

Estimando carteiras de investimento: um estudo dos setores de energia elétrica e telecomunicações durante o primeiro governo Lula

Edward Martins Costa^{*}
Tiago Farias Sobel^{**}
Hermino Ramos de Souza^{***}
José Lamartine Távora Junior^{****}

Resumo

Este artigo tem o propósito de selecionar uma carteira ótima por meio do modelo de Elton e Gruber para os setores de energia elétrica e telecomunicações, utilizando um conjunto de 21 ações ordinárias e preferenciais para o período de janeiro de 2003 a dezembro de 2006, cotadas mensalmente na Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa). Para o seu desenvolvimento foram estimados os coeficientes betas do modelo CAPM. Essas estimações foram realizadas pelos métodos de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e de Máxima Verossimilhança GARCH (1,1), para as estimações que não apresentaram variância constante e ausência de autocorrelação. Os resultados do modelo proposto para a formulação da carteira ótima apontam para uma carteira composta por sete ações.

Palavras-chave: Carteira ótima. CAPM. Bovespa.

* Doutorando em Economia pelo Pimes, Pós-Graduação em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco, pesquisador bolsista da Capes/Facepe. Endereço postal: Av. dos Economistas S/N, Cidade Universitária, CEP 50740-590, Recife - PE. E-mail: edwardcost@gmail.com

** Doutorando em Economia pelo Pimes, Pós-Graduação em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco, pesquisador bolsista da Capes/Facepe. Endereço postal: Av. dos Economistas S/N, Cidade Universitária, CEP 50740-590, Recife - PE. E-mail: tiagosobel@yahoo.com.br

*** Prof. D.Sc. da Universidade Federal de Pernambuco, pró-reitor de Planejamento da Universidade Federal de Pernambuco. Endereço postal: Av. dos Economistas S/N, Cidade Universitária, CEP 50740-590, Recife - PE. E-mail: hermino.ramos@gmail.com

**** Prof. D.Sc. da Universidade Federal de Pernambuco. Endereço postal: Av. dos Economistas S/N, Cidade Universitária, CEP 50740-590, Recife - PE. E-mail: tavora@ufpe.br

Recebido em: 28-08-09. Aceito em: 18-08-10

Introdução

Nas últimas duas décadas, a economia brasileira passou por profundas transformações que atingiram, indistintamente, todos os seus setores. Com isso, foi criado no país um ambiente bastante favorável à ampliação da movimentação financeira nas suas bolsas de valores, ou seja, antes da década de 1990, com um ambiente econômico de inflação crescente associada a uma economia fortemente fechada ao resto do mundo e baseada no capital estatal como seu alicerce principal, quando o Estado se encontrava sem condições de manter os investimentos exigidos pelos seus diversos setores, os brasileiros procuravam investir suas riquezas especialmente em ativos reais (imóveis), evitando aplicações em títulos públicos e/ou privados. Contudo, a partir de meados da década de 1990, com a inflação sob controle e a aceleração do processo de privatizações e de abertura da economia brasileira, o país viu aumentar significativamente o volume de operações efetuadas nas suas bolsas de valores.

Portanto, a nova realidade interna tornou o mercado nacional de ações mais atraente, fazendo com que, gradualmente, ganhasse importância nas carteiras individuais dos investidores domésticos. Nesse contexto, além de ver aumentar a participação de investidores institucionais brasileiros de grande porte na bolsa, observou-se a atração de um grande número de investidores estrangeiros ao país, acarretando numa significativa ampliação do processo de internacionalização do mercado de capitais no país.

Desse modo, as empresas do mercado acionário doméstico passaram a manter o contato direto com acionistas mais exigentes e sofisticados, acostumados a investir em mercados com práticas de governança corporativa mais avançadas que as aplicadas no país. Adicionalmente, o inchamento desse mercado levou a que os investidores também passassem a se conscientizar mais dos riscos “exógenos” aos quais as organizações estavam expostas – crises globais do capitalismo e de flutuações das variáveis econômicas e financeiras, tais como taxa de câmbio, taxa de juros e preços em geral (SILVA et al., 2001). Esses fatores levaram o mercado de ações brasileiro a perder espaço para outros mercados no final da década de 1990.¹

Em consequência, o governo brasileiro viu a necessidade de fortalecer e modernizar as normas que regem o seu mercado de capitais. Nesse sentido, logo no início da década de 2000, algumas iniciativas foram implementadas, aperfeiçoando os seus regulamentos e assegurando maior proteção e acessibilidade aos investidores desse mercado, principalmente àqueles de pequeno porte.² Ao mesmo tempo, aliadas à revolução tecnológica e ao fenômeno da internet (COSTA, 2006), essas

novas regras acabaram induzindo à geração de um ambiente de negociação onde as empresas se viam praticamente obrigadas a aperfeiçoar as suas práticas de trans-parência e governança corporativas.

Com tudo isso, os investidores viram um maior incentivo a investir nas bolsas de valores do país, conduzindo a que se voltassem a ganhar espaço como opção nas carteiras dos investidores nacionais. No entanto, essa euforia teve um freio durante o período eleitoral de 2002, quando os investidores viam como ameaça aos seus ganhos especulativos a possibilidade de o então candidato Lula vir a vencer as eleições. Contudo, mesmo com a sua vitória, a manutenção da política econômica implementada na gestão anterior levou a que rapidamente fosse reestabelecida a confiança dos investidores no mercado acionário nacional, gerando um verdadeiro *boom* durante o seu primeiro mandato (FELTRIN, 2008). Para se ter uma ideia, o mercado de ações saiu de uma movimentação de R\$ 168 bilhões no ano de 2002 e finalizou o primeiro mandato com movimentação de R\$ 530,8 bilhões no final de 2006 (ECONOMÁTICA, 2008).

Em meio a esse *boom* de investimentos nas bolsas de valores, algumas empresas se destacaram, dentre as quais podemos incluir as dos setores de telecomunicações e de energia elétrica. Isso ocorreu porque esses setores, além de estratégicos para a economia nacional, passaram por um abrangente processo de desestatização a partir de meados da década de 1990.³ No setor de energia elétrica, as privatizações se iniciaram em 1996, com a venda das concessionárias de distribuição de energia do estado do Espírito Santo (Escelsa – Espírito Santo Centrais Elétricas S.A.) e do Rio de Janeiro (Light Rio). Daí para frente, esse processo se aprofundou cada vez mais, principalmente nas concessionárias estaduais de distribuição.⁴ Com isso, apesar da forte crise enfrentada pelo setor em 2001,⁵ houve um amplo efeito positivo sobre a distribuição de energia no país, afetando, sobremaneira, a economia nacional (LYRIO; POCHMANN, 2003).

No setor de telecomunicações, em agosto de 1995 uma profunda reforma do aparato legal que regulava o setor permitiu ao governo federal outorgar concessões para exploração de serviços de telecomunicações ao setor privado. No entanto, o marco histórico inicial do seu processo de privatização deu-se com a venda da empresa estatal de telefonia Telebrás (Telecomunicações Brasileiras S.A.) em julho de 1998. A partir daí, o governo federal, por intermédio do Ministério das Comunicações, procurou dividir o território nacional em várias áreas de concessão, de modo a delimitar em que região uma operadora de telefonia estaria autorizada a explorar determinados serviços de telefonia fixa ou móvel. Portanto, o fim do monopólio estatal, aliado ao intenso processo de evolução tecnológica, que culminou na criação

da telefonia celular, da TV a cabo e da internet, levou a que esse setor apresentasse significativas melhorias na sua estrutura (BNDES, 2008).

Logo, de modo geral, fica claro que a maior parte das empresas que fazem parte dos dois setores supracitados acabou sendo afetada por uma avalanche de investimentos privados, principalmente estrangeiros, os quais levaram a que se modernizassem de forma intensiva nos últimos anos, valorizando-as no mercado e, como consequência, tornando-as bem mais atraentes aos olhos dos investidores.

No entanto, apesar de toda a euforia criada em torno dessas empresas e das melhorias e facilidades criadas em torno do mercado de ações, os riscos relacionados a esse mercado continuam sendo altos se comparados a outros tipos de investimentos, já que dependem de uma série de fatores nem sempre previsíveis. Desse modo, os investidores procuram sempre ponderar as elevadas expectativas de retornos associados a esse mercado ao seu elevado nível de risco relativo. Para isso, procuram montar suas carteiras de ações de forma a proporcionar-lhes o maior retorno aliado ao menor risco possível – combinação esta classificada por Silva et al. (2001) como “carteira ótima”.

Nesse sentido, modernas teorias do investimento procuram viabilizar aos investidores a possibilidade de obtenção dessa carteira ótima, o que resulta em consequências positivas não apenas aos investidores, que buscam melhores opções de investimentos, mas também ao crescimento econômico do país. Isso ocorre porque, de acordo com estudos divulgados pelo Banco Mundial, existe um alto grau de correlação positiva entre os indicadores dos mercados acionários e o crescimento econômico, principalmente nos países em desenvolvimento (FARIA, 2006).⁶

Portanto, diante de todo esse contexto, considera-se como sendo de suma importância a realização de estudos que forneçam informações relacionadas ao comportamento do mercado acionário nacional, visando contribuir para seu maior entendimento e, assim, para que investidores se mantenham propensos a investir nesses mercados. Assim, lançando mão de um estudo de caso, este trabalho tem como objetivo determinar a carteira ótima a partir de um conjunto de 21 ações dos setores de energia elétrica e telecomunicações cotadas mensalmente na Bolsa de Valores de São Paulo no período de janeiro de 2003 a dezembro de 2006, expondo os principais atributos que influenciaram nos resultados observados. Esses setores foram escolhidos por sua importância estratégica para a economia do país e pela transformação recente por que passaram no Brasil (privatizações aliadas à regulamentação governamental), tornando as ações de suas empresas bastante atraentes aos investidores. Ademais, o período escolhido para análise (janeiro de 2003 a dezembro de 2006) se justifica pelo fato de coincidir com o primeiro mandato

do governo Lula. Dadas as desconfianças relacionadas à manutenção da rentabilidade do mercado financeiro direcionadas ao seu, até então, possível governo e as transformações por que passaram esses setores durante o período FHC, mostra-se interessante analisar o comportamento desses no intervalo proposto.

Para se alcançar os objetivos pretendidos foi utilizado o modelo de seleção de carteiras de investimento ótimas de Elton e Gruber (1978). Segundo Carvalho e Stefani (2008), com seu modelo os acadêmicos Edwin Elton e Martin Gruber tiveram como principal objetivo facilitar a didática nos cálculos e na composição de uma carteira ótima de investimento. Para Tosta de Sá (1999), além de facilitar extraordinariamente os cálculos necessários à montagem de carteiras ótimas, o modelo leva ao entendimento das razões que permitem ao ativo pertencer ou não a uma carteira ótima. Portanto, a partir da determinação das ações com as quais se pretende estudar, este modelo nos permite montar, de maneira simples, o *portfólio* ótimo a elas associada, especificando, *pari passu*, as razões que levam a cada um desses ativos pertencer ou não à carteira ótima.

No entanto, para se chegar a essas carteiras ótimas de Elton e Gruber foi necessário utilizar como ferramenta auxiliar outro importante modelo, denominado CAPM.⁷ Baseado no modelo de carteira eficiente de Markowitz, este modelo foi desenvolvido por Sharpe (1964), tendo como objetivo estimar, de forma simples e intuitiva, coeficientes que representem o relacionamento entre a rentabilidade esperada de um ativo num mercado em equilíbrio e o seu respectivo risco não diversificável. Desse modo, o modelo acaba fornecendo um bom indicativo para se saber se determinado conjunto de ações deve ou não ser adquirido em razão de se encontrar sub ou superavaliado.

O trabalho foi estruturado em cinco seções, além desta introdução; na segunda são feitas considerações sobre o Modelo de Precificação de Ativos (CAPM) e o modelo de seleção de carteira ótima de Elton e Gruber; na terceira aborda-se a metodologia utilizada; na quarta expõem-se os resultados empíricos e, por fim, na quinta são feitas as considerações finais.

O modelo de escolha da carteira ótima

A fim de se chegar à seleção da carteira ótima pelo modelo Elton e Gruber é necessário utilizar como ferramenta auxiliar o Modelo de Precificação de Ativos de capital. Desse modo, inicialmente iremos explicar do que trata este modelo e como estimá-lo para, em seguida, abordar com maiores detalhes o modelo Elton e Gruber.

O modelo de precificação de ativos de capital (CAPM)

Baseado no modelo de carteira eficiente de Markowitz, o Modelo de Precificação de Ativos de Capital, popularmente conhecido como CAPM, foi desenvolvido por William Sharpe em 1964, tendo como objetivo auxiliar na avaliação correta dos investimentos, assim como na compreensão da relação entre o retorno esperado dos ativos e o seu risco financeiro num mercado em equilíbrio.

Mesmo se baseando numa série de hipóteses consideradas bastante simplificadoras da realidade,⁸ o modelo é tido como uma poderosa ferramenta para se analisar o comportamento dos ativos negociados nos mercados, figurando como um dos pilares da teoria financeira moderna. Isso porque, em sua análise, o modelo procura abstrair um grande número de fatores relacionados ao mundo real e se concentrar apenas naqueles considerados essenciais para a análise, ou seja, nos impactos da rentabilidade e do risco sobre o valor de um ativo no mercado.

Portanto, com base nas suas hipóteses, é possível derivar a equação que descreve o modelo CAPM da seguinte forma. Suponha uma carteira “*i*” formada por dois tipos de investimentos: i) uma carteira de mercado (*M*), que inclui uma combinação de todos os ativos existentes (ações, debêntures, imóveis, objetos de arte, *commodities*, dentre outros) em proporções correspondentes aos seus valores de mercado; ii) um ativo livre de risco (*F*). A taxa esperada de retorno desta carteira $E(R_i)$ será uma combinação da taxa de retorno do ativo sem risco (R_F) mais a taxa de retorno esperada da carteira de mercado $E(R_M)$, tal como pode ser visto na equação:

$$E(R_i) = (1 - w_M)R_F + w_M E(R_M) \quad (1)$$

onde w_M é a proporção do total investido na carteira *M*, ao passo que a variância dessa carteira, que representa a volatilidade de sua rentabilidade, é dada por:

$$\sigma_i^2 = w_M^2 \sigma_M^2 + (1 - w_M)^2 \sigma_F^2 + 2w_M(1 - w_M)\sigma_{MF} \quad (2)$$

onde σ_M e σ_F são, respectivamente, as variâncias dos retornos de *M* e *F* e σ_{MF} é a covariância entre a expectativa do retorno da carteira *M* e do ativo *F*. Como, por definição, o ativo livre de risco (*F*) apresenta uma variância de retorno igual a zero, temos $\sigma_F^2 = \sigma_{MF} = 0$, o que simplifica a equação (2) para seguinte expressão:

$$\sigma_i^2 = w_M^2 \sigma_M^2 \quad \text{ou} \quad \sigma_i = w_M \sigma_M \quad (3)$$

Rearranjando a segunda expressão da equação (3), temos $w_M = \frac{\sigma_i}{\sigma_M}$ e $(1 - w_M) = 1 - \frac{\sigma_i}{\sigma_M}$. Substituindo essas expressões na Equação (1), obteremos a seguinte expressão:

$$E(R_i) = R_F + (\sigma_i / \sigma_M) \cdot [E(R_M) - R_F] \quad (4)$$

Considerando $(\sigma_i / \sigma_M) = \beta$, temos a equação que descreve o modelo CAPM:

$$E(R_i) = R_F + \beta [E(R_M) - R_F] \quad (5)$$

ou, de outra forma,

$$E(R_i) - R_F = \beta [E(R_M) - R_F] \quad (6)$$

onde β é a razão dos desvios-padrão do retorno das carteiras i e M ; $E(R_i) - R_F$ é o prêmio de risco da carteira i ; $E(R_M) - R_F$ é o prêmio de risco do mercado.

Portanto, a equação (6) expressa a taxa de retorno exigida pelo investidor de forma a compensá-lo pelo risco corrido com esse investimento; esta taxa de risco é chamada de “beta” (ou “risco sistemático”). De um modo formal, o coeficiente beta pode ser visto como uma medida da volatilidade do retorno da carteira i (σ_i) com relação à volatilidade do retorno do mercado (σ_M). Já, de um modo mais intuitivo, o beta pode ser interpretado como a sensibilidade do excesso de retorno de um ati-

$[E(R_i) - R_F]$ vo individual em razão das variações do
excesso de retorno do mercado

$[E(R_M) - R_F]$. Nesse sentido, utilizando como base o modelo CAPM, os ativos podem ser classificados da seguinte forma:

- *agressivos*: quando $\beta > 1$, significando dizer que, à medida que o mercado estiver em alta (baixa), o preço do ativo avaliado se elevará (reduzirá) mais que proporcionalmente;
- *neutros*: quando $\beta = 1$, significando que há uma correlação perfeita entre as taxas de retorno do ativo avaliado individual e as taxas de retorno do mercado como um todo;
- *defensivos*: quando $\beta < 1$, significando dizer que, à medida que o mercado estiver em baixa (alta), o preço do ativo avaliado também sofrerá uma baixa (alta) menos que proporcionalmente.

Além disso, vale ainda destacar que em economias estáveis (sem alterações na política econômica do governo, bem como sem bruscas mudanças nas indústrias ou

nas empresas, entre outros) o beta tende a apresentar menores variações no tempo. Portanto, descritos os principais aspectos do modelo CAPM, em seguida detalhamos os procedimentos econométricos necessários à estimação dos seus parâmetros.

Procedimento de estimação do CAPM

A fim de se estimar o coeficiente beta do modelo CAPM, pode-se aplicar o procedimento econométrico dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), analisando a relação existente entre o prêmio de risco do ativo i $[E (R_i) - R_F]$ e o prêmio de risco de mercado $[E (R_M) - R_F]$. Assim, obtém-se a seguinte equação:

$$E(R_i) - R_F = \alpha_i + \beta_i [E(R_M) - R_F] + \varepsilon_i \quad (7)$$

onde α_i e β_i são os parâmetros desta relação e ε_i é definido como o erro estocástico (ou risco diversificável). O coeficiente beta já foi amplamente discutido no item anterior, no entanto α_i e ε_i podem ser interpretados da seguinte forma: i) α_i como a taxa excedente de retorno que o analista financeiro esperaria obter caso o retorno da carteira de mercado fosse igual ao retorno do ativo livre de risco; ii) ε_i como uma medida da opinião do analista acerca de todos os fatores incertos que podem influenciar no retorno do ativo individual, além da influência do mercado.

No que diz respeito a este último item, observa-se que a presença de fatores incertos – crises globais do capitalismo e de flutuações das variáveis econômicas e financeiras, tais como taxa de câmbio, taxa de juros e preços em geral – é uma importante característica dos mercados financeiros e que a evolução nos meios de comunicação leva a que esses fatores se disseminem de forma cada vez mais intensa e rápida nos mercados. Desse modo, os mercados financeiros costumam se caracterizar como bastantes voláteis, no sentido de que são muito sensíveis a rumores, convulsões políticas, mudanças nas políticas monetária e fiscal do governo etc. Isso sugere que a variância dos erros da previsão não é constante, mas varia de um período para outro, ou seja, há uma espécie de autocorrelação na variância dos erros.

Para capturar essa correlação, Engle (1982) desenvolveu o modelo ARCH (Autoregressive Conditionally Heteroskedasticity), o qual considera que a volatilidade de uma série temporal (variância de ε_i num instante t) é uma variável aleatória condicionada pela sua própria variabilidade verificada nos momentos passados ($t - 1$; $t - 2$ etc.).

Já Bollerslev (1986) desenvolveu uma estrutura de parâmetros potencialmente mais parcimoniosa, designada Modelo ARCH Generalizado ou simplesmente

GARCH. Neste a volatilidade da série temporal no instante t será função não somente da sua própria variabilidade verificada nos momentos passados, mas também de variâncias condicionais passadas. A variância condicionada do processo GARCH (p, q) é dada por:

$$\sigma^2 = \omega + \sum_{j=1}^p \alpha_j \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \varepsilon_{t-j}^2 + v. \quad (8)$$

onde

$\sum_{j=1}^p \alpha_j \varepsilon_{t-j}^2$ é o componente autorregressivo dos resíduos quadráticos (parâmetro ARCH);

$\sum_{j=1}^q \beta_j \varepsilon_{t-j}^2$ é o parâmetro do componente autorregressivo da volatilidade (parâmetro GARCH).

Logo, naqueles casos em que os modelos CAPM estimados por MQO apresentaram autocorrelação, alternativamente se deve aplicar a estimativa do modelo CAPM condicional, que incorpora o componente da variância condicional à equação (7), como está expresso na seguinte equação:

$$E(R_i) - r_f = \alpha_i + \beta_i (E(R_M) - r_f) + \omega + \sum_{j=1}^p \alpha_j \varepsilon_{i,t-j}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \varepsilon_{i,t-j}^2 + v_i \quad (9)$$

onde os dois primeiros termos do lado direito representam o CAPM tradicional, ao passo que os três últimos representam a volatilidade condicional da série temporal (σ^2) estimada por um processo GARCH (p, q), por meio do quadrado dos resíduos do CAPM tradicional.

Por fim, vale salientar que as equações (7) e (9) respeitam as premissas do Modelo Clássico de Regressão Linear (MCRL). Descritos os principais aspectos do modelo CAPM, estamos aptos a entender o modelo exposto no item a seguir.

Modelo de seleção de carteira ótima de Elton e Gruber

O modelo de seleção de carteiras de investimentos ótimas foi preconizado pelos professores Edwin Elton e Martin Gruber, tendo como vantagem a facilidade didática nos cálculos de sua montagem. Tal modelo descreve detalhadamente um método que é apropriado quando se aceita o índice de atratividade de Treynor (IA) como a melhor maneira para identificar os ativos que serão selecionados nas carteiras

ótimas. Este índice leva em consideração que os retornos esperados de cada ativo estão relacionados não entre si, mas, sim, com o retorno de um índice único sem risco do mercado acionário, já conhecido como taxa livre de risco (R_F). Desse modo, a atratividade de um ativo está diretamente associada com o seu retorno acima da taxa livre de risco (TOSTA DE SÁ, 1999), ou seja,

$$IA = \frac{E(R_i) - R_F}{\beta_i} \quad (10)$$

onde:

IA = índice de atratividade;

$E(R_i)$ = taxas de retorno esperado do ativo i

; R_F = taxa livre de risco do ativo "F";

β_i = coeficiente beta de cada ativo i .

Portanto, por meio do índice de atratividade, definido na Equação (10), é possível classificar os ativos de acordo com seu grau de atratividade, uma vez que, quanto maior for esse indicador, maior será a sua rentabilidade excedente esperada por unidade de risco sistemático. Em seguida, para selecionar os ativos que formarão a carteira ótima é necessário determinar o ponto único de corte (C^*). Para isso é necessário, primeiramente, classificar os i ativos em ordem decrescente de índice de atratividade para, em seguida, incluir na carteira ótima apenas aqueles ativos cujo IA seja maior do que o C^* . Nesse sentido, para uma carteira contendo i ativos, C_i pode ser visualizado por meio da seguinte expressão:

$$C_i = \frac{\sigma_M^2 \sum_{i=1}^n \frac{E(R_i) - R_F}{\sigma_{\epsilon_i}^2} \beta_i}{1 + \sigma_M^2 \sum_{i=1}^n \frac{\beta_i^2}{\sigma_{\epsilon_i}^2}} \quad (11)$$

onde:

C_i = valores calculados para as carteiras construídas somente com o primeiro (melhor) ativo na escala do I. A. (C_1); em seguida, com os dois primeiros ativos (C_2) etc., até os n primeiros ativos (C_n);

σ_M^2 = variância das taxas de retorno do índice de mercado;

$\sigma_{\epsilon_i}^2$ = variância do movimento dos ativos não associados aos movimentos do índice de mercado (risco diversificável);

β_i = coeficiente beta (variação esperada da taxa de retorno do ativo i para cada variação no retorno da carteira de mercado);

$E(R_i)$ = retorno esperado do ativo i ;

R_F = taxa livre de risco.

Selecionados os ativos que comporão a carteira ótima, o passo seguinte é realizar o cálculo do percentual de recursos a serem investidos em cada um desses ativos, que pode ser feito da seguinte forma:

Calculam-se os Z_i 's para cada um dos ativos que compõem a carteira ótima valendo-se da seguinte equação:

$$Z_i = \frac{R}{\sigma_{\epsilon_i}^2} \left[\frac{E(R_i) - R_F}{\beta_i} - C^* \right] \quad (12)$$

onde C^* é o valor calculado na etapa anterior para o ponto de corte.

Após a determinação dos Z_i 's anteriores, efetuam-se os cálculos dos percentuais ϕ_i 's de recursos a serem investidos em cada um dos ativos que comporão a carteira ótima. A expressão que determina este será:

$$\phi_i = \frac{Z_i}{\sum Z_i} \quad (13)$$

Portanto, dado um determinado grupo com "i" ativos, basta seguir os passos supracitados para se chegar à carteira ótima de Elton e Gruber.

Procedimento metodológico

Entendidos os modelos expostos nas seções anteriores, foi realizada a coleta dos dados necessários para a composição da carteira ótima, estando todos disponíveis nos sites da Corretora Fator (2008) e da Bovespa (2008). Na análise, foram utilizadas as cotações mensais (preço de fechamento) de 21 ações de empresas dos setores de energia elétrica e telecomunicações negociadas na bolsa de valores de São Paulo, bem como a taxa de retorno do índice Bovespa e a taxa de juros *over/ selic*, no período compreendido entre janeiro de 2003 e dezembro de 2006. Referentemente à escolha dos ativos, sendo sete do setor de energia e 14 do de telecomunicações (ver quais são as ações na Tabela 1), foi feita seguindo o seguinte critério de seleção volume de negociações na bolsa, sendo escolhidas aquelas com maior número de movimentações.

Vale salientar que, em relação ao exposto anteriormente, foi preciso adaptar o modelo CAPM para se obter o seu beta, porque, quando o que se objetiva é estudar períodos passados, as taxas de retorno do mercado (R_M) e do ativo i (R_i) já são conhecidas. Assim, no procedimento de estimação do parâmetro, o prêmio de risco do mercado $[E(R_M) - R_F]$ e o prêmio de risco do ativo individual i $[E(R_i) - R_F]$ deixam de se basear em suas expectativas, igualando-se a $[R_M - R_F]$ e $[R_i - R_F]$, ou seja, matematicamente, a Equação 7 fica da seguinte forma:

$$R_i - \bar{r} = \alpha_i + \beta_i [R_M - R_F] + \varepsilon_i \quad (14)$$

onde as taxas de retorno mensal (R_i) das 21 ações foram calculadas subtraindo-se o preço de fechamento das ações no mês $(t - 1)$ pelo do mês subsequente (t) , dividindo-se, posteriormente, a diferença pelo preço da ação no mês $(t - 1)$. Ademais, foram também incorporados aos retornos os dividendos pagos pela ação aos seus acionistas.

Toda essa sistemática pôde ser calculada como segue:

$$R_i^t = \left[\frac{P_i^t - P_i^{t-1} + D_i^t}{P_i^{t-1}} \right] 100 \quad (15)$$

onde:

- R_i^t = taxa de retorno da ação i no período t ;
- P_i^t = preço de fechamento da ação i no período t ;
- P_i^{t-1} = preço de fechamento da ação i no período $t - 1$;
- D_i^{t-1} = dividendos pagos pela ação i no período $t - 1$.

Portanto, as taxas de retorno R_i^t refletem os efeitos combinados das mudanças nos valores dos preços das ações e dos fluxos de caixa proporcionados pelos dividendos. Além disso, foram utilizadas para o período avaliado: i) a taxa de retorno do índice Bovespa como o índice representativo do mercado de capitais brasileiro (R_M), igual a 3,09% ao mês; ii) a média aritmética da taxa de juros *over/relíc* como taxa livre de risco (R_F), igual a 1,53% ao mês.

Após todo esse procedimento, foi possível estimar os betas para os diferentes ativos (β_i) e, assim, verificar os ativos que se encontravam subavaliados (bons para compra) ou sobreavaliados (bons para venda). Para tal, foi necessário calcular a taxa de retorno requerida pelo mercado (R_i), utilizando o beta estimado (β_i) e mantendo as demais variáveis, tal qual a Equação 5, como segue:

$$R_i = R_F + \beta [R_M - R_F] \quad (16)$$

e, em seguida, compará-la à taxa de retorno de mercado (R_M). Se $R_i > R_M$, é porque o ativo i está avaliado acima do valor de mercado (sobreavaliada). Neste caso o investidor deve vender a ação, pois espera-se que tenha uma redução de preços de modo a se ajustar ao seu valor intrínseco de mercado. Já, se $R_i < R_M$, é porque o ativo i está avaliado abaixo do valor de mercado (subavaliada), caso em que o investidor deve comprar a ação.

Portanto, encontrados todos esses dados, foram seguidos os demais procedimentos já descritos, a fim de se chegar aos ativos que compõem uma carteira ótima, ou seja, foram mensurados o índice de atratividade e o ponto de corte para, enfim, serem identificados os ativos para compor a carteira proposta. Portanto, entendidos os modelos e dados os valores, vamos aos resultados empíricos.

Resultados empíricos

As estimações dos parâmetros dos modelos CAPM das 14 ações das empresas do setor de telecomunicações e sete do setor de energia foram, primeiramente, realizadas pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO). Em seguida, foram realizados os seguintes testes para se detectar a presença de autocorrelação: i) teste de multiplicador de Lagrange para resíduo ARCH (ARCH LM test), que indica se há heterocedasticidade condicional; ii) teste de Breush-Godfrey de multiplicadores de Lagrange (BG LM), que indica se os resíduos são serialmente correlacionados. Os modelos em que este problema foi detectado foram reestimados incorporando na análise o componente da variância condicional. Desse modo, dos 21 ativos em análise, 17 foram estimados via CAPM tradicional, e cinco, via CAPM condicional (Tab. 1).

Com relação à significância estatística, observa-se na Tabela 1 que todos os betas foram estatisticamente significantes no nível de 5% – (1,96), de acordo com os resultados do teste T-student. Além disso, verificou-se que o coeficiente de determinação (R^2) da regressão para todas as 21 estimações encontra-se abaixo de 50%. Esse fato sugere que as ações são também influenciadas por outros fatores não considerados no modelo, dentre os quais Ross (1976) destaca a gestão das empresas.

Tabela 1 - Estimação do coeficiente beta, p-value e R²

Setor de energia					
Empresas/Ações	Método de estimação	Betas (β_i)	R ²	T-student	P-valor
AS ELPA	ML GARCH (1,1)	2,4974	0,17	4,6030	0,0000
Cemig ON	MQO	0,8651	0,43	5,9660	0,0000
Cemig PN	MQO	0,9651	0,43	5,8800	0,0000
Cesp ON	ML GARCH (1,1)	1,4440	0,34	5,6090	0,0000
Copel PNA	MQO	1,0017	0,36	5,0860	0,0000
Eletrobrás PNB	MQO	1,3818	0,39	5,3990	0,0000
Tran Paulista PN	MQO	0,9545	0,30	4,4076	0,0001
Setor de telecomunicações					
Empresas/Ações	Estimação	Betas	R ²	T-student	P-valor
Brasil T PAR ON	MQO	0,9204	0,19	3,2940	0,0019
Brasil T PAR PN	MQO	0,6360	0,24	3,7712	0,0005
Brasil TELECOM PN	MQO	0,8333	0,32	4,6772	0,0000
Embratel PAR ON	MQO	1,2651	0,23	3,6923	0,0000
Embratel PAR PN	MQO	0,7369	0,13	2,6247	0,0117
Telemar NL PNA	MQO	0,9524	0,38	5,2583	0,0000
Telemar ON	MQO	0,8621	0,13	2,6316	0,0115
Telemar PN	MQO	0,8281	0,38	5,2763	0,0000
Telemig PART ON	MQO	0,5039	0,09	2,1269	0,0388
Telenorte CL PN	ML GARCH (1,1)	0,7584	0,21	4,5833	0,0000
Telesp ON	MQO	0,6295	0,24	3,9068	0,0003
Telesp PN	ML GARCH (1,1)	0,4861	0,16	3,5016	0,0005
TIM PART AS ON	MQO	1,2124	0,25	3,9616	0,0003
TIM PART AS PN	MQO	1,1474	0,34	4,8205	0,0000

Fonte: Elaborada pelos autores.

De mais a mais, verifica-se que: i) sete ações, sendo quatro do setor de energia e três do de telecomunicações, podem ser consideradas agressivas (obteve $\beta > 1$); ii) 14 ações, sendo três do setor de energia e 11 do de telecomunicações, podem ser consideradas como defensivas (obteve $\beta < 1$), ou seja, a maior parte das ações do setor energético é agressiva, enquanto as do setor de telecomunicações são defensivas. Provavelmente, no setor de energia isso ocorra pelo fato de a matriz energética brasileira se basear, predominantemente, i) em hidroelétricas, tornando o setor bastante dependente dos “humores da natureza” (por exemplo, um prolongado período de seca pode acarretar *déficit* na oferta de energia no país); ii) na geração e transmissão de energia via estado, por intermédio da Eletrobrás (Centrais Elétricas Brasileiras S. A.), tornando o setor bastante dependente dos “humores políticos”. Enquanto isso, apesar de fortemente regulamentado pelo governo, as relações de dependência do setor de telecomunicações com governo e fatores naturais são relativamente reduzidas, tornando suas firmas menos alheias a incertezas, o que acaba se refletindo na característica dessas ações no mercado.

Tabela 2 - Rentabilidade mensal (%) e desvio-padrão para as ações selecionadas (jan. 2003 a dez. 2006)

Empresas/Ações	Setor	Rentabilidade (R_i)	Desvio-padrão
AES ELPA ON	Energia	9,4522	36,2037
TIM PART SA ON	Telecomunicações	5,1218	13,2759
TRAN PAULIST PN	Energia	4,2908	9,3948
Cemig PN	Energia	3,6688	7,1203
Cemig ON	Energia	3,6172	6,2908
Telemar ON	Telecomunicações	3,3391	14,2116
Cesp ON	Energia	3,2579	12,1345
Telesp ON	Telecomunicações	3,0292	6,9897
TIM PART SA PN	Telecomunicações	2,9878	10,3253
Brasil T PAR ON	Telecomunicações	2,9062	12,1213
Embratel PAR PN	Telecomunicações	2,5000	12,1794
Eletrobrás PNB	Energia	2,7299	11,1038
Embratel PAR ON	Telecomunicações	2,4512	14,8636
Copel PNA	Energia	2,4385	8,5450
Telesp PN	Telecomunicações	2,2849	7,0839
Telemig PART ON	Telecomunicações	2,0328	10,2786
Telenort CL PN	Telecomunicações	1,1611	12,0888
Telemar PN	Telecomunicações	1,0484	6,8087
Telemar NL PNA	Telecomunicações	0,7749	7,8572
Brasil T PAR PN	Telecomunicações	0,4739	7,3151
Brasil Telec PN	Telecomunicações	0,2842	7,7290

Fonte: Elaborada pelos autores.

No que diz respeito às ações agressivas, sabe-se que tendem a variar mais que proporcionalmente aos retornos de mercado. Desse modo, como o mercado no período analisado apresentou um retorno médio positivo ($R_M = 3,09\%$), é de se esperar que os ativos mais agressivos, ou seja, aqueles do setor de energia, apresentem um maior retorno relativo. Nesse sentido, a Tabela 2 mostra que, de fato, i) dentre as cinco ações que apresentaram maior rentabilidade média mensal, quatro fazem parte do setor energético; ii) as sete empresas com menor rentabilidade são do setor de telecomunicações. No entanto, quando nos referimos aos desvios-padrão, não é observada tendência alguma (maior ou menor variabilidade) relacionada aos diferentes setores da economia (Tab. 2). Adicionalmente, dentre as 21 ações analisadas, é possível destacar a AES Elpa ON, que, além de liderar o *ranking* da rentabilidade média mensal, proporcionou a maior variabilidade das taxas de retorno de suas ações, apresentando um desvio-padrão de 36,20%.

Tabela 3 - Avaliação das ações das empresas através do modelo CAPM

Empresas/Ações	Betas (β)	R_F % ¹	R_M % ²	R_i % ³	Avaliação
AES ELPA ON	2,4974	1,53	3,09	5,4363	$R_i > R_M \rightarrow vende$
TIM PART AS ON	1,2124	1,53	3,09	3,4254	$R_i > R_M \rightarrow vende$
Tran Paulist PN	0,9545	1,53	3,09	3,0219	$R_i < R_M \rightarrow compra$
Cemig ON	0,8651	1,53	3,09	2,8820	$R_i < R_M \rightarrow compra$
Telesp ON	0,6294	1,53	3,09	2,5132	$R_i < R_M \rightarrow compra$
Cemig PN	0,9651	1,53	3,09	3,0385	$R_i < R_M \rightarrow compra$
Telemar ON	0,8621	1,53	3,09	2,8772	$R_i < R_M \rightarrow compra$
Telesp PN	0,4861	1,53	3,09	2,2888	$R_i < R_M \rightarrow compra$
Brasil T PAR ON	0,9204	1,53	3,09	2,9684	$R_i < R_M \rightarrow compra$
Embratel PAR PN	0,7369	1,53	3,09	2,6813	$R_i < R_M \rightarrow compra$
TIM PART AS PN	1,1474	1,53	3,09	3,3236	$R_i > R_M \rightarrow vende$
Cesp ON	1,4440	1,53	3,09	3,7878	$R_i > R_M \rightarrow vende$
Telemig PART ON	0,5039	1,53	3,09	2,7149	$R_i < R_M \rightarrow compra$
Copel PNA	1,0017	1,53	3,09	3,0957	$R_i > R_M \rightarrow vende$
Eletrobrás PNB	1,3818	1,53	3,09	3,6906	$R_i > R_M \rightarrow vende$
Embratel PAR ON	1,2651	1,53	3,09	3,5079	$R_i > R_M \rightarrow vende$
Telenort CL PN	0,7584	1,53	3,09	2,7149	$R_i < R_M \rightarrow compra$
Telemar PN	0,8281	1,53	3,09	2,8240	$R_i < R_M \rightarrow compra$
Telemar NL PNA	0,9524	1,53	3,09	3,0185	$R_i < R_M \rightarrow compra$
Brasil Telec PN	0,8333	1,53	3,09	2,8322	$R_i < R_M \rightarrow compra$
Brasil T PAR PN	0,6360	1,53	3,09	2,5235	$R_i < R_M \rightarrow compra$

Fonte: Elaborada pelos autores.

1 A nomenclatura utilizada é conhecida como a "taxa livre de risco".

2 Taxa de retorno oferecido pelo mercado: valor calculado a partir da média aritmética das taxas de retorno do Ibovespa no período considerado.

3 Taxa de retorno requerida pelo mercado (ver Equação 16).

Com base nos parâmetros descritos nas tabelas 1 e 2, é possível identificar, utilizando o modelo CAPM, quais ativos se encontram subavaliados (boa para compra) ou sobreavaliados (boa para venda). Desse modo, os resultados do modelo CAPM encontram-se dispostos na Tabela 3, onde se percebe que, no caso daquelas ações consideradas defensivas, as taxas de retorno requeridas pelo mercado (R_i) encontram-se abaixo das taxas por ele oferecidas ($R_M = 3,09\%$), apresentando-se

como uma boa oportunidade para que os agentes financeiros venham a comprar essas ações. Por exemplo, na Tabela 3 vê-se que as ações da Cemig ON no período considerado acarretaram um $\beta < 1$ e uma taxa de rentabilidade requerida pelo mercado em torno de 2,88%, ou seja, abaixo da taxa de rentabilidade do mercado. Isso significa dizer que este ativo se encontra subavaliado, podendo ser comprado a qualquer instante, já que é de se esperar que haja uma elevação nos seus preços. O raciocínio inverso se aplica àquelas ações que possuem coeficientes beta acima da unidade. Como a maior parte dos ativos analisados (14 dentre as 21) é defensiva, supõe-se que os acionistas deveriam, preferencialmente, demandá-los ao invés de ofertá-los no mercado, principalmente se tratando do setor de telecomunicações, onde grande parte dos ativos estudados (11 dentre 14) teve seu $\beta < 1$, podendo-se, desse modo, supor que este setor se apresentava relativamente atraente.

Tabela 4 - Determinação do índice de atratividade (IA)

Empresas/Ações	Rentabilidade (R_i)	Retorno excessivo ($R_i - R_F$)	Risco diversificável ($\sigma_{\epsilon_i}^2$)	Betas ou risco sistemático (β_i)	Índice de atratividade ($\frac{R_i - R_F}{\sigma_{\epsilon_i}}$)
AES ELPA ON	9,4522	7,9240	1.310,7076	2,4973	3,17297
TIM PART SA ON	5,1218	3,5936	176,2507	1,2123	2,96416
Tran Paulist PN	4,2908	2,7627	88,2618	0,9545	2,89434
Cemig ON	3,6172	2,0891	39,5736	0,8651	2,41477
Telesp ON	3,0292	1,5011	48,8557	0,6294	2,38469
Cemig PN	3,6688	2,1406	50,6981	0,9651	2,21798
Telemar ON	3,3391	1,8109	201,9695	0,8620	2,10067
Telesp PN	2,2849	0,7568	50,1819	0,4861	1,55685
Brasil T PAR ON	0,4739	1,3781	53,5101	0,9203	1,49729
Embratel PAR PN	2,5000	0,9718	148,3389	0,7368	1,31885
TIM PART SA PN	2,9878	1,4597	106,6122	1,1473	1,27229
Cesp ON N1	3,2579	1,7297	147,2453	1,4439	1,19791
Telemig PART ON	2,0328	0,5047	105,6500	0,5039	1,00151
Copel PNA	2,4385	0,9104	73,0177	1,0017	0,90881
Eletróbás PNB	2,7299	1,2018	123,2939	1,3818	0,86969
Embratel PAR ON	2,4512	0,9230	220,9276	1,2650	0,72963
Telenort CL PN	1,1611	-0,3670	146,1392	0,7583	-0,48403
Telemar PN	1,0484	-0,4797	46,3588	0,8281	-0,57933
Telemar NL PNA	0,7749	-0,7532	61,7350	0,9523	-0,79085
Brasil Telec PN	0,2842	-1,2439	59,7374	0,8332	-1,49277
Brasil T PAR PN	0,4739	-1,0542	53,5101	0,6360	-1,65742

Fonte: Elaborada pelos autores.

Contudo, analisando a Tabela 4, onde estão presentes os índices de atratividade de cada ação e os respectivos parâmetros necessários para seus cálculos, podem-se destacar os seguintes fatos: i) quatro dentre os seis ativos de melhor IA fazem parte do setor de energia elétrica; ii) os seis ativos com piores IA fazem parte do setor de telecomunicações. Desse modo, quando se levam em consideração os riscos sistemáticos de cada ativo, é possível afirmar, de um modo geral, que o setor

de energia é relativamente mais atraente que o de telecomunicações, já que grande parte de seus ativos analisados apresenta uma melhor rentabilidade excedente esperada por unidade de risco sistemático.

No entanto, para definir quais ações farão parte da carteira ótima, além do índice de atratividade, é preciso encontrar os pontos de corte (C^*) de cada ativo, em que, se $IA > C^*$, o ativo fará parte da carteira ótima; enquanto se $IA < C^*$, o ativo não fará parte da carteira ótima. Nesse sentido, na Tabela 5 estão disponíveis os pontos de cortes (C^*) das diferentes ações e os respectivos parâmetros necessários para seus cálculos. Pautando-se pelos resultados encontrados nas tabelas anteriores, observa-se que apenas sete das 21 ações inicialmente analisadas irão compor a carteira ótima, das quais quatro fazem parte do setor de energia, e apenas três, do setor de telecomunicações. Dado o maior número de ativos analisados do setor de telecomunicações (14 dos 21 estudados), é, de certo modo, surpreendente a maior quantidade relativa de ativos do setor de energia na carteira ótima.

Tabela 5 - Determinação do Ponto de Corte (C^*)

Empresas/Ações	Índice de atratividade $\frac{R_i - R_F}{\beta_i}$	$\frac{(R_i - R_F)}{\sigma_{\epsilon_i}}$	$\frac{\beta_i}{\sigma_{\epsilon_i}}$	$\Sigma \frac{(R_i - R_F)}{\sigma_{\epsilon_i}}$	$\Sigma \frac{\beta_i}{\sigma_{\epsilon_i}}$	Ponto de corte (C^*)
AES ELPA ON	3,17297	0,01510	0,00476	0,01510		0,50975
TIM PART SA ON	2,96416	0,02472		0,03982		1,04899
Tran Paulist PN	2,89434	0,02988		0,06969		1,44354
Cemig ON	2,41477	0,04567		0,11537		1,71692
Telesp ON	2,38469	0,01934		0,13471		1,78883
Cemig PN	2,21798	0,04075		0,17546		1,87300
Telemar ON	2,10067	0,00773		0,18319		1,88161
Telesp PN	1,55685	0,00733		0,19052		1,86662
Brasil T PAR ON	1,49729	0,00863		0,19915		1,84688
Embratel PAR PN	1,31885	0,00483		0,20398		1,82954
TIM PART SA PN	1,27229	0,01571		0,21969		1,77398
Cesp ON	1,19791	0,01696		0,23665		1,71487
Telemig PART ON	1,00151	0,00241		0,23906		1,70266
Copel PNA	0,90881	0,01249		0,25154		1,63189
Eletróbrás PNB	0,86969	0,01347		0,26501		1,56230
Embratel PAR ON	0,72963	0,00529		0,27030		1,52819
Telenorte CL PN	-0,36704	-0,00190		0,22272		1,37570
Telemar PN	-0,57933	-0,00857		0,25983		1,32832
Telemar NL PNA	-0,79085	-0,01161		0,24821		1,18027
Brasil TELECOM PN	-1,49277	-0,01735		0,23085		1,04026
Brasil T PAR PN	-1,65742	-0,01253		0,21832		0,95139

Fonte: Elaborada pelos autores.

Ademais, utilizando as expressões (12) e (13), respectivamente, foi possível definir a composição da carteira ótima, ou seja, o percentual dos recursos a serem alocados em cada uma das ações. A Tabela 6 expõe os resultados dos $Z_{i's}$ e dos $\varphi_{i's}$ obtidos com os cálculos. Nela se observa que, além de possuir maior quantidade absoluta de ativos na carteira ótima, o setor de energia também se sobressai por ocupar a maior parcela na carteira (71,7% contra apenas 28,3% nas telecomunicações). Dentre os ativos, cabe um destaque especial para a Cemig, cujas duas ações (Cemig ON e PN) corresponderam, sozinhas, a quase 50% de todo o *portfólio*. Gráficamente fica mais fácil visualizar os percentuais a serem alocados em cada uma das ações individualmente (Fig. 1).

Portanto, posto que no Brasil o setor de energia é visto como um setor estratégico ao desenvolvimento econômico e, em relação ao setor de telecomunicações, é mais sensível aos fatores naturais e políticos, já no início do primeiro governo Lula vinha recebendo especial atenção, pois acabara de sofrer um grave racionamento. Isso, aliado à ausência de grandes perturbações negativas, levou a que os preços dos ativos desse setor se recuperassem consideravelmente nas bolsas nacionais durante o período analisado, explicando, assim, em boa parte o seu bom desempenho relativo. Ao mesmo tempo, os ativos do setor de telecomunicações, apesar de se caracterizarem como sendo mais seguros ($\beta < 1$), acabaram apresentando um desempenho mais tímido, dado o contexto relativamente tranquilo do primeiro governo Lula.

Tabela 6 - Cálculos necessários para a composição da carteira ótima

Empresas/Ações	Z _{i's}	Percentual à serem aplicado (φ_i)
Setor de energia		
Cemig ON	0,045525	24,91
Cemig PN	0,040600	22,21
Tran Paulist PN	0,029841	16,33
AES Elpa ON	0,015091	8,26
Setor de telecomunicações		
TIM PART SA ON	0,024696	13,51
Telesp ON	0,019312	10,57
Telemar ON	0,007723	4,23
Total	$\sum Z_i = 0,1827844$	$\sum \varphi_i = 100\%$

Fonte: Elaborada pelos autores.

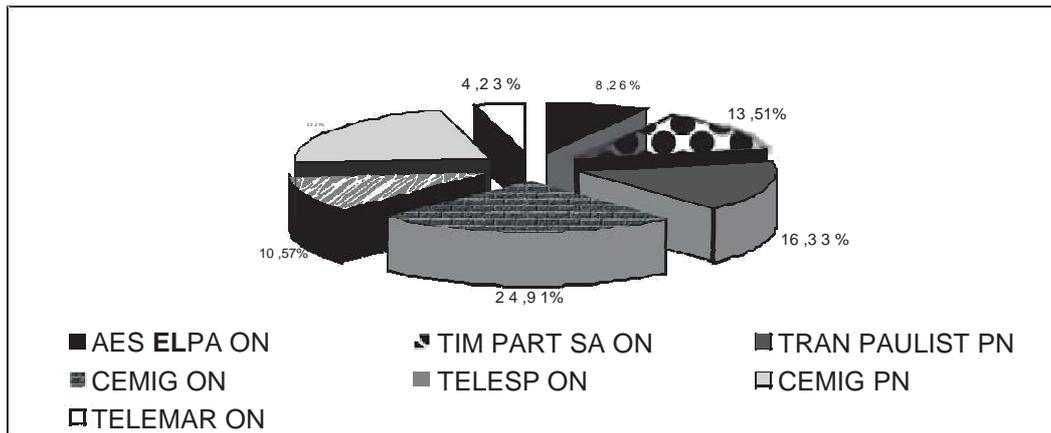


Figura 1 - Percentuais a Serem Alocados na Carteira Ótima

Por fim, vale destacar que, dentro do conjunto das 21 ações avaliadas, i) qualquer combinação de ações e de percentuais aplicada diferentemente daquela da carteira ótima selecionada apresentará um desempenho inferior em termos de risco e de retorno (SILVA et al., 2001); ii) a composição da carteira está de acordo com a teoria de Markowitz, a qual descreve que ao diversificar sua carteira o investidor minimiza o risco.

Considerações finais

De modo geral, dado o grande crescimento da importância das bolsas de valores no país e as profundas mudanças ocorridas nos setores de energia elétrica e telecomunicações no país nos últimos anos, este trabalho teve como objetivo selecionar uma carteira ótima durante o primeiro mandato do governo Lula. Para tal, foram selecionadas 21 ações desses setores, sendo sete do de energia e 14 do de telecomunicações, cotadas na Bovespa entre janeiro de 2003 e dezembro de 2006, e, utilizando os modelos CAPM Elton e Gruber, foi estimada uma carteira ótima, relacionando os resultados encontrados ao contexto no qual esses setores se inseriam no país no período de análise.

Por meio do Modelo CAPM foram calculadas as taxas de retorno ajustadas ao risco dos diferentes ativos. Com isso, foi possível demonstrar que a maior parte dos ativos analisados (14 dentre as 21) estava subavaliada no período proposto e que, desse modo, encontrava-se com um bom preço para compra por parte dos investidores, pois era de se esperar que seus preços se elevassem de modo a se ajustar ao

seu valor de mercado. Vale ainda salientar que, dentre os 14 ativos subavaliados, 11 eram do setor de telecomunicações, podendo, desse modo, supor-se que esse setor se apresentava relativamente atraente. Contudo, aplicando o modelo Elton e Gruber, percebeu-se que os ativos considerados mais agressivos, predominantemente os do setor de energia, apresentam uma melhor rentabilidade esperada por unidade de risco sistemático, ocupando, desse modo, um maior espaço na carteira ótima. Portanto, no período analisado podemos concluir que esse setor se mostrou relativamente mais atraente que o das telecomunicações.

Ademais, vale destacar que, quando se compara a carteira ótima obtida neste trabalho com a carteira ótima obtida pelos índices de energia elétrica (IEE) e telecomunicações (ITEL) da Bovespa para o quadrimestre de maio/agosto de 2007, são bastante semelhantes (seis das sete ações coincidem). Apesar de se tratar de períodos distintos, esta “coincidência” sugere que o modelo desenvolvido por Elton e Gruber se mostra interessante tecnicamente na formulação do *portfólio* ótimo.

Por fim, fica como sugestão para análises futuras um aumento do número de empresas e setores a serem analisados. Assumindo-se esses prováveis pontos falhos, espera-se estar contribuindo para o desenvolvimento de novos trabalhos que venham superá-lo, ampliando, assim, o conhecimento geral sobre o tema.

Investment portfolio estimation: a study about electrical energy and telecommunications sections during the first Lula's government

Abstract

This article has the purpose to select an optimal portfolio based on Elton and Gruber's Model for the Electric Power and Telecommunications sectors, using a set of 21 preferred and ordinary shares for the period of 2003, January to 2006, December quoted monthly at the São Paulo Stock Exchange (Bovespa). To reach this objective, the beta coefficients were estimated by the CAPM model. These estimates were accomplished using the Ordinary Least Squares Method (OLS), and the Maximum Likelihood GARCH (1,1), when the errors terms didn't have constant variance and autocorrelation. The results point the formulations of an optimal portfolio indicate for a portfolio composed by seven shares.

Key words: Optimal portfolio. CAPM. Bovespa.

Estimación de Carteras de Inversión: un estudio en sectores del electricidad y telecomunicaciones durante el primer gobierno de Lula

Resumen

Este trabajo es destinado a seleccionar un modelo de cartera óptima de Elton y Gruber para los sectores de electricidad y telecomunicaciones, utilizando un conjunto de 21 acciones comunes y preferentes en el periodo enero del 2003 y diciembre 2006, que se enumeran mensualmente en el Mercado de Valores de Sao Paulo (Bovespa). Para su desarrollo se estimó coeficientes de las versiones beta de CAPM. Estas estimaciones se hicieron utilizando los métodos de mínimos cuadrados (MCO) y máxima verosimilitud GARCH (1,1) de las estimaciones que no tienen varianza constante y no autocorrelación. Los resultados del modelo propuesto para la formulación de la cartera óptima para mostrar una cartera de siete ativos.

Palabras clave: Cartera óptima. CAPM. Bovespa.

Classificação JEL: C13, G11.

Notas

- ¹ A título de exemplo, o número de companhias listadas na Bovespa tinha caído de 550 em 1996 para 440 em 2001. O volume negociado após atingir US\$ 191 bilhões em 1997, recuara para US\$ 101 bilhões em 2000 e US\$ 65 bilhões em 2001. Além disso, muitas companhias fechavam o capital e poucas abriam (CVM, 2008).
- ² Dentre as principais ações governamentais destacam-se: i) a reforma da Lei das Sociedades Anônimas em 2001, empreendida pela lei nº 10.303, de 31 de outubro. As alterações ocorridas tocavam em alguns temas fundamentais do direito societário, em especial no que diz respeito às companhias abertas; ii) a criação, pela Bovespa, do *Novo Mercado*, como um segmento especial de listagem de companhias que se comprometeriam voluntariamente a adotar as boas práticas de governança corporativa; iii) a retirada da CPMF sobre as transações com ações, já que este imposto estava causando uma transferência brutal de liquidez da Bovespa para a Bolsa de Nova York; iv) a promoção da cultura do investimento no mercado de ações, ao criar condições para que milhares de trabalhadores virassem acionistas da Companhia Vale do Rio Doce e da Petrobras, utilizando, para isso, recursos do FGTS. Adicionalmente, ainda podemos destacar como fatores decisivos para o fortalecimento do mercado de ações nos últimos anos no Brasil: i) as políticas macroeconômicas implementadas, com a manutenção da estabilização monetária, o equilíbrio no balanço de pagamentos e a adoção do câmbio flutuante, resultando em maior confiança dos investidores externos no país; ii) a fusão das bolsas de São Paulo e do Rio de Janeiro no final de 1999, eliminando obstáculos internos para o desenvolvimento das bolsas de valores nacionais e agregando maior liquidez aos mercados, a partir da criação de mercados especializados (maiores detalhes ver CVM, 2008).
- ³ É importante salientar que, mesmo detidos por instituições privadas, esses setores se mantiveram sob a dependência de um marco regulatório, por se caracterizarem como estratégicos para o crescimento do país. Nesse sentido, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) atuam na fixação dos preços e na garantia de qualidade da provisão do serviço desses setores à população.
- ⁴ No Brasil, pode-se subdividir o setor de energia elétrica em basicamente três tipos: geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Enquanto o primeiro está, praticamente, sob o total controle da iniciativa privada, a geração e a transmissão continuam nas mãos do Estado, por intermédio da Eletrobras (Centrais Elétricas Brasileiras S.A.). Isso se deve basicamente ao desinteresse da iniciativa privada em fazer investimentos de muito longo prazo de maturação e que oferecem rendimentos apenas moderados (maiores detalhes, ver DIEESE, 2006).
- ⁵ Em 2001, houve no Brasil uma crise de abastecimento de energia elétrica, que acabou deixando o país numa difícil situação. Essa crise, que inclusive resultou entre junho de 2001 e março de 2002 num racionamento, foi fruto de uma situação hidrológica crítica que culminou num desequilíbrio entre oferta e demanda de energia no país, resultando em déficit (VIANA, 2008).
- ⁶ Segundo a Bovespa (2008), inúmeras razões podem ser apontadas para explicar tal relação, dentre as quais se destacam: (i) o incentivo à formação da poupança interna de longo prazo, ao carregar recursos dos poupadores e disponibilizá-los para o uso dos investidores; (ii) o estímulo para que o mercado se torne cada vez mais eficiente, ao premiar o uso eficiente dos recursos; (iii) a contribuição decisiva para a saúde financeira das empresas, ajudando, assim, na geração de empregos e elevação da produtividade econômica local; (iv) a atração de capital externo.
- ⁷ O nome CAPM vem das iniciais de *Capital Asset Pricing Model*.
- ⁸ Dentre as suas principais hipóteses, Damodaran (1998) destaca as seguintes: i) ausência de custos de transação, levando a que os impostos e taxas inexistam; ii) ausência de informação confidencial, levando a que não haja ativos subavaliados ou sobreavaliados no mercado; iii) para qualquer nível de risco dado, os investidores preferem maiores a menores taxas de retorno; iv) a decisão dos investidores baseia-se unicamente nos retornos esperados e no risco; v) os investidores estimam o risco em função da variabilidade das taxas de retorno estimadas; vi) existência de um ativo livre de risco

"F", onde os investidores podem emprestar e tomar emprestado a uma única taxa " R_F ", visando chegar a alocações ótimas; vii) os investidores ajustam a decisão de alocação às preferências de risco, decidindo, dessa forma, quanto investirão em ativos livres de risco ou ativos arriscados, tal como uma carteira de mercado.

⁹ Maiores detalhes, ler a nota de rodapé número 4.

¹⁰ Maiores detalhes, ler nota de rodapé número 5.

Referências

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. *Privatizações federais: telecomunicações*. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/privatizacao/resultados/federais/telecomunicacoes/fedtelec.asp>>. Acesso em: abr. 2008.

BOLLERSLEV, T. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, n. 31, p. 307-327, 1986.

BOVESPA – Bolsa de Valores de São Paulo. Disponível em: <www.bovespa.com.br>. Acesso em: out. 2008.

_____. *A importância do mercado de ações para o desenvolvimento da economia e do país*. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.conexaodinheiro.com/mercados/a-importancia-do-mercado-de-acoes-para-o-desenvolvimento-da-economia-e-do-pais>>. Acesso em: abr. 2010.

CARVALHO, D. de; STEFANI, R. J. O modelo CAPM e o modelo de Elton e Gruber para a composição da carteira de investimento. *Integração*, Brasília, v. 1, 2008.

COSTA, R. T. *Mercado de capitais: uma trajetória de 50 anos*. São Paulo: Imprensa Oficial do Est., 2006.

CVM – Comissão de Valores Mobiliários. *História do mercado de capitais do Brasil*. Disponível em: <<http://www.portaldoinvestidor.gov.br/Acad%3%AAmico/EntendendooMercadodeValoresMobili%3%A1rios/Hist%3%B3riadoMercadodeCapitaisdoBrasil/tabid/94/Default.aspx>>. Acesso em: abr. 2008.

DAMODARAN, A. *Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para determinação do valor de qualquer ativo*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

DIEESE – Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. Perfil ocupacional dos empregados do setor de energia elétrica no Brasil: 1998-2004. *Estudos e Pesquisas*, ano 3, n. 28, dez. 2006.

ECONOMÁTICA. Disponível em: <<http://www.economica.com.br>>. Acesso em: março de 2008.

EDWIN, J. E.; GRUBER, M. J. Optimal portfolio from simple ranking devices analysis. *The Journal of Portfolio Management*, New York, v. 4, n. 4, 1978. p. 15-19, 1978.

ENGLE, R. F. Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, n. 50, 1982. p. 987-1008, 1982.

FARIA, J. C. D. De. *A importância do mercado de ações para o desenvolvimento econômico sustentável brasileiro*. Monografia da Faculdade de Direito da UNESP. VI concurso de mo-

- nografia CVM (2º lugar), 2006. Disponível em: <<http://www.cvm.gov.br/port/protiniv/programa.asp>>. Acesso em: abr. 2010.
- FATOR CORRETORA. Disponível em: <www.fatorcorretora.com.br>. Acesso em: mar. 2008.
- FELTRIN, L. Gráfico conta história do mercado de ações. *Gazeta Mercantil*, 2008. Disponível em: <<http://clipping.planejamento.gov.br/Noticias.asp?NOTCod=415276>>. Acesso em: abr. 2008.
- LYRIO, P. M.; POCHMANN, M. Evolução recente do trabalho no setor energético brasileiro. In: CONGRESSO INTERNO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP, XI, 2003. *Anais...*
- ROSS, S. The arbitrage theory of capital asset pricing. *Journal of Economic Theory*, n. 13, p. 341-360, 1976.
- SHARPE, W. F. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. *Journal of Finance*, v. 19, p. 425-442, 1964.
- SILVA, W. V.; SAMOHY, R. W.; COSTA, L. S. Formulação e gerenciamento de carteiras com base nos modelos CAPM e de Elton e Gruber. *Teoria e Evidência Econômica*, Passo Fundo, v. 9, n. 17, nov. 2001.
- TOSTA de SÁ, G. *Administração de investimentos*. Teoria de carteiras e gerenciamento do risco. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.
- VIANA, L. F. L. As Associações setoriais e um passeio pela história da energia elétrica no Brasil. Disponível em: <<http://www.apine.com.br/Sistema/Documentos/ArtigosApi-ne/07%20-%20CE%20-%2005-10-04%20-%20As%20Associa%C3%A7%C3%B5es%20Setoriais%20e%20um%20passeio%20pela%20Hist%C3%B3ria%20da%20Energia%20El%C3%A9trica%20no%20Brasil.htm>>. Acesso em: abr. 2008.