

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**VALIDAÇÃO DA APT (*Arbitrage Pricing Theory*) NA CONJUNTURA DA  
ECONOMIA BRASILEIRA**

**LAÍS MARTINS FRACASSO**

**PORTO ALEGRE  
NOVEMBRO/2009**

LAÍS MARTINS FRACASSO

VALIDAÇÃO DA APT (*Arbitrage Pricing Theory*) NA CONJUNTURA DA ECONOMIA  
BRASILEIRA

Monografia apresentada como  
requisito parcial para obtenção do  
bacharelado em Ciências  
Econômicas na Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Valmor Marchetti

Porto Alegre  
Novembro/2009

*“O valor de nossas expectativas sempre  
significa algo entre o melhor que podemos  
esperar e o pior que podemos temer”*

*Jacob Bernouilli, 1654-1705*

## RESUMO

Os modelos de precificação de ativos ganham cada vez mais importância, na medida em que são desenvolvidos e superam as deficiências dos modelos anteriores. Dentro deste contexto, a *Arbitrage Pricing Theory* (APT) foi desenvolvida como forma de ir além do *Capital Asset Pricing Model* (CAPM). A fim de verificar se a APT é um substituto adequado, dado como um novo modelo de precificação, este trabalho visou estudar quantos fatores afetariam uma carteira de ações dada no período de janeiro de 1998 a dezembro de 2008. O estudo foi feito através da Análise Fatorial e inclui uma simulação de investimento baseada em diferentes tercís desta carteira, comparando seus retornos com indicadores de mercado, como o Ibovespa e IbrX. Para o período avaliado e com o modelo estatístico utilizado, foram encontrados cinco fatores que explicam o retorno da carteira de ações proposta. Além disso, através da simulação de investimento, foi verificado que o tercil de maior potencial de retorno proporcionou, de fato, um retorno maior que os índices de mercado, porém também proporcionou maior risco.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	7
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	8
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b> .....	9
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.1 Considerações Iniciais.....	10
1.2 Definição do Problema.....	11
1.3 Justificativa.....	11
1.4 Objetivos.....	12
1.4.1 Geral.....	12
1.4.2 Específicos.....	12
1.5 Organização do Trabalho.....	13
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	14
2.1 A teoria financeira na precificação de ativos.....	14
2.2 Markowitz: Modelo de Otimização de Carteiras.....	17
2.3 Sharpe: Modelo de Equilíbrio do CAPM.....	22
<b>3 MODELO APT – <i>Arbitrage Pricing Theory</i></b> .....	26
3.1 Betas e fatores.....	26

3.2 APT versus CAPM .....	29
3.3 Passos para a formação da APT .....	30
3.4 Evidências Empíricas .....	31
<b>4 PROCEDIMENTOS EMPÍRICOS</b> .....	<b>34</b>
4.1 Hipóteses testadas.....	34
4.2 Modelo testável e tratamento dos dados.....	35
4.3 Amostra selecionada.....	39
4.4 Resultados obtidos.....	40
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>43</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>45</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Utilidade do investidor.....	17
Figura 2 – Conjunto de oportunidades de investimento.....	19
Figura 3 – Exemplos de coeficientes de correlação diferentes.....	20
Figura 4 – Relação entre o risco e o número de ativos na carteira.....	21
Figura 5 – Introduzindo um Ativo Livre de Risco.....	23

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Resultado da Análise Fatorial baseada na amostra de 48 ações .....	41
---	----

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição da amostra por setores .....	40
---	----

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Considerações Iniciais

O risco é a possibilidade de se obter um retorno abaixo do esperado ou, em casos extremos, a perda de todo capital investido. (Toscano, 2004, p.53)

Pode-se facilmente estimar o risco de um investimento através da volatilidade de seu gráfico de rentabilidade durante certo período. Se apresentar maiores oscilações, entende-se que o ativo é mais arriscado que outros cujos gráficos são mais estáveis.

Modelos de precificação de ativos são frequentemente utilizados como forma de maximizar o retorno de um investimento, atrelado a seu grau de risco. Estes foram largamente desenvolvidos ao longo das últimas quatro décadas, de forma a contemplar todas as incertezas presentes no mercado financeiro, utilizando fatores *ad hoc*<sup>1</sup> diferenciados.

Inicialmente, Sharpe (1964) desenvolveu, em conjunto com Lintner (1965), Treynor (1965) e Mossin (1966), o Modelo de Precificação de Ativos de Capital (CAPM – *Capital Asset Pricing Model*), que serviu de influência para outros modelos.

Dentre estes outros modelos, podemos destacar a Teoria de Precificação por Arbitragem (APT – *Arbitrage Pricing Theory*), desenvolvida por Ross (1976). Esta, diferentemente do seu predecessor, possui mais de um fator que exerce influência sistemática

---

<sup>1</sup> i.e. para um fim específico

sobre os ativos. Assim, o CAPM pressupõe uma “combinação ótima” de ativos compondo a dita carteira de mercado eficiente, sendo este o seu único fator a exercer influência sistemática sobre os ativos. Já a APT, apesar de estabelecer que existam várias forças de mercado que determinam as oscilações dos preços dos ativos, não determina quais são estes fatores, afirmando apenas que são de domínio setorial ou macroeconômico, responsáveis pela parte do risco que não pode ser anulada com a diversificação.

## **1.2 Definição do Problema**

Este trabalho visa validar especificamente a teoria de precificação de ativos da APT no mercado brasileiro de ações, principalmente na Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa). Assim, busca-se avaliar se fatores macroeconômicos poderiam ser influências para a precificação das ações listadas, no sentido de suas taxas de retorno serem explicadas significativamente por determinadas fontes de risco. E quantos fatores determinariam os retornos da amostra especificada.

A amostra foi considerada para o período de janeiro de 1998 a dezembro de 2008, considerando apenas as cotações de ações que possuíam continuidade neste período.

## **1.3 Justificativa**

A justificativa para validar um modelo de risco e retorno reside da necessidade de fornecer subsídios aos investidores que contribuam para sua compreensão na formação dos preços no mercado de ações brasileiro.

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Geral

O objetivo deste trabalho é validar o modelo de equilíbrio da APT no mercado brasileiro de ações, para se verificar se um modelo linear de múltiplos fatores pode explicar o processo de precificação do mercado acionário brasileiro.

### 1.4.2 Específicos

A fim de que o objetivo geral do presente estudo possa ser alcançado, seguiremos as seguintes etapas a seguir descritas:

⊖ Determinação do número de fatores que estariam relacionados à volatilidade dos retornos das ações, testando, concomitantemente, a validade da *Arbitrage Pricing Theory* de Ross (1976).

⊖ Simular um investimento em uma carteira de ações formada através da APT e confrontar seus retornos com o mercado brasileiro como um todo, representado por índices de mercado, com o Ibovespa<sup>2</sup> e o IBrX<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Índice Bovespa: indicador do desempenho médio das cotações das ações com maior volume negociado nos últimos 4 meses na Bolsa de Valores de São Paulo.

<sup>3</sup> Índice Brasil: composto por cem papéis selecionados por ordem decrescente de liquidez nos últimos doze meses.

## **1.5 Organização do Trabalho**

Este trabalho será organizado em cinco capítulos. Esta introdução constitui o primeiro capítulo, sendo seguida por dois capítulos de fundamentação teórica, o seguinte especifica os procedimentos empíricos adotados e o último mostra as conclusões finais do estudo.

Os capítulos que abordam a fundamentação teórica consideram, no primeiro, todo o pensamento financeiro atual acerca da precificação de ativos e os modelos que já foram desenvolvidos nesse sentido até a APT. E o segundo descreve especificamente a APT, a qual será o foco do estudo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo visa a clarear o estágio em que se encontra o estudo na área de Finanças, envolvendo modelos de precificação de ativos. Serão abordados cronologicamente os diferentes modelos que são considerados como base da teoria de formação de preços de ativos de risco em condição de equilíbrio: a teoria do portfólio (Markowitz), o modelo do CAPM e, mais aprofundada, a teoria da APT, com uma revisão da literatura desenvolvida desde sua criação.

### 2.1 A teoria financeira na precificação de ativos

A teoria econômica tem tratado amplamente sobre a forma como o mercado precifica os ativos nas últimas décadas. Diversos modelos de risco e retorno foram concebidos, sendo, porém, subjetivos variavam bastante de investidor para investidor. No início dos anos 1950, com a teoria de carteira moderna, alguns tiveram suas deficiências detectadas e foram aprimorados por modelos posteriores, mais quantitativos e específicos em suas projeções.

Neste âmbito, a utilização do conceito de eficiência de mercado foi evidente como base teórica. Ross, Westerfield e Jaffe (1999) conceituam um mercado eficiente como aquele no qual os preços de ações refletem completamente as informações disponíveis.

De acordo com os mesmos autores, a hipótese de mercado eficiente (HME) apresenta implicações para investidores e empresas.

a) Como a informação se reflete imediatamente nos preços, os investidores só devem esperar obter uma taxa normal de retorno. O conhecimento da informação, ao

ser divulgada, não traz vantagem alguma a um investidor. O preço ajusta-se antes de que possa negociar a ação com o uso da informação.

b) As empresas devem esperar receber o valor justo dos títulos que vendem. A palavra *justo* significa que o preço que recebe pelos títulos emitidos é igual a seu valor presente. Portanto, em mercados eficientes de capitais não existem oportunidades valiosas de financiamento decorrentes de enganar os investidores.

Segundo Damodaran (2002), se os mercado forem, de fato, eficientes, o preço de mercado fornece a melhor estimativa de valor, e o processo de avaliação se torna o de justificar o preço de mercado. Se os mercados não forem eficientes, o preço de mercado pode se desviar do valor real, e o processo de avaliação é direcionado para a obtenção de uma estimativa razoável de seu valor.

No primeiro caso, nem mesmo investidores com informações privilegiadas precisas seriam capazes de desempenhar melhor que o mercado.

O segundo caso demonstra um processo de arbitragem, que permitiria que uma avaliação de ações bem feita fosse capaz de obter retornos maiores que outros investimentos, já que identifica ações de empresas super e subvalorizadas. Com a rápida transmissão de informações atual e os mercados mais desenvolvidos, diminui significativamente as chances de obtenção de lucros por arbitragem.

Nesse sentido, a taxa de retorno de qualquer ação negociada num mercado financeiro é formada por duas partes:

$$R = \bar{R} + U, \quad (2.1)$$

onde R representa o retorno total efetivo no mês;  $\bar{R}$  é o retorno normal ou esperado da ação, ou seja, depende de todas as informações que os investidores possuem a respeito da ação, e usa todo conhecimento sobre o que poderá influenciá-la no próximo período; e U consiste no retorno incerto da ação, decorrente de informação que será revelada no próximo período (Ross, Westerfield e Jaffe, 1999) e ainda não foi antecipada pelos investidores.

Se todas as informações fossem antecipáveis pelo mercado, o retorno total seria equivalente ao retorno esperado ( $R = \bar{R}$ ) e no momento da revelação do fato esperado no próximo período, o preço não será afetado, sustentando a condição de equilíbrio de mercado. O mercado já havia previamente precificado este fato que viria a ocorrer

A parcela inesperada do retorno é o verdadeiro risco do investimento, considerando que, em geral, há muitas incertezas incapazes de ser eficientemente previstas pelos agentes. Estas fontes de risco, no entanto, podem ser separadas entre as específicas do negócio, como criação de novos produtos ou dados da diretoria, e outras mais genéricas, como a variação do PIB na economia, o qual afetaria o mercado como um todo.

Separadamente, os tipos de risco são chamados de risco sistemático, ou de mercado (genéricos) e risco não sistemático, ou idiossincrático (específicos). O primeiro é qualquer risco que afeta um grande número de ativos, cada um com maior ou menor intensidade; já o segundo, afeta especificamente um único ativo ou um pequeno grupo de ativos.

Isto nos permite dividir a fórmula anteriormente exposta em:

$$R = \bar{R} + m + \varepsilon \quad (2.2)$$

considerando como  $m$  o risco sistemático e como a letra grega  $\varepsilon$ , por ser tradicional, o risco não sistemático.

A partir daqui, percebemos que os riscos abordados nesta área servirão de base para toda a formulação teórica dos modelos de precificação que serão abordados a seguir, principalmente na diferenciação do modelo de precificação de ativos (CAPM) e da teoria de precificação por arbitragem (APT).

## 2.2 Markowitz: Modelo de Otimização de Carteiras

O modelo proposto por Markovitz (1952) foi o pioneiro na concepção de risco e retorno. Consiste basicamente em uma ferramenta para selecionar o portfólio de carteiras de ações, levando em consideração a curva de utilidade esperada do investidor.

A função utilidade é dada com base nos parâmetros retorno esperado  $\bar{R}$  e a variância  $\sigma^2$ , podendo ser representada da forma a seguir, segundo Sharpe (1995):

$$U = f(\bar{R}, \sigma^2) \quad (2.3)$$

sendo que:  $\frac{\delta U}{\delta \bar{R}} > 0$ ;  $\frac{\delta U}{\delta \sigma^2} < 0$

Desta forma, segundo Luce e Moraes (1979), um aumento no retorno esperado, *ceteris paribus*, implica um aumento de utilidade do investidor; e um aumento de risco, *ceteris paribus*, resulta em uma redução de utilidade. A figura 1 exemplifica esta explicação:

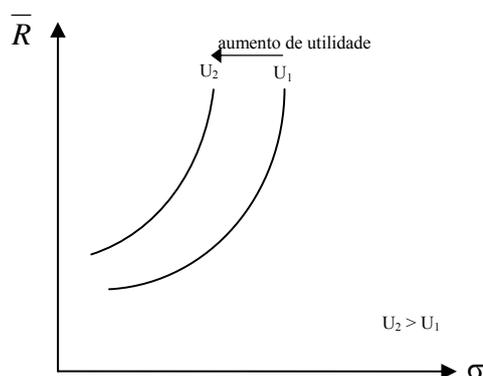


Figura 1 – Utilidade do investidor (Fonte: Luce e Moraes, 1979, p. 32)

O melhor entendimento destes parâmetros é fundamental para o entendimento do modelo.

⊖ Retorno Esperado  $\check{R}$ , segundo Ross, Westerfield e Jaffe (2002) pode simplesmente ser o retorno médio por período que o título tenha obtido no passado. Alternativamente, pode basear-se numa análise detalhada das perspectivas de uma empresa, em algum modelo desenvolvido em computador, ou em informação especial (privilegiada). O conceito de retorno médio de uma carteira é igual à soma dos retornos de cada ativo que compõe o portfólio multiplicado pelos seus respectivos pesos ou participações, como na fórmula a seguir,

$$R_p = \sum_{i=1}^n X_i R_i \quad (2.4)$$

considerando o portfólio  $P$ , constituído de  $n$  ativos  $i$ , sendo  $X$  a participação do ativo  $i$  no portfólio  $P$ ,  $R_p$  o retorno do portfólio e  $R$  o retorno do ativo  $i$ .

⊖ Desvio Padrão  $\sigma$ , raiz quadrada da variância  $\sigma^2$ , é utilizado como medida de risco dos ativos, pois avalia o grau de variabilidade dos valores em torno da média. Em outros termos,

$$\sigma^2 = m + \varepsilon \quad (2.5)$$

utilizando os mesmos parâmetros abordados na equação 2.2.

Em uma carteira de ações, devemos inserir os conceitos de covariância e correlação, sendo necessários para a relação dos retornos dos ativos individuais. A covariância mede a associação entre os retornos de dois títulos, que também pode ser expressa em termos de correlação.

O cálculo do desvio padrão de uma carteira de ações é um pouco mais complicado, já que deve considerar as interrelações entre os ativos. É obtido através do somatório ponderado dos desvios quadrados dos retornos de  $N$  ativos  $i$  e  $j$  considerados, expresso em termos de sua variância  $\sigma^2$  e sua covariância  $\sigma_{ij}$ :

$$\sigma^2_P = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_{ij} \quad (2.6)$$

onde  $\sigma^2_P$  representa o risco total (variância) do portfólio P;  $X_i$  e  $X_j$  correspondem a valores percentuais (participação) do portfólio P investidos nos ativos i e j, respectivamente; e  $\sigma_{ij}$  representa o termo de covariância do ativo i com o ativo j.

O modelo de Markowitz é fundamentado em hipóteses básicas: os investidores são racionais e avessos ao risco; os mercados são eficientes; e a distribuição das taxas de retorno dos ativos ajusta-se a uma curva normal no tempo. Assim, segundo Santos (1994), se os retornos dos ativos estão normalmente distribuídos, logo os investidores poderão maximizar a sua função utilidade (...) simplesmente através da seleção das melhores combinações de média (retorno esperado) e de variância (risco) para seus investimentos.

Estas várias possibilidades de risco e retorno formam o chamado conjunto de oportunidades de investimentos, mostrado na figura 2, e ocorrem através do processo de diversificação de carteiras.

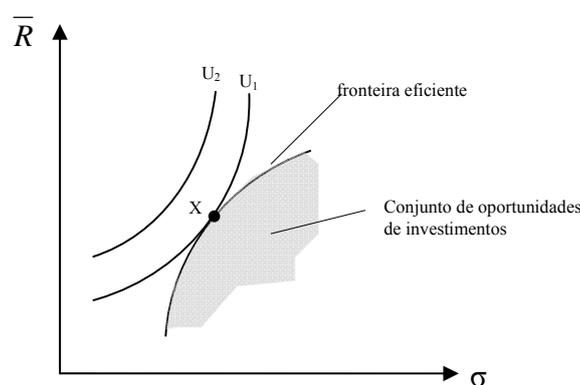


Figura 2 – Conjunto de oportunidades de investimento (Fonte: Luce e Moraes, 1979, p. 33)

Na diversificação de carteira, os ativos que a compõe podem ser relacionados com maior ou menor intensidade, podendo ser calculada pela covariância. Entretanto, é difícil interpretar o valor numérico, já que tal como a variância, a covariância é medida em quadrados de diferenças. Este problema é resolvido com a correlação, na qual divide-se a covariância pelos desvios-padrão dos retornos dos títulos que compõem a carteira.

No caso de uma carteira com dois ativos, há três casos básicos de correlações entre seus retornos, iguais a +1, -1 e 0, sendo correlação positiva perfeita, correlação negativa perfeita e inexistência de correlação, respectivamente:

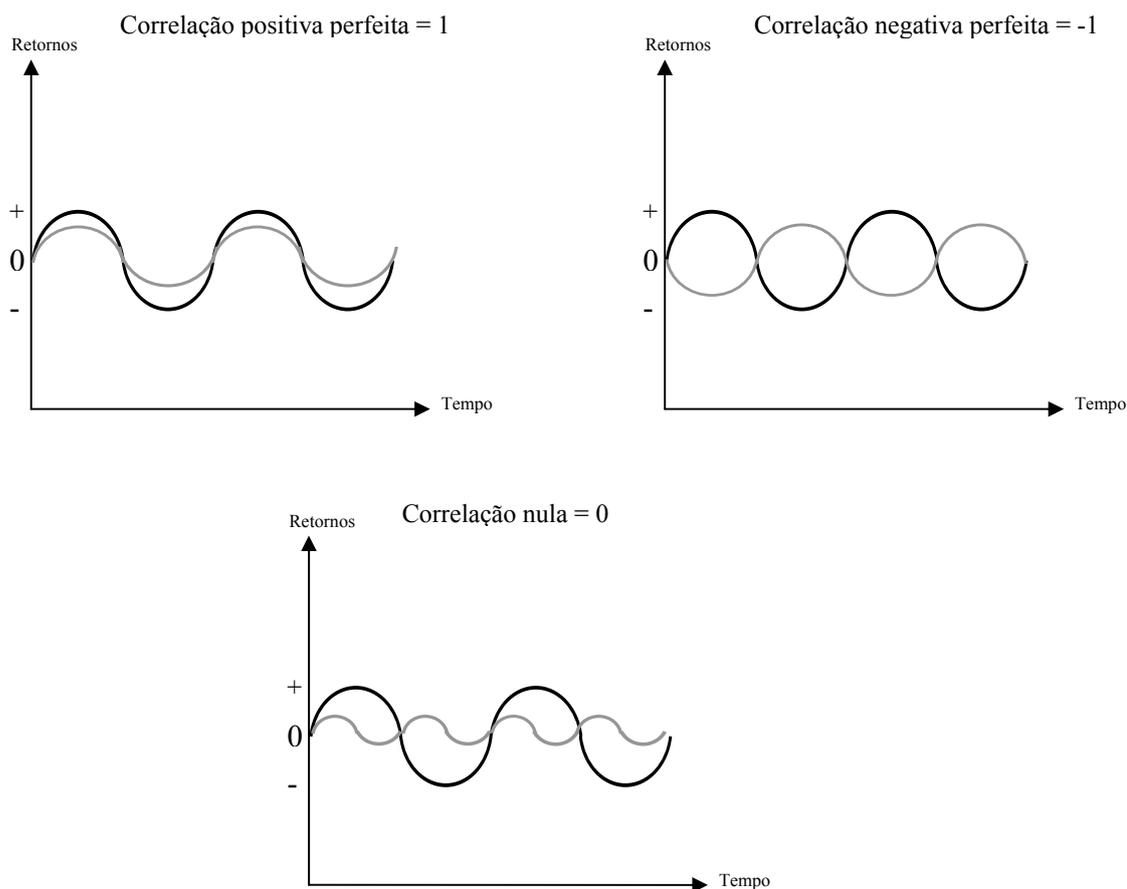


Figura 3 – Exemplos de coeficientes de correlação diferentes (Fonte: Ross, Westerfield e Jaffe, 2002, p. 211)

O primeiro gráfico da figura 3 mostra uma carteira de dois ativos de correlação igual a 1, o qual não proporciona melhora na composição da carteira. Isto ocorre porque ambos reagem da mesma maneira às notícias do mercado, possivelmente são do mesmo setor.

Já no segundo gráfico, tem-se uma correlação perfeitamente negativa -1, que pode reduzir o risco da carteira a zero ou perto disso, mantendo o retorno. Isto ocorre porque um ativo reage às notícias do mercado de forma totalmente contrária à forma que o outro ativo

reage. Infelizmente, é muito raro haver correlação negativa elevada, apenas no caso de derivativos.

O terceiro gráfico considera dois ativos de correlação nula. Uma carteira formada por estes ativos não terá redução de risco, por meio da diversificação.

Com estes dados verifica-se que a lógica por trás da teoria do portfólio seria a redução do risco não sistemático (aquele específico do setor) a zero através da inclusão de ativos em uma carteira. Assim, a desvalorização de um ativo seria neutralizada pela valorização de outro, proporcionando oportunidades de se reduzir uma parcela do risco total (o risco diversificável) à medida que cresce o número de ativos, conforme a figura 4.

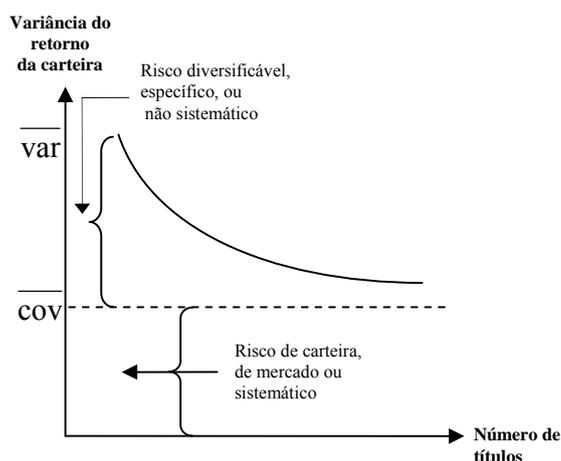


Figura 4 – Relação entre o risco e o número de ativos na carteira (Fonte: Ross, Westerfield e Jaffe, 2002, p. 223)

O risco não diversificável, expresso em termos de covariância, não poderá ser eliminado, já que afeta todos os ativos da carteira.

Agrupando todas as melhores combinações de ativos para composição do portfólio, a partir da minimização do risco dado o retorno esperado formamos uma curva hiperbólica, dita Fronteira Eficiente, mostrada na figura 2. Para este conjunto de pontos, dado um nível de risco, não existirá carteira com maior retorno ou, dado um nível de retorno, não haverá carteira com menor risco.

Esta ferramenta de Markowitz mostra ao investidor como compor sua carteira, considerando seu grau de aversão ao risco e ações de comportamento distinto.

A abordagem de Markowitz para a otimização de carteiras, embora intuitivamente atraente, sofre de dois grandes problemas. Um é que requer um número muito grande de dados de entrada, uma vez que as covariâncias entre pares de ativos são *inputs* obrigatórios para estimar as variâncias de carteiras. (...) O segundo problema é que a abordagem de Markowitz ignora uma escolha de ativos muito importante disponível para a maioria dos investidores, ou seja, a escolha de investirem seu dinheiro sem qualquer risco em títulos do governo livres de inadimplência, ao elaborarem carteiras otimizadas. (Damodaran, 2002, p.36)

### **2.3 Sharpe: Modelo de Equilíbrio do CAPM**

No momento em que introduzimos a possibilidade de aplicação dos recursos em ativos sem risco e, além disso, de se tomar dinheiro emprestado à taxa livre de risco  $R_f$ , para se alavancar o investimento nos títulos com risco, surge uma nova fronteira eficiente.

Essa foi a abordagem de Sharpe (1964) e, subsequentemente, por Lintner (1965) e Mossin (1966), sob o nome de Capital Asset Pricing Model (CAPM), para suprir a deficiência então existente na teoria financeira relativa à quantificação do risco e ao processo de precificação de ativos.

De acordo com a figura 5, a nova fronteira eficiente é representada pela Linha do Mercado de Capitais, ou CML (*capital market line*). Esta linha tangencia a fronteira eficiente no ponto representativo da carteira de mercado. A carteira de mercado é constituída de todos os títulos de risco que representam o mercado.

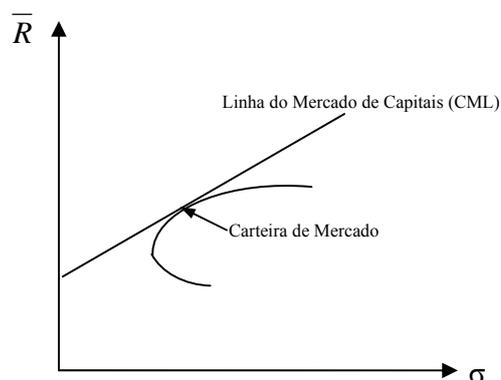


Figura 5 – Introduzindo um Ativo Livre de Risco (Fonte: Damodaran, 2002, p. 37)

A CML indica que, dependendo do nível de risco desejado do investidor este poderá, tendo aversão ao risco, investir numa combinação de ativos livres de risco e na carteira de mercado M; em nível de risco médio, investir todo seu dinheiro na carteira M; e um investidor mais agressivo contrairá empréstimo à taxa livre de risco e investirá na carteira M.

O modelo de formação de preços, segundo Luce e Moraes (1979), segue os pressupostos básicos a seguir:

1. Período único – os investidores maximizam sua utilidade dentro do contexto de um único período.
2. Mercado de capitais perfeitamente competitivo, ou seja, inexistência de taxas, comissões e outros custos de transação; os ativos são perfeitamente divisíveis e suas quantidades predeterminadas; nenhum investidor é capaz de promover alterações nos preços dos ativos.
3. Existência de título sem risco. Os investidores podem tomar emprestado a uma taxa equivalente ao retorno deste título.
4. Expectativas dos investidores são homogêneas com relação aos retornos esperados e suas variâncias e covariâncias.
5. Todos os investidores analisam os portfólios com base em dois parâmetros: retorno esperado e desvio padrão (ou variância).
6. Os investidores são considerados avessos ao risco, ou seja, existe uma preferência por menor risco, *ceteris paribus*.

O CAPM estabelece que o retorno de um ativo é composto por duas parcelas: a taxa livre de risco (preço do tempo) e o retorno esperado devido a cada unidade de risco suportada (preço do risco) chegando, após algumas transformações matemáticas, à função

$$\bar{R}_i = R_f + \frac{\bar{R} - R_f}{\sigma_m} \times \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m} \quad (2.7 \text{ a})$$

ou, alternativamente representada como

$$\bar{R}_i = R_f + \beta_i [\bar{R}_m - R_f] \quad (2.7 \text{ b})$$

tal que

$$\beta_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2} \quad (2.7 \text{ c})$$

nas quais  $\bar{R}_i$  expressa o retorno esperado do ativo  $i$ ;  $R_f$  representa o retorno esperado de um ativo sem risco;  $\bar{R}_m$  expressa o retorno esperado da carteira de mercado eficiente e diversificada e;  $[\bar{R}_m - R_f]$  é o valor (preço) de mercado do risco sistemático (prêmio de risco); e  $\beta_i$  mede a quantidade de risco do ativo  $i$ , isto é, sua contribuição marginal ao risco da carteira de mercado  $M$ .

O beta ( $\beta$ ) é o único fator fundamental do modelo de Sharpe e isenta o trabalho de calcular as covariâncias dos pares de ativos da carteira proposto por Markowitz. Este, como anteriormente demonstrado, é um indicador de sensibilidade de determinada ação aos movimentos do mercado. Se uma ação apresenta correlação perfeita com o mercado, seu beta é igual a 1; se a ação for mais arriscada que o mercado, apresentando maior volatilidade, seu beta será maior que 1; e se tratar-se de uma ação mais segura que a média de mercado terá beta menor que 1. O ativo livre de risco terá um beta igual a zero.

Segundo Ross, Westerfield e Jaffe (2002), se todos os investidores escolherem a mesma carteira de ativos com risco, é possível determinar o que deve ser essa carteira. O bom-senso nos diz que é uma carteira formada por todos os títulos existentes, ponderados por seus valores de mercado. É a carteira de mercado.

Por este motivo, na prática, são utilizados como carteiras de mercado os índices amplos de mercado, tal como o Standard & Poor's (S&P) 500, nos Estados Unidos, ou o Ibovespa, no

caso do Brasil. Estes representam uma boa aproximação das carteiras altamente diversificadas de muitos investidores.

Ao longo das duas últimas décadas, tem sido debatidas questões a respeito da validade do beta, buscando contornar pressupostos teóricos muito restritivos e que, de algum modo, violam as condições de negócios no mundo real. Damodaran (2002) destaca alguns autores que publicaram estudos criticando o CAPM:

Roll (1977) sugeriu que, já que a carteira de mercado jamais poderia ser observada, o CAPM nunca poderia ser testado, e que todos os testes do CAPM eram, portanto, testes conjuntos do modelo e da carteira de mercado utilizada nos testes.

Fama e French (1992) examinaram a relação entre betas e retornos entre 1963 e 1990, concluindo que não há relação entre eles. Observaram ainda que duas outras variáveis, tamanho e valor contábil, explicam muito melhor as diferenças nos retornos das empresas do que o beta, podendo, de fato, serem melhores representações de risco.

Damodaran (2002) também nos mostra que estes resultados foram posteriormente contestados, primeiro por Amihud, Christensen e Mendelson (1992) e depois por Chan e Lakonishok (1993), que atribuíram os problemas verificados nas críticas a situações particulares do período da amostragem utilizada.

### 3 MODELO APT – *ARBITRAGE PRICING THEORY*

O fracasso do CAPM em explicar adequadamente as diferenças de retornos de ativo para ativo, utilizando betas, abriu as portas para outros modelos de precificação de ativos (Damodaran, 2002, p. 41). Dentro deste contexto, Ross (1976) desenvolveu a *Arbitrage Pricing Theory* (APT), a qual se baseia no pressuposto de que não há como haver preços diferentes para dois ativos com o mesmo fluxo de caixa. Caso houvesse, a diferença seria rapidamente eliminada pelo processo de arbitragem.

Segundo Brealey e Myers (2002) o CAPM começa com uma análise de como os investidores constroem portfólios eficientes. A APT (...) não pergunta quais portfólios são eficientes, mas, assume que o retorno de cada ação depende parcialmente de influências macroeconômicas ou “fatores” e parcialmente de “ruídos” – eventos únicos da companhia.

#### 3.1 Betas e fatores

A APT consiste em um modelo de múltiplos fatores que incorporam as diversas fontes de risco da economia.

Partindo-se do conceito de beta no CAPM como fator de sensibilidade do retorno de um título a um fator específico de risco – a taxa de retorno da carteira de mercado –, agora, na APT, este nos diz qual é a sensibilidade do retorno da ação a um risco sistemático.

Ross, Westerfield e Jaffe (2002) usam como exemplo a inflação ao dizer que se a ação de uma empresa está positivamente relacionada ao risco de inflação, esta ação tem beta de inflação positivo. Se estiver negativamente relacionada ao risco de inflação, esta ação terá beta de inflação negativo, e se não tiver correlação com a inflação, seu beta de inflação será igual a zero.

A partir disso podemos ampliar a equação 2.2 para a 3.1, considerando três fatores aleatórios para descrever os riscos sistemáticos que influenciam os retornos de ações – a inflação, o PNB e as taxas de juros – em substituição ao fator  $m$  na equação 2.2.

$$R = \bar{R} + \beta_I F_I + \beta_{\text{PNB}} F_{\text{PNB}} + \beta_r F_r + \varepsilon \quad (3.1)$$

onde foram usados os símbolos  $\beta_I$  para representar o beta de inflação da ação,  $\beta_{\text{PNB}}$  para o seu beta de PNB,  $\beta_r$  para o beta de taxa de juros, e  $F$  indica surpresa.

Neste modelo fatorial, as fontes de risco sistemático, designadas por  $F$  são os fatores. (...) Os pesquisadores ainda não chegaram a um acordo a respeito de qual é o conjunto correto de fatores. Assim, na equação 3.2 é apresentada uma equação genérica.

$$R = \bar{R} + \beta_1 F_1 + \beta_2 F_2 + \dots + \beta_k F_k + \varepsilon \quad (3.2)$$

No caso de uma carteira de  $N$  ações, considerando que o seu retorno é a média ponderada dos retornos dos seus ativos, teremos a seguinte equação:

$$R_p = X_1(\bar{R}_1 + \beta_1 F + \varepsilon_1) + X_2(\bar{R}_2 + \beta_2 F + \varepsilon_2) + \dots + X_N(\bar{R}_N + \beta_N F + \varepsilon_N) \quad (3.3)$$

A equação 3.3 mostra que a taxa de retorno de uma carteira é determinada por três conjuntos de parâmetros:

1. O retorno esperado de cada título individual,  $\bar{R}_i$ .
2. O beta de cada título, multiplicado pelo fator  $F$ .
3. O risco não sistemático de cada título individual,  $\varepsilon_i$ .

Com a diversificação, os riscos não sistemáticos, representados por  $\varepsilon_i$  acabam por desaparecer. Ross, Westerfield e Jaffe (2002) consideram este fato argumentando que como estes riscos são independentes um do outro, e o efeito da diversificação torna-se mais forte à

medida que são acrescentados mais ativos à carteira, a carteira resultante torna-se cada vez menos ariscada, e sua taxa de retorno torna-se cada vez mais certa.

Sendo assim, Ross, Westerfield e Jaffe (2002) concluem que uma das vantagens da APT é sua capacidade de lidar com diversos fatores, ao passo que o CAPM os ignora. (...) De acordo com esta versão multifatorial da APT, a relação entre risco e retorno pode ser expressa do seguinte modo:

$$\bar{R} = R_F + (\bar{R}_1 - R_F)\beta_1 + (\bar{R}_2 - R_F)\beta_2 + \dots + (\bar{R}_K - R_F)\beta_K \quad (3.4)$$

onde o  $\beta_1$  é o beta de um título em relação ao primeiro fator,  $\beta_2$  é o beta do título em relação ao segundo fator, e assim por diante. O termo  $\bar{R}_1$  é o retorno esperado de um título (ou carteira) cujo beta em relação ao primeiro fator é igual a 1 e cujos betas em relação a todos os demais fatores são iguais a zero.

A equação 3.4 nos diz que o retorno esperado do título depende dos betas do título em relação aos diversos fatores. Cada fator representa risco que não pode ser eliminado por meio da diversificação. Quanto mais elevado for o beta do título em relação a um dado fator, maior será o risco possuído pelo título. (Ross, Westerfield e Jaffe, 2002)

Brealey e Myers (2002) abordam uma fórmula semelhante à 3.4 e fazem duas conclusões:

1. Se você considerar o valor zero para cada um dos  $\beta$ 's da fórmula, o prêmio de risco esperado é zero. Um portfólio diversificado, construído para ter sensibilidade zero em relação a cada fator macroeconômico, é essencialmente livre de risco e portanto deve ser precificado para oferecer uma taxa de retorno livre de risco. Se o portfólio oferecer retorno maior, investidores podem obter um ganho livre de risco (ou arbitragem) pegando emprestado para comprar o portfólio. Se oferecer um retorno mais baixo, você pode arbitrar o ganho utilizando a estratégia ao contrário, ou seja, você pode vender o portfólio diversificado com sensibilidade zero e investir este montante em notas do Tesouro americano.
2. Um portfólio diversificado, construído para ser exposto ao, por exemplo, fator 1, oferecerá um prêmio de risco que irá variar na diretamente proporcional à sensibilidade do portfólio em relação a este fator.

Brealey e Myers (2002) abordam ainda que a arbitragem descrita aplica-se a portfólios bem diversificados, cujo único risco desapareceu pela diversificação. Porém, se o preço de

arbitragem guarda relação com todos os portfólios diversificados, deve guardar geralmente com as ações individualmente. Cada ação deve oferecer um retorno esperado comensurado com sua contribuição para o risco do portfólio. Na APT, esta contribuição depende da sensibilidade do retorno da ação em relação a mudanças inesperadas nos fatores macroeconômicos.

### **3.2 APT versus CAPM**

Basicamente, no CAPM, o beta de um título mede a sensibilidade do título a flutuações da carteira de mercado. No modelo de um único fator da APT, o beta de um título mede a sua sensibilidade ao fator, conforme abordado anteriormente.

Ross, Westerfield e Jaffe (2002) apresentam como diferenças pedagógicas a vantagem do CAPM de sua apresentação ser bastante intuitiva – começando com o caso de dois ativos com risco e passando ao caso de vários ativos com risco, terminando com a adição de um ativo sem risco aos vários ativos com risco. Já a vantagem da APT consiste em adicionar fatores até que o risco não sistemático de qualquer título perca a correlação com o risco não sistemático de todos os demais títulos. Com estes fatos, o risco não sistemático cai e finalmente desaparece com a diversificação enquanto os riscos sistemáticos não diminuem.

Além destas acima, os autores apresentam as diferenças de aplicação. Mostram que a estrutura da APT permite medir retornos esperados mais precisamente do que no CAPM. Entretanto não é fácil determinar quais são os fatores apropriados.

Brealey e Myers (2002) argumentam que se pode pensar nos fatores na precificação por arbitragem representando portfólios especiais de ações que tendem a ser sujeitas a influências comuns. Se o prêmio de risco esperado em cada um destes portfólios é proporcional ao beta do portfólio de mercado, então a APT e o CAPM darão a mesma resposta. Em outro caso, não darão.

Damodaran (2002) diz que a maior barreira intuitiva no uso do APT é seu fracasso na identificação específica dos fatores impulsionados por retornos específicos. Embora isto preserve a flexibilidade do modelo e reduza os problemas estatísticos ao testá-lo, dificulta a compreensão do significado dos coeficientes beta para uma empresa, e de como eles mudarão à medida que a empresa muda (ou se reestrutura).

Por fim, considerando o desempenho em fazer previsões de retornos esperados no futuro dos dois modelos, a comparação, segundo Damodaran (2002), oferece um resultado mais ambíguo, pois os ganhos que podem ser auferidos através de fatores de conjuntos de indicadores podem ser compensados pelos erros associados à estimativa dos carregamentos dos fatores e os betas dos fatores, especialmente no caso de empresas isoladas. A utilização continuada do CAPM atesta tanto sua atratividade intuitiva quanto sua simplicidade.

### **3.3 Passos para a formação da APT**

Brealey e Myers (2002) mostram três passos essenciais para a formação da APT. Dizem que a APT mostrará uma boa aproximação de retornos esperados apenas se pudermos (1) identificar uma pequena lista razoável de fatores macroeconômicos, (2) medir o prêmio de risco esperado em cada um destes fatores, e (3) medir a sensibilidade de cada ação em relação a esses fatores.

Passo 1: Identificar os fatores macroeconômicos – Apesar da APT não nos dizer quais fatores econômicos devem ser usados, Brealey e Myers (2002) apontam cinco fatores principais de Elton, Gruber e Mei (*apud* Brealey e Myers, 2002) que poderiam afetar tanto os fluxos de caixa em si, como a taxa pela qual eles são descontados. Estes são o *yield spread* (diferença de retorno de um título de renda fixa de longo prazo em relação a um de curto prazo), a taxa de juros, a taxa de câmbio, a estimativa de PNB real e a estimativa de inflação. Para capturar ainda alguma influência remanescente Elton, Gruber e Mei incluíram um sexto fator, a porção de retorno de mercado que não pode ser explicada pelos fatores anteriores.

Passo 2: Estimar o prêmio de risco de cada fator – Algumas ações são mais expostas que outras a um fator em particular. Então podemos estimar a sensibilidade de

uma amostra de ações de cada fator e então medir quanto retorno extra, os investidores poderiam ter recebido no passado por tomar o risco deste fator.

Passo 3: Estimar as sensibilidades dos fatores – Os estimadores do prêmio por tomar risco de determinado fator agora podem ser usados para estimar o custo de capital dos grupos analisados. Lembre-se de que a APT aborda que o prêmio de risco depende da sensibilidade ao risco desse fator ( $\beta$ ) e do prêmio de risco esperado de cada fator ( $\bar{R}_1 - R_F$ ), mostrados na equação 3.4.

### 3.4 Evidências Empíricas

Com a popularidade da APT, diversos estudos surgiram para testar o modelo quanto à quantidade de fatores adequados para utilização e quais seriam estes.

Roll e Ross (1980) aplicaram testes empíricos para identificar o número de fatores capazes de explicar as mudanças de preços norte-americanas. Os autores utilizaram uma base de dados de retornos diários obtidos de uma amostra de 1260 ações negociadas entre julho de 1962 e dezembro de 1972. Após vários testes, utilizando estatística fatorial, concluíram que, pelo menos três, mas que provavelmente quatro fatores, deveriam ser incluídos para efetuar-se a análise usando a APT, que seriam significantes para explicar o processo de formação dos preços de equilíbrio dos ativos.

Brown e Weinstein (1983) replicaram, de certo modo, o estudo de Roll e Ross (1980), considerando a mesma base de dados e para o mesmo período analisado, a partir da concepção de um modelo bilinear, isto é, um modelo de equilíbrio mais genérico que poderia ser utilizado para testar hipóteses especificamente relacionadas com quaisquer modelos de precificação. Examinada a sensibilidade dos resultados a partir de simulações dos testes para diferentes números de fatores específicos (sendo 3, 5 e 7 fatores, exatamente), os resultados finais sustentaram as três hipóteses testadas e evidenciaram que provavelmente não existiriam mais do que cinco fatores macroeconômicos relevantes para explicar a formação dos preços dos ativos, e o modelo seria robusto principalmente para três fatores.

Connor e Korajczyk (1993) testaram a APT para verificar se o efeito indústria exerce influência na determinação do número de fatores a serem empregados pelo modelo. Foi aplicado um modelo fatorial, os autores encontraram indícios de forte decréscimo no poder de explicação dos fatores à medida que estes foram sendo adicionados. Tal fato revelou a importância da estrutura fatorial nos testes empíricos acerca da APT. Mostrou também o chamado Efeito Janeiro, visto que os retornos relativos a esse mês apresentam, em média, duas vezes a variabilidade do retorno dos outros meses. Além disso, o estudo apontou a presença de 3 a 6 fatores sistemáticos na determinação do risco dos ativos de mercado.

Chamberlain e Rothschild (1983) provaram matematicamente que a APT é válida também ao utilizar-se um modelo fatorial aproximado. Afirmam que o número de fatores de APT não é constante, variando com o número de ações componentes na amostra. Se o número de fatores crescer com o número de ações, teremos uma condição necessária para que apresentem relação linear com os retornos. Ao admitir um modelo baseado numa estrutura fatorial aproximada, Chamberlain e Rothschild obtiveram conclusões similares às de Ross (1976).

Na extensão dos estudos baseados na análise do comportamento dos autovalores estimados de uma estrutura fatorial aproximada, Trzcinka (1986) observa que o número de fatores varia de acordo com o tipo de abordagem do estudo. As diferentes definições de fatores geram números distintos. Assim, o número de fatores gerados a partir de uma análise fatorial tradicional é, necessariamente, igual ou maior ao número de fatores definidos pelo método que utiliza autovalores.

Estes estudos abordados anteriormente buscaram identificar a quantidade de fatores que estariam linearmente relacionados ao retorno dos ativos. Em relação ao processo de identificação da natureza econômica dos fatores fundamentais, outros estudos foram realizados, em especial os de Chen, Roll e Ross (1986), Cheng (1995) e Fama e French (1996).

Chen, Roll e Ross (1986) selecionaram variáveis relevantes, a priori não correlacionadas entre si: índice de produção industrial mensal, mudanças no prêmio de risco,

mudanças na estrutura de termo das taxas de juros, inflação não esperada e alteração na taxa de inflação esperada. Os resultados indicaram que as três primeiras estão relacionadas ao retorno dos ativos analisados, enquanto as outras duas o fazem de maneira mais fraca. Quando o índice de mercado foi inserido na análise, não apresentou influência significativa na precificação dos ativos.

Cheng (1995) realizou teste semelhante ao de Chen, Roll e Ross (1986), buscando identificar, através da utilização do método de correlação canônica, os fatores que explicariam os retornos das ações. Sejam estes: o mercado de ações, a oferta de dinheiro, a produção industrial, o mercado de trabalho e o comércio internacional. O fator relacionado aos índices de mercado foi o que se apresentou mais significativo com respeito à capacidade de explicação dos retornos das ações.

Fama e French (1996), por fim, procuraram usar um modelo de três fatores para suprir as deficiências do modelo CAPM e, assim, conseguir melhores resultados eliminando as anomalias nos retornos das ações. São as variáveis utilizadas para mostrar a relação de retorno da carteira: a diferença entre o retorno da carteira de mercado e a taxa livre de risco; a diferença entre o retorno de um portfólio de pequenas ações e um de grandes ações (medido pela média do valor das ações); e a diferença entre o retorno de um portfólio formado por ações com alta relação entre valor patrimonial/valor de mercado e um portfólio de ações com baixa relação entre valor patrimonial/valor de mercado. A conclusão do estudo foi a de que o modelo explicaria de maneira adequada os retornos de ativos agrupados pelos critérios de tamanho e a relação entre valor patrimonial/valor de mercado.

## 4 PROCEDIMENTOS EMPÍRICOS

Neste capítulo trataremos da forma como o estudo foi evidenciado. Serão explicitadas as hipóteses testadas, a amostra selecionada, e as etapas utilizadas no tratamento dos dados.

### 4.1 Hipóteses testadas

Especificamos dois objetivos específicos no item 1.4.2 que serão atingidos com dois testes de hipóteses. Recapitulando,

⊕ Objetivo específico principal: determinar a quantidade de fatores que estariam relacionados à volatilidade dos retornos das ações e, por conseguinte, testar a validade da APT.

⊕ Objetivo específico adicional: simular investimentos utilizando a técnica de precificação da APT, comparando seus retornos com os retornos de carteiras de mercado, explicitadas posteriormente.

O objetivo principal será estabelecido através do *teste 1*, o qual possui como hipóteses as seguintes:

Hipótese Nula ( $H_0$ ): os prêmios de risco determinados pelo teste da APT não são significativamente diferentes de zero e, portanto, as taxas de retorno esperadas das ações estudadas não são linearmente relacionadas com  $n$  fatores fundamentais de risco.

Hipótese Alternativa ( $H_1$ ): os prêmios de risco determinados pelo teste da APT são significativamente diferentes de zero e, portanto, as taxas de retorno esperadas das ações estudadas são linearmente relacionadas com  $n$  fatores fundamentais de risco.

Para fazer a verificação do objetivo adicional faremos o *teste 2*, o qual utiliza as hipóteses demonstradas a seguir:

Hipótese Nula ( $H_0$ ): Não há um modelo de previsão de retornos de ativos capaz de selecionar ações com retornos estatisticamente acima da média no mercado acionário.

Hipótese Alternativa ( $H_1$ ): Há um modelo de previsão de retornos de ativos capaz de selecionar ações com retornos estatisticamente acima da média no mercado acionário.

#### **4.2 Modelo testável e tratamento dos dados**

A APT postula que as taxas de retornos dos ativos são geradas a partir de múltiplos fatores fundamentais, de natureza macroeconômica e que não são diretamente observáveis. O modelo de equilíbrio da APT, porém, não especifica a quantidade e a identificação desses fatores. Logo, os coeficientes de sensibilidade dos ativos não podem ser estimados diretamente, através de regressão linear, já que não possuímos explicitamente os fatores fundamentais do modelo.

Através da técnica estatística de análise fatorial, é possível determinar o número de fatores fundamentais que serão utilizados. Assim, os coeficientes de sensibilidade, estimados através da análise fatorial, serão utilizados para testar a hipótese nula do trabalho, a fim de se verificar a significância estatística dos prêmios de risco a serem estimados na regressão.

Embora esta estimação determine o número de fatores fundamentais, não especifica sua natureza econômica, ou seja, não identifica quais são estes.

Assim, para a realização do *teste I*, serão utilizados dois passos propostos por Roll e Ross (1980). O primeiro consiste na estimação das taxas de retorno esperadas das ações e seus coeficientes de sensibilidade através da técnica estatística de análise fatorial. O segundo passo busca medir a significância estatística dos prêmios de risco estimados e associados a cada fator fundamental evidenciado. Assim, a hipótese nula ( $H_0$ ) é testada através da regressão das taxas de retorno esperadas sobre as cargas fatoriais previamente estimadas via análise fatorial.

Fachel (1976) nos diz que a análise fatorial é uma técnica estatística de análise multivariada que trata das interrelações entre as diversas variáveis observadas, procurando substituir esse conjunto inicial de variáveis correlacionadas por um conjunto menor de fatores (ou variáveis hipotéticas) que expliquem a maior parte da variância da matriz de covariância (ou de correlação) estimada. Estritamente falando, através da análise fatorial procura-se determinar fatores fundamentais ou comuns que sejam combinações lineares das variáveis observadas e que, mesmo em menor número, possam explicar a maior parte da variância do conjunto original.

Assim, o modelo algébrico da análise fatorial é o apresentado na fórmula

$$\overline{X}_i = \beta_{i1}F_1 + \beta_{i2}F_2 + \dots + \beta_{in}F_n + U_i \quad (4.1)$$

onde  $F_j$  corresponde ao fator comum em todas as variáveis observadas e o  $U_i$  expressa o fator específico à variável considerada. Os coeficientes de sensibilidade  $\beta_{ij}$ , por sua vez, quantificam a intensidade da relação entre os  $n$  fatores comuns e a variável observada  $\overline{X}_i$ .

A fim de esclarecer melhor a equação 4.1, estamos assumindo que cada variável observada  $\overline{X}_i$  pode ser expressa como uma função linear de um determinado número de fatores comuns ( $F_j$ ) e um fator específico (ou residual) ( $U_i$ ) de comportamento randômico.

Algumas suposições ainda são feitas em relação ao modelo de análise fatorial:

1. Os fatores fundamentais não são correlacionados entre si;
2. Os fatores fundamentais não são correlacionados com os fatores específicos;
3. Os fatores específicos não são correlacionados entre si.

Para o teste 2, selecionamos os fatores propostos por Kude (1998) *apud* Rostagno e Kloeckner (2004), que, segundo estes últimos autores, utilizou a técnica estatística de Correlação Canônica para tentar quantificar e identificar a natureza econômica dos fatores determinantes do retorno dos ativos no Brasil. Os resultados encontrados apontaram 8 fatores (significantes a 5%) como sendo fontes de risco das ações no país. Especificamente, os fatores identificados como sendo responsáveis pela volatilidade dos retornos foram: Índice Dow Jones, Índice Nikkei, Taxa Over, Libor, Taxa de juros (30 anos norte-americana), M4, Índice geral de produção e cotação Ouro spot USA.

Os fatores foram obtidos através de fontes diversas, como a base de dados do Econômica e Macrodados, além dos sites de dados como o do IBGE, IPEA e Dow Jones:

⊗ Índice *Dow Jones Industrial Average (DJIA)*:

Índice utilizado para acompanhar a evolução dos negócios na New York Stock Exchange (NYSE), a Bolsa de Valores de Nova Iorque. Cálculo feito a partir de uma média das cotações entre as 30 empresas de maior importância na bolsa de valores, as 20 companhias ferroviárias mais destacadas e as 15 maiores empresas concessionárias de serviços públicos. A maior e mais importante bolsa de valores do mundo, também conhecida como Big Board, é composta por um conselho de 20 membros que acompanham e regulam as atividades comerciais de mais de 3000 empresas norte-americanas e estrangeiras.<sup>4</sup>

⊗ Índice *Nikkei*:

Índice composto por pelas 225 ações mais negociadas na Bolsa de Valores de Tóquio.

⊗ Taxa de Financiamento *Overnight (LBC/LFT)*:

---

<sup>4</sup> Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/> - Macroeconômico - Economia Internacional> Acesso em 1 de novembro de 2009.

A taxa Overnight / Selic é a média dos juros que o Governo paga aos bancos que lhe emprestaram dinheiro. Serve de referência para outras taxas de juros do país. A taxa Selic é a taxa básica de juros da economia.<sup>5</sup>

⊖ Libor (*London Interbank Offer Rate*):

Designa a taxa de juros cobrada pelos bancos londrinos e que, juntamente com a taxa básica bancária norte-americana, a *prime rate*, serve de base para a maior parte dos empréstimos internacionais.

⊖ Taxa de juros de 30 anos estadunidense (*30-year Treasury Constant Maturity Rate*):

Rendimentos sobre títulos ativamente negociados, não indexados à inflação, ajustados com vencimentos constantes.<sup>6</sup>

⊖ M4:

Conceito amplo de moeda (M4). Indica o volume da poupança financeira, isto é, a massa de recursos em poder dos indivíduos e das empresas não financeiras que pode, com maior ou menor liquidez, ser utilizada como meio de pagamento de bens e serviços. Inclui, além dos recursos prontamente aceitos como moeda (M1), outros ativos financeiros emitidos pelo governo e instituições financeiras. Os conceitos intermediários M2 e M3 procuram captar os diferentes graus de liquidez existentes entre parcelas desses ativos financeiros.<sup>7</sup>

⊖ Índice Geral de Produção:

O Índice de Produção Industrial é divulgado mensalmente e se baseia na Pesquisa Industrial Mensal de Produção Física, cuja amostra é selecionada com base nas informações da Pesquisa Industrial Anual de Empresa e que cobre 63% do valor da transformação industrial das atividades das indústrias extrativas e de transformação. A amostra é composta de 3.725 unidades locais e 824 produtos.<sup>8</sup>

⊖ Cotação do ouro *spot* no mercado estadunidense:

A cotação do ouro no mercado de Nova York é dada em US\$ por onça troy. Acredita-se que o ouro é um importante meio de defesa contra a expectativa de aumento da inflação. As cotações históricas foram conseguidas por meio da base de dados do Macrodados.

---

<sup>5</sup> Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/> - Macroeconômico - Financeiras> Acesso em 1 de novembro de 2009.

<sup>6</sup> Disponível em: <<http://www.federalreserve.gov/releases/h15/current/h15.pdf>> Acesso em 1 de novembro de 2009.

<sup>7</sup> Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/> - Macroeconômico - Agregados Monetários> Acesso em 1 de novembro de 2009.

<sup>8</sup> Disponível em: <[http://www.bcb.gov.br/pec/sdds/port/IndProd\\_p.htm/](http://www.bcb.gov.br/pec/sdds/port/IndProd_p.htm/)> Acesso em 1 de novembro de 2009.

Os betas mensais para cada fator foi obtido através da regressão linear do retorno mensal de cada ação (variável dependente) sobre a variação percentual de cada um dos fatores macroeconômicos apontados (variáveis independentes) em 5 anos. Para a média mensal dos últimos 12 meses da variação percentual de cada fator macroeconômico determinou o *payoff* projetado de cada beta macroeconômico.

A amostra foi dividida em tercís, cada um representando exatamente um terço da amostra, sendo que o terceiro tercil apresenta os portfólios com perspectivas de melhores rendimentos. Dessa forma podemos avaliar o desempenho dos portfólios de forma separada e definida.

#### **4.3 Amostra selecionada**

O presente estudo considerará as cotações mensais de fechamento das ações de empresas listadas na Bovespa – Bolsa de Valores de São Paulo – durante o período de janeiro de 1998 a dezembro de 2008. Para a seleção da amostra foram consideradas inicialmente as ações ativas que possuíam histórico no período abordado. Neste caso, mantivemos na amostra apenas as ações mais líquidas das que possuíam mais de uma classe, chegando assim a 187 ações. Destas, foram retiradas ações que não apresentavam continuidade de dados, consequência da baixa liquidez, restando 48 ações.

Todo o histórico de cotações foi selecionado a partir do banco de dados do software Economática e as mesmas foram ajustadas por proventos, como dividendos e bonificações.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> As ações selecionadas para a amostra estão relacionadas no anexo A.

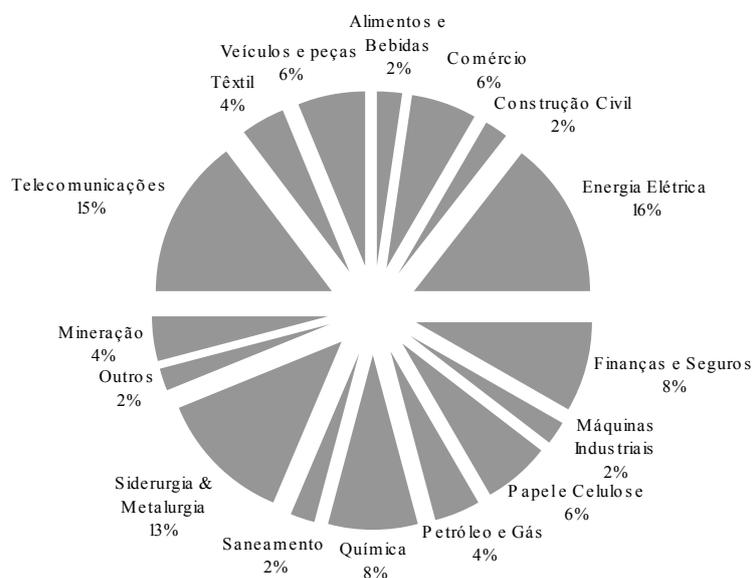


Gráfico 1 – Distribuição da amostra por setores (Fonte: própria)

A amostra abrange 17 setores, os quais representam uma boa amostra da realidade, apesar de haver concentração em alguns setores de *utilities*, como energia elétrica e telecomunicações, além de siderurgia.

A figura 6 ilustra a distribuição da amostra com os setores como percentual do total.

#### 4.4 Resultados Obtidos

O teste 1 foi feito através da Análise Fatorial com auxílio do software SAEG – Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1 para determinação do número de fatores fundamentais a serem utilizados para testar o modelo de equilíbrio da APT.

A tabela 1 apresenta os resultados do estudo, considerando apenas os fatores que apresentarem autovalores superiores à unidade. Os autovalores menores que 1 não são mais representativos do que uma variável quando tomada individualmente, pois cada uma dela tem variância igual a 1.

Fator	Autovalores	Porcentagem	Acumulado
1	28,44675	59,26%	59,26%
2	8,89056	18,52%	77,79%
3	3,91679	8,16%	85,95%
4	2,07291	4,32%	90,26%
5	1,03355	2,15%	92,42%

Tabela 1 – Resultado da Análise Fatorial baseada na amostra de 48 ações (Fonte: própria)

A tabela 1 mostra em Porcentagem o percentual da variância total explicada pelo fator em questão. Esta apresenta que a importância de um fator específico é determinada pela quantidade da variância total do conjunto de variáveis observadas que ele pode explicar. Esta, no entanto, é dada pelo autovalor.

Por fim, o estudo revelou 5 fatores fundamentais. Sendo que o fator 1 apresentou uma parcela significativa da variância total das variáveis, com autovalor de 28,44675, respondendo por 59,26% da variância total das 48 ações estudadas.

Este trabalho não tem o intuito de identificar a natureza dos fatores fundamentais, mas podemos verificar as ações razoavelmente correlacionadas com os fatores estimados. Para isso, tomamos arbitrariamente as cargas fatoriais com valores absolutos maiores que 0,4, destacadas no anexo B. Tem-se o seguinte:

⊖ Fator 1: Petrobrás PN, Vale PNA, ItauUnibanco PN, Bradesco PN, Itausa PN, AmBev PN, Souza Cruz ON, Braskem PNA, Klabin PN, Duratex PN, Aracruz PNB, Lojas Americanas PN, Gerdau Metalúrgica PN, Gerdau PN, Usiminas PNA, Eletrobrás ON, Brasil Telecom PN, CSN ON, Embraer ON, Pão de Açúcar PNA, Net PN, Sabesp ON, Copel PNB, Comgás PNA, Telemar PN, Bardella PN, Guararapes ON, Randon Part PN, Unipar PNB, Forjas Taurus PN, Suzano Papel PNA, Eternit ON, Bombril PN, Marcopolo PN, Fosfertil PN, Coelce PNA, Eletropar ON.

⊖ Fator 2: Light S/A ON, Comgás PNA, Bardella PN, Inepar PN, Coteminas PN.

⊕ Fator 3: Banco do Brasil ON, Cemig PN, Light S/A ON, Eletrobrás ON, Celesc PNB, Sabesp ON, Copel PNB, Confab PN, Inepar PN, Coteminas PN.

Para os fatores 4 e 5, não foram encontradas ações cujas cargas fatoriais apresentavam valores maiores que 0,4, devido à baixa explicação destes fatores em relação à carteira, de 4% e 2%, respectivamente.

Podemos observar que o fator 1 envolveu quase todos os setores de atividade econômica, menos os setores de saneamento, energia elétrica e telecomunicações, ou seja, segmentos de *utilities*, provedores de serviços essenciais. O fator 3, por outro lado, considerou basicamente só essas empresas excetuadas do fator 1. O fator 2 considerou menos ações de empresas, e de setores mais distintos.

Utilizando essa associação de empresas de um mesmo setor podemos supor a que os fatores em questão se relacionam. O fator 3, por exemplo, como envolve as empresas de setor elétrico, pode ser IGP-M, já que este é importante no fator regulatório das empresas deste segmento.

O teste 2 apresentou os resultados mostrados no Anexo C. Nesta tabela, observa-se os rendimentos mensais de cada tercil e índice, assim como o desvio-padrão da série e a rentabilidade acumulada.

Percebemos que a APT foi capaz de selecionar portfólios compondo o tercil 3, o qual apresentou médias de retorno tanto mensais como acumuladas mais alta que os índices de mercado. O tercil 3, no entanto, apresentou o maior desvio-padrão, o que representa um risco maior, associado ao maior retorno. Por outro lado, o tercil 1 apresentou desvio-padrão menor que o índice Ibovespa e retorno maior, sendo uma alternativa melhor de investimento.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho visou investigar se um modelo multifatorial, dado através da APT, pode explicar a formação de preços das ações de empresas listadas na Bovespa – Bolsa de Valores de São Paulo. Especificamente, testaram-se duas hipóteses nas quais se verificava se a relação de equilíbrio de mercado entre risco e retorno esperado poderia ou não ser explicada por múltiplos fatores, que atuam como fontes de risco sistemático.

Com base nos resultados obtidos feitos através da análise fatorial, a hipótese nula ( $H_0$ ) foi refutada, pois os estudos feitos mostram que o mercado precificou a sensibilidade dos retornos da amostra em relação a 5 fatores fundamentais, cuja natureza ainda é desconhecida.

A aplicação empírica do modelo foi realizada com uma amostra de 38 ações, considerando apenas aquelas cujas cotações estavam completas no período analisado (janeiro de 1998 a dezembro de 2008) e possuíam liquidez de mercado.

Adicionalmente, podemos destacar que a identificação da natureza dos fatores fundamentais ainda representa um desafio ao estudo aqui abordado. Apesar de subjetivamente concluirmos quais seriam estas influências, as mesmas não são diretamente observáveis. Por isso, a complexidade maior associada ao modelo da APT seria interpretar a natureza econômica dos fatores macroeconômicos estudados.

Neste quesito, foi incluída uma simulação de investimento, a fim de se obter os retornos médios esperados de uma carteira formada a partir da APT, dividida em três tercís.

Esta foi comparada com índices de mercado, como o Ibovespa e IBrX, os quais fazem referência ao mercado de ações brasileiro como um todo.

Para este estudo, foram utilizados 8 fatores macroeconômicos propostos por Kude (1998). O teste proporcionou ganhos acima dos retornos proporcionados pelos índices acima abordados.

Verificamos que os objetivos foram satisfatoriamente alcançados, mas reiteramos que outros estudos podem ser feitos nessa área a fim de se ter entendimentos diferenciados da formação de preços das ações do mercado brasileiro. Novos modelos já surgiram depois do APT. Esses, como o Modelo de Fator de Retorno Esperado, têm como objetivo analisar se tal modelo possibilita a montagem de carteiras de investimento que proporcionem um desempenho superior em termos de risco e retorno. Desenvolvido por Haugen e Baker (1996), baseia-se em payoffs referentes às características das próprias ações para obter a diferença relativa entre o retorno esperado de uma ação e o retorno esperado de uma ação média. Resultados alcançados com o modelo no mercado de ações norte-americano e nos de outros países apontam para uma real capacidade do modelo em atingir o objetivo proposto (Rostagno, Kloeckner e Becker, 2004).

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREAZZA, Armando. *Avaliação e desempenho do modelo de fator de retorno esperado no Brasil*. Porto Alegre: Dissertação de Mestrado da Escola de Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

ANHAIA, Artur V. *Os riscos sobre investimentos do mercado financeiro brasileiro*. Porto Alegre: Dissertação de Mestrado da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

ARAÚJO, Eurilton; FAJARDO, José; TAVANI, Leonardo C. CAPM Usando uma Carteira Sintética do PIB Brasileiro. *Estudos Econômicos*. São Paulo, v. 36, n. 3, p. 465-505, jul/set 2006.

BREALEY, Richard A.; MYERS, Stewart C. *Principles of corporate finance*. 7ª ed. Nova York: Tata McGraw-Hill, 2002.

BROWN, Stephen; WEINSTEIN, Mark. A new approach to testing asset pricing models: The bilinear paradigm. *The Journal of Finance*. V. 38, n° 3, p. 711-743, jun 1983.

CHAMBERLAIN, Gary; ROTHSCCHILD, Michael. Arbitrage, factor structure and mean-variance analysis on large assets markets. *Econometrica*. V. 51, n° 5, p. 1282-1304, set 1983.

CHEN, Nai-Fu; ROLL, Richard; ROSS, Stephen. Economic forces and the stock market. *Journal of Business*. V. 59, n° 3, p. 383-403, jul 1986.

CHENG, Arnold C. S. The U.K. stock market and economic factors: a new approach. *Journal of Business and Accounting*. Vm 22, n° 1, p. 129-142, jan 1995.

CONNOR, Gregory; KORAJCZYK, Robert. Performance measurement with the Arbitrage Pricing Theory: A new framework for analysis. *Journal of Financial Economics*. V. 15, n° 3, p. 373-394, mar 1986.

DAMODARAN, Aswath. *Avaliação de investimentos: Ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo*. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002.

ECONOMÁTICA. Base de dados.

FACHEL, Jandyra M. *Análise Fatorial*. São Paulo. Dissertação de Mestrado em Estatística: Universidade de São Paulo, 1976, 81 p.

FAMA, Eugene F.; FRENCH, Kenneth R. Multifactor explanations of assets pricing anomalies. *The Journal of Finance* V. 51, n° 1, p. 55-84, mar 1996.

GOETZMANN, William N. *An introduction to investment theory*. Disponível em <<http://viking.som.yale.edu/will/finman540/classnotes/notes.html>>. Acesso em 13/jun/2009.

KUDE, Berenice. *A precificação de ativos através da Arbitrage Pricing Theory no Mercado de Capitais Brasileiro*. Porto Alegre: Dissertação de Mestrado da Escola de Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1998.

LUCE, Fernando B.; MORAES Junior, Jorge F. O modelo de formação de preços de ativos (Capital Asset Pricing Model) – teoria e evidência. *Revista de Administração de Empresas*. Rio de Janeiro, v. 19, n° 4, p. 31-49, out/dez 1979.

MACRODADOS. Base de dados.

PAMPLONA, Edson de O. *Um estudo do modelo arbitrage pricing theory (APT) aplicado na determinação da taxa de descontos*. Gramado: 17o ENEGEP, 1997.

ROLL, Richard; ROSS, Stephen. An empirical investigation of the Arbitrage Pricing Theory. *The Journal of Finance*. V. 35, n° 5, p.1073-1103, dec 1980.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JAFFE, Jeffrey F. *Corporate Finance*. 5ª ed. Boston: Irwin/McGraw-Hill, 1999.

ROSTAGNO, Luciano M.; KLOECKNER, Gilberto O.; BECKER, João L. Previsibilidade de Retorno das Ações na Bovespa: Um Teste Envolvendo o Modelo de Fator de Retorno Esperado. *Brazilian Finance Review*. v.2, n.2, p.183-206. São Paulo, 2004.

SHARPE, William F. et al. *Investments*. New Jersey: Prentice-Hall, 1995.

TOSCANO Junior, Luis Carlos. *Guia de Referência para o Mercado Financeiro*. São Paulo: EI – Edições Inteligentes, 2004.

TRZCINKA, Charles. On the number of factors in the Arbitrage Pricing Model. *The Journal of Finance*. V. 41, n° 2, p. 347-368, jun 1986.

## ANEXO A

	<b>Nome</b>	<b>Classe</b>	<b>Código</b>
<b>1</b>	Ambev	PN	AMBV4
<b>2</b>	Aracruz	PNB	ARCZ6
<b>3</b>	Bardella	PN	BDLL4
<b>4</b>	Bombril	PN	BOBR4
<b>5</b>	Bradesco	PN	BBDC4
<b>6</b>	Brasil	ON	BBAS3
<b>7</b>	Brasil T Par	PN	BRTP4
<b>8</b>	Brasil Telec	PN	BRTO4
<b>9</b>	Braskem	PNA	BRKM5
<b>10</b>	Celesc	PNB	CLSC6
<b>11</b>	Cemig	PN	CMIG4
<b>12</b>	Coelce	PNA	COCE5
<b>13</b>	Comgas	PNA	CGAS5
<b>14</b>	Confab	PN	CNFB4
<b>15</b>	Copel	PNB	CPLE6
<b>16</b>	Coteminas	PN	CTNM4
<b>17</b>	Duratex	PN	DURA4
<b>18</b>	Eletrobras	ON	ELET3
<b>19</b>	Eletropar	ON	LIPR3
<b>20</b>	Embraer	ON	EMBR3
<b>21</b>	Eternit	ON	ETER3
<b>22</b>	Forjas Taurus	PN	FJTA4
<b>23</b>	Fosfertil	PN	FFTL4
<b>24</b>	Gerdau	PN	GGBR4
<b>25</b>	Gerdau Met	PN	GOAU4
<b>26</b>	Guararapes	ON	GUAR3
<b>27</b>	Inepar	PN	INEP4
<b>28</b>	Itausa	PN	ITSA4
<b>29</b>	ItauUnibanco	PN	ITUB4
<b>30</b>	Klabin S/A	PN	KLBN4
<b>31</b>	Light S/A	ON	LIGT3
<b>32</b>	Lojas Americ	PN	LAME4
<b>33</b>	Marcopolo	PN	POMO4
<b>34</b>	Net	PN	NETC4
<b>35</b>	P.Acucar-Cbd	PNA	PCAR5

<b>36</b>	Petrobras	PN	PETR4
<b>37</b>	Randon Part	PN	RAPT4
<b>38</b>	Sabesp	ON	SBSP3
<b>39</b>	Sid Nacional	ON	CSNA3
<b>40</b>	Souza Cruz	ON	CRUZ3
<b>41</b>	Suzano Papel	PNA	SUZB5
<b>42</b>	Telemar	PN	TNLP4
<b>43</b>	Telesp	PN	TLPP4
<b>44</b>	Tim Part S/A	PN	TCSL4
<b>45</b>	Unipar	PNB	UNIP6
<b>46</b>	Usiminas	PNA	USIM5
<b>47</b>	Vale R Doce	PNA	VALE5
<b>48</b>	Vivo	PN	VIVO4

## ANEXO B

Variáveis	Fatores				
	Fator1	Fator2	Fator3	Fator4	Fator5
<b>PETR4</b>	<b>0,97431</b>	0,00667	0,14767	-0,04461	-0,02552
<b>VALE5</b>	<b>0,93785</b>	-0,20555	0,02649	-0,05632	-0,19204
<b>ITUB4</b>	<b>0,98519</b>	-0,02343	0,01481	0,01906	-0,03889
<b>BBDC4</b>	<b>0,95888</b>	0,13138	0,08961	-0,00993	0,02552
<b>ITSA4</b>	<b>0,98479</b>	-0,01254	0,02447	-0,04013	-0,03772
<b>BBAS3</b>	-0,08389	0,33456	<b>0,59492</b>	-0,15930	-0,03843
<b>AMBV4</b>	<b>0,91488</b>	0,12442	0,00440	0,24447	-0,12938
<b>CRUZ3</b>	<b>0,78741</b>	-0,26963	-0,00462	0,05788	-0,50787
<b>BRKM5</b>	<b>0,98137</b>	0,00584	0,03835	-0,02637	0,06725
<b>KLBN4</b>	<b>0,91869</b>	-0,14769	0,08744	-0,17585	0,11328
<b>DURA4</b>	<b>0,90224</b>	-0,06728	0,29041	-0,06817	0,02922
<b>TLPP4</b>	0,05455	-0,06667	0,28119	-0,94971	-0,00553
<b>CMIG4</b>	0,24091	-0,22122	<b>0,88119</b>	-0,05187	-0,07573
<b>ARCZ6</b>	<b>0,63588</b>	-0,62532	0,10395	-0,10434	-0,16792
<b>LAME4</b>	<b>0,72012</b>	-0,10086	-0,01724	-0,54410	0,01438
<b>LIGT3</b>	0,06042	<b>0,60219</b>	<b>0,64779</b>	-0,21206	0,27760
<b>GOAU4</b>	<b>0,93911</b>	-0,20414	0,09971	-0,18701	0,00797
<b>GGBR4</b>	<b>0,92453</b>	-0,25634	0,09206	-0,19440	0,00348
<b>USIM5</b>	<b>0,93045</b>	0,06191	0,24025	-0,08453	0,03828
<b>ELET3</b>	<b>0,40358</b>	0,24094	<b>0,80794</b>	0,13755	-0,13104
<b>BRTO4</b>	<b>0,93680</b>	0,08529	0,14620	-0,22820	0,05068
<b>CLSC6</b>	-0,26163	0,34385	<b>0,83284</b>	-0,18249	0,12968
<b>CSNA3</b>	<b>0,94147</b>	-0,16186	0,07194	0,00447	-0,14601
<b>EMBR3</b>	<b>0,89474</b>	-0,06557	-0,06752	0,11039	0,00746
<b>PCAR5</b>	<b>0,98705</b>	-0,03517	0,02575	-0,02837	-0,00636
<b>NETC4</b>	<b>0,81529</b>	-0,10865	0,02690	-0,40984	0,12772
<b>SBSP3</b>	<b>0,70697</b>	0,23068	<b>0,57691</b>	-0,02190	-0,05166
<b>CPLE6</b>	<b>0,85661</b>	0,01305	<b>0,44585</b>	0,02710	-0,07523
<b>CGAS5</b>	<b>0,55633</b>	<b>0,52036</b>	0,21444	0,29161	-0,15769
<b>TNLP4</b>	<b>0,49726</b>	-0,77984	-0,21635	-0,15573	-0,02481
<b>TCSL4</b>	0,11564	-0,95695	-0,03760	0,01123	0,04571
<b>VIVO4</b>	-0,23879	-0,94226	-0,07228	-0,07834	0,08130

<b>B RTP4</b>	-0,02840	-0,92778	-0,16114	-0,00492	-0,12447
<b>BDLL4</b>	<b>0,43067</b>	<b>0,59028</b>	0,30464	-0,34672	0,13452
<b>CNFB4</b>	0,10704	0,10122	<b>0,77675</b>	-0,35790	0,05973
<b>GUAR3</b>	<b>0,92413</b>	0,03808	0,13731	-0,23694	-0,03796
<b>RAPT4</b>	<b>0,75369</b>	0,22756	0,37465	0,01171	0,18025
<b>UNIP6</b>	<b>0,97567</b>	0,08485	-0,06412	0,08440	0,00577
<b>FJTA4</b>	<b>0,86263</b>	-0,36261	-0,03493	-0,05523	-0,24023
<b>SUZB5</b>	<b>0,97042</b>	0,06924	0,05863	0,11567	-0,01860
<b>ETER3</b>	<b>0,96262</b>	0,12133	-0,07076	0,04081	-0,08241
<b>BOBR4</b>	<b>0,80028</b>	0,09833	0,06048	-0,06839	-0,07430
<b>INEP4</b>	-0,64751	<b>0,50666</b>	<b>0,40151</b>	-0,15910	0,16376
<b>POMO4</b>	<b>0,91148</b>	-0,10115	0,01077	-0,14068	-0,05729
<b>CTNM4</b>	0,13133	<b>0,64065</b>	<b>0,59231</b>	-0,02336	-0,12882
<b>FFTL4</b>	<b>0,79297</b>	-0,46127	0,18114	-0,14792	-0,13841
<b>COCE5</b>	<b>0,93236</b>	0,01884	0,19622	0,08533	-0,02080
<b>LIPR3</b>	<b>0,47811</b>	-0,57366	0,08523	-0,16500	-0,03038
<b>Explicação</b>	0,59264	0,18522	0,08160	0,04319	0,02153

## ANEXO C

	<b>Tercil 1</b>	<b>Tercil 2</b>	<b>Tercil 3</b>	<b>Ibovespa</b>	<b>IBrX</b>
<b>jan/98</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>fev/98</b>	10,03%	3,79%	9,34%	8,74%	7,36%
<b>mar/98</b>	16,62%	22,03%	17,01%	13,02%	18,08%
<b>abr/98</b>	2,75%	-4,39%	6,53%	-2,25%	-0,26%
<b>mai/98</b>	-13,91%	-2,17%	-13,64%	-15,68%	-19,32%
<b>jun/98</b>	-5,86%	-7,10%	-5,36%	-1,71%	-4,61%
<b>jul/98</b>	3,62%	9,81%	8,02%	10,63%	8,99%
<b>ago/98</b>	-31,34%	-24,08%	-22,66%	-39,55%	-40,30%
<b>set/98</b>	-1,84%	-5,20%	-7,93%	1,87%	1,99%
<b>out/98</b>	6,61%	9,24%	-2,85%	6,89%	7,19%
<b>nov/98</b>	18,64%	5,64%	10,13%	22,48%	20,36%
<b>dez/98</b>	-13,88%	-5,39%	-1,66%	-21,40%	-20,05%
<b>jan/99</b>	27,21%	4,27%	14,53%	20,45%	18,39%
<b>fev/99</b>	5,60%	4,18%	2,99%	9,04%	9,35%
<b>mar/99</b>	10,97%	16,55%	110,27%	20,04%	18,84%
<b>abr/99</b>	7,25%	32,60%	-23,45%	6,11%	7,35%
<b>mai/99</b>	3,93%	-0,62%	-1,88%	-2,30%	-1,63%
<b>jun/99</b>	6,61%	19,63%	0,30%	4,84%	4,67%
<b>jul/99</b>	-4,60%	1,56%	20,69%	-10,19%	-9,47%
<b>ago/99</b>	1,47%	-6,75%	-16,62%	1,18%	1,36%
<b>set/99</b>	11,93%	-2,19%	1,57%	5,13%	6,28%
<b>out/99</b>	4,03%	16,52%	13,35%	5,35%	5,74%
<b>nov/99</b>	15,49%	4,34%	18,64%	17,76%	16,50%
<b>dez/99</b>	30,39%	23,42%	20,56%	24,05%	22,83%
<b>jan/00</b>	5,87%	-4,17%	0,27%	-4,11%	-4,27%
<b>fev/00</b>	-4,60%	-3,32%	-0,10%	7,76%	5,69%
<b>mar/00</b>	0,89%	-5,26%	-1,66%	0,91%	2,43%
<b>abr/00</b>	-8,60%	-1,50%	-4,04%	-12,81%	-11,82%
<b>mai/00</b>	-10,39%	-3,47%	-0,63%	-3,74%	-2,86%
<b>jun/00</b>	17,13%	2,18%	8,63%	11,84%	13,04%
<b>jul/00</b>	0,59%	-0,36%	12,92%	-1,63%	-4,37%

<b>ago/00</b>	3,99%	12,22%	0,67%	5,42%	7,18%
<b>set/00</b>	-3,24%	-4,38%	-4,54%	-8,17%	-4,24%
<b>out/00</b>	-6,63%	-6,64%	-3,12%	-6,66%	-5,28%
<b>nov/00</b>	-9,57%	-10,94%	-6,62%	-10,63%	-8,54%
<b>dez/00</b>	12,36%	8,58%	3,74%	14,84%	13,43%
<b>jan/01</b>	13,94%	8,13%	15,17%	15,81%	14,87%
<b>fev/01</b>	-5,48%	-7,01%	-1,71%	-10,08%	-7,85%
<b>mar/01</b>	-7,61%	-2,38%	-3,45%	-9,14%	-6,83%
<b>abr/01</b>	0,50%	-2,67%	2,17%	3,32%	6,29%
<b>mai/01</b>	0,77%	-11,15%	-3,10%	-1,80%	2,32%
<b>jun/01</b>	1,16%	6,53%	0,26%	-0,61%	-2,73%
<b>jul/01</b>	-3,93%	-5,40%	-4,16%	-5,53%	-2,91%
<b>ago/01</b>	0,33%	-3,47%	-3,39%	-6,65%	-4,43%
<b>set/01</b>	-8,71%	-15,95%	-10,89%	-17,17%	-13,61%
<b>out/01</b>	8,96%	7,17%	11,11%	6,85%	5,35%
<b>nov/01</b>	7,16%	11,56%	10,85%	13,79%	5,96%
<b>dez/01</b>	5,78%	3,01%	2,79%	5,00%	4,67%
<b>jan/02</b>	4,45%	1,75%	4,09%	-6,30%	-3,89%
<b>fev/02</b>	11,63%	12,32%	5,19%	10,31%	12,15%
<b>mar/02</b>	1,44%	-2,82%	6,38%	-5,55%	-1,12%
<b>abr/02</b>	4,33%	5,19%	-5,02%	-1,28%	0,33%
<b>mai/02</b>	-4,96%	-0,39%	-3,63%	-1,71%	-0,08%
<b>jun/02</b>	-7,69%	-9,54%	-3,30%	-13,39%	-7,89%
<b>jul/02</b>	-6,15%	-2,58%	0,31%	-12,36%	-10,38%
<b>ago/02</b>	3,98%	6,57%	11,77%	6,35%	4,08%
<b>set/02</b>	-5,85%	-13,50%	-1,28%	-16,95%	-10,06%
<b>out/02</b>	19,11%	15,22%	18,41%	17,92%	19,16%
<b>nov/02</b>	3,68%	1,25%	2,30%	3,35%	1,27%
<b>dez/02</b>	10,00%	9,36%	10,35%	7,23%	5,89%
<b>jan/03</b>	-4,28%	0,31%	-5,74%	-2,90%	-3,60%
<b>fev/03</b>	3,50%	2,55%	0,35%	-6,04%	-3,25%
<b>mar/03</b>	12,07%	3,32%	-0,54%	9,66%	6,44%
<b>abr/03</b>	5,03%	13,00%	1,74%	11,38%	5,15%
<b>mai/03</b>	4,91%	4,27%	9,28%	6,89%	5,51%
<b>jun/03</b>	4,72%	4,95%	1,41%	-3,35%	-3,19%
<b>jul/03</b>	5,93%	9,25%	2,98%	4,62%	8,51%
<b>ago/03</b>	14,49%	15,09%	13,79%	11,81%	10,49%
<b>set/03</b>	6,29%	-0,88%	10,81%	5,51%	0,70%
<b>out/03</b>	8,47%	9,25%	1,16%	12,32%	8,64%
<b>nov/03</b>	13,57%	11,89%	5,72%	12,24%	9,18%
<b>dez/03</b>	17,93%	17,74%	16,21%	10,17%	15,36%
<b>jan/04</b>	-8,20%	1,47%	5,68%	-1,73%	-2,58%
<b>fev/04</b>	4,71%	4,01%	4,95%	-0,44%	3,39%

<b>mar/04</b>	0,53%	8,00%	4,70%	1,78%	-0,22%
<b>abr/04</b>	-11,86%	-13,47%	-9,91%	-11,45%	-13,53%
<b>mai/04</b>	4,87%	2,27%	-2,38%	-0,32%	3,80%
<b>jun/04</b>	4,27%	9,72%	7,42%	8,21%	5,47%
<b>jul/04</b>	6,82%	16,57%	11,64%	5,62%	5,15%
<b>ago/04</b>	13,12%	9,21%	12,93%	2,09%	3,44%
<b>set/04</b>	6,48%	-2,30%	7,57%	1,94%	6,24%
<b>out/04</b>	4,14%	-5,21%	-2,06%	-0,83%	1,75%
<b>nov/04</b>	1,01%	16,20%	1,34%	9,01%	5,61%
<b>dez/04</b>	10,36%	0,78%	13,60%	4,25%	7,25%
<b>jan/05</b>	-6,61%	-3,88%	-3,78%	-7,05%	-3,89%
<b>fev/05</b>	16,83%	16,64%	8,52%	15,56%	15,61%
<b>mar/05</b>	-6,12%	-7,74%	-4,74%	-5,43%	-5,82%
<b>abr/05</b>	-6,21%	-12,79%	-4,87%	-6,64%	-8,15%
<b>mai/05</b>	2,20%	-0,54%	-1,25%	1,47%	1,49%
<b>jun/05</b>	0,91%	-8,29%	-6,76%	-0,62%	2,52%
<b>jul/05</b>	4,81%	8,93%	3,98%	3,96%	5,01%
<b>ago/05</b>	0,96%	10,47%	-0,03%	7,69%	10,28%
<b>set/05</b>	13,90%	11,23%	11,97%	12,62%	12,16%
<b>out/05</b>	-5,10%	-8,52%	-5,11%	-4,40%	-4,45%
<b>nov/05</b>	14,48%	6,77%	5,20%	5,71%	6,25%
<b>dez/05</b>	8,39%	11,81%	1,74%	4,82%	4,71%
<b>jan/06</b>	16,31%	20,35%	15,57%	14,73%	18,74%
<b>fev/06</b>	5,35%	3,70%	3,33%	0,59%	-1,57%
<b>mar/06</b>	0,09%	3,15%	2,00%	-1,71%	-2,82%
<b>abr/06</b>	0,13%	6,96%	3,34%	6,36%	5,70%
<b>mai/06</b>	-7,56%	-7,22%	-8,29%	-9,50%	-7,81%
<b>jun/06</b>	-1,95%	1,74%	-2,04%	0,27%	-0,36%
<b>jul/06</b>	0,46%	1,31%	-3,55%	1,22%	1,92%
<b>ago/06</b>	9,41%	-5,58%	4,95%	-2,28%	-2,75%
<b>set/06</b>	-3,00%	-2,61%	1,60%	0,60%	-0,27%
<b>out/06</b>	8,19%	6,66%	6,10%	7,72%	7,40%
<b>nov/06</b>	8,15%	5,12%	10,61%	6,80%	7,17%
<b>dez/06</b>	10,62%	4,22%	10,41%	6,06%	6,58%
<b>jan/07</b>	3,48%	1,86%	9,31%	0,38%	0,81%
<b>fev/07</b>	-3,05%	4,62%	8,42%	-1,68%	-2,78%
<b>mar/07</b>	7,12%	7,85%	6,46%	4,36%	4,43%
<b>abr/07</b>	3,21%	6,05%	7,76%	6,88%	5,71%
<b>mai/07</b>	9,93%	8,47%	8,19%	6,77%	6,18%
<b>jun/07</b>	4,52%	9,23%	4,01%	4,06%	4,06%
<b>jul/07</b>	4,38%	-0,47%	2,61%	-0,39%	1,19%
<b>ago/07</b>	-2,74%	0,66%	1,50%	0,84%	1,24%
<b>set/07</b>	13,13%	4,71%	8,63%	10,67%	12,33%

<b>out/07</b>	8,48%	9,04%	3,22%	8,02%	9,23%
<b>nov/07</b>	-9,68%	-1,90%	-8,48%	-3,54%	-2,37%
<b>dez/07</b>	-6,51%	4,36%	-1,82%	1,40%	3,09%
<b>jan/08</b>	-11,82%	-6,12%	-12,37%	-6,88%	-8,84%
<b>fev/08</b>	10,04%	17,92%	6,14%	6,72%	6,92%
<b>mar/08</b>	-9,47%	-0,44%	-8,96%	-3,97%	-4,55%
<b>abr/08</b>	1,30%	19,18%	11,46%	11,32%	11,98%
<b>mai/08</b>	7,26%	15,58%	16,82%	6,96%	7,41%
<b>jun/08</b>	-15,18%	-8,22%	-10,87%	-10,44%	-10,25%
<b>jul/08</b>	1,34%	-10,88%	-8,98%	-8,48%	-11,57%
<b>ago/08</b>	-9,19%	-9,89%	-5,15%	-6,43%	-5,99%
<b>set/08</b>	-11,08%	-27,53%	-19,60%	-11,03%	-8,55%
<b>out/08</b>	-24,55%	-30,76%	-21,11%	-24,80%	-25,85%
<b>nov/08</b>	3,67%	-0,75%	-0,06%	-1,77%	-3,51%
<b>dez/08</b>	-1,34%	4,26%	1,80%	2,61%	4,09%
<b>Média mensal</b>	2,60%	2,47%	2,92%	1,51%	1,81%
<b>Desvio-padrão</b>	9,29%	9,84%	12,78%	9,62%	9,26%
<b>Rentabilidade Acumulada</b>	1597%	1246%	1865%	286%	491%