

UMA ILUSTRAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO APT PARA CARTEIRAS DE AÇÕES DE VALOR E DE CRESCIMENTO BRASILEIRAS ¹

Ricardo Pereira Camara Leal ¹

Caixa Postal 68514 - Cidade Universitária

CEP: 21949-900 Rio de Janeiro/RJ Brasil

Tel.: (21) 2598.9802

E-mail: ricardoleal@coppead.ufrj.br; rleal@coppead.ufrj.br

{Bruno Brito, Bruno Maletta, Eduardo Fraga, Fábio Coelho, Francisco Almeida, Gilberto Teixeira, Gustavo Baltar, Letícia Torres, Lincoln Fernandes, Luís Eduardo Coelho Netto, Manoel Soarez, Marcelo Queiroz, Márcio Bologna, Maurício Baum, Maurício Faria, Rodrigo Donato, Rodrigo Kalinowski, Rodrigo Miguel Oliveira.} ¹

Caixa Postal 68514 - Cidade Universitária

CEP: 21949-900 Rio de Janeiro/RJ Brasil

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPEAD/UFRJ

Instituto de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração

Centro de Estudos Em Finanças e Controle

Resumo:

Este trabalho ilustra como se pode aplicar o modelo *Arbitrage Pricing Theory* (APT) no Brasil segundo a implementação de 5 fatores já sugerida na literatura. Nossa intenção não é fazer um teste do APT para o Brasil, mas verificar se carteiras classificadas segundo o critério valor-crescimento são apreçadas de forma sistematicamente diferente segundo o APT. Os fatores “produção industrial” e “inflação” não apresentaram coeficientes significativos. Apenas os fatores “taxa de juros” e “mercado” são significativos para todas as carteiras. O fator “mercado”, por construção, foi criado para explicar o comportamento não explicado pelos outros fatores, indicando que fatores importantes podem ter sido omitidos pela implementação do APT sugerida na literatura. A classificação de carteiras pelo critério valor-crescimento não levou a nenhum padrão dos coeficientes dos fatores que indicasse que este critério leva a diferenças sistemáticas de apreçamento.

Palavras-chave: Apreçamento de ativos, mercado de ações, APT, ações de valor e de crescimento.

¹ Este artigo resultou de um trabalho final de um curso do programa de mestrado em administração da Coppead realizado entre maio e julho de 2003, sendo de co-autoria de todos os alunos inscritos.

UMA ILUSTRAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO APT PARA CARTEIRAS DE AÇÕES DE VALOR E DE CRESCIMENTO BRASILEIRAS

1. Introdução

Este trabalho ilustra como se pode aplicar o modelo *Arbitrage Pricing Theory* (APT) sugerido por Ross (1976) para a previsão de retornos de ações brasileiras listadas na BOVESPA. Nossa intenção não é fazer um teste do APT para o Brasil, o que já foi feito por trabalhos anteriores. Veja, por exemplo, Schor, Bonomo e Pereira (2002), Kloeckner e Dos Santos (1994), Dos Santos, Kloeckner e Ness Jr. (1994) e De Mello e Samanez (1999)².

O modelo é construído a partir de um certo número de fatores que devem explicar uma porção substancial dos retornos das ações. De acordo com Chen, Roll e Roll (1986), quatro fatores seriam suficientes para explicar os retornos, sendo eles: produto, taxa de juros, confiança do investidor e inflação. Burmeister, Roll e Ross (1992), por outro lado, sugeriram a utilização de cinco fatores, como se segue: índice de confiança, produto, inflação inesperada, estrutura a termo de taxa de juros e risco de mercado. Estes serão os fatores que serão utilizados no presente trabalho.

O modelo APT surgiu como uma alternativa ao *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), em virtude da dificuldade em se encontrar evidências empíricas para a comprovação do CAPM. Sendo primeiramente introduzido por Ross (1976), o APT tem duas grandes vantagens frente ao CAPM, sendo elas a exigência de hipóteses menos restritivas para as preferências dos investidores perante risco e retorno e a facilidade com que o modelo pode ser testado empiricamente.

Assim, o modelo supõe a não existência de arbitragem e, com isso, coloca-se como uma alternativa ao CAPM, na tentativa de melhor explicar uma relação linear entre os retornos dos ativos e seu respectivo risco. Além disso, o modelo não necessita de algumas hipóteses muito restritivas existentes no CAPM, como, por exemplo, a exigência sobre a distribuição dos retornos dos ativos ou a estrutura de preferências dos indivíduos. A hipótese de equilíbrio, tão cara ao modelo do CAPM, não permanece no APT, que continua a valer mesmo em condições de desequilíbrio na economia, desde que tal situação não crie oportunidades de arbitragem.

² Para uma bibliografia bastante abrangente sobre o APT veja
<http://www.kellogg.nwu.edu/faculty/korajczyk/htm/aptlist.htm>.

Além disso, o APT não busca identificar ou utilizar uma carteira de mercado, a qual é imprescindível ao CAPM. Assim, evita a discussão sobre a real existência de tal carteira ou mesmo sobre como identificá-la ou tratá-la de forma empírica. O ponto principal do APT encontra-se nos fatores macroeconômicos que realmente afetam os retornos, fatores estes que só podem ser captados no CAPM de forma indireta, pela carteira de mercado.

Por outro lado, o modelo original do APT deixa abertas questões como o número e a identificação dos fatores. Chen, Roll e Ross (1986) começaram pesquisando algumas fontes de risco sistemático que eles acreditavam ser relevantes para o mercado de capitais. Desta forma, identificaram quatro variáveis: taxa de crescimento real da produção industrial, taxa de inflação (esperada e não esperada), estrutura a termo da taxa de juros (spread entre títulos de longo e curto prazo) e risco de crédito, medido pela diferença entre as taxas *corporate* e as do tesouro. A construção dos fatores respeita o modelo original de Ross (1976), na medida em que as variáveis têm média zero e não são auto-correlacionadas.

Finalmente, pode-se sempre dizer que um modelo APT implementado com fatores pré-selecionados, como os descritos acima, não passe de um modelo de múltiplos fatores. A próxima seção descreve nossa amostra, a seguinte os fatores utilizados, concluindo com a análise dos resultados e uma breve conclusão.

2. Amostra e Carteiras

Utilizamos ações brasileiras negociadas na BOVESPA. O período de análise está compreendido entre 1/1/1996 e 31/12/2001. A amostra de dados dos valores das ações foi extraída do banco de dados da *Econômica*. Os dados de preço estão ajustados para proventos, inclusive dividendos, e os retornos mensais foram calculados utilizando os preços de fechamento.

O primeiro passo do trabalho foi escolher as ações que iriam compor a carteira sobre a qual seria aplicado o modelo APT. Como a amostra inicial continha ações não-representativas para o estudo em questão, definimos os seguintes critérios de exclusão:

Das 557 empresas inicialmente consideradas, excluímos 408 que apresentaram um mês inteiro sem negociação. Das ações restantes, foram excluídas 4 ações que não apresentavam a relação “Price-to-Book”. Em seguida, foram excluídas mais 14 das ações menos líquidas que tinham negociação tanto da ação ordinária quanto da ação preferencial. Destas, foram excluídas

todas as ações de bancos e seguradoras, num total de 46. Utilizamos em nosso trabalho um total de 85 ações.

Nossa intenção é dividir a amostra em 5 carteiras para que testemos o modelo em cada uma das carteiras. Como Braga e Leal (2002), Rodrigues e Leal (2003) e Neves e Leal (2003), entre outros, apresentam evidência de que os retornos das ações são diferentes quando classificados segundo a variável “Price-to-Book”. Nós obtivemos cinco carteiras com 17 ações cada uma a partir do ordenamento por este indicador. Os retornos das carteiras são igualmente ponderados entre as ações que as compõem. A tabela 1 apresenta estatísticas descritivas para cada carteira. Não parece haver qualquer diferença entre os retornos e os riscos das carteiras no período de forma a caracterizar que a carteira de menor price-to-book positivo (carteira 4), que seria a carteira de ações de valor, tenha retorno ou risco significativamente maiores que a carteira 1 (ações de crescimento), como indicado nos estudos anteriores para períodos mais distantes do presente. A carteira 5 não foi considerada de “valor” porque inclui muitos “price-to-book” negativos. Entretanto, medir precisamente este fenômeno não é o objetivo deste trabalho.

3. Cálculo dos fatores

Calculamos os cinco fatores conforme metodologia proposta por Schor et alli (2002). A tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas dos 5 fatores considerados e o sinal esperado de cada um dos coeficientes dos fatores.

3.1. Índice de Confiança

Este fator representa as mudanças inesperadas na propensão ao risco dos investidores. Quanto maior a confiança, maior a propensão dos consumidores a gastar e, conseqüentemente, mais elevado o retorno para as empresas no futuro. Em tese, sua mensuração é feita através da diferença entre os retornos dos títulos públicos e títulos de empresas privadas de mesmo vencimento. A série histórica das diferenças é ajustada para que sua média seja nula. Assim, quando o retorno dos títulos privados excede a média histórica dos retornos dos títulos públicos o fator de risco é positivo, e na situação inversa negativo.

No entanto, tal aferição do risco de crédito no Brasil torna-se muito difícil. Ao contrário de economias mais desenvolvidas, como a dos Estados Unidos, os níveis de risco do país oscilam muito e não é raro encontrar empresas que apresentem taxas de risco menores do que o próprio

risco soberano. Além disso, as condições de financiamento de empresas privadas no país são muito restritivas. As empresas têm dificuldade em buscar financiamento através da emissão doméstica de títulos. Assim, buscar esse indicador pela diferença entre os retornos dos títulos públicos e privados não seria adequado para o caso brasileiro.

Dessa forma, seguindo a abordagem utilizada por Schor et alli (2002), o fator de risco de crédito foi medido como sendo a diferença entre a taxa média para empréstimos de capital de giro das empresas apurada pelo Banco Central e a taxa acumulada mensal de juros do mercado interbancário (Certificados de Depósitos Interbancários – CDI diário). Essa diferença seria uma aproximação para o valor desejado. A série não apresenta média zero (esperado) e, portanto, para respeitar o modelo, foi utilizada a série reduzida de sua média, de forma a se conseguir uma série normalizada com média nula.

3.2. Produto

A taxa de crescimento inesperada da Produção Industrial foi incluída como uma das variáveis explicativas para o comportamento dos retornos no modelo APT, conforme proposto por Chen, Roll e Ross (1986). Espera-se que quanto maior a produção, maior o retorno das ações das empresas. Em sua análise, Haugen (1999) utiliza a variação mensal na produção industrial como fator. A abordagem de Haugen nos pareceu mais adequada para o estudo no Brasil, pois teríamos que usar um modelo para obter a previsão da produção. Portanto, utilizamos a variação da produção industrial mensal medida pelo IBGE no Brasil como fator de Produção. Como a série não apresenta média zero (esperado) e para respeitar o modelo, utilizamos a série reduzida de sua média, de forma a conseguir uma série normalizada com média nula.

3.3. Inflação

Chen, Roll e Ross (1986) apresentaram a inflação como sendo uma variável econômica explicativa para retorno de ativos dentro de um modelo APT. Nós supomos que quanto maior a inflação inesperada no período, maior o retorno do ativo para manter seu valor real do mesmo. De forma a manter a estrutura original do modelo, os autores sugerem o uso da inflação inesperada como sendo o fator a ser utilizado, uma vez que as variáveis devem apresentar média igual a zero, variância positiva e não correlacionada.

Uma ilustração da implementação do APT para carteiras de ações de valor e de crescimento
brasileiras

Para o caso brasileiro, Garcia e Bonono (2001) sugerem a construção da variável inflação inesperada como sendo a diferença entre a taxa de juros pré-fixada e uma taxa de juros pós-fixada. O fator utilizado neste trabalho foi construído nos moldes apresentados por Schor (1997), que utilizou a inflação inesperada como sendo a diferença entre o CDB pré-fixado e o CDI over, uma vez que o CDB incorpora, no início do período, a expectativa de inflação para o período subsequente e o CDI expressa a taxa nominal de juros efetiva do período. Os dados para o CDB pré e o CDI over foram obtidos da base de dados do IPEA.

3.4. Taxa Real de Juros

A utilização da taxa real de juros como fator macroeconômico é decorrente de sua grande importância nas definições de investimento e endividamento das empresas. Variações neste índice se refletem rapidamente no nível de produção industrial de uma economia, pois tem grande influência na escolha da alocação da poupança interna que pode ser direcionada para a renda fixa, nos casos de aumento das taxas de juros, e para a renda variável, caso contrário. Uma hipótese alternativa é a de que as empresas podem utilizar as aplicações de renda fixa como fonte de lucro obtendo maior retorno de suas ações produzindo o efeito contrário. Nós vamos supor que quanto maior a taxa de juros, menor o retorno dos ativos reais. Taxas de juros elevadas desestimulam os investimentos por parte das empresas, o que faz com que o valor das mesmas não aumente. Espera-se que quedas na taxa de juros resultem em ganhos para a carteira.

O fator foi construído pela diferença entre a taxa de juros do mercado interbancário (CDI) e da taxa de inflação esperada para o mês de referência. A taxa de inflação esperada foi obtida pela diferença entre a inflação observada e inflação inesperada, como já descrito. Como referência para a taxa de inflação observada, foi utilizado o índice IGP-DI. Finalmente, foi necessário normalizar a série para tornar a média nula. As estimativas sugerem uma taxa média mensal de juros reais de 0,96%, ou 12,2% ao ano no período de análise.

3.5. Mercado

Schor et alli (2002) afirmam que a omissão de fatores não impede a validade do APT ao se adicionar a carteira de mercado ao grupo de fatores macroeconômicos. Na presença de todos os fatores, valeria o modelo original do APT e no caso extremo da ausência de todos os fatores, o modelo se reduziria ao CAPM. Burmeister et alli (1994) também adicionaram a carteira de mercado como variável explicativa do modelo de APT, com o objetivo captar fatores de risco sistemáticos não observáveis, tais como variáveis políticas e sentimento de mercado. Para o caso brasileiro, Schor et alli (2002) sugerem o uso do excesso de retorno do IBOVESPA em relação ao CDI (excesso de retorno do mercado) como base para construção do fator de mercado. O fator de mercado é igual aos resíduos da regressão do excesso de retorno do mercado como variável dependente e os demais fatores selecionados como variáveis independentes.

4. Resultados e discussão

Definidos e calculados os fatores, o passo seguinte foi executar uma regressão linear múltipla de acordo com o método dos mínimos quadrados. O objetivo da regressão é obter a sensibilidade de cada carteira a cada um dos 5 fatores. Foram utilizados os retornos mensais de cada carteira como variável dependente e os valores mensais dos fatores calculados como variáveis independentes. Os resultados para cada carteira podem ser examinados na tabela 3.

A carteira 1 é composta por ações do 1º quintil de acordo com o parâmetro “price-to-book” e, portanto, pode ser considerada como de ações de crescimento. Já a carteira 4 pode ser considerada como composta por ações de valor uma vez que a carteira 5 contém ações de empresas com “price-to-book” negativo.

Todas as constantes são significativas ao nível de 5%, podendo indicar que o modelo pode ter deixado de incluir fatores relevantes. Embora haja diferenças entre os coeficientes das 5 carteiras, não se revela um comportamento dos coeficientes que pareça manter relação com a variável “price-to-book”. Isto é, as carteiras classificadas segundo esta relação não aparentam manter um padrão de relacionamento com os fatores estudados que indique que elas são apreçadas de forma que apresentem uma relação crescente ou decrescente com as variáveis independentes.

Os coeficientes dos fatores produção e inflação não são significativos para todas as carteiras. Dois dos coeficientes do fator “índice de confiança” são significativos a 5% e dois a 10%. Somente o coeficiente para a carteira 5 deste índice não é significativo a qualquer nível usual de significância. Todos os coeficientes para os fatores “taxa de juros” e “mercado” são significativos. Todos os coeficientes significativos apresentam os sinais esperados indicados na tabela 2. Apenas dois coeficientes, não significativos, apresentam sinais contrários ao esperado. Todas as estatísticas F são significativas. Os coeficientes R^2 são bastante razoáveis para carteiras de ações.

Os resultados encontrados são consistentes com os de Garcia e Bonomo (2001), por exemplo. Apenas os fatores “taxa de juros” e “mercado” parecem ser consistentemente apreçados no nosso modelo, embora o fator “índice de confiança” também apresente o comportamento esperado com alguma significância. O fator “mercado”, que é o resíduo da regressão dos outros quatro fatores sobre o prêmio de risco do mercado, é o que apresenta maior significância, como não poderia deixar de ser, pois foi calculado procurando explicar o que não é explicado pelos

outros fatores. Isto certamente provoca um aumento do R^2 . Caso a análise fosse feita somente com os demais fatores, o valor do R^2 seria menor.

Alguns dos fatores considerados neste estudo poderiam ser excluídos sem perda significativa de qualidade das estimativas. Para que o modelo seja uma boa ferramenta de previsão, torna-se muito importante a identificação de outros fatores macroeconômicos com maior poder explicativo. Com relação à classificação de carteiras pelo critério valor-crescimento, não identificamos nenhum padrão que nos levasse a concluir que tal divisão leva a diferenças sistemáticas de apreçamento.

O APT é mais uma ferramenta para gerenciamento de carteira de ativos. Por meio dele, um investidor que tenha uma estimativa de fatores de risco diferente daquela esperada pelo mercado pode compor sua carteira de forma a aumentar sua correlação com o fator. O modelo também pode ser utilizado numa administração passiva quando se quer garantir que uma carteira de ativos siga determinado índice. Neste caso, o APT auxilia a formação da carteira de ativos com betas fatoriais semelhantes ao do índice escolhido como *benchmark*.

5. Referências

- BRAGA, C. M.; LEAL, R. P. C. Ações de valor e de crescimento nos anos 90. In: BONOMO, M., org., **Finanças Aplicadas ao Brasil**, Rio de Janeiro: FGV Editora, p. 235-248, 2002.
- BURMEISTER, E.; ROLL, R.; ROSS, S. A Practitioner's Guide to Arbitrage Pricing Theory. In **A Practitioner's Guide to Factor Models**, Charlottesville: The Research Foundation of the Institute of Chartered Financial Analysts, 1994.
- CHEN, N., ROLL, R., ROSS, S. Economics Forces and the Stock Market. **Journal of Business**, v. 59, n. 3, p. 383-403, 1986.
- DOS SANTOS, M. R. B.; KLOECKNER, G. O.; NESS JR., W. L. Número de fatores determinantes do processo de formação de preços dos ativos de risco: uma investigação empírica do modelo de equilíbrio da APT no mercado brasileiro de ações. **Anais do Encontro Anual da ANPAD**, Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração, p. 49, 1994.
- DE MELLO, L. M.; SAMANEZ, C. P. Determinação e análise de desempenho do modelo APT - Arbitrage Pricing Theory - no mercado de capitais brasileiro. **Anais do Encontro Anual da ANPAD**, Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração, p. 95, 1999.

GARCIA, R.; BONOMO, M. Tests of Conditional Asset Pricing Models in the Brazilian Stock Market. **Journal of International Money and Finance**. v. 20(1), p. 71-90, 2001.

HAUGEN, R. **The inefficient stock market: what pays off and why**. Prentice Hall, 1999.

KLOECKNER, G. O.; DOS SANTOS, M. R. B. Teoria da precificação da arbitragem: um teste empírico do seu modelo de equilíbrio no mercado brasileiro de ações. **Anais do Encontro Anual da Anpad**, v. 5, p. 37-48, 1994.

NEVES, M. B.; LEAL, R. P. C. Anomalias no Mercado de Ações e o Crescimento do PIB Brasileiro. **Anais do Terceiro Encontro Brasileiro de Finanças**, São Paulo: Sociedade Brasileira de Finanças, 2003 (Texto integral em CD-ROM dos Anais do Terceiro Encontro Brasileiro de Finanças).

RODRIGUES, M. A.; LEAL, R. P. C. O modelo de três fatores de Fama e French no Brasil. In: DUARTE, A. M.; VARGA, G., org., **Gestão de Riscos no Brasil**, Rio de Janeiro: Financial Consultoria, p. 125-140, 2003.

ROSS, S. The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing. **Journal of Economic Theory**, V. 13, P. 341-360, 1976.

SCHOR, A. **Arbitrage Pricing Theory (APT) e Variáveis Macroeconômicas: Um Estudo Empírico Sobre o Mercado Acionário Brasileiro**. Dissertação de mestrado, Departamento de Economia, PUC-Rio, 1997.

SCHOR, A.; BONOMO, M.; PEREIRA, P. V. Arbitrage Pricing Theory (APT) e Variáveis Macroeconômicas: Um Estudo Empírico Sobre o Mercado Acionário Brasileiro **Revista de Economia e Administração**, v. 1, n. 1, 2002.

Tabela 1

Estatísticas descritivas dos retornos das 5 carteiras durante o período 1996-2001 (72 observações mensais) e máximo e mínimo da relação “price-to-book” de cada carteira. Média, mediana e desvio padrão em percentual mensal.

Carteira	Média	Mediana	Desvio Padrão	Price-to-book mín-máx
1 (Crescimento)	2,82	2,84	9,32	1,20-5,30
2	2,09	2,93	10,01	0,85-1,20
3	1,68	2,10	9,23	0,65-0,85
4 (Valor)	2,02	1,55	9,04	0,41-0,64
5 (Negativos)	1,81	1,23	10,51	-19,87-0,41

Tabela 2

Estatísticas descritivas dos 5 fatores do APT para o período entre 1996 e 2001 (72 observações mensais).

Fatores	Média	Mediana	Desvio Padrão	Sinal Esperado do Coeficiente
Produção	0,37	-0,22	6,59	+
Inflação	-0,02	-0,02	0,21	+
Confiança	0,00	2,24	11,28	+
Juros	0,00	-0,03	1,00	-
Mercado	0,00	0,48	10,99	+

Uma ilustração da implementação do APT para carteiras de ações de valor e de crescimento
brasileiras

Tabela 3

Coeficientes de regressão para os 5 fatores com os retornos mensais de cada carteira como
variável dependente, com seus níveis de significância entre parêntesis.

Carteira	Constante	Índice de Confiança	Produto	Inflação	Taxa de Juros	Mercado	R ²	F
1	2.923487 (0.000)	0.1541451 (0.015)	-0.06236 (0.531)	3.989874 (0.279)	-2.99229 (0.000)	0.657018 (0.000)	68%	28.29
2	2.072782 (0.000)	0.1756882 (0.001)	0.090048 (0.290)	0.549103 (0.861)	-2.770537 (0.000)	0.768453 (0.000)	80%	52.7
3	1.602271 (0.012)	0.1042031 (0.080)	0.150467 (0.117)	-1.31338 (0.708)	-1.669971 (0.033)	0.675987 (0.000)	70%	31.4
4	2.060031 (0.014)	0.1400213 (0.074)	0.008035 (0.949)	1.962609 (0.671)	-2.091505 (0.043)	0.528409 (0.000)	47%	11.48
5	1.771651 (0.041)	0.0998701 (0.218)	0.151027 (0.248)	0.894403 (0.852)	-3.254625 (0.003)	0.659705 (0.000)	57%	17.57