faz uma venda curta, as ações são fisicamente vendidas. No entanto, como o investidor não as possui, o corretor as empresta de outro investidor ou dele próprio, caso as possua. Normalmente elas vêm de terceiros investidores. Por exemplo, um investidor pode desejar fazer uma venda curta de 100 ações da General Motors. Se a corretora tem as 100 ações em seus registros e o

proprietário autorizou, ela executará a venda curta. Caso a corretora não possua as ações em seus registros e o investidor, ainda assim, queira realizar a venda curta, a corretora pedirá emprestado para um terceiro investidor, normalmente outra corretora.

Uma vez que as ações são fisicamente vendidas, a companhia emissora não pagará os dividendos para o investidor que as entregou, mas sim ao novo comprador. Desse modo, para que o emprestador não seja prejudicado, ele deve receber de alguma forma os dividendos.

O agente que vendeu as ações (em geral, corretoras) fica responsável em devolver as ações para o investidor que as emprestou e remunerá-lo pelos dividendos cabíveis.

A lógica do vendedor a descoberto (aquele que efetua a venda curta) é de que o preço da ação caia para ele obter lucro. Por exemplo, suponhamos que o preço da ação da General Motors está em \$ 60,00 e que o investidor acredita que ela cairá para \$50,00. Se o investidor fizer uma venda curta e estiver correto em sua expectativa, ele irá recomprar por \$ 50,0 no futuro o que ele vendeu por \$ 60,00, lucrando assim \$ 10,00 por ação.

Há outras razões para que investidores realizem operações de vendas curtas, além de ganhos de capital imediatos. Uma das principais é a diminuição da sensibilidade de movimentos dos *portfolios*.

Talvez uma crítica que possa ser feita a esse pressuposto para o mercado brasileiro é o que Sá (1999, p. 61) diz a respeito das vendas curtas (*short-sale*). Ele registra em seu livro que, embora a CVM – Comissão de Valores Mobiliários tenha recentemente regulamentado esse tipo de operação no mercado brasileiro, ela não tem sido praticada, o que não parece ser o caso dos Estados Unidos, já que o modelo do Sharpe (1964) previa tal comportamento dos investidores.

“Sétimo, os investidores podem tomar emprestado ou aplicar à taxa livre de risco qualquer valor.” (Elton e Gruber, 1995, p. 295).

Também essa premissa deixa a desejar se comparada à realidade do mercado brasileiro. Na prática, a taxa praticada com quem toma recursos no Brasil é muito maior do que aquela considerada livre de risco – em nosso trabalho, a TMS (Taxa Média Selic). Ainda, há limitações em termos de volumes demandados: nem sempre a oferta de títulos ou de recursos é igual à demanda por esses mesmos componentes. Aliás, parece-nos que é raro e pouco provável isso acontecer.

“**Oitavo**, todos os investidores têm o mesmo conceito de risco (variância dos retornos) e definem o período de análise da mesma forma, ou seja, mês a mês, ano a ano, ou outro qualquer.” (Elton e Gruber, 1995, p. 295).

Novamente, isso seria possível se todos conhecessem profundamente os conceitos sofisticados de finanças, o que, trazido para a prática, parece-nos pelo menos um pouco forçado.

“**Nono**, todos os investidores têm as mesmas expectativas com relação aos papéis, seus retornos esperados, variâncias e matriz de correlações.” (Elton e Gruber, 1995, p. 295).

Outra vez bastante forte, pois para que isso fosse verdade, seria necessário que os investidores tivessem a mesma leitura dos diversos cenários, o que, ao nosso entender, não é tão retilíneo assim. Os pressupostos oitavo e nono dizem respeito à homogeneidade das expectativas dos investidores.

“**Décimo**, todos os ativos podem ser comercializáveis, comprados e vendidos a qualquer momento no mercado.” (Elton e Gruber, 1995, p. 295).

Ou seja, esse pressuposto se refere à liquidez dos papéis, o que também, ao nosso ver, na prática não é tão simples assim, pois em vários momentos nem todos os ativos estão disponíveis para compra ou venda no mercado.

Agora, conhecidos os pressupostos do modelo CAPM desenvolvido por Sharpe (1964), passaremos a registrar a maneira como Elton e Gruber (1995) demonstraram intuitivamente a construção do modelo, em especial o seu ponto mais alto, a *Security Market Line*, para, em seguida, apresentarmos finalmente a demonstração feita por Sharpe.

5.2 *Security Market Line*

Tudo o que até agora apresentamos foi com o objetivo de deixar o leitor em condições de entender a construção dessa tão importante relação de equilíbrio entre risco e retorno de qualquer ativo ou *portfolio* de ativos, a *Security Market Line*. E isso será feito de duas maneiras diferentes, uma mais intuitiva e outra mais formal, conforme a seguir.

5.2.1 Uma demonstração mais intuitiva

A apresentação do modelo CAPM feita por Sharpe (1964) *apud* Archer e D'Ambrosio (1976), no trabalho denominado *Capital Asset Price: a Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk*, é bastante densa e de leitura pesada. Por isso, é interessante, para melhor compreensão daquele artigo, que o leitor desenvolva anteriormente um pouco mais a sua intuição em relação aos conceitos que são utilizados por Sharpe.

Para que isso aconteça, apresentaremos, também usando a prerrogativa da tradução livre, um caminho mais simples e intuitivo construído por Elton e Gruber (1995), no livro intitulado *Modern portfolio Theory and Investment Analysis*.

Faremos também, com o intuito de facilitar ainda mais a compreensão do leitor, algumas observações sobre o texto, quanto entendermos que as mesmas possam enriquecer a apresentação.

Vale lembrar que, conforme viemos fazendo, utilizaremos as notações do autor que está sendo referenciado, a fim de preservarmos ainda mais a autenticidade do texto.

Assim, seja a fronteira eficiente com a presença de vendas curtas, mas com a ausência da possibilidade de emprestar ou pedir emprestado à taxa livre de risco, onde $E_{(R)}$ é o retorno esperado e σ é o risco dos *portfolios*.

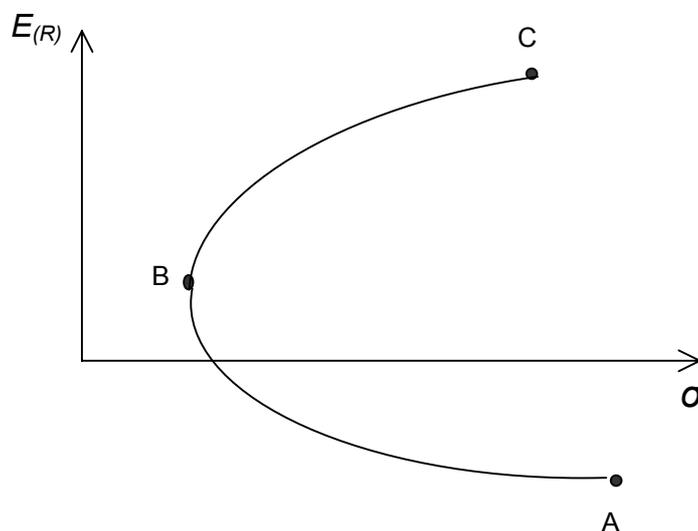


Figura 8 – Fronteira eficiente com ausência de prerrogativa de emprestar ou pedir emprestado à taxa livre de risco R_f . (Fonte: Elton e Gruber, 1995, p.297).

Nessa figura, **BC** representa a fronteira eficiente, enquanto **ABC** representa o conjunto de mínima variância dos *portfolios*. Em geral, as fronteiras eficientes diferem entre os investidores em função das diferentes expectativas, mas no modelo CAPM temos como pressuposto a homogeneidade de expectativas com relação aos retornos esperados e às variâncias.

Quando introduzimos a possibilidade de tomar emprestado ou de emprestar à taxa livre de risco, pode-se mostrar que o *portfolio* de ativos P_i de risco que o investidor teria, pode ser identificado como o ponto de tangência entre a fronteira eficiente original dos ativos de risco e o vetor que passa pelo ativo livre de risco, cujo retorno é R_f . Ainda, que os investidores satisfazem suas preferências ao risco, apenas combinando o *portfolio* P_i com o ativo livre de risco R_f , conforme figura abaixo, onde $E_{(R)}$ é o retorno esperado e σ é o risco dos *portfolios*.

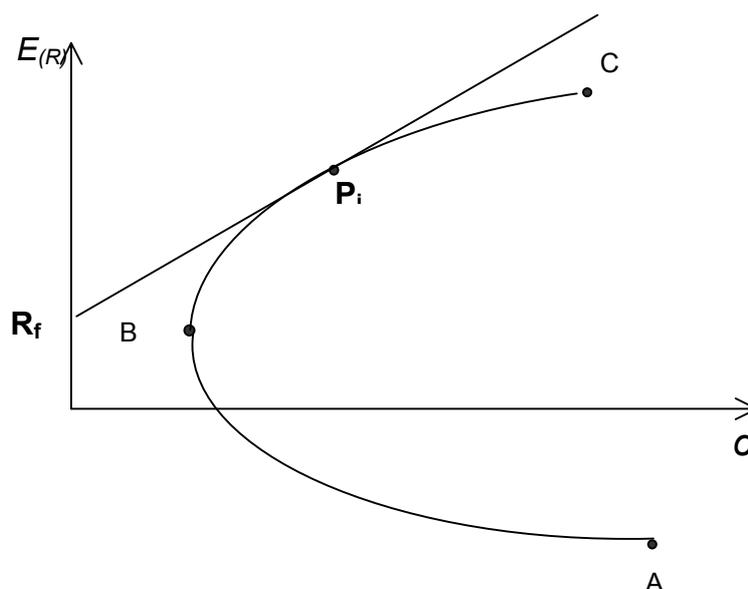


Figura 9 – Fronteira Eficiente com a possibilidade de emprestar ou pedir emprestado à taxa livre de risco R_f . (Fonte: Elton e Gruber, 1995, p.297).

Se todos os investidores têm expectativas homogêneas – um dos pressupostos do modelo – e eles têm acesso à mesma taxa livre de risco R_f para aplicar ou tomar emprestado, então eles terão um diagrama tal como o da figura 9 e, além disso, todos os diagramas serão idênticos.

Como os diagramas serão idênticos, o *portfolio* de ativos de risco P_i mantido por um investidor também será igual ao mesmo *portfolio* P_i mantido pelos demais investidores. Se todos os investidores mantêm o mesmo *portfolio* de risco P_i , então, em equilíbrio, ele precisa ser o *portfolio* do mercado, o qual, doravante, chamaremos de M , cujo retorno será representado por \bar{R}_m .

Elton e Gruber (1995, p.296) esclarecem que o *portfolio* de mercado é aquele que compreende todos os ativos de risco: “(...) *The market portfolio is a portfolio comprised of all risky assets.*”⁶

⁶ Tradução livre: O *portfolio* de mercado é composto por todos os ativos de risco

Neste *portfolio*, cada ativo é mantido na proporção do valor de mercado que aquele representa do total do valor de mercado de todos os ativos de risco. Por exemplo, se as ações da IBM representam 3% (três por cento) do total dos ativos em risco, então o *portfolio* de mercado contém 3% (três por cento) de ações da IBM.

Note que aprendemos algo importante: todos investidores manterão combinações de somente dois ativos, o *portfolio* de mercado e o ativo livre de risco. Isso é conhecido como o teorema dos dois fundos mútuos, o qual diz que todos os investidores estariam satisfeitos aplicando em um fundo de mercado, mais a capacidade de tomar dinheiro ou emprestar (aplicar) à taxa livre de risco.

A linha reta desenhada na figura 9 é usualmente referida como linha do mercado de capitais (*Capital Market Line*) e todos os *portfolios* eficientes estão

sobre ela. Sua representação matemática é dada por $\bar{R}_e = R_f + \frac{\bar{R}_m - R_f}{\sigma_m} \cdot \sigma_e$,

onde \bar{R}_e é o retorno esperado do *portfolio* eficiente, σ_e é o risco desse *portfolio*, \bar{R}_m é o retorno esperado do *portfolio* de mercado e σ_m é o seu risco.

De fato, conforme construção da fronteira eficiente, todos os *portfolios* de ativos com ou sem risco, exceto aqueles que são eficientes, estão abaixo da linha de mercado de capitais.

Observando a linha do mercado de capitais e sua representação

$\bar{R}_e = R_f + \frac{\bar{R}_m - R_f}{\sigma_m} \cdot \sigma_e$, podemos aprender algo sobre o preço de mercado do

risco. Lembramos que \bar{R}_e significa retorno esperado de um *portfolio* eficiente.

O termo $\frac{\bar{R}_m - R_f}{\sigma_m}$ pode ser pensado como o preço de mercado do risco

para todos os *portfolios* eficientes. É o retorno extra que pode ser obtido para

cada unidade de risco adicional que o investidor incorre. Pensando assim, podemos dizer que a expressão completa $\frac{\bar{R}_m - R_f}{\sigma_m} \cdot \sigma_e$ é o preço de uma unidade de risco $\frac{\bar{R}_m - R_f}{\sigma_m}$ vezes o montante de risco do portfólio σ_e , e podemos entender R_f como o preço do tempo ou o retorno exigido pelos investidores para postergarem o consumo potencial por um determinado período.

Assim, o retorno esperado para um *portfolio* eficiente, segundo a linha do mercado de capitais, pode ser escrito da seguinte forma:

Retorno esperado = (preço do tempo) + (preço do risco x montante do risco).

Embora essa equação estabeleça o retorno de um *portfolio* eficiente, ela não descreve o retorno de equilíbrio de *portfolios* não eficientes ou de papéis individuais.

Aqui cabe destacar o seguinte: não podemos confundir a linha de mercado de capitais – *Capital Market Line* – que foi utilizada por Sharpe para desenvolver o seu trabalho sobre o CAPM, com a *Security Market Line*, agora criada por Sharpe (1964), de caráter mais geral do que a primeira e valendo para todos os ativos em conjunto ou individuais de renda fixa ou variável.

Dando continuidade ao trabalho de Elton e Gruber, aqueles autores afirmam que, para *portfolios* diversificados, o β (beta) é o risco relevante e a correta medida de risco dos papéis, sendo denominado de risco sistemático. O risco não sistemático, neste caso, não tem tanta importância, pois à medida que se aumenta a diversificação da carteira, esse risco tende a zero.

Como já falamos, dados os pressupostos de expectativas homogêneas e a possibilidade ilimitada de tomar recursos emprestados ou aplicar à taxa livre de

risco, todos os investidores manterão parte dos recursos no *portfolio* de mercado e parte dos seus recursos no ativo livre de risco.

Ainda, já que assumimos que o investidor está preocupado somente com a expectativa de retorno e o risco, as dimensões que deveremos aprofundar a discussão são retorno esperado (expectativa de retorno) e o β (beta), ou seja, o risco relevante.

Vamos, por hipótese, supor dois *portfolios* com as seguintes características:

Tabela 1 – Planos de investimento e suas medidas relevantes, risco sistemático e retorno esperado.

Investimento	Retorno esperado em forma percentual %	β (beta)
A	10	1,0
B	12	1,4

Fonte: Elton e Gruber, 1995, p. 298.

Para irmos adiante, precisamos registrar que o retorno esperado de um *portfolio A* é simplesmente a soma dos produtos da proporção investida em cada ação com o retorno esperado e o β (beta) de um *portfolio* é a soma do produto da proporção investida em cada ação vezes o seu β (beta).

Agora, consideraremos um *portfolio C* criado com a metade do *portfolio A* e a metade do *portfolio B*. Usando as regras citadas, podemos dizer que o retorno esperado desse *portfolio* é 11% e seu β é 1,2, conforme abaixo descrito (ver figura 10):

$$\text{retorno esperado de } \mathbf{C} = 0,5 \times 10\% + 0,5 \times 12\% = 11\%;$$

$$\beta \text{ (beta) de } \mathbf{C} = 0,5 \times 1,0 + 0,5 \times 1,4 = 1,2.$$

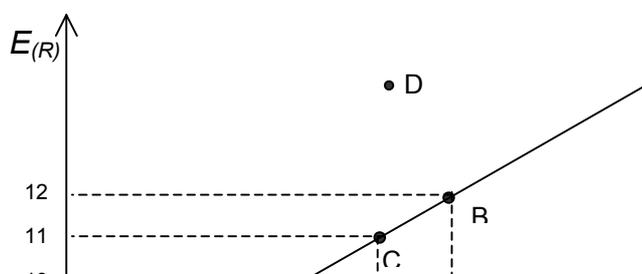


Figura 10 – Combinação de *Portfolios*. (Fonte: Elton e Gruber, 1995, p. 295).

Note que eles ficam sobre uma linha reta. Isso não é acidente. Todos os *portfolios* compostos de diferentes frações dos investimentos **A** e **B** ficarão ao longo de uma linha reta no espaço retorno esperado e β (beta), conforme a seguir demonstrado.

Seja **X** a fração investida no *portfolio* **A**. Então, a equação do retorno esperado do *portfolio* **P** formado por **A** e **B** será $\bar{R}_p = X\bar{R}_A + (1 - X)\bar{R}_B$. A equação do β (beta) é $\beta_p = X\beta_A + (1 - X)\beta_B$.

Isolando **X** na segunda equação e substituindo na primeira, chegamos à seguinte expressão $\bar{R}_p = a + b\beta_p$, que é exatamente a equação da reta, com coeficiente linear **a** e angular **b**.

Continuando, supomos um novo investimento **D**, que tem um retorno de 13% e um β (beta) de 1,2. Tal investimento não poderá existir por muito tempo. Como vimos, os investidores tomam suas decisões baseados somente no risco e no retorno. Uma vez que esse *portfolio* oferece maior retorno e o mesmo risco de **C**, os investidores tentarão vender **C** para comprar **D**. De maneira similar, se existisse um papel **E** com retorno de 8% e β (beta) de 1,2, ninguém compraria o papel **E**, o qual cairia de preço pra oferecer melhor retorno. Tais arbitragens

acontecerão até que **C**, **D** e **E** ofereçam o mesmo retorno. Essa é apenas um outra maneira de ilustrar o sábio provérbio de que duas coisas que são equivalentes não poderão ter preços diferentes.

Podemos demonstrar a arbitragem citada entre **C** e **D** também da seguinte maneira: um investidor vende por \$ 100,00 o *portfolio C* e em seguida compra **D** pelo mesmo valor. Se o investidor fizesse isso, as características da arbitragem seriam as seguintes:

Tabela 2 – Arbitragem de investimentos.

	Caixa investido	Retorno esperado	β (beta)
<i>Portfolio C</i>	\$ - 100	\$ -11	-1,2
<i>Portfolio D</i>	\$ + 100	\$ + 13	+1,2
Arbitragem		\$ + 2	

Fonte: Elton e Gruber, 1995, p. 300.

Por esse exemplo, fica claro que, pelo tempo que o papel ficar acima da reta, haverá um *portfolio* cujo acréscimo de risco é zero e com mesmo preço, o qual proporcionará arbitragem ou, em outras palavras, lucro. Arbitragem similar acontecerá quando um ativo ficar abaixo da reta da figura 10.

Dessa forma, fica estabelecido que todos os investimentos e todos os *portfolios* de investimentos devem estar sobre a reta no espaço retorno esperado e β (beta). Se qualquer investimento estivesse acima ou abaixo da reta, então existiria oportunidade de arbitragem sem risco. E a arbitragem continuaria até que todos os investimentos convergissem para aquela reta.

Chegamos a um ponto muito especial dessa demonstração intuitiva da construção da *Security Market Line*. O passo seguinte é apenas determinarmos o coeficiente linear **a** e o angular **b**.

Existem muitas maneiras diferentes de se identificar essa reta, basta definirmos dois pontos. Como visto anteriormente, todos os investidores manterão pelo menos parte de seus recursos no *portfolio* de mercado **M**, o qual será um dos pontos da reta. Registramos que da maneira como o β (beta) foi definido, o seu valor para o *portfolio* de mercado **M** é igual a 1. Lembramos, também, que o símbolo utilizado para o retorno esperado de mercado **M** é \bar{R}_m .

Para o segundo ponto, é conveniente escolhermos o intercepto, o qual ocorre quando β (beta) é igual a zero, ou quando o ativo tem risco sistemático igual a zero. Um ativo com risco sistemático igual a zero é o ativo livre de risco. Assim, podemos considerar o intercepto como a taxa de retorno do ativo livre de risco. Esses dois pontos definem a linha denominada *Security Market Line* conforme figura a seguir.

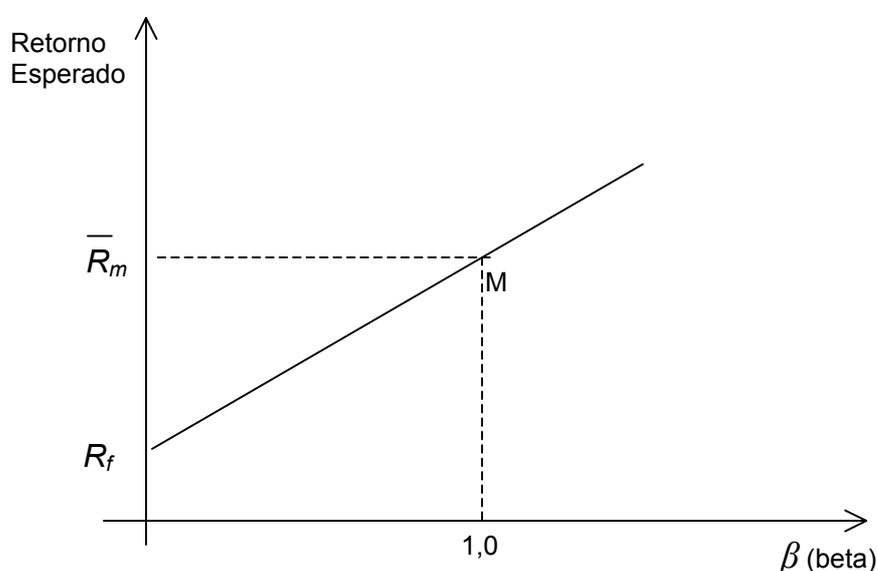


Figura 11 – *Security Market Line*. (Fonte: Elton e Gruber, 1995, p. 300).

Matematicamente, a expressão da *Security Market Line* relativa à figura 11, poderia ser escrita da seguinte forma: $\bar{R}_i = a + b\beta_i$.

Verifique o leitor que não estamos mais trabalhando com o retorno esperado apenas de *portfolios* \bar{R}_p , mas sim com \bar{R}_i , ou seja, o retorno esperado de qualquer ativo individual, ou conjunto de ativos. Essa expressão é mais geral que a *Capital Market Line*.

Um ponto da linha reta da figura 11 é o ativo livre de risco com β igual a zero. Assim:

$$R_f = a + b(0)$$

$$R_f = a$$

O segundo ponto da linha reta é o *portfolio* de mercado com β igual a 1.

$$\bar{R}_m = a + b(1)$$

$$(\bar{R}_m - a) = b$$

Substituindo as equações, obtemos a expressão geral:

$$\bar{R}_i = R_f + \beta(\bar{R}_m - R_f)$$

Pense sobre essa relação por algum momento. Ela representa uma das mais importantes descobertas no campo das finanças.

Essa equação, chamada *Security Market Line*, descreve o retorno esperado por todos os ativos e *portfolios* de ativos da economia. O retorno esperado de qualquer ativo, ou *portfolio*, seja ele eficiente ou não, pode ser determinado por essa relação.

Note que \bar{R}_m e R_f não variam em função dos ativos que examinamos. Assim, a relação entre os retornos esperados de quaisquer dois ativos pode ser feita simplesmente comparando-se os seus β . Quanto maior o β de qualquer papel, maior deve ser o seu retorno de equilíbrio. Além disso, a relação entre o β de um ativo e seu retorno esperado é linear.

Como já visto, o risco de qualquer ação pode ser dividido em sistemático e não sistemático e o β é utilizado para medir o risco sistemático. A equação da *Security Market Line* valida a conclusão de que somente o risco sistemático é importante para a determinação do retorno esperado, pois o risco não sistemático não exerce, nesse caso, nenhum papel. Por outro lado, o investidor exige retorno ou recompensa compatível com o risco sistemático dos papéis por ele adquiridos.

Esse resultado tem grande intuição econômica pois, se o investidor pode eliminar todo o risco não sistemático através da diversificação, não há razão para que ele seja recompensado, em termos de maior retorno, por esse risco.

Com isso, concluímos a demonstração intuitiva construída por Elton e Gruber (1995) e divulgada através do livro intitulado *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*.

O passo seguinte, então, será apresentar, pelo menos em seus aspectos mais relevantes, o modo como Sharpe (1964) chega à construção da consagrada *Security Market Line*.

5.2.2 Demonstração feita por Sharpe (1964)

Inicialmente, registramos que Sharpe (1964) *apud* Archer e D'Ambrosio (1976)⁷ invoca dois pressupostos para o modelo: primeiro, que todo investidor pode aplicar ou tomar emprestado recursos na mesma taxa livre de risco;

⁷ Tradução livre

segundo, que os investidores têm expectativas homogêneas com relação a retornos esperados, desvio padrão e coeficiente de correlação. Afirma também que, sob essas condições, dado um conjunto de ativos, os investidores escolherão suas alternativas de aplicações da mesma maneira.

Dando continuidade, Sharpe em seu trabalho apresenta o seguinte gráfico:

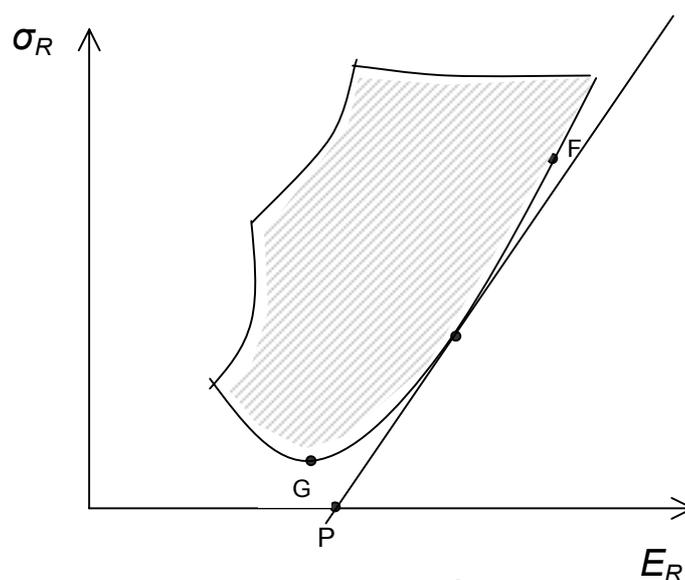


Figura 12 – Conjunto de alternativas de investimentos e *Capital Market* (Fonte: Sharpe, 1964, apud Archer e D'Ambrosio, 1976, p. 224).

Onde:

a área hachurada representa os planos de investimentos possíveis, sendo **GΦF** a fronteira eficiente;

a reta **PΦ** representa a *Capital Market Line*;

P é a taxa do ativo livre de risco;

σ_R = variável risco dos ativos considerados;

E_R = variável retorno esperado.

Pedimos o obséquio do leitor observar que as notações utilizadas por Sharpe (1964) são diferentes das que vêm sendo por nós usadas, mas os seus conceitos são os mesmos e foram tratados nos capítulos ou seções anteriores. Por isso, deixaremos de apresentá-los novamente. Inclusive, Sharpe, em seu

trabalho, não se detém sobre eles, o que faz parecer que ele os supunha conhecidos.

Seguindo, Sharpe (1964) *apud* Archer e D'Ambrosio (1976) diz que, de modo geral, os investidores preferem os ativos que fazem parte da combinação Φ , ocasionando procura maior por esses papéis, o que aumenta os seus preços com conseqüente queda dos retornos esperados. Isso reduzirá a atratividade da combinação que inclui tais ativos, movendo Φ para um ponto mais à esquerda de sua posição inicial.

Por outro lado, os preços de ativos que não estão na combinação Φ cairão, causando um aumento no seu retorno esperado com conseqüente movimento à direita.

Como esse processo continua, afirma Sharpe, a curva de oportunidade de investimentos ou fronteira eficiente tende a se tornar mais linear, com o ponto Φ movendo-se para a esquerda e os pontos ineficientes **F** e **G** movendo-se para a direita, conforme demonstra o gráfico a seguir:

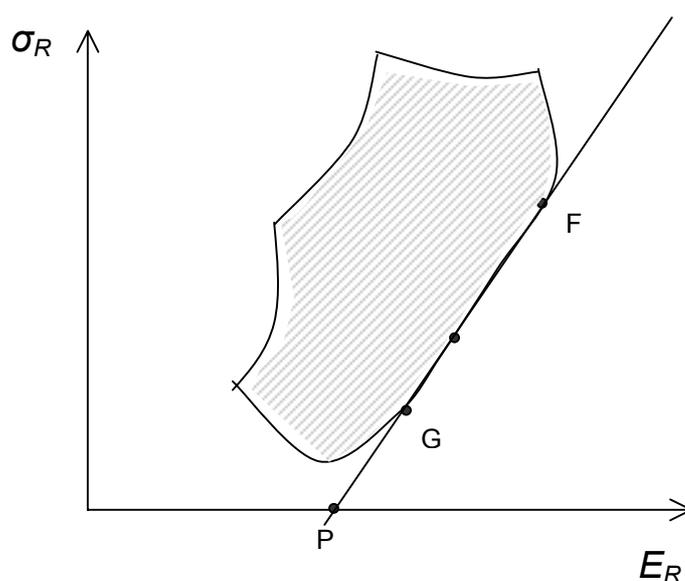


Figura 13 – Movimento da curva de oportunidades de investimento. (Fonte: Sharpe, 1964, *apud* Archer e D’Ambrosio, 1976, p. 226).

Agora, segue uma afirmação muito importante feita por Sharpe (1964) *apud* Archer e D’Ambrosio (1976, p. 225), que dá sustentação para os passos seguintes da sua demonstração: “os preços dos ativos de capital devem, certamente, continuar a mudar até que todo o ativo da área hachurada entre, pelo menos, em uma combinação – ou *portfolio* – sobre a *Capital Market Line*.” (tradução livre).

Continuando sua demonstração, o autor expõe que é sabido que, em condições de equilíbrio, há uma relação linear entre o retorno esperado e o desvio padrão do retorno para combinações eficientes de ativos de risco. Contudo, há uma relação consistente entre o retorno esperado e o que pode ser chamado de risco sistemático, como veremos agora.

A relação linear a que o autor se refere como sabidamente conhecida é a *Capital Market Line*, anteriormente estudada.

A figura a seguir (14), diz Sharpe, ilustra uma típica relação entre um ativo de capital individual (ponto **i**) e uma combinação eficiente de ativos (ponto **g**) do qual **i** faz parte. A curva **igg'** indica todos os valores de E_R e σ_R que podem ser obtidos com possíveis combinações do ativo **i** e da carteira **g**. Indicaremos tal combinação em termos de uma proporção α do ativo **i** e $(1 - \alpha)$ da combinação **g**.

Um valor de $\alpha = 1$ indica investimento total no ativo **i** e $\alpha = 0$ indica investimento total em **g**. Note, contudo, que $\alpha = 0,5$ implica investimento de mais da metade em **i**, já que a metade seria investida no próprio **i** e a outra seria usada para comprar a combinação **g**, a qual inclui o ativo **i**.

Isso significa que uma combinação na qual o ativo **i** realmente não aparece deve ser representada por um valor negativo de α . O ponto **g'** indica tal combinação.

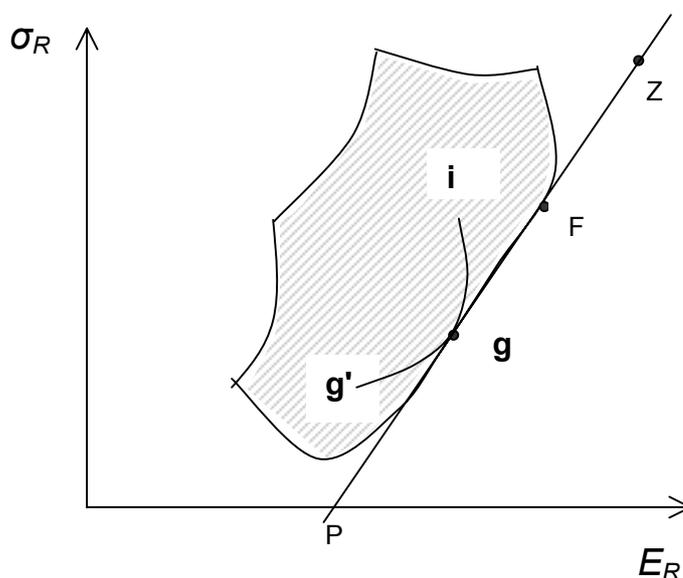


Figura 14 – Relação de um ativo com uma combinação do qual faz parte. (Fonte: Sharpe, 1964, *apud* Archer e D'Ambrosio, 1976, p. 227).

Conforme ilustrado na figura 14, a curva **igg'** foi desenhada tangente à *Capital Market Line* **PZ** no ponto **g**. Isso não é acidente. Todas essas curvas devem ser tangentes à *Capital Market Line* em equilíbrio. A falta de tangência implicaria que a curva intercepta **PZ**, o que seria impossível, pois a combinação de ativos ficaria à direita da *Capital Market Line* e é ela que representa a fronteira eficiente.

Na seqüência, o autor usa a expressão do risco entre dois ativos:

$$\sigma = \sqrt{\alpha^2 \sigma_{R_i}^2 + (1-\alpha)^2 \sigma_{R_g}^2 + 2r_{ig} \alpha(1-\alpha) \sigma_{R_i} \sigma_{R_g}}$$

Afirma que para $\alpha = 0$, $\frac{d\sigma}{d\alpha} = -\frac{1}{\sigma} [\sigma^2_{Rg} - r_{ig} \sigma_{Ri} \sigma_{Rg}]$,

e que $\sigma = \sigma_{Rg}$ quando $\alpha = 0$.

Dessa forma, podemos escrever que $\frac{d\sigma}{d\alpha} = -[\sigma_{Rg} - r_{ig} \sigma_{Ri}]$.

Agora, Sharpe busca outra relação, o retorno esperado da combinação dos ativos **i** e **g**, que já sabemos e é dado pela expressão:

$$E = \alpha E_{Ri} + (1 - \alpha) E_{Rg} .$$

Derivando E em relação a α , ele obtém: $\frac{dE}{d\alpha} = [E_{Rg} - E_{Ri}]$.

Assim, conjugando-se $\frac{d\sigma}{d\alpha}$ e $\frac{dE}{d\alpha}$ em $\alpha = 0$, temos

$$\frac{d\sigma}{dE} = \frac{\sigma_{Rg} - r_{ig} \sigma_{Ri}}{E_{Rg} - E_{Ri}}$$

Agora, precisamos observar, de acordo com o gráfico anterior, que $\frac{d\sigma}{dE}$ é

justamente a declividade da *Capital Market Line*, que pode ser entendida como

$$\frac{d\sigma}{dE} = \frac{\sigma_R}{E_R - P} = \frac{\sigma_{Rg}}{E_{Rg} - P} .$$

Substituindo esse resultado na fórmula anterior, temos

$$\frac{\sigma_{Rg}}{E_{Rg} - P} = \frac{\sigma_{Rg} - r_{ig}\sigma_{Ri}}{E_{Rg} - E_{Ri}} \quad \text{ou} \quad \frac{r_{ig}\sigma_{Ri}}{\sigma_{Rg}} = -\left[\frac{P}{E_{Rg} - P}\right] + \left[\frac{1}{E_{Rg} - P}\right]E_{Ri}$$

Assim, chegamos à tão importante relação obtida por Sharpe (1964) *apud* Archer e D'Ambrosio (1976, p. 228), a *Security Market Line*. Ela ainda não está como a vimos normalmente. Mas, para isso, basta fazermos algumas relações.

Com base no conteúdo visto anteriormente sobre a definição do β (beta), da covariância e coeficiente de correlação, respectivamente nas seções 3.3,

3.2.2.1 e 3.2.2.2, podemos escrever β (beta) da seguinte maneira: $\beta = \frac{r_{ig}\sigma_{Ri}}{\sigma_{Rg}}$.

Agora, substituindo-se $\frac{r_{ig}\sigma_{Ri}}{\sigma_{Rg}}$ por β e multiplicando-se todos os termos

da expressão por $E_{Rg} - P$, obtemos:

$$\beta (E_{Rg} - P) = -P + E_{Ri} ; \text{ assim, } E_{Ri} = P + \beta (E_{Rg} - P) ,$$

onde:

β = coeficiente beta;

P = taxa livre de risco;

E_{Ri} = retorno esperado para o ativo i ;

E_{Rg} = retorno esperado do *portfolio g* sobre a *Capital Market Line*.

Normalmente, os autores usam o símbolo R_f para simbolizar a taxa livre de risco. Assim, a expressão ficaria $E_{Ri} = R_f + \beta (E_{Rg} - R_f)$.

O raciocínio feito para uma carteira **g** pode ser desenvolvido, na verdade, para qualquer *portfolio* sobre a *Capital Market Line* e seus respectivos ativos individuais, inclusive para a carteira de mercado **M**.

Neste momento, vale a pena citar duas passagens de Sá (1999, p. 122 e 123), a saber:

“Para deduzir a equação da *Security Market Line*, vamos apresentar a metodologia adotada por Sharpe. Vamos recordar que a carteira M é a carteira do mercado no gráfico da CML (Linha do Mercado de Capitais). Vamos recordar também que qualquer ponto sobre a CML corresponde a uma carteira que combina um investimento no título de renda fixa R_f e na carteira de mercado.”

“E reiterando mais uma vez: a carteira M denominada carteira de mercado (de ações), por ser unanimemente desejada por todos os investidores e por estar em equilíbrio (pressuposto do CAPM) deve ser a carteira que contenha todas as ações do mercado na proporção do valor de mercado de cada empresa em relação ao mercado total.”

E também, a passagem de Elton e Gruber (1995, p. 296) vista na seção 5.2.1 – Uma Demonstração Mais Intuitiva, na qual os autores afirmam que “*the market portfolio is a portfolio comprised of all risky assets*”.

Assim, visto que o ponto **M** está sobre a CML - *Capital Market Line* e que a carteira **M** contém todos os ativos de mercado, se representarmos por \bar{R}_m o retorno esperado do *portfolio M*, podemos escrever a *Security Market Line* como $\bar{R}_i = R_f + \beta(\bar{R}_m - R_f)$, onde \bar{R}_i é o retorno esperado do ativo individual **i**. Nesse momento, finalmente chegamos à forma como a *Security Market Line* é apresentada usualmente.

Fechando esse capítulo, registramos que Sá (1999) diz que a *Security Market Line* demonstra que o retorno de um ativo qualquer, em uma situação de equilíbrio, é uma função crescente do seu risco sistemático. Ainda, que a SML - *Security Market Line*, uma das mais importantes descobertas no campo das finanças nos últimos anos, é mais geral e de maior aplicação do que a CML - *Capital Market Line*.

5. 6 IBOVESPA

O modelo CAPM que estamos estudando, criado por Sharpe (1964), tornou fundamental a utilização de um índice de mercado, que, para modelos anteriores, já tinha sua relevância reconhecida.

Esses modelos acabaram por dar ao índice de mercado a função de padrão de risco, em relação ao qual todos os investimentos do país, incluindo as ações negociadas em bolsa, são comparados.

Realmente, Leite e Sanvicente (1994, p.70) afirmam que “(...) o índice Bovespa pode ser utilizado nesta função de *proxy* da carteira de mercado.”. Devemos entender que a palavra *proxy* está sendo utilizada por aqueles autores com o sentido de que o índice Bovespa pode ser utilizado na função de representante da carteira de mercado.

Já que utilizaremos o índice Bovespa como representante da carteira de mercado, com retornos R_m , precisaremos então conhecer, pelo menos em linhas gerais, quais são as ações que o compõem – ou seja, a carteira teórica – e de que maneira aquele índice é calculado.

6.1 Carteira teórica de maio a agosto de 2001

Conforme o *website* www.bovespa.com.br, capturado em 12.06.2001, a carteira teórica do índice Bovespa – Ibovespa – é integrada pelas ações que, em conjunto, representam 80% (oitenta por cento) do volume transacionado à vista nos doze meses anteriores à formação da carteira. Como critério adicional, exige-se que a ação apresente, no mínimo, 80% (oitenta por cento) de presença nos pregões do período.

A participação de cada ação na carteira tem relação direta com a representatividade desse título no mercado à vista, em termos de número de

negócios e volume em moeda corrente, ajustado ao tamanho da amostra, os seja, da carteira teórica.

Para que a representatividade do Ibovespa se mantenha ao longo do tempo, quadrimestralmente é feita uma reavaliação do mercado, sempre com base nos doze meses anteriores, na qual se identificam as alterações na participação relativa de cada ação. Feito isso, monta-se uma nova carteira, atribuindo-se a cada papel um novo peso, segundo a distribuição de mercado, apurada pelo estudo de reavaliação.

No anexo A deste trabalho podemos encontrar a descrição de todas as ações que compõem a carteira teórica do Ibovespa e que servem de base para o atual estudo. Ela é composta por 56 (cinquenta e seis) ações, válidas para o quadrimestre de maio a agosto de 2001.

O leitor deve estar se questionando acerca da relevância desta carteira teórica para o trabalho que estamos desenvolvendo. A resposta é que essa importância encontra respaldo em basicamente dois pontos: primeiro, que o índice Bovespa para o período de maio a agosto de 2001 é reflexo do comportamento da carteira teórica para o mesmo período; segundo, que as cinco ações que serão testadas no trabalho prático, conforme veremos no capítulo 8, sairão dessa carteira teórica. Serão as cinco ações com a maior participação relativa na carteira teórica do Ibovespa – válida para o período de maio a agosto de 2001 – e que tiveram os seus retornos publicados durante todo o período de pesquisa, ou seja, de junho de 1998 a maio de 2001.

6.2 Metodologia para o cálculo do índice Bovespa

Já vimos na seção anterior 6.1 a relevância atribuída ao índice Bovespa e a composição de sua carteira. Falta-nos, agora, para sua melhor compreensão, entendermos um pouco mais sobre como o índice é calculado.

Utilizaremos como base teórica para tanto os registros encontrados no *website* <http://www.bovespa.com.br>, capturados em 12.06.2001, conforme referenciado na bibliografia.

O índice Bovespa nada mais é do que o somatório dos pesos (quantidade teórica da ação multiplicada pelo último preço da mesma) das ações integrantes de sua carteira teórica. Assim sendo, pode ser calculada a qualquer momento.

Matematicamente, podemos escrever a equação do índice da seguinte forma:

$$\text{Ibovespa } T = \sum_{i=1}^n P_i \cdot t Q_i \cdot t$$

Onde:

Ibovespa T = índice Bovespa no instante T ;

n = número total de ações que compõe a carteira teórica;

P = último preço da ação i no instante T ;

Q = quantidade da ação i na carteira teórica no instante T .

Permitimo-nos aqui fazer alguns ajustes na expressão do cálculo do índice Bovespa apresentado no citado *website*, a fim de que o leitor tenha maior clareza na interpretação da mesma.

Não há necessidade de utilizarmos dois tipos de letras para o tempo, o T maiúsculo e o t minúsculo. Poderíamos, por exemplo, usar apenas a letra t minúscula para representar o tempo. Outro aspecto é que o t minúsculo poderia vir entre parênteses, indicando que o preço e a quantidade foram obtidos no mesmo instante e ambos variam em função do tempo. Portanto, em nosso entender a expressão ficaria melhor escrita da seguinte forma:

$$\text{Ibovespa } t = \sum_{i=1}^n P_i(t) \cdot Q_i(t)$$

6.3 Critério de escolha das ações a serem testadas

O objetivo dessa seção é de apenas esclarecer o leitor acerca do que motivou este autor a escolher para teste as cinco ações com maior participação relativa na carteira teórica do Ibovespa.

Para que uma ação faça parte da carteira teórica do índice Bovespa é necessário que ela atenda a três exigências:

- a) estar incluída em uma relação de ações resultantes da soma, em ordem decrescente, dos índices de negociabilidade até 80% (oitenta por cento) da soma de todos os índices individuais;
- b) apresentar participação, em termos de volume, superior a 0,1% (um décimo por cento) do total;
- c) ter sido negociada em mais de 80% (oitenta por cento) dos pregões do período.

Tendo em vista que não tratamos anteriormente sobre o índice de negociabilidade e agora o estamos utilizando, precisamos apresentar a sua expressão matemática, o que fazemos em conformidade ao registrado também no *website* <http://www.bovespa.com.br>, capturado em 12.06.2001, a seguir:

$$\sqrt{\frac{n}{N} \cdot \frac{v}{V}},$$

Onde:

n = número de negócios realizados com a ação no mercado à vista (lote-padrão), nos últimos 12 (doze) meses;

N = número de negócios total do mercado à vista (lote-padrão) dos últimos 12 (doze) meses;

v = valor, em moeda corrente, movimentado com a ação no mercado à vista (lote-padrão), nos últimos 12 (doze) meses;

V = valor total do mercado à vista (lote-padrão) em moeda corrente dos últimos 12 (doze) meses.

Ou seja, podemos verificar que, para uma ação fazer parte da carteira teórica do Ibovespa ela deve ter um bom desempenho em termos de liquidez e de volume de negócios no período.

E, dessas ações que tiveram um comportamento especial, estamos escolhendo apenas 5 (cinco), as que tiveram a maior participação relativa na carteira teórica do Ibovespa – ou seja, melhor desempenho em termos de número de negócios e volume – pois, em nosso entender, seria razoável esperar que essas 5 (cinco) ações tivessem, considerados os seus riscos, retornos compatíveis com o modelo CAPM, calculados através da expressão da *Security Market Line*.

6. 7 METODOLOGIA EMPREGADA

Para melhor entendimento da metodologia que pretendemos empregar, faremos, inicialmente, alguns registros os quais deixarão mais claros os objetivos e os métodos que utilizaremos.

O que efetivamente queremos é comparar a média dos resultados observados de algumas ações que compõem a carteira teórica do índice Bovespa com a média, relativas a essas mesmas ações, de seus respectivos resultados esperados, nos mesmos períodos, quando aplicada a fórmula da *Security Market Line* $\bar{R}_i = R_f + \beta(\bar{R}_m - R_f)$, tratada no modelo *Capital Asset Market Line* – CAPM.

Dito em outras palavras, para cada uma das cinco ações a que nos propomos trabalhar, faremos uma comparação entre a média das trinta e seis observações que teremos, com a média dos trinta e seis retornos esperados, que calcularemos, e verificaremos se, estatisticamente, elas são iguais, inferiores ou superiores.

7.1 Estatística

7.1.1 Fonte

Banco de dados da Economática, acessado em pesquisa junto às Bibliotecas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

7.1.2 Período a ser pesquisado

De junho de 1998 a maio de 2001.

7.1.3 Número de Observações (amostra)

Trinta e seis, ou seja, uma amostra grande, conforme Spiegel (1993).

7.1.4 Ativos (variáveis) a serem trabalhados

- a) cinco ações com a maior participação relativa na carteira teórica do Ibovespa⁵ – válida para o período de maio a agosto de 2001 – e que tiveram o seus retornos publicados durante o período de pesquisa, ou seja, de junho de 1998 a maio de 2001;
- b) o retorno do índice Bovespa no período de pesquisa (junho de 1998 a maio de 2001);
- c) para cada uma das cinco ações mencionadas na alínea “a” acima, calcularemos, no período de observação – junho de 1998 a maio de 2001 – a respectiva série de retornos esperados, obtidos através da *Security Market Line*, isto é, $\bar{R}_i = R_f + \beta(\bar{R}_m - R_f)$.

7.1.5 Unidade

Trabalharemos com os rendimentos percentuais reais mensais dos ativos e dos índices a serem utilizados. Os ajustes serão feitos pelo IGP-DI, índice esse normalmente utilizados pelo mercado quando se deseja eliminar os efeitos da inflação sobre ativos financeiros.

7.1.6 Proventos

Para a construção da *Security Market Line*, conforme o pressuposto terceiro descrito na seção 5.1 – Premissas do modelo, tanto Sharpe (1964) *apud* Archer e D’Ambrósio (1976) quanto Elton e Gruber (1995) não se preocupam com a questão dos proventos (dividendos ou outros tipos de rendimentos) das ações.

⁵ Ver anexo A.

No nosso entender, esse posicionamento é correto, porque os proventos não alteram a construção do modelo CAPM padrão e sim a série histórica do rendimento das ações. E se desejamos efetivamente saber se o investidor teve retorno compatível com o risco incorrido, precisamos considerar todos os ganhos obtidos no período em análise. Portanto, em nossos testes utilizamos todos os proventos ofertados pelas ações escolhidas, dados esses disponíveis e ajustados pelo banco de dados Económica, à disposição na UFRGS.

7.2 Testes

Em nosso estudo utilizaremos, conforme a teoria da decisão estatística, os testes de hipóteses para compararmos as médias das ações observadas com as médias dos retornos esperados (Spiegel, 1993, p. 252).

A seguir, relacionaremos os tipos de testes a serem aplicados, bem como os demais parâmetros observados.

7.2.1 Software a ser utilizado

MS Excel 2000 para armazenamento e cálculo dos dados.

7.2.2 Teste-t: duas amostras em par para médias

Este teste será utilizado para verificarmos se as médias dos retornos observados e dos esperados são estatisticamente iguais. A hipótese nula (H_0) será que as médias são iguais; na hipótese alternativa (H_1), as médias são diferentes.

7.2.3 Teste-t de Hipótese uni-caudal para duas amostras em par para médias

Este teste será utilizado para verificarmos se, estatisticamente, as médias dos retornos observados são maiores que as médias dos retornos esperados. A hipótese nula (H_0) será que as médias dos retornos observados são menores ou iguais às médias dos retornos esperados; a hipótese alternativa (H_1) será que as médias dos retornos observados são maiores que as médias dos retornos esperados.

7.2.4 Índice de Significância

Utilizaremos, neste trabalho, o índice de 5% (0,05), o qual é normalmente empregado na prática. Isto é, haverá 5 chances em 100 da hipótese ser rejeitada, quando deveria ser aceita. O índice de significância freqüentemente é representado por α (*alfa*).

7.2.5 Índice de Confiança

Utilizaremos, neste trabalho, o índice de confiança de 95% (0,95), o qual é normalmente empregado na prática. Isto é, haverá 95 chances em 100 da hipótese aceita ser realmente verdadeira. O índice de confiança freqüentemente é definido como $1 - \alpha$, ou seja, 1 menos o índice de significância *alfa*.

7.3 Cálculo do Retorno Esperado

Para o cálculo dos retornos esperados, os quais depois serão comparados aos retornos observados, de acordo com sistemática anteriormente mencionada, utilizaremos a equação estabelecida pela *Security Market Line*, conforme Elton e Gruber (1995): $\bar{R}_i = R_f + \beta(\bar{R}_m - R_f)$.

Objetivando melhor entendimento da aplicação da fórmula, detalharemos abaixo cada termo da referida equação, o seu significado e como ele será obtido.

7.3.1 \bar{R}_i = retorno esperado para o ativo *i*

Por exemplo, o retorno do ativo *i* para o mês de abril/2001.

7.3.2 R_f = retorno do ativo livre de risco

Por exemplo, o retorno livre de risco oferecido pelos títulos públicos federais, BBC, títulos do tesouro e outros, os quais remuneram a taxa média Selic.

7.3.3 \bar{R}_m = retorno esperado para a carteira de mercado

Consideramos, aqui, o retorno do Ibovespa.

7.3.4 Coeficiente β (*beta*)

É o coeficiente de regressão da reta que melhor ajusta o retorno de um título com o retorno da carteira o mercado (retorno do Ibovespa), ou seja, é um indicador que mede como reage o preço de um título às oscilações do índice representativo do mercado. Ainda, conforme Sá (1999), para se calcular o *beta* de uma ação específica basta levantar, simultaneamente, as rentabilidades da ação e do índice da carteira do mercado em iguais intervalos de tempo (mensal, por exemplo) e ajustar pelo processo dos mínimos quadrados a reta que melhor se ajuste a esse conjunto de pontos no espaço retorno da ação *versus* retorno da carteira do índice de mercado.

7.3.5 Período a ser utilizado para cálculo do *beta*

Utilizaremos sempre os últimos doze retornos, tanto da ação que está sendo estudada quanto do índice de mercado (Ibovespa). Esses doze retornos

formarão o *beta* histórico, que será utilizado para cálculo do retorno esperado da ação em análise. Para ficar mais claro, daremos um exemplo: vamos supor que queremos calcular o retorno esperado de uma ação para o mês de junho de 1998. Neste caso, utilizaremos para o cálculo do *beta* os retornos observados da ação e do índice de mercado de junho de 1997 a maio de 1998. E se o nosso mês de interesse fosse julho de 1998, utilizaríamos para cálculo do *beta* os retornos observados, tanto da ação quanto do índice de mercado, de julho de 1997 a junho de 1998, e assim sucessivamente.

7.4 Ibovespa

Anexo A – carteira teórica para o período de maio a agosto de 2001.

Anexo B – parâmetros para cálculo da carteira teórica.

7. 8 RESULTADOS

Este é o último capítulo de nosso trabalho, no qual apresentaremos as tabelas contendo os dados históricos dos rendimentos dos ativos, os rendimentos esperados conforme o modelo CAPM em estudo e os testes a que nos propusemos desde o começo. Também apresentaremos as conclusões finais a que chegamos, baseadas na análise dos testes aplicados.

8.1 Tabelas dos resultados obtidos

Conforme registrado na seção 7.1.4, os ativos a serem testados são as cinco ações com a maior participação relativa na carteira teórica do Ibovespa⁹ – válida para o período de maio a agosto de 2001 – e que tiveram o seus retornos publicados durante o período de pesquisa, ou seja, de junho de 1998 a maio de 2001.

Seguindo esse critério, as ações escolhidas foram as constantes na tabela 3, a seguir::

Tabela 3 – Ativos escolhidos para teste.

Código da ação	Percentual de participação relativa na Carteira Teórica do Ibovespa	Anexo
PETR4	10,751%	ANEXO C
BBDC4	4,631%	ANEXO D
PETR3	4,174%	ANEXO E
VALE5	3,750%	ANEXO F
CEMIG	2,404%	ANEXO G

Fonte: banco de dados da Econômicã, UFGRS.

Registramos, por oportuno, que a leitura da coluna “Código da ação” responde também a uma das questões complementares ao nosso estudo, que é

⁹ Ver anexo A

verificar a quais segmentos do setor produtivo pertencem as cinco ações escolhidas para testes: duas são do setor de petróleo (PETR4 e PETR3), uma do setor bancário (BBDC4), uma do setor de minérios (VALE5) e a outra do setor elétrico (CEMIG).

Nos anexos H e I apresentamos, respectivamente, a série histórica do Ibovespa e da taxa média Selic, também ajustados pelo IGP-DI, seguindo o método adotado para os demais ativos, de acordo com o contido na seção 7.1.5 do capítulo referente à metodologia.

A fim de esclarecer o leitor, informamos que, embora as ações constantes da tabela 4 tenham percentual de participação relativa na Carteira Teórica do Ibovespa superior às efetivamente testadas, elas não atenderam a um quesito básico da escolha dos ativos, que é o de ter todos os retornos publicados durante o período de pesquisa, ou seja, de junho de 1998 a maio de 2001, a saber:

Tabela 4 – Ativos excluídos do teste, por não terem série histórica completa no período desejado.

Código da ação	Percentual de participação relativa na Carteira Teórica do Ibovespa
TNLP4	11,833%
TSP4	5,053%
EBTP4	4,653%
TCSP4	3,855%
PLIM4	3,843%

Fonte: banco de dados da Economática, UFGRS.

8.2 Conclusões

Tudo que fizemos até agora teve como objetivo principal resolvermos a questão central do trabalho, que é verificarmos se existe diferença de *performance* entre os retornos exigidos pelo modelo *Security Market Line* e os

efetivamente observados, considerando as cinco empresas brasileiras com maior percentual de participação relativa no Ibovespa, com dados publicados no período de análise de junho de 1998 a maio de 2001. Em outras palavras, quisemos verificar se os investidores que aplicaram seus recursos separadamente naquelas cinco ações obtiveram ou não o retorno esperado em função do risco incorrido.

Para respondermos definitivamente a essa questão, vamos primeiramente consolidar na tabela 5 algumas informações obtidas através da ferramenta análise de dados do *software* Excel 2000 e registradas nos anexos C a G deste estudo, a saber:

Tabela: 5 – Resultados dos testes “t”: duas amostras em par para médias das as ações escolhidas, utilizando-se a ferramenta de análise de dados do software Excel 2000. Dados na forma unitária.

Código da ação	Média dos retornos observados	Média dos retornos exigidos pelo CAPM	“t” calculado ou Stat “t”	“t” crítico bi-caudal
PETR4	0,037616	0,010318	1,608696	2,030110
BBDC4	0,024148	0,006707	0,899687	2,030110
PETR3	1,178731	0,018143	1,178731	2,030110
VALE5	0,036791	0,016952	0,672654	2,030110
CEMIG	-0,002190	0,011750	-0,881891	2,030110

Fonte: banco de dados da Economática, UFGRS.

Como podemos verificar, para todas as ações constantes na tabela 5 o “t” calculado ou stat “t” é maior ou igual ao “-t” crítico bi-caudal (-2,030110) e menor ou igual ao “t” crítico bi-caudal (2,030110). Para o teste “t”: *duas amostras em par para médias*, neste caso, mesmo tendo as médias amostrais dos retornos observados diferentes das médias amostrais dos retornos exigidos pelo CAPM, podemos afirmar que, estatisticamente e a um índice de confiança de 95%, as médias dos retornos observados dos ativos são iguais às médias dos retornos exigidos pelo modelo CAPM. Ou seja, estatisticamente e a um índice de confiança de 95%, não há diferença de *performance* entre os retornos exigidos pelo modelo *Security Market Line* e os efetivamente observados. E isso responde, então, a nossa questão central.

Precisamos ressaltar aqui que devemos ter cuidado na interpretação desses resultados, pois o que estamos afirmando tem como base os parâmetros escolhidos e especificados no capítulo 7 – Metodologia. Caso tivéssemos trabalhado com outros dados como, por exemplo, um outro período para a amostra, que não o de junho de 1998 a maio de 2001, talvez os resultados fossem completamente diferentes.

8. BIBLIOGRAFIA

ARCHER, Stephen H.; D'AMBRÓSIO, Charles A. The Theory of Business Finance. 2ª ed. New York: Macmillan Publishing Co., Inc., 1976.

BERNSTEIN, Peter L. Desafio aos deuses: a fascinante história dos risco. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

BOVESPA – Bolsa de Valores de São Paulo. Disponível na Internet via WWW. Endereço: <http://www.bovespa.com.br>. Arquivo capturado em 12.06.2001.

CHIANG, Alpha C. Matemática para economistas. 2ª ed. São Paulo: Makron Books, 1982.

EATON, B. Curtis; EATON, Diane F. Microeconomia. 5ª ed. São Paulo: Saraiva, 1999.

ECONOMÁTICA. Base de Dados. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Biblioteca Setorial de Economia, 2001.

ELTON, Edwin J.; GRUBER, Martin J. Modern Portfolio Theory and Investment Analysis. 5ª ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1995.

FORTUNA, Eduardo. Mercado Financeiro: Produtos e Serviços. 14ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2000.

HILLBRECHT, Ronald. Economia Monetária. São Paulo: Atlas, 1999.

HULL, John. Introdução aos Mercados Futuros e de Opções. São Paulo: BM&F e Cultura Editores Associados, 1996.

LEITE, Helio de Paula; SANVICENTE, Antonio Zoratto. Índice Bovespa: um padrão para os investimentos brasileiros. São Paulo: Atlas, 1994.

MARKOWITZ, Harry M. Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investment. Cowles Foundation for Research, 1959.

SÁ, Geraldo T. de. Administração de Investimentos, Teoria de Carteiras e Gerenciamento de Risco. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

SACHS, Jeffrey D.; LARRAIN, Felipe B. Macroeconomia. São Paulo: Makron Books, 2000.

SPIEGEL, Murray R. Estatística. 3ª ed. São Paulo: Makron Books, 1993.

ZANINI, Francisco Antônio Mesquita. As teorias de carteira de Markowitz e de Sharpe: uma aplicação no mercado brasileiro de ações entre jul/1995 a jun/2000. São Leopoldo, PUC-Rio/Unisinos. Agosto de 2001. (Dissertação de Mestrado).

9. Anexo A – Carteira Teórica do IBOVSPA para Maio a Agosto de 2001

Código	Ação	Tipo	Qtde. Teórica (1)	Part. (%) (2)
ACES4	ACESITA	PN *	166,66243078327	0,792
AMBV4	AMBEV	PN *	0,31789815217	1,186
ARCZ6	ARACRUZ	PNB	44,93861526684	1,206
BBDC4	BRADESCO	PN *	54,99570210447	4,631
BRAP4	BRADESPAR	PN *	301,52377995289	1,686
BBAS3	BRASIL	ON *	3,45056161633	0,192
BBAS4	BRASIL	PN *	16,14860157426	0,920
TCSP3	BRASIL T PAR	ON *	10,36628596586	1,253
TCSP4	BRASIL T PAR	PN *	32,07429157951	3,855
TEPR4	BRASIL TELECOM	PN *	26,75244730606	2,243
CLSC6	CELESC	PNB	173,48873566429	0,533
CMIG3	CEMIG	ON *	1,07590180141	0,165
CMIG4	CEMIG	PN *	16,07649828505	2,404
CESP4	CESP	PN *	10,80045210235	1,045
CPLE6	COPEL	PNB*	8,81522779190	0,989
CPNE5	COPENE	PNA*	0,08624153437	0,306
CRTP5	CRT CELULAR	PNA*	0,13945528182	1,048
ELET3	ELETRON	ON *	7,80255036111	1,549
ELET6	ELETRON	PNB*	13,19609464582	2,315
ELPL4	ELETROPULO	PN *	1,32788369582	0,580
EMBR3	EMBRAER	ON	8,42732340799	1,118
EMBR4	EMBRAER	PN	7,10895306764	1,219
EBTP3	EMBRATEL PAR	ON *	14,86978897842	1,986
EBTP4	EMBRATEL PAR	PN *	34,14889268777	4,653
GRSU3	GERASUL	ON *	9,59801822216	0,235
GGBR4	GERDAU	PN *	6,48527215877	0,697
PLIM4	GLOBO CABO	PN	714,20340022583	3,843
INEP4	INEPAR	PN *	35,43914688088	0,362
PTIP4	IPIRANGA PET	PN *	2,02990915906	0,229
ITAU4	ITAUBANCO	PN *	1,60862374839	2,142
ITSA4	ITAUSA	PN	118,17551910999	1,693
KLAB4	KLABIN	PN	50,61834419545	0,262
LIGH3	LIGHT	ON *	0,44839391821	0,420
PETR3	PETROBRAS	ON	9,45442951035	4,174
PETR4	PETROBRAS	PN	26,57199570577	10,751
BRDT4	PETROBRAS BR	PN *	2,19346783321	0,481
SBSP3	SABESP	ON *	0,77604008777	0,879
CSNA3	SID NACIONAL	ON *	3,51449745811	1,162
CSTB4	SID TUBARAO	PN *	4,08376644512	0,722
CRUZ3	SOUZA CRUZ	ON	7,82093811702	0,633
TDBH4	TEF DATA BRA	PN *	4,17617575238	0,013
TCSL3	TELE CL SUL	ON *	22,71781992545	0,651
TCSL4	TELE CL SUL	PN *	53,29166975301	1,706
TCOC4	TELE CTR OES	PN *	32,69877134190	1,526
TLCP4	TELE LEST CL	PN *	82,12152319616	1,119
TNEP4	TELE NORD CL	PN * EDS	51,47005979451	1,442
TNLP3	TELEMAR	ON *	6,96469830928	1,548
TNLP4	TELEMAR	PN *	46,29086486024	11,833

TMCP4	TELEMIG PART	PN *	46,08754286219	1,604
TERJ4	TELERJ	PN *	1,62510537585	0,511
TLPP4	TELESP	PN * ANT	4,17617575238	0,877
TSPP4	TELESP CL PA	PN *	42,90933863926	5,053
TRPL4	TRAN PAULIST	PN *	13,81906029462	0,512
USIM5	USIMINAS	PNA	19,77940039537	0,822
VCPA4	V C P	PN *	1,13358065651	0,475
VALE5	VALE R DOCE	PNA ANT	9,27847738293	3,750
Quantidade Teórica Total			2.386,15664067555	100,000

(*) Cotação por lote de mil ações

Nota: em 28/05/2001 foi incluída a Telefonica Data Brasil Holding - TDBH nesta carteira, em função da cisão parcial da Telesp.

(1) Quantidade Teórica válida para o período de vigência da carteira, sujeita a alterações somente no caso de distribuição de proventos (dividendo, bonificação e subscrição) pelas empresas.

(2) Participação relativa das ações da carteira, divulgada para a abertura dos negócios do dia 28/05/2001, sujeita a alterações em função das evoluções dos preços desses papéis.

10. Anexo B – Índice BOVESPA

Apresentação

O Índice Bovespa - Ibovespa é o mais importante indicador do desempenho médio das cotações do mercado de ações brasileiro, porque retrata o comportamento dos principais papéis negociados na BOVESPA.

Ele é o mais representativo indicador brasileiro, pela sua tradição - não sofreu modificações metodológicas desde sua implementação, em 02/01/1968 - e também pelo fato de a BOVESPA ser responsável por 100% das ações transacionadas no mercado brasileiro.

O que é o Índice Bovespa?

É o valor atual, em moeda corrente, de uma carteira teórica de ações, a partir de uma aplicação hipotética (*). Supõe-se não ter sido efetuado nenhum investimento adicional, considerando-se somente a reinversão dos dividendos recebidos e do total apurado com a venda dos direitos de subscrição, além da manutenção, em carteira, das ações recebidas a título de bonificação.

Extremamente confiável e com uma metodologia de fácil acompanhamento pelo mercado, o Índice Bovespa representa fielmente não só o comportamento médio dos preços das principais ações, como também o perfil das negociações a vista observadas nos pregões da Bolsa de Valores de São Paulo - BOVESPA.

() O Índice sofreu, unicamente para efeito de divulgação, e sem prejuízo de sua metodologia de cálculo, as seguintes adequações:*

- 1 - divisão por 100, em 3.10.83;
- 2 - divisão por 10, em 2.12.85;
- 3 - divisão por 10, em 29.8.88;
- 4 - divisão por 10, em 14.4.89;
- 5 - divisão por 10, em 12.1.90;
- 6 - divisão por 10, em 28.5.91;
- 7 - divisão por 10, em 21.1.92;
- 8 - divisão por 10, em 26.1.93;
- 9 - divisão por 10, em 27.8.93;
- 10 - divisão por 10, em 10.2.94.
- 11 - divisão por 10, em 3.3.97.

Finalidade

Sua finalidade básica é a de servir como indicador médio do comportamento do mercado. Para tanto, sua composição procura aproximar-se o mais possível da real configuração das negociações a vista (lote-padrão) na BOVESPA.

Carteira Teórica de Ações

A carteira teórica do Índice é integrada pelas ações que, em conjunto, representaram 80% do volume transacionado a vista nos doze meses anteriores à formação da carteira. Como critério adicional, exige-se que a ação presente, no mínimo, 80% de presença nos pregões do período.

A participação de cada ação na carteira tem relação direta com a representatividade desse título no mercado a vista - em termos de número de negócios e volume em moeda corrente - ajustado ao tamanho da amostra.

Reavaliações Quadrimestrais

Para que a representatividade do Índice se mantenha ao longo do tempo, quadrimestralmente é feita uma reavaliação do mercado - sempre com base nos 12 meses anteriores - na qual se identificam as alterações na participação relativa de cada ação. Feito isso, monta-se uma nova carteira, atribuindo-se a cada papel um novo peso, segundo a distribuição de mercado, apurada pelo estudo de reavaliação.

Representatividade do Ibovespa em Termos de Capitalização Bursátil

As empresas emissoras das ações integrantes da carteira teórica do Índice Bovespa são responsáveis, em média, por aproximadamente 70% do somatório da capitalização bursátil de todas as empresas com ações negociáveis na BOVESPA.

Divulgação / Acompanhamento do Índice Bovespa

A BOVESPA calcula seu índice em tempo real, considerando instantaneamente os preços de todos os negócios efetuados no mercado a vista (lote-padrão) com as ações componentes da carteira.

Sua divulgação é feita pela rede de difusão da BOVESPA e também retransmitida por uma série de "Vendors", sendo possível, dessa forma, acompanhar "on line" seu comportamento em qualquer parte do Brasil ou do mundo.

Transparência

Uma metodologia simples de cálculo - inalterada desde sua constituição - com seus dados à disposição do público investidor, assegura uma grande confiabilidade ao Índice Bovespa, o que pode, inclusive, ser avaliado pela "Chancela do Mercado de Ações", traduzida pelo fato de o Índice Bovespa ser o único dos indicadores de performance de ações brasileiras a ter um mercado futuro líquido, que é, inclusive, um dos maiores de contrato de Índice do mundo.

Capitalização Bursátil (Abril/94)

Empresas	\$1.000	US\$1.000	Part.(%)
Cias. do Ibovespa	94.129.756.900	72.280.736	66,5
Total (543 Cias)	141.468.004.920	108.631.020	100,0

Segurança, Confiabilidade e Independência

A BOVESPA é responsável pela gestão, cálculo, difusão e manutenção do Índice. Esta responsabilidade assegura a observância estrita às normas e procedimentos técnicos constantes de sua metodologia.

Metodologia do Cálculo

Apuração do Índice Bovespa

O Índice Bovespa nada mais é do que o somatório dos pesos (quantidade teórica da ação multiplicada pelo último preço da mesma) das ações integrantes de sua carteira teórica. Assim sendo, pode ser apurado, a qualquer momento, através da seguinte fórmula:

$$Ibovespa T = \sum_{i=1}^n P_{i,t} Q_{i,t}$$

onde:

Ibovespa T = Índice Bovespa no instante T

n = número total de ações componentes da carteira teórica

P = último preço da ação i no instante T

Q = quantidade teórica da ação i na carteira no instante T

Ajuste da Quantidade Teórica em Função de Proventos

O mecanismo de alteração é semelhante ao utilizado para o ajuste da carteira como um todo, ou seja, considerando-se que o investidor realizou (vendeu) as ações ao último preço de fechamento anterior ao início da distribuição de provento e utilizou os recursos na compra das mesmas ações sem o provento

distribuído (Ex provento).

Fórmula de Alteração na Quantidade Teórica

(por ocasião de distribuição de proventos)

$$Q_n = \frac{Q_o \cdot P_o}{P_{ex}}$$

onde:

Qn = quantidade nova

Qo = quantidade antiga

Po = último preço de fechamento anterior ao início da distribuição do provento

Pex = preço ex-teórico, calculado com base em P

Fórmula Geral de Cálculo do Preço Ex-Teórico

$$P_{ex} = \frac{P_c + (\% S \cdot Z) - Div}{1 + \% B + \% S}$$

onde:

Pex = preço ex- teórico

Pc = último preço de fechamento anterior ao início da distribuição do provento

%S = percentual de subscrição

Z = valor em moeda corrente de emissão de cada ação a ser subscrita

Div = valor em moeda corrente recebido por ação a título de dividendo

%B = percentual de bonificação

Critérios para Inclusão de Ações na Carteira

Para que uma ação seja incluída no Índice Bovespa é necessário que ela atenda, simultaneamente, aos seguintes parâmetros, sempre com relação aos 12 meses anteriores:

- estar incluída em uma relação de ações resultantes da soma, em ordem decrescente, dos índices de negociabilidade até 80% do valor da soma de todos os índices individuais;
- apresentar participação, em termos de volume, superior a 0,1% do total;
- ter sido negociada em mais de 80% do total de pregões do período.

Recomposições Quadrimestrais

Segundo fórmula adiante indicada, a BOVESPA calcula o índice de negociabilidade para cada uma das ações nela negociadas nos últimos doze meses.

Esses índices são colocados em uma tabela, em ordem decrescente, e uma coluna apresenta a soma de tais índices à medida que se percorre a tabela do maior para o menor. Calcula-se a participação percentual de cada índice no somatório desses, listando-se as ações até que o montante das participações atinja 80%.

As ações assim selecionadas irão compor a carteira do índice, desde que atendam aos outros dois critérios.

Caso não atendam, são substituídas pelas ações que vierem a seguir na listagem decrescente e que consigam atender a tais parâmetros.

Uma vez alcançado o mínimo de 80% da soma dos índices de negociabilidade, tem-se a relação das ações que irão compor o Índice Bovespa para os próximos quatro meses.

Assim, os índices das ações escolhidas são listados novamente, apurando-se o percentual de

participação de cada uma em relação à soma dos índices de todos os papéis da carteira. Multiplica-se o resultado pelo índice de negociabilidade original e obtém-se a participação ajustada.

A participação ajustada de cada ação, aplicada sobre o valor do índice do último dia do quadrimestre anterior, determinará a composição da carteira para o quadrimestre seguinte.

A quantidade teórica de cada ação - resultante da divisão de sua parcela na composição do índice pelo seu preço de fechamento no último dia do quadrimestre anterior - permanecerá constante pelos quatro meses de vigência da carteira, somente sendo alterada caso ocorra a distribuição de proventos (dividendos, bonificações, subscrições) por parte da empresa.

Por outro lado, uma vez selecionada uma ação para participar da carteira do índice, ela só deixará de constar dessa carteira quando não conseguir atender a pelo menos dois critérios indicados.

Índice de negociabilidade das ações

$$\sqrt{\frac{n}{N} - \frac{v}{V}}$$

onde:

n = número de negócios realizados com a ação no mercado a vista (lote-padrão), nos últimos 12 meses

N = número de negócios total do mercado a vista (lote-padrão) dos últimos 12 meses

v = valor, em moeda corrente, movimentado com a ação no mercado a vista (lote-padrão), nos últimos 12 meses

V = valor total do mercado a vista (lote-padrão) em moeda corrente dos últimos 12 meses

ANEXO C
Ação PETR4 - Petrobrás PN

Teste-t: duas amostras em par para médias

	Retorno da ação	Retorno exigido pelo CAPM (\bar{R}_i)
Média	0.037616793	0.010318266
Variância	0.02953566	0.019265259
Observações	36	36
Correlação de Pearson	0.805618566	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	35	
Stat t	1.608696921	
P(T<=t) uni-caudal	0.058333549	
t crítico uni-caudal	1.689572855	
P(T<=t) bi-caudal	0.116667099	
t crítico bi-caudal	2.030110409	

ANEXO C - Ação PETR4 - Petrobrás PN

Data	Retorno da ação	Retorno do Ibovespa (\bar{R}_m)	Beta de 12 meses	Tx. Selic Efetiva/mês (R_f)	Retorno exigido pelo CAPM (\bar{R}_i)
Jun-97	15.9889%	10.0110%		1.6068%	
Jul-97	9.9291%	2.3333%		1.6038%	
Aug-97	-19.1168%	-17.5481%		1.5859%	
Sep-97	16.6053%	10.5458%		1.5903%	
Oct-97	-34.5175%	-24.0863%		1.6729%	
Nov-97	17.5608%	3.6799%		3.0435%	
Dec-97	6.6714%	7.7936%		2.9724%	
Jan-98	-8.8481%	-5.5001%		2.6700%	
Feb-98	6.6454%	8.7232%		2.1300%	
Mar-98	8.0343%	12.7587%		2.2000%	
Apr-98	7.1502%	-2.1248%		1.7100%	
May-98	-23.6240%	-15.8739%		1.6300%	
Jun-98	-3.4246%	-1.9818%	1.194753	1.6000%	-2.6793%
Jul-98	19.0571%	11.0543%	1.183137	1.7000%	12.7674%
Aug-98	-52.8611%	-39.4506%	1.197549	1.4800%	-47.5364%
Sep-98	1.6787%	1.8900%	1.235798	2.4900%	1.7485%
Oct-98	22.9978%	6.9182%	1.223968	2.9400%	7.8091%
Nov-98	14.2056%	22.6985%	1.244450	2.6300%	27.6042%
Dec-98	-19.8831%	-21.3996%	1.103893	2.4000%	-23.8722%
Jan-99	-2.8110%	17.9201%	1.070939	2.1800%	19.0367%
Feb-99	13.4271%	4.4084%	0.958724	2.3800%	4.3247%
Mar-99	49.5442%	17.7142%	0.973228	3.3300%	17.3291%
Apr-99	12.1932%	6.0826%	1.128979	2.3500%	6.5640%
May-99	-5.5230%	-1.9662%	1.138454	2.0200%	-2.5182%
Jun-99	8.2442%	3.7840%	1.116969	1.6700%	4.0313%
Jul-99	-7.9687%	-11.5982%	1.114473	1.6600%	-13.1159%
Aug-99	-1.4734%	-0.2700%	1.090945	1.5700%	-0.4374%
Sep-99	10.0553%	3.6076%	0.910706	1.4900%	3.4185%
Oct-99	6.1813%	3.3943%	0.906115	1.3839%	3.2056%
Nov-99	22.0334%	14.8549%	0.884541	1.3900%	13.3003%
Dec-99	18.4041%	24.0456%	1.053076	1.5996%	25.2369%
Jan-00	-13.2667%	-6.2347%	0.899750	1.4600%	-5.4633%
Feb-00	12.5313%	7.5574%	1.256346	1.4500%	9.1230%
Mar-00	4.2619%	0.7247%	1.257823	1.4500%	0.5377%
Apr-00	-8.9954%	-12.9247%	0.943213	1.3000%	-12.1169%
May-00	-3.2292%	-4.3801%	0.900006	1.4937%	-3.7927%
Jun-00	28.8731%	10.8109%	0.887527	1.3917%	9.7515%
Jul-00	-15.9904%	-3.8061%	0.982402	1.3060%	-3.7161%
Aug-00	15.5812%	3.5368%	1.084521	1.4054%	3.7170%
Sep-00	-5.0111%	-8.8040%	1.077998	1.1805%	-9.5828%
Oct-00	-4.3199%	-7.0053%	1.050096	1.2877%	-7.4208%
Nov-00	-6.5096%	-10.9748%	1.042286	1.2199%	-11.4904%
Dec-00	-4.3480%	13.9754%	0.985793	1.1981%	13.7939%
Jan-01	18.4889%	15.2489%	0.895038	1.2649%	13.7811%
Feb-01	0.3925%	-10.3828%	0.874913	1.0158%	-8.9570%
Mar-01	-11.0289%	-9.8647%	0.791221	1.2579%	-7.5425%
Apr-01	12.4192%	2.1632%	0.820591	1.1860%	1.9879%
May-01	11.4944%	-2.2268%	0.846710	1.3368%	-1.6805%

Média dos últimos 36 meses:

3.7617%

1.0318%

ANEXO C - Dados obtidos da Economática, na UFRGS, em sua forma original

Cotações

Petrobrás PN (PETR4)

Em Real, ajustadas pelo IGP-DI

Data	Q Negs	Q Tits	Volume\$	Fechamento	Abertura	Mínimo	Máximo
May-97	7679	2.85E+07	1.03E+09	33.961060	29.672510	29.273330	34.595750
Jun-97	8877	3.24E+07	1.43E+09	39.391050	34.093720	32.435470	42.981970
Jul-97	12782	4.09E+07	1.91E+09	43.302230	39.521470	35.042370	44.791000
Aug-97	8379	2.98E+07	1.34E+09	35.024210	42.775760	34.365870	42.907380
Sep-97	9439	2.80E+07	1.24E+09	40.840080	34.892540	32.654150	41.081030
Oct-97	12220	4.62E+07	1.94E+09	26.743090	40.970980	23.561590	43.981620
Nov-97	9145	3.56E+07	1.19E+09	31.439400	29.352170	25.047190	33.004890
Dec-97	8082	3.06E+07	1.13E+09	33.536850	31.310020	28.463660	34.803290
Jan-98	6834	2.96E+07	1.07E+09	30.569470	33.793840	26.983670	35.207260
Feb-98	6658	4.71E+07	1.69E+09	32.600920	31.206330	29.295740	33.180610
Mar-98	8612	2.88E+07	1.13E+09	35.220170	32.855610	32.091530	35.952490
Apr-98	8015	3.02E+07	1.25E+09	37.738470	35.090210	34.570350	38.599220
May-98	8791	3.67E+07	1.33E+09	28.823150	37.738470	25.375870	37.738470
Jun-98	7898	2.97E+07	9.62E+08	27.836060	27.914310	26.615970	32.069000
Jul-98	10732	3.38E+07	1.26E+09	33.140800	27.836060	27.706590	36.251620
Aug-98	14507	4.26E+07	1.14E+09	15.622220	33.010840	15.361850	33.010840
Sep-98	22778	7.32E+07	1.34E+09	15.884470	16.012780	11.716670	20.308890
Oct-98	16328	4.31E+07	8.73E+08	19.537550	15.221690	14.323230	22.396340
Nov-98	11629	3.41E+07	9.05E+08	22.312970	19.928300	19.928300	25.269870
Dec-98	9704	3.56E+07	7.60E+08	17.876470	22.312970	16.441130	23.487340
Jan-99	16720	6.88E+07	1.15E+09	17.373960	18.219860	10.208280	18.477000
Feb-99	10894	3.68E+07	8.26E+08	19.706780	17.757210	17.501710	22.611700
Mar-99	13896	4.81E+07	1.35E+09	29.470350	19.937960	19.937960	30.432700
Apr-99	12858	4.50E+07	1.58E+09	33.063740	29.471590	29.098880	35.413960
May-99	12627	4.91E+07	1.71E+09	31.237620	33.437580	27.852270	34.413030
Jun-99	9004	2.70E+07	9.35E+08	33.812910	31.129560	28.940970	34.530430
Jul-99	9318	3.08E+07	1.13E+09	31.118450	33.812910	30.984100	35.411340
Aug-99	8830	3.20E+07	1.05E+09	30.659950	30.984100	27.716250	32.194420
Sep-99	8291	2.68E+07	1.00E+09	33.742910	30.659950	30.659950	37.340720
Oct-99	8244	2.41E+07	9.10E+08	35.828670	33.742910	32.508420	37.387620
Nov-99	9850	2.57E+07	1.19E+09	43.722950	35.770980	35.483650	47.079220
Dec-99	7888	2.50E+07	1.24E+09	51.769770	43.891760	43.329040	52.332480
Jan-00	8376	2.02E+07	1.06E+09	44.901610	51.251910	44.571450	52.586020
Feb-00	9012	2.07E+07	1.10E+09	50.528360	44.901610	44.791560	51.945000
Mar-00	7325	1.70E+07	9.62E+08	52.681850	50.528360	49.979140	56.679640
Apr-00	9821	2.44E+07	1.30E+09	47.942900	52.458630	44.644520	55.805930
May-00	8597	2.04E+07	1.05E+09	46.394750	48.377630	46.148250	49.993930
Jun-00	9514	2.17E+07	1.28E+09	59.790340	46.949490	46.838760	61.121480
Jul-00	15864	2.55E+07	1.53E+09	50.229650	61.326240	50.208190	63.520380
Aug-00	28973	5.53E+07	3.11E+09	58.056010	50.422760	47.740690	61.258280
Sep-00	14664	2.16E+07	1.32E+09	55.146740	59.004300	53.630690	61.427690
Oct-00	15282	2.62E+07	1.48E+09	52.764480	55.460670	46.775320	57.030310
Nov-00	11835	2.08E+07	1.17E+09	49.329700	52.545540	49.018150	55.151970
Dec-00	15247	2.36E+07	1.20E+09	47.184840	49.838580	45.694880	50.575930
Jan-01	16177	2.60E+07	1.50E+09	55.908780	47.205460	47.205460	58.027670
Feb-01	10259	1.68E+07	1.02E+09	56.128210	55.898530	54.360040	60.298610
Mar-01	15054	2.51E+07	1.41E+09	49.937900	56.169100	47.030760	59.082330
Apr-01	12186	2.08E+07	1.13E+09	56.139810	50.171790	47.418140	58.050010
May-01	12492	1.92E+07	1.17E+09	62.592770	56.139810	55.193630	63.604090

ANEXO D
Ação BBDC4 - Bradesco PN

Teste-t: duas amostras em par para médias

	Retorno da ação	Retorno exigido pelo CAPM (\bar{R}_i)
Média	0.024148541	0.006707238
Variância	0.023269521	0.013828776
Observações	36	36
Correlação de Pearson	0.656937894	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	35	
Stat t	0.899687046	
P(T<=t) uni-caudal	0.187217734	
t crítico uni-caudal	1.689572855	
P(T<=t) bi-caudal	0.374435469	
t crítico bi-caudal	2.030110409	

ANEXO D - Ação BBDC4 - Bradesco PN

Data	Retorno da ação	Retorno do Ibovespa (\bar{R}_m)	Beta de 12 meses	Tx. Selic Efetiva/mês (R_f)	Retorno exigido pelo CAPM (\bar{R}_i)
Jun-97	26.3401%	10.0110%		1.6068%	
Jul-97	9.7114%	2.3333%		1.6038%	
Aug-97	-7.9472%	-17.5481%		1.5859%	
Sep-97	6.4447%	10.5458%		1.5903%	
Oct-97	-29.1656%	-24.0863%		1.6729%	
Nov-97	-1.8778%	3.6799%		3.0435%	
Dec-97	42.6355%	7.7936%		2.9724%	
Jan-98	-19.7022%	-5.5001%		2.6700%	
Feb-98	8.0007%	8.7232%		2.1300%	
Mar-98	22.2798%	12.7587%		2.2000%	
Apr-98	-10.4235%	-2.1248%		1.7100%	
May-98	-10.5714%	-15.8739%		1.6300%	
Jun-98	2.5129%	-1.9818%	1.188791	1.6000%	-2.6580%
Jul-98	4.8686%	11.0543%	1.124177	1.7000%	12.2159%
Aug-98	-32.4492%	-39.4506%	1.040712	1.4800%	-41.1170%
Sep-98	6.2902%	1.8900%	0.965229	2.4900%	1.9108%
Oct-98	-2.6480%	6.9182%	1.000072	2.9400%	6.9184%
Nov-98	28.3967%	22.6985%	0.911813	2.6300%	20.9287%
Dec-98	-19.0828%	-21.3996%	0.948294	2.4000%	-20.1690%
Jan-99	-0.4470%	17.9201%	0.857697	2.1800%	15.6803%
Feb-99	15.3819%	4.4084%	0.757529	2.3800%	3.9166%
Mar-99	10.4540%	17.7142%	0.769756	3.3300%	14.4023%
Apr-99	-2.0662%	6.0826%	0.712409	2.3500%	5.0091%
May-99	3.2786%	-1.9662%	0.698469	2.0200%	-0.7643%
Jun-99	-3.5523%	3.7840%	0.702950	1.6700%	3.1561%
Jul-99	-4.4880%	-11.5982%	0.706058	1.6600%	-7.7011%
Aug-99	-12.7607%	-0.2700%	0.694485	1.5700%	0.2921%
Sep-99	19.3712%	3.6076%	0.673453	1.4900%	2.9161%
Oct-99	2.1320%	3.3943%	0.676741	1.3839%	2.7445%
Nov-99	9.9361%	14.8549%	0.689883	1.3900%	10.6792%
Dec-99	43.6947%	24.0456%	0.539911	1.5996%	13.7184%
Jan-00	0.9173%	-6.2347%	0.819833	1.4600%	-4.8484%
Feb-00	-13.0895%	7.5574%	0.951864	1.4500%	7.2634%
Mar-00	13.0404%	0.7247%	0.910341	1.4500%	0.7897%
Apr-00	-8.2393%	-12.9247%	0.963046	1.3000%	-12.3990%
May-00	-7.1940%	-4.3801%	0.939803	1.4937%	-4.0265%
Jun-00	26.3856%	10.8109%	0.971736	1.3917%	10.5446%
Jul-00	-2.9059%	-3.8061%	1.061105	1.3060%	-4.1185%
Aug-00	6.4020%	3.5368%	1.141312	1.4054%	3.8380%
Sep-00	-0.8628%	-8.8040%	1.096960	1.1805%	-9.7721%
Oct-00	-22.8917%	-7.0053%	1.035145	1.2877%	-7.2968%
Nov-00	14.1703%	-10.9748%	1.148522	1.2199%	-12.7860%
Dec-00	29.4306%	13.9754%	1.069814	1.1981%	14.8674%
Jan-01	-3.5945%	15.2489%	0.909601	1.2649%	13.9847%
Feb-01	-15.3327%	-10.3828%	0.627322	1.0158%	-6.1348%
Mar-01	0.8726%	-9.8647%	0.858697	1.2579%	-8.2930%
Apr-01	6.0353%	2.1632%	0.798074	1.1860%	1.9659%
May-01	-5.0317%	-2.2268%	0.799405	1.3368%	-1.5120%

Média dos últimos 36 meses:

2.4149%

0.6707%

ANEXO D - Dados obtidos da Economática, na UFRGS, em sua forma original

Cotações

Bradesco PN (BBDC4)

Em Real, ajustadas pelo IGP-DI

Data	Q Negs	Q Tits	Volume\$	Fechamento	Abertura	Minimo	Maximo
May-97	3576	2.36E+10	2.09E+08	0.006630	0.006813	0.006502	0.007008
Jun-97	5521	3.14E+10	3.08E+08	0.008376	0.006647	0.006375	0.008552
Jul-97	4714	3.65E+10	4.02E+08	0.009190	0.008348	0.007515	0.009394
Aug-97	3467	2.67E+10	2.98E+08	0.008459	0.009161	0.008072	0.009161
Sep-97	3890	2.44E+10	2.57E+08	0.009005	0.008391	0.007458	0.009005
Oct-97	5156	3.93E+10	4.30E+08	0.006378	0.009054	0.005834	0.009834
Nov-97	5263	3.43E+10	2.67E+08	0.006259	0.006388	0.004597	0.007401
Dec-97	2961	1.76E+10	1.60E+08	0.008927	0.006230	0.006191	0.008927
Jan-98	3950	1.60E+10	1.43E+08	0.007168	0.008937	0.006094	0.009019
Feb-98	2910	2.04E+10	1.98E+08	0.007742	0.007340	0.007138	0.008066
Mar-98	4285	3.04E+10	3.45E+08	0.009466	0.007994	0.007591	0.009924
Apr-98	4578	2.45E+10	2.81E+08	0.008480	0.009517	0.008106	0.009630
May-98	4935	1.94E+10	1.90E+08	0.007583	0.008409	0.006873	0.008571
Jun-98	4161	2.51E+10	2.42E+08	0.007774	0.007392	0.006947	0.007830
Jul-98	4390	2.74E+10	2.74E+08	0.008152	0.007857	0.007417	0.008370
Aug-98	5417	2.51E+10	2.21E+08	0.005507	0.008072	0.005507	0.008163
Sep-98	7847	2.96E+10	1.97E+08	0.005853	0.005685	0.003888	0.006187
Oct-98	4766	1.74E+10	1.27E+08	0.005698	0.005697	0.005278	0.006065
Nov-98	5964	2.70E+10	2.33E+08	0.007317	0.005782	0.005782	0.007639
Dec-98	4361	1.72E+10	1.30E+08	0.005920	0.006980	0.005227	0.007190
Jan-99	6299	3.07E+10	2.14E+08	0.005894	0.005907	0.004690	0.006400
Feb-99	4898	2.63E+10	2.25E+08	0.006800	0.006067	0.005981	0.007424
Mar-99	5544	2.42E+10	2.27E+08	0.007511	0.006900	0.006734	0.008035
Apr-99	4749	2.12E+10	1.99E+08	0.007356	0.007511	0.006950	0.007947
May-99	7757	2.97E+10	3.07E+08	0.007597	0.007356	0.007039	0.009413
Jun-99	4237	1.71E+10	1.60E+08	0.007327	0.007597	0.007067	0.007896
Jul-99	3526	1.55E+10	1.38E+08	0.006999	0.007327	0.006903	0.007771
Aug-99	8974	4.71E+10	3.51E+08	0.006106	0.006999	0.005542	0.007080
Sep-99	10053	4.68E+10	3.84E+08	0.007288	0.006210	0.006041	0.007645
Oct-99	6116	3.02E+10	2.79E+08	0.007444	0.007138	0.006939	0.008101
Nov-99	6371	2.76E+10	2.78E+08	0.008183	0.007444	0.007405	0.008663
Dec-99	9038	3.89E+10	4.56E+08	0.011759	0.008145	0.008115	0.012448
Jan-00	14181	5.41E+10	7.71E+08	0.011867	0.011641	0.010503	0.014113
Feb-00	12529	4.30E+10	6.02E+08	0.010313	0.011980	0.010305	0.013414
Mar-00	9425	3.57E+10	4.86E+08	0.011658	0.010468	0.010460	0.012224
Apr-00	10679	2.69E+10	3.22E+08	0.010698	0.011675	0.008277	0.011675
May-00	9108	2.49E+10	2.86E+08	0.009928	0.010860	0.008721	0.010981
Jun-00	10261	3.50E+10	4.76E+08	0.012548	0.010025	0.010025	0.012668
Jul-00	11022	3.84E+10	5.59E+08	0.012183	0.012508	0.011249	0.013104
Aug-00	10190	3.30E+10	4.74E+08	0.012963	0.012451	0.011799	0.013976
Sep-00	6159	1.75E+10	2.42E+08	0.012851	0.013048	0.012067	0.013652
Oct-00	12712	3.42E+10	4.06E+08	0.009909	0.012885	0.009609	0.012969
Nov-00	15224	4.83E+10	5.51E+08	0.011314	0.009993	0.009752	0.012056
Dec-00	9416	3.24E+10	4.33E+08	0.014643	0.011322	0.010897	0.014643
Jan-01	12252	3.58E+10	5.38E+08	0.014117	0.014434	0.013663	0.014867
Feb-01	12363	2.64E+10	3.56E+08	0.011952	0.014273	0.011942	0.014273
Mar-01	18831	4.09E+10	5.11E+08	0.012057	0.011963	0.010509	0.013048
Apr-01	15866	3.63E+10	4.46E+08	0.012784	0.012077	0.010748	0.012887
May-01	13085	3.23E+10	4.13E+08	0.012141	0.012662	0.011458	0.012890

ANEXO E**Ação PETR3 - Petrobrás ON**

Teste-t: duas amostras em par para médias

	Retorno da ação	Retorno exigido pelo CAPM (\bar{R}_i)
Média	0.062626475	0.018143017
Variância	0.076538922	0.022070042
Observações	36	36
Correlação de Pearson	0.575889768	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	35	
Stat t	1.17873199	
P(T<=t) uni-caudal	0.123228253	
t crítico uni-caudal	1.689572855	
P(T<=t) bi-caudal	0.246456507	
t crítico bi-caudal	2.030110409	

ANEXO E - Ação PETR3 - Petrobrás ON

Data	Retorno da ação	Retorno do Ibovespa (\bar{R}_m)	Beta de 12 meses	Tx. Selic Efetiva/mês (R_f)	Retorno exigido pelo CAPM (\bar{R}_i)
Jun-97	12.4341%	10.0110%		1.6068%	
Jul-97	13.6963%	2.3333%		1.6038%	
Aug-97	-18.2511%	-17.5481%		1.5859%	
Sep-97	10.9890%	10.5458%		1.5903%	
Oct-97	-31.1136%	-24.0863%		1.6729%	
Nov-97	8.5664%	3.6799%		3.0435%	
Dec-97	-0.6853%	7.7936%		2.9724%	
Jan-98	-0.3365%	-5.5001%		2.6700%	
Feb-98	2.1302%	8.7232%		2.1300%	
Mar-98	8.0312%	12.7587%		2.2000%	
Apr-98	5.5292%	-2.1248%		1.7100%	
May-98	-22.9725%	-15.8739%		1.6300%	
Jun-98	-9.8864%	-1.9818%	0.990667	1.6000%	-1.9484%
Jul-98	15.0974%	11.0543%	0.979369	1.7000%	10.8613%
Aug-98	-56.3186%	-39.4506%	0.984891	1.4800%	-38.8322%
Sep-98	-15.9832%	1.8900%	1.138914	2.4900%	1.8066%
Oct-98	30.1977%	6.9182%	1.108168	2.9400%	7.3485%
Nov-98	9.9540%	22.6985%	1.205071	2.6300%	26.8140%
Dec-98	-17.7778%	-21.3996%	1.069524	2.4000%	-23.0542%
Jan-99	-0.7734%	17.9201%	1.026012	2.1800%	18.3296%
Feb-99	4.6852%	4.4084%	0.951784	2.3800%	4.3106%
Mar-99	134.2495%	17.7142%	0.963254	3.3300%	17.1857%
Apr-99	-2.3977%	6.0826%	1.500040	2.3500%	7.9490%
May-99	-1.5683%	-1.9662%	1.477835	2.0200%	-3.8710%
Jun-99	4.4465%	3.7840%	1.472426	1.6700%	4.7828%
Jul-99	-6.8970%	-11.5982%	1.456904	1.6600%	-17.6560%
Aug-99	-1.2086%	-0.2700%	1.454852	1.5700%	-1.1070%
Sep-99	21.8287%	3.6076%	1.479181	1.4900%	4.6223%
Oct-99	15.8112%	3.3943%	1.449252	1.3839%	4.2975%
Nov-99	17.5532%	14.8549%	1.429518	1.3900%	20.6383%
Dec-99	24.9906%	24.0456%	1.744441	1.5996%	40.7553%
Jan-00	-16.8719%	-6.2347%	1.676172	1.4600%	-11.4377%
Feb-00	26.2270%	7.5574%	2.191677	1.4500%	14.8355%
Mar-00	4.1175%	0.7247%	2.192889	1.4500%	-0.1405%
Apr-00	-9.2089%	-12.9247%	1.034879	1.3000%	-13.4208%
May-00	0.5761%	-4.3801%	1.045623	1.4937%	-4.6481%
Jun-00	29.6094%	10.8109%	1.028929	1.3917%	11.0834%
Jul-00	-14.3553%	-3.8061%	1.109383	1.3060%	-4.3653%
Aug-00	22.0248%	3.5368%	1.212893	1.4054%	3.9906%
Sep-00	-4.9059%	-8.8040%	1.198774	1.1805%	-10.7887%
Oct-00	-0.1881%	-7.0053%	1.181164	1.2877%	-8.5077%
Nov-00	-8.1521%	-10.9748%	1.149266	1.2199%	-12.7950%
Dec-00	-5.6008%	13.9754%	1.208210	1.1981%	16.6358%
Jan-01	12.4387%	15.2489%	1.049105	1.2649%	15.9356%
Feb-01	4.5896%	-10.3828%	0.862302	1.0158%	-8.8132%
Mar-01	-7.1930%	-9.8647%	0.673416	1.2579%	-6.2322%
Apr-01	13.0910%	2.1632%	0.693975	1.1860%	1.8641%
May-01	13.2538%	-2.2268%	0.687576	1.3368%	-1.1135%

Média dos últimos 36 meses:

6.2626%

1.8143%

ANEXO E - Dados obtidos da Economática, na UFRGS, em sua forma original

Cotações

Petrobrás ON (PETR3)

Em Real, ajustadas pelo IGP-DI

Data	Q Negs	Q Tits	Volume\$	Fechamento	Abertura	Mínimo	Máximo
May-97	769	3.54E+06	1.02E+08	28.143810	23.071540	22.800110	28.474350
Jun-97	843	4.52E+06	1.61E+08	31.643240	28.143810	27.061350	33.826690
Jul-97	937	3.19E+06	1.18E+08	35.977200	31.979160	26.873240	37.474730
Aug-97	852	3.02E+06	1.11E+08	29.410950	35.977200	29.410950	35.977200
Sep-97	507	2.35E+06	8.34E+07	32.642920	27.530800	26.859320	33.574150
Oct-97	608	1.64E+06	5.43E+07	22.486540	32.709680	19.293180	36.047400
Nov-97	592	2.69E+06	6.63E+07	24.412820	23.950160	18.627900	25.946010
Dec-97	653	3.25E+06	9.33E+07	24.245530	25.072620	22.433400	29.664870
Jan-98	363	1.56E+06	4.22E+07	24.163940	26.211380	21.493330	26.997720
Feb-98	338	1.25E+06	3.39E+07	24.678670	24.163940	23.124630	24.813510
Mar-98	580	2.09E+06	6.40E+07	26.660670	24.938440	24.938440	29.224740
Apr-98	440	1.26E+06	3.94E+07	28.134780	26.529980	26.137910	30.712040
May-98	344	1.29E+06	3.26E+07	21.671510	27.480480	18.320320	28.003920
Jun-98	279	1.13E+06	2.58E+07	19.528970	20.889460	18.931070	24.153440
Jul-98	522	1.65E+06	4.14E+07	22.477330	20.830900	19.138390	24.476310
Aug-98	537	1.38E+06	2.38E+07	9.818421	21.563810	9.801731	22.085260
Sep-98	812	2.35E+06	2.39E+07	8.249123	9.818421	7.331088	11.323910
Oct-98	638	2.26E+06	2.29E+07	10.740170	8.249123	7.528962	11.915400
Nov-98	582	1.83E+06	2.48E+07	11.809250	11.002130	10.869840	12.966790
Dec-98	282	1.37E+06	1.54E+07	9.709831	11.678040	8.791333	12.202890
Jan-99	482	4.48E+06	4.62E+07	9.634739	9.615598	5.977264	10.264200
Feb-99	550	2.93E+06	3.37E+07	10.086150	10.275770	9.634739	11.561680
Mar-99	2820	8.84E+06	1.79E+08	23.626760	10.578160	10.455160	24.122920
Apr-99	3012	6.38E+06	1.58E+08	23.060260	23.632980	19.150110	25.243320
May-99	3098	9.37E+06	2.27E+08	22.698610	22.938430	18.398480	24.427710
Jun-99	2484	4.90E+06	1.23E+08	23.707910	22.702350	21.953920	24.386310
Jul-99	1398	6.45E+06	1.65E+08	22.072770	23.707910	21.999850	24.572260
Aug-99	1167	4.25E+06	9.84E+07	21.805990	22.084930	19.690470	22.607580
Sep-99	1893	7.19E+06	1.88E+08	26.565950	21.808380	21.808380	28.154530
Oct-99	2298	8.13E+06	2.50E+08	30.766340	25.975590	25.621380	31.287800
Nov-99	2974	7.98E+06	3.04E+08	36.166830	30.650450	30.650450	38.239480
Dec-99	2640	6.42E+06	2.70E+08	45.205150	35.940790	35.601730	45.205150
Jan-00	2586	4.09E+06	1.79E+08	37.578170	44.659240	36.250820	44.659240
Feb-00	3895	6.21E+06	2.93E+08	47.433810	38.682270	37.577060	48.536920
Mar-00	2847	4.06E+06	2.12E+08	49.386910	47.433810	46.110080	50.522520
Apr-00	2540	4.08E+06	2.03E+08	44.838910	49.386910	40.182990	50.846070
May-00	2772	4.53E+06	2.07E+08	45.097240	45.959880	38.785650	45.959880
Jun-00	4104	7.14E+06	4.00E+08	58.450280	45.097240	44.985890	59.795600
Jul-00	4966	7.76E+06	4.51E+08	50.059540	58.803320	50.059540	61.009830
Aug-00	11893	3.62E+07	2.11E+09	61.085070	50.706860	47.243690	64.516390
Sep-00	5710	1.21E+07	7.76E+08	58.088280	61.455930	55.098420	64.634680
Oct-00	5985	1.48E+07	8.99E+08	57.978990	58.088280	52.405730	61.981880
Nov-00	4658	9.51E+06	5.79E+08	53.252510	57.444280	52.740760	60.390410
Dec-00	3999	1.00E+07	5.47E+08	50.269970	53.262950	49.304780	55.236810
Jan-01	4816	8.99E+06	5.47E+08	56.522920	48.715230	48.715230	61.464110
Feb-01	3732	7.79E+06	4.87E+08	59.117120	56.574490	55.708080	61.772950
Mar-01	4781	1.06E+07	6.37E+08	54.864830	59.106840	51.458930	61.676710
Apr-01	3855	6.74E+06	4.03E+08	62.047200	54.332170	52.414560	64.879000
May-01	4141	8.76E+06	5.83E+08	70.270810	62.047200	60.993760	70.480570

ANEXO F
Ação VALE5 - Vale do Rio Doce PNA

Teste-t: duas amostras em par para médias

	Retorno da ação	Retorno exigido pelo CAPM (\bar{R}_i)
Média	0.036791021	0.016952756
Variância	0.038943137	0.009202426
Observações	36	36
Correlação de Pearson	0.444582145	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	35	
Stat t	0.672654678	
P(T<=t) uni-caudal	0.252792026	
t crítico uni-caudal	1.689572855	
P(T<=t) bi-caudal	0.505584052	
t crítico bi-caudal	2.030110409	

ANEXO F - Ação VALE5 - Vale do Rio Doce PNA

Data	Retorno da ação	Retorno do Ibovespa (\bar{R}_m)	Beta de 12 meses	Tx. Selic Efetiva/mês (R_f)	Retorno exigido pelo CAPM (\bar{R}_i)
Jun-97	-0.0233%	10.0110%		1.6068%	
Jul-97	20.5273%	2.3333%		1.6038%	
Aug-97	-10.5279%	-17.5481%		1.5859%	
Sep-97	4.8538%	10.5458%		1.5903%	
Oct-97	-20.7622%	-24.0863%		1.6729%	
Nov-97	-9.2043%	3.6799%		3.0435%	
Dec-97	14.3393%	7.7936%		2.9724%	
Jan-98	-4.1839%	-5.5001%		2.6700%	
Feb-98	13.3414%	8.7232%		2.1300%	
Mar-98	10.7209%	12.7587%		2.2000%	
Apr-98	2.9047%	-2.1248%		1.7100%	
May-98	-11.6846%	-15.8739%		1.6300%	
Jun-98	-4.0355%	-1.9818%	0.715447	1.6000%	-0.9626%
Jul-98	4.7459%	11.0543%	0.779877	1.7000%	8.9952%
Aug-98	-32.7333%	-39.4506%	0.706650	1.4800%	-27.4436%
Sep-98	15.4077%	1.8900%	0.747873	2.4900%	2.0413%
Oct-98	3.7138%	6.9182%	0.790632	2.9400%	6.0853%
Nov-98	-2.6025%	22.6985%	0.767324	2.6300%	18.0290%
Dec-98	-11.4285%	-21.3996%	0.618037	2.4000%	-12.3090%
Jan-99	95.8072%	17.9201%	0.579704	2.1800%	11.3046%
Feb-99	-16.8582%	4.4084%	0.971315	2.3800%	4.3502%
Mar-99	-4.9530%	17.7142%	0.942850	3.3300%	16.8922%
Apr-99	26.6155%	6.0826%	0.841392	2.3500%	5.4906%
May-99	-2.1062%	-1.9662%	0.866490	2.0200%	-1.4340%
Jun-99	10.4122%	3.7840%	0.866321	1.6700%	3.5014%
Jul-99	0.1320%	-11.5982%	0.859679	1.6600%	-9.7378%
Aug-99	22.5599%	-0.2700%	0.868959	1.5700%	-0.0289%
Sep-99	-5.3815%	3.6076%	0.795157	1.4900%	3.1738%
Oct-99	-6.9182%	3.3943%	0.805140	1.3839%	3.0026%
Nov-99	16.3400%	14.8549%	0.822786	1.3900%	12.4687%
Dec-99	10.8444%	24.0456%	1.161010	1.5996%	27.6596%
Jan-00	-2.2125%	-6.2347%	1.003534	1.4600%	-6.2619%
Feb-00	-6.1783%	7.5574%	0.229085	1.4500%	2.8491%
Mar-00	0.8822%	0.7247%	0.195335	1.4500%	1.3083%
Apr-00	-6.0169%	-12.9247%	0.374934	1.3000%	-4.0333%
May-00	1.1123%	-4.3801%	0.366339	1.4937%	-0.6581%
Jun-00	10.8374%	10.8109%	0.352355	1.3917%	4.7106%
Jul-00	-5.4761%	-3.8061%	0.372476	1.3060%	-0.5981%
Aug-00	-1.7875%	3.5368%	0.440265	1.4054%	2.3438%
Sep-00	-6.5392%	-8.8040%	0.506156	1.1805%	-3.8732%
Oct-00	-5.3179%	-7.0053%	0.513844	1.2877%	-2.9736%
Nov-00	-11.0288%	-10.9748%	0.526698	1.2199%	-5.2030%
Dec-00	19.9030%	13.9754%	0.467424	1.1981%	7.1705%
Jan-01	18.9866%	15.2489%	0.705484	1.2649%	11.1304%
Feb-01	-0.6976%	-10.3828%	0.811003	1.0158%	-8.2285%
Mar-01	-0.0392%	-9.8647%	0.846725	1.2579%	-8.1599%
36982	-0.05035361	0.021631773	0.809572229	0.01185997	0.01977095
37012	0.114937102	-0.022267949	0.809730304	0.01336755	-0.015487594
Média dos últimos 36 meses:	0.036791021				0.016952756

ANEXO F - Dados obtidos da Economática, na UFRGS, em sua forma original

Cotações

Vale Rio Doce PNA **VALE5**

Em Real, ajustadas pelo IGP-DI

Data	Q Negs	Q Tits	Volume\$	Fechamento	Abertura	Mínimo	Máximo
May-97	4527	1.13E+07	4.31E+08	24.961700	28.689330	24.359460	29.430380
Jun-97	4959	1.12E+07	4.13E+08	24.955880	24.908930	23.959010	27.125400
Jul-97	7877	1.61E+07	6.79E+08	30.078650	24.945400	24.945400	33.074410
Aug-97	3796	1.19E+07	4.70E+08	26.912010	29.655010	26.424730	30.925940
Sep-97	4674	8.41E+06	3.46E+08	28.218270	26.488200	24.369140	30.832260
Oct-97	5359	1.29E+07	4.68E+08	22.359540	28.966120	19.802290	29.808770
Nov-97	4484	1.18E+07	3.75E+08	20.301500	22.359540	19.315290	26.348570
Dec-97	2985	8.28E+06	2.51E+08	23.212590	20.322330	19.260400	23.264290
Jan-98	2574	6.54E+06	2.04E+08	22.241390	23.264290	18.714830	24.194860
Feb-98	2530	1.09E+07	3.80E+08	25.208710	22.548880	22.548880	25.521230
Mar-98	3912	1.16E+07	4.44E+08	27.911320	25.413660	25.106240	28.692840
Apr-98	3341	6.40E+06	2.58E+08	28.722050	27.604600	27.093410	30.278360
May-98	3722	7.91E+06	2.97E+08	25.365990	28.722050	22.232990	30.849610
Jun-98	2347	4.55E+06	1.58E+08	24.342350	24.516920	23.880110	27.170260
Jul-98	3127	1.07E+07	4.05E+08	25.497610	25.400720	24.871540	29.316660
Aug-98	5575	1.37E+07	3.75E+08	17.151390	24.966410	16.474660	25.497610
Sep-98	6607	1.50E+07	3.73E+08	19.794020	17.580170	14.292820	23.418240
Oct-98	3988	8.98E+06	2.31E+08	20.529140	18.144520	18.144520	21.223590
Nov-98	3642	6.67E+06	1.80E+08	19.994870	20.643190	19.411440	22.239900
Dec-98	3064	6.07E+06	1.37E+08	17.709750	19.766360	14.853330	19.994870
Jan-99	7259	1.47E+07	4.77E+08	34.676970	18.122470	16.134850	38.722610
Feb-99	4713	8.40E+06	3.29E+08	28.831070	35.832860	28.222350	35.832860
Mar-99	6700	9.21E+06	3.24E+08	27.403080	28.775730	25.787480	30.989250
Apr-99	7113	1.27E+07	5.29E+08	34.696540	27.348820	27.131760	37.767410
May-99	7501	1.25E+07	5.83E+08	33.965770	34.175770	31.463410	42.638340
Jun-99	4139	8.52E+06	3.87E+08	37.502370	33.748040	32.463440	39.735590
Jul-99	4009	7.13E+06	3.57E+08	37.551890	37.717900	36.915420	44.722660
Aug-99	4758	8.82E+06	4.47E+08	46.023560	37.339730	33.945210	46.801430
Sep-99	3889	7.28E+06	3.94E+08	43.546800	46.023560	42.907970	47.428040
Oct-99	3108	4.22E+06	2.12E+08	40.534160	42.056200	39.500890	45.782700
Nov-99	4323	5.69E+06	3.03E+08	47.157430	40.544610	40.544610	47.232380
Dec-99	4487	7.25E+06	4.09E+08	52.271370	46.372670	43.610690	52.271370
Jan-00	5023	6.63E+06	4.12E+08	51.114870	51.532970	46.472620	58.348950
Feb-00	7486	8.36E+06	5.03E+08	47.956860	51.626020	46.514530	60.315540
Mar-00	6749	9.71E+06	5.24E+08	48.379950	48.977220	42.855060	49.487400
Apr-00	5969	8.73E+06	4.62E+08	45.468970	48.777180	40.751200	50.518850
May-00	5336	6.59E+06	3.47E+08	45.974700	45.774130	42.213920	48.601830
Jun-00	5694	6.98E+06	4.07E+08	50.957140	46.985140	46.591070	54.058170
Jul-00	5344	7.14E+06	4.23E+08	48.166670	52.058380	47.285570	53.540040
Aug-00	6483	9.43E+06	5.58E+08	47.305700	48.900920	46.502370	52.376360
Sep-00	7516	7.33E+06	4.02E+08	44.212290	49.036400	43.238570	51.920890
Oct-00	5867	7.71E+06	3.75E+08	41.861110	43.925820	38.196360	45.453670
Nov-00	5368	8.03E+06	3.76E+08	37.244330	42.431950	36.789440	43.297710
Dec-00	4918	8.41E+06	4.14E+08	44.657070	37.433870	36.865260	45.299720
Jan-01	6367	7.79E+06	4.22E+08	53.135930	45.516830	44.505350	54.063880
Feb-01	4312	7.01E+06	3.82E+08	52.765280	53.146000	47.307990	53.146000
Mar-01	6484	8.51E+06	4.79E+08	52.744580	52.564660	48.150830	53.768430
Apr-01	4688	7.37E+06	4.12E+08	50.088700	52.645070	48.813620	53.092900
May-01	5308	7.50E+06	4.49E+08	55.845750	50.187110	50.088700	57.665970

ANEXO G
Ação CMIG4 - Cemig PN

Teste-t: duas amostras em par para médias

	Retorno da ação	Retorno exigido pelo CAPM (\bar{R}_i)
Média	-0.002190948	0.011750533
Variância	0.02849715	0.016850374
Observações	36	36
Correlação de Pearson	0.829425044	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	35	
Stat t	-0.881891646	
P(T<=t) uni-caudal	0.19192603	
t crítico uni-caudal	1.689572855	
P(T<=t) bi-caudal	0.383852061	
t crítico bi-caudal	2.030110409	

ANEXO G - Ação CMIG4 - Cemig PN

Data	Retorno da ação	Retorno do Ibovespa (\bar{R}_m)	Beta de 12 meses	Tx. Selic Efetiva/mês (R_f)	Retorno exigido pelo CAPM (\bar{R}_i)
Jun-97	12.4780%	10.0110%		1.6068%	
Jul-97	9.8094%	2.3333%		1.6038%	
Aug-97	-19.6403%	-17.5481%		1.5859%	
Sep-97	24.1654%	10.5458%		1.5903%	
Oct-97	-28.3482%	-24.0863%		1.6729%	
Nov-97	20.5900%	3.6799%		3.0435%	
Dec-97	-8.7368%	7.7936%		2.9724%	
Jan-98	-9.2335%	-5.5001%		2.6700%	
Feb-98	9.2124%	8.7232%		2.1300%	
Mar-98	13.5532%	12.7587%		2.2000%	
Apr-98	0.6742%	-2.1248%		1.7100%	
May-98	-14.1052%	-15.8739%		1.6300%	
Jun-98	-5.5287%	-1.9818%	1.064993	1.6000%	-2.2146%
Jul-98	10.1408%	11.0543%	1.071930	1.7000%	11.7272%
Aug-98	-44.3038%	-39.4506%	1.034338	1.4800%	-40.8561%
Sep-98	24.2475%	1.8900%	1.036652	2.4900%	1.8680%
Oct-98	-7.4146%	6.9182%	1.020852	2.9400%	7.0011%
Nov-98	31.2708%	22.6985%	0.943130	2.6300%	21.5572%
Dec-98	-22.2787%	-21.3996%	0.982144	2.4000%	-20.9746%
Jan-99	10.2480%	17.9201%	1.020539	2.1800%	18.2434%
Feb-99	-0.9241%	4.4084%	0.965406	2.3800%	4.3382%
Mar-99	40.3187%	17.7142%	0.958895	3.3300%	17.1230%
Apr-99	7.4253%	6.0826%	1.055331	2.3500%	6.2891%
May-99	-7.1844%	-1.9662%	1.054716	2.0200%	-2.1844%
Jun-99	-0.9829%	3.7840%	1.074764	1.6700%	3.9421%
Jul-99	-17.5498%	-11.5982%	1.067837	1.6600%	-12.4976%
Aug-99	-5.8827%	-0.2700%	1.091743	1.5700%	-0.4388%
Sep-99	-3.4464%	3.6076%	1.159076	1.4900%	3.9444%
Oct-99	-5.9161%	3.3943%	1.186261	1.3839%	3.7688%
Nov-99	26.8624%	14.8549%	1.210609	1.3900%	17.6908%
Dec-99	15.8750%	24.0456%	1.235012	1.5996%	29.3206%
Jan-00	-25.6332%	-6.2347%	1.242159	1.4600%	-8.0981%
Feb-00	-5.6663%	7.5574%	1.464706	1.4500%	10.3956%
Mar-00	4.5182%	0.7247%	1.439115	1.4500%	0.4062%
Apr-00	-7.8049%	-12.9247%	1.153625	1.3000%	-15.1099%
May-00	1.5018%	-4.3801%	0.967194	1.4937%	-4.1874%
Jun-00	13.2605%	10.8109%	0.914364	1.3917%	10.0042%
Jul-00	3.8436%	-3.8061%	0.953072	1.3060%	-3.5662%
Aug-00	-4.2832%	3.5368%	0.864450	1.4054%	3.2479%
Sep-00	-6.9305%	-8.8040%	0.852790	1.1805%	-7.3342%
Oct-00	-5.4888%	-7.0053%	0.829271	1.2877%	-5.5894%
Nov-00	-13.3813%	-10.9748%	0.826005	1.2199%	-8.8530%
Dec-00	11.0607%	13.9754%	0.688997	1.1981%	10.0016%
Jan-01	26.2960%	15.2489%	0.736851	1.2649%	11.5690%
Feb-01	-14.5125%	-10.3828%	0.833166	1.0158%	-8.4811%
Mar-01	-11.4575%	-9.8647%	0.980272	1.2579%	-9.6452%
Apr-01	-8.8764%	2.1632%	0.993746	1.1860%	2.1571%
May-01	-9.3099%	-2.2268%	1.010145	1.3368%	-2.2629%

Média dos últimos 36 meses:

-0.2191%

1.1751%

ANEXO G - Dados obtidos da Economia, na UFRGS, em sua forma original

Cotações

Cemig PN (CMIG4)

Em Real, ajustadas pelo IGP-DI

Data	Q Negs	Q Tits	Volume\$	Fechamento	Abertura	Mínimo	Máximo
May-97	3355	7.21E+09	4.30E+08	0.046304	0.045022	0.042178	0.047012
Jun-97	5923	9.26E+09	6.31E+08	0.052082	0.046304	0.046304	0.055281
Jul-97	5758	9.55E+09	6.84E+08	0.057191	0.052082	0.046921	0.060527
Aug-97	3056	6.15E+09	4.12E+08	0.045958	0.056722	0.044551	0.056722
Sep-97	4458	7.80E+09	5.22E+08	0.057064	0.045020	0.041738	0.057495
Oct-97	5662	9.95E+09	6.78E+08	0.040888	0.057344	0.037180	0.059656
Nov-97	4402	8.32E+09	4.71E+08	0.049306	0.043666	0.032524	0.051574
Dec-97	3210	5.78E+09	3.38E+08	0.044999	0.049306	0.038708	0.049767
Jan-98	3366	5.30E+09	2.85E+08	0.040844	0.045008	0.034336	0.047328
Feb-98	2446	4.84E+09	2.71E+08	0.044606	0.042315	0.040568	0.044799
Mar-98	3528	6.18E+09	3.97E+08	0.050652	0.045066	0.044606	0.054254
Apr-98	3466	6.17E+09	4.15E+08	0.050993	0.050468	0.047716	0.053955
May-98	4634	6.67E+09	3.81E+08	0.043801	0.051411	0.035237	0.053721
Jun-98	3501	4.91E+09	2.55E+08	0.041379	0.041495	0.036297	0.045530
Jul-98	4071	6.15E+09	3.71E+08	0.045575	0.041954	0.041609	0.052643
Aug-98	6324	9.27E+09	4.04E+08	0.025384	0.044998	0.024230	0.046498
Sep-98	10355	1.32E+10	4.27E+08	0.031539	0.024444	0.016133	0.035443
Oct-98	8588	1.17E+10	4.28E+08	0.029200	0.029644	0.026423	0.034595
Nov-98	6125	8.76E+09	3.64E+08	0.038331	0.030081	0.029704	0.040905
Dec-98	4982	6.47E+09	2.35E+08	0.029792	0.038331	0.026857	0.038331
Jan-99	6738	1.03E+10	3.01E+08	0.032845	0.029502	0.018599	0.033986
Feb-99	3659	4.67E+09	1.78E+08	0.032541	0.033225	0.030181	0.036142
Mar-99	4700	5.87E+09	2.60E+08	0.045661	0.032541	0.032541	0.047355
Apr-99	4395	5.23E+09	2.87E+08	0.049052	0.045840	0.041673	0.053222
May-99	4723	5.78E+09	3.04E+08	0.045528	0.048806	0.041081	0.053344
Jun-99	3662	5.39E+09	2.75E+08	0.045080	0.045528	0.042636	0.050942
Jul-99	3751	4.87E+09	2.24E+08	0.037169	0.045068	0.036542	0.047504
Aug-99	4131	5.47E+09	2.14E+08	0.034982	0.036569	0.033572	0.037768
Sep-99	5349	6.81E+09	2.79E+08	0.033776	0.036164	0.033194	0.040182
Oct-99	6329	9.83E+09	3.60E+08	0.031778	0.032845	0.031564	0.036094
Nov-99	6679	8.13E+09	3.30E+08	0.040315	0.031550	0.031550	0.042523
Dec-99	5222	8.05E+09	3.44E+08	0.046715	0.039913	0.035342	0.046715
Jan-00	6199	8.81E+09	3.83E+08	0.034740	0.046147	0.034515	0.046147
Feb-00	12734	2.14E+10	8.15E+08	0.032772	0.036094	0.032648	0.039365
Mar-00	9064	1.52E+10	5.48E+08	0.034252	0.032648	0.031128	0.036588
Apr-00	7112	9.14E+09	2.91E+08	0.031579	0.033601	0.026216	0.033825
May-00	5986	7.04E+09	2.26E+08	0.032053	0.031579	0.027790	0.033864
Jun-00	7956	1.23E+10	4.46E+08	0.036304	0.032395	0.031141	0.038452
Jul-00	7253	9.62E+09	3.86E+08	0.037699	0.036534	0.036419	0.041605
Aug-00	6461	1.00E+10	3.85E+08	0.036084	0.038319	0.035199	0.040336
Sep-00	4118	5.00E+09	1.82E+08	0.033583	0.037081	0.033206	0.038077
Oct-00	5640	6.76E+09	2.18E+08	0.031740	0.033583	0.027153	0.035947
Nov-00	5356	6.87E+09	2.12E+08	0.027493	0.031762	0.027318	0.032967
Dec-00	4976	5.53E+09	1.72E+08	0.030534	0.028038	0.026620	0.033330
Jan-01	7212	1.02E+10	3.74E+08	0.038563	0.029235	0.029235	0.039737
Feb-01	4610	6.26E+09	2.29E+08	0.032967	0.038003	0.032236	0.038380
Mar-01	6449	8.25E+09	2.65E+08	0.029189	0.033289	0.027591	0.035136
Apr-01	5992	9.41E+09	2.69E+08	0.026598	0.029296	0.026366	0.029775
May-01	6691	1.22E+10	3.08E+08	0.024122	0.026493	0.022121	0.027599

ANEXO H - Dados obtidos da Economática, na UFRGS, em sua forma original

Cotações

Ibovespa (IBOV)

Em Real, ajustado pelo IGP-DI

Data	Q Negs	Q Tits	Volume\$	Fechamento	Abertura	Minimo	Maximo
May-97	121314	3.69E+11	1.90E+10	17296.59	15265.81	15265.81	17468.89
Jun-97	180534	4.69E+11	2.90E+10	19028.15	17292.02	16752.26	20160.04
Jul-97	188600	3.40E+11	3.19E+10	19472.13	19028.15	16298.16	21205.47
Aug-97	136449	2.78E+11	2.22E+10	16055.14	19431.28	15917.42	19431.28
Sep-97	137497	2.45E+11	2.07E+10	17748.29	16055.14	15012.44	18188.97
Oct-97	169636	4.06E+11	3.15E+10	13473.39	17751.30	12678.72	19613.84
Nov-97	136416	2.91E+11	2.03E+10	13969.20	13473.39	11276.81	15493.05
Dec-97	107636	2.36E+11	1.95E+10	15057.90	13970.68	13163.22	15185.59
Jan-98	113689	2.26E+11	1.67E+10	14229.70	15057.90	12466.04	15734.29
Feb-98	92925	2.10E+11	1.58E+10	15470.98	14223.84	14223.84	15554.59
Mar-98	161098	4.56E+11	1.99E+10	17444.87	15472.44	15472.44	17726.50
Apr-98	155937	3.98E+11	2.00E+10	17074.21	17444.87	16137.89	18018.77
May-98	148654	2.74E+11	1.82E+10	14363.86	17116.61	13116.01	17237.98
Jun-98	129129	3.27E+11	1.61E+10	14079.20	14222.35	13218.66	15409.86
Jul-98	154191	3.13E+11	1.84E+10	15635.56	14082.10	14082.10	16229.34
Aug-98	164392	2.87E+11	1.66E+10	9467.24	15632.64	9440.91	15632.64
Sep-98	216554	3.90E+11	1.50E+10	9646.16	9467.24	6692.31	10900.77
Oct-98	193840	4.19E+11	1.19E+10	10313.50	9646.16	8600.05	11161.92
Nov-98	234392	6.05E+11	1.47E+10	12654.51	10313.50	10313.50	13359.10
Dec-98	160343	3.80E+11	9.97E+09	9946.50	12654.51	9349.76	12809.92
Jan-99	189800	5.05E+11	1.17E+10	11728.92	9852.87	6964.96	12258.59
Feb-99	139944	3.25E+11	9.87E+09	12245.98	11751.89	11713.13	13302.15
Mar-99	248135	7.88E+11	1.52E+10	14415.26	12248.73	12248.73	15266.94
Apr-99	241338	7.94E+11	1.72E+10	15292.08	14415.26	14388.30	15938.19
May-99	250413	5.62E+11	1.89E+10	14991.40	15292.08	14230.39	16961.42
Jun-99	196505	3.82E+11	1.47E+10	15558.68	14991.40	14520.93	16381.18
Jul-99	195498	3.58E+11	1.14E+10	13754.15	15568.05	13672.47	16053.85
Aug-99	180866	3.56E+11	1.16E+10	13717.01	13754.15	12618.62	14128.27
Sep-99	196796	4.04E+11	1.25E+10	14211.86	13732.59	13741.68	15237.51
Oct-99	166976	3.24E+11	1.11E+10	14694.26	14209.30	13815.17	14997.57
Nov-99	271397	6.23E+11	1.57E+10	16877.08	14695.51	14674.16	17649.44
Dec-99	277608	7.83E+11	1.87E+10	20935.27	16883.21	16606.37	20951.20
Jan-00	310086	1.07E+12	1.99E+10	19630.01	20689.37	18573.00	21900.62
Feb-00	325333	1.04E+12	2.06E+10	21113.53	19631.21	19631.21	22620.99
Mar-00	246359	6.48E+11	1.61E+10	21266.54	21123.09	20231.21	22770.57
Apr-00	279554	6.25E+11	1.71E+10	18517.91	21272.51	16742.33	21272.51
May-00	299211	7.42E+11	1.53E+10	17706.81	18588.23	16155.65	19003.00
Jun-00	330151	7.66E+11	1.80E+10	19621.07	17719.83	17719.83	20565.99
Jul-00	299037	5.83E+11	1.33E+10	18874.27	19643.35	18874.27	20872.68
Aug-00	354002	7.92E+11	1.86E+10	19541.82	18897.22	18436.09	20561.65
Sep-00	238562	4.88E+11	1.05E+10	17821.35	19556.47	17637.88	19956.41
Oct-00	273812	4.69E+11	1.16E+10	16572.91	17844.85	15183.05	18352.81
Nov-00	238807	3.92E+11	9.92E+09	14754.07	16561.76	14754.07	16934.09
Dec-00	231220	4.81E+11	1.11E+10	16816.01	14771.83	14709.65	17115.92
Jan-01	340326	7.45E+11	1.51E+10	19380.26	16797.27	16721.23	19862.04
Feb-01	248959	4.31E+11	1.08E+10	17368.05	19378.07	17061.91	19381.36
Mar-01	311140	5.41E+11	1.29E+10	15654.75	17366.96	15040.06	18375.75
Apr-01	291822	6.12E+11	1.18E+10	15993.39	15658.01	14447.95	16553.62
May-01	301280	6.15E+11	1.14E+10	15637.25	15950.51	15070.27	16408.33

ANEXO I - Dados obtidos da Economática, na UFRGS, em sua forma original

Cotações

Selic Mês Tx Efetiv (LFT Efetiva Mes)

Em Real, ajustadas pelo IGP-DI

Data	Q Negs	Q Tits	Volume\$	Fechamento	Abertura	Mínimo	Máximo
May-97 -	-	-	-	1.584470	-	-	-
Jun-97 -	-	-	-	1.606839	-	-	-
Jul-97 -	-	-	-	1.603840	-	-	-
Aug-97 -	-	-	-	1.585854	-	-	-
Sep-97 -	-	-	-	1.590284	-	-	-
Oct-97 -	-	-	-	1.672878	-	-	-
Nov-97 -	-	-	-	3.043483	-	-	-
Dec-97 -	-	-	-	2.972366	-	-	-
Jan-98 -	-	-	-	2.669976	-	-	-
Feb-98 -	-	-	-	2.130000	-	-	-
Mar-98 -	-	-	-	2.200000	-	-	-
Apr-98 -	-	-	-	1.710000	-	-	-
May-98 -	-	-	-	1.630000	-	-	-
Jun-98 -	-	-	-	1.600000	-	-	-
Jul-98 -	-	-	-	1.700000	-	-	-
Aug-98 -	-	-	-	1.480000	-	-	-
Sep-98 -	-	-	-	2.490000	-	-	-
Oct-98 -	-	-	-	2.940000	-	-	-
Nov-98 -	-	-	-	2.630000	-	-	-
Dec-98 -	-	-	-	2.400000	-	-	-
Jan-99 -	-	-	-	2.180000	-	-	-
Feb-99 -	-	-	-	2.380000	-	-	-
Mar-99 -	-	-	-	3.330000	-	-	-
Apr-99 -	-	-	-	2.350000	-	-	-
May-99 -	-	-	-	2.020000	-	-	-
Jun-99 -	-	-	-	1.670000	-	-	-
Jul-99 -	-	-	-	1.660000	-	-	-
Aug-99 -	-	-	-	1.570000	-	-	-
Sep-99 -	-	-	-	1.490000	-	-	-
Oct-99 -	-	-	-	1.383900	-	-	-
Nov-99 -	-	-	-	1.390000	-	-	-
Dec-99 -	-	-	-	1.599585	-	-	-
Jan-00 -	-	-	-	1.460000	-	-	-
Feb-00 -	-	-	-	1.450000	-	-	-
Mar-00 -	-	-	-	1.450000	-	-	-
Apr-00 -	-	-	-	1.300000	-	-	-
May-00 -	-	-	-	1.493721	-	-	-
Jun-00 -	-	-	-	1.391674	-	-	-
Jul-00 -	-	-	-	1.306009	-	-	-
Aug-00 -	-	-	-	1.405423	-	-	-
Sep-00 -	-	-	-	1.180499	-	-	-
Oct-00 -	-	-	-	1.287733	-	-	-
Nov-00 -	-	-	-	1.219895	-	-	-
Dec-00 -	-	-	-	1.198101	-	-	-
Jan-01 -	-	-	-	1.264884	-	-	-
Feb-01 -	-	-	-	1.015824	-	-	-
Mar-01 -	-	-	-	1.257864	-	-	-
Apr-01 -	-	-	-	1.185997	-	-	-
May-01 -	-	-	-	1.336755	-	-	-