

Modelo Multifatorial Aplicado ao setor de Aviação Comercial: uma aplicação prática para estimação do custo de capital próprio para o Brasil

Autoria: Alexandre Assaf Neto, Fabiano Guasti Lima, Felipe Lorenzen

RESUMO

A medida do custo total de capital tem diversas finalidades dentro de uma corporação. Pode ser empregada para avaliação de investimentos, análise de desempenho, definição de uma estrutura de capital próxima do ideal para agregação de riqueza, *valuation* dentre outras. Dessa forma, a estimação do custo de oportunidade do acionista passou ao longo dos anos sendo estimada das mais diversas formas e modelos. Dos modelos CAPM ao APT passando pelos modelos de *benchmark*, todos de alguma forma apresentam vantagens e desvantagens na sua estimação. Assim, as dificuldades persistem e os problemas permanecem ainda em grande dicotomia nas finanças brasileiras. A dificuldade de se tratar este assunto e a inexistência de um modelo até então definitivo que seja satisfatório em predizer o custo de capital próprio vinculado a sua aplicação na empresa e no setor no qual está inserido é a motivação para a continuidade das pesquisas nessa área. O cálculo do custo de capital deve sempre levar em consideração o risco do negócio, ou seja, da atividade da empresa e deve ser obtido de alguma forma. Para se investigar o assunto, buscou-se uma metodologia quantitativa, descritiva e comparativa de dois modelos, um uni, e outro multifatorial levando-se em conta as variáveis globais definidas para toda a economia. Em relação a estas aplicações de modelos multifatoriais na estimação de custo de oportunidade, a literatura já vem apontando esta necessidade em virtude das características próprias de cada mercado financeiro. Devido à diversificação dos setores econômicos existentes na bolsa brasileiras, escolheu-se o setor de aviação comercial por representar uma área em franca expansão necessária para fortalecimento do crescimento de um país. Alinharam-se então as variáveis econômicas na qual toda empresa está sujeita e procurou-se uma relação direta com o retorno apresentado pelas ações na bolsa de valores pelo modelo do CAPM tradicional e por um modelo de múltiplos fatores. Fez-se então toda a estimação destes dois modelos para identificar qual tem maior poder explicativo na estimação do retorno do capital próprio através de uma metodologia quantitativa de base econométrica. Os resultados apontam que as variáveis que melhor discriminam o retorno do capital próprio no Brasil para o setor de aviação comercial são a taxa *prime* de juros, o PIB, dólar e o preço do barril de petróleo. A melhora encontrada no indicador de explicação do modelo de regressão adotado foi de 28,67% na medida do R quadrado ajustado em favor do modelo multifatorial quando comparado com o CAPM tradicional.

Modelo Multifatorial Aplicado ao setor de Aviação Comercial: uma aplicação prática para estimação do custo de capital próprio para o Brasil

1. Introdução

Um dos dilemas clássicos em finanças corporativas é a determinação do custo de capital do acionista, também conhecido como custo de capital próprio, que é um dos itens que compõem o custo de capital total de uma empresa.

A medida do custo total de capital tem diversas finalidades dentro de uma corporação. Pode ser empregada para avaliação de investimentos, análise de desempenho, definição de uma estrutura de capital próxima do ideal para agregação de riqueza, *valuation* dentre outras.

Dessa forma, a estimação do custo de oportunidade do acionista passou ao longo dos anos sendo estimada das mais diversas formas e modelos. Dos modelos CAPM ao APT passando pelos modelos de *benchmark*, todos de alguma forma apresentam vantagens e desvantagens na sua estimação.

No processo de identificação das variáveis muitas vezes esbarra-se nos tipos de dados utilizados como *risk free*, retorno de carteira de mercado, beta das ações do capital próprio, risco Brasil e outros componentes de cada modelo disponível na literatura de finanças, e como dar um tratamento correto para a janela temporal de estudo de cada variável.

Assim, as dificuldades persistem e os problemas permanecem ainda em grande dicotomia nas finanças brasileiras. A dificuldade de se tratar este assunto e a inexistência de um modelo até então definitivo que seja satisfatório em prever o custo de capital próprio vinculado a sua aplicação na empresa e no setor no qual está inserido é a motivação para a continuidade das pesquisas nessa área.

O cálculo do custo de capital deve sempre levar em consideração o risco do negócio, ou seja, da atividade da empresa e deve ser obtido de alguma forma. Para se investigar o assunto, buscou-se uma metodologia quantitativa, descritiva e comparativa de dois modelos, um uni, e outro multifatorial levando-se em conta as variáveis globais definidas para toda a economia.

Em relação a estas aplicações de modelos multifatoriais na estimação de custo de oportunidade, a literatura já vem apontando esta necessidade em virtude das características próprias de cada mercado financeiro como sugere os trabalhos de MacKinley (1995) e mais recentemente em Schrimpf, Schroder and Stehle (2007).

Schrimpf, Schroder and Stehle (2007, p. 889) identificaram esta necessidade para o mercado alemão de se estimar o custo de capital próprio por modelos multifatoriais.

A justificativa dada pelos autores como sendo em concentrar a estimação em diversas variáveis, que estão associadas com as expectativas do mercado em relação aos ciclos econômicos dos negócios. Os resultados sugerem que o desempenho empírico do *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) pode ser melhorado ao permitir o incremento de novos parâmetros que variam com o tempo.

No Brasil alguns poucos autores como Rogers e Securato (2009) e Pasin e Martelanc (2002) mostraram avanços nesta linha e já deram contribuições para estimação pelos modelos fatoriais de três fatores.

Nessa linha, a presente pesquisa apresenta então a sua grande contribuição em estimar um modelo multifatorial para os dados brasileiros. Devido a diversificação dos setores econômicos existentes na bolsa brasileiras, escolheu-se o setor de aviação comercial por representar uma área em franca expansão, necessária para o fortalecimento do crescimento de um país.

Esta pesquisa desencadeia-se na seguinte sequência: revisão da literatura que busca dar suporte ao tema. Não se teve a pretensão de referenciar uma extensa revisão de conceitos e técnicas, mas sim, da busca de contribuições para a aplicação estabelecida como meta nessa pesquisa. Alinharam-se então as variáveis econômicas na qual toda empresa está sujeita e procurou-se uma relação direta com o retorno apresentado pelas ações na bolsa de valores. Fez-se toda a estimação destes dois modelos para identificar qual tem maior poder explicativo na estimação do retorno do capital próprio.

A seguir, define-se claramente o problema central de pesquisa, os objetivos do trabalho, o referencial teórico, a metodologia empregada e os principais resultados encontrados.

1.1 Problema de investigação

O presente trabalho busca responder a seguinte questão de pesquisa: Quais fatores têm maior impacto na descrição dos retornos das empresas de aviação comercial?

1.2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo encontrar os fatores que sejam suficientes para descrever os retornos das empresas do setor de aviação comercial.

2. Referencial Teórico

A teoria moderna de portfólio está baseada no trabalho seminal de Markowitz (1952) onde, pela primeira vez, foi abordada de maneira satisfatória a conflitante relação entre risco e retorno a ser enfrentada por um investidor. A teoria de Markowitz (1952) prescreve como um investidor, que é caracterizado por sua aversão ao risco através de sua curva de indiferença, deve proceder a fim de selecionar um portfólio que ofereça a melhor remuneração, considerado um determinado nível de risco.

Embora a teoria desenvolvida por Markowitz (1952) aborde de maneira satisfatória o problema de seleção de portfólio, ela está baseada numa abordagem econômica normativa que se preocupa em responder a pergunta “como”, ou seja, investidores possuem em mãos uma regra de *como* proceder na seleção de um portfólio sem saber, por exemplo, *porquê* os preços de ativos financeiros se comportam da maneira observada.

O desenvolvimento de uma teoria econômica positiva que forneceu uma explicação para a variação observada dos preços de ativos financeiros, só viria a ser atingida alguns anos mais tarde com o desenvolvimento do modelo conhecido como *Capital Asset Pricing Model* (Fama, 1968; Lintner, 1965; Sharpe, 1964).

O CAPM prescreve uma relação entre o retorno esperado de um determinado ativo i , denotado por $E(r_i)$, com o retorno oferecido pela taxa livre de risco da economia R_F , o retorno oferecido pelo portfólio de mercado R_M e uma medida de risco do ativo em questão, conhecida como coeficiente β . A equação abaixo especifica a relação proposta pelo CAPM:

$$E(r_i) = R_F + \beta(R_M - R_F).$$

Um dos aspectos cruciais do modelo é o retorno do portfólio de mercado, denotado aqui por R_M , definido como um portfólio que contém investimentos em todos os ativos financeiros, com proporções que correspondem ao valor de mercado de cada ativo considerado. Este portfólio, que consiste no conjunto eficiente de ativos na linguagem de Markowitz (1952), é uma abstração teórica que, no mundo real, é aproximada por um índice

contendo os ativos mais representativos do mercado. Assim, podemos considerar o IBOVESPA como uma boa aproximação do portfólio de mercado na economia brasileira.

Além do papel central encenado pelo portfólio de mercado, existem várias suposições simplificadoras que fazem com que o modelo do CAPM esteja sujeito a uma diversidade de críticas. Embora algumas suposições sejam cruciais para o funcionamento do modelo, outras podem ser relaxadas a fim de se obter uma descrição mais próxima da realidade, ao custo de fazer o modelo algo mais complexo e difícil de se tratar. Além destas suposições simplificadoras presentes no CAPM, a designação do β como única fonte de risco no modelo, também é alvo de críticas.

A fim de tornar o CAPM um modelo que represente mais fielmente a realidade observada no mercado, duas estratégias de generalização podem ser seguidas (MacKinley, 1995). A primeira envolve considerar a presença de imperfeições no mercado, tais como: a racionalidade limitada dos investidores, ou a existência de custos de transação, dentre outras características presentes em mercados reais e que não são consideradas no CAPM ortodoxo. A segunda, busca generalizar o modelo CAPM, mantendo a maioria das suposições simplificadoras necessárias para sua derivação, porém incluindo outras variáveis de risco, além do β , que são consideradas a fim de explicar, de maneira mais satisfatória, o retorno observado de ativos financeiros. Neste trabalho será explorada a segunda abordagem de extensão do CAPM.

É interessante notar que as restrições do CAPM discutidas acima são especialmente relevantes quando o modelo é aplicado em mercados emergentes. Nestes mercados, os desvios da normalidade dos retornos de ações são observados através de altas medidas de curtose, assimetria e volatilidade. Com isto, as previsões teóricas feitas pelo CAPM em mercados emergentes, acabam subestimando o nível de risco existente, uma vez que a probabilidade de ocorrência de eventos extremos nestes mercados é maior do que em mercados de economias desenvolvidas.

2.1 Modelos Multifatoriais

A necessidade de generalizações do CAPM advém das discrepâncias empíricas enfrentadas pelo modelo ao ser comparado com dados de mercado. Banz (1981) e Bandari (1988) apresentam, por exemplo, duas discrepâncias empíricas do CAPM relacionadas, respectivamente, ao tamanho das companhias e à relação entre alavancagem e retorno de ações. Uma revisão dos problemas enfrentados pelo CAPM, quando confrontado com dados empíricos, pode ser obtida em Fama and French (1992).

Conforme foi apresentado acima, uma possível abordagem de extensão do CAPM, considera a existência de fatores de risco adicionais ao β , que são relevantes para a explicação do retorno esperado de ações. Por considerar a possibilidade da existência de fatores explicativos adicionais, estes modelos são conhecidos como *multifatoriais*. Em tais modelos a relação entre o retorno esperado de um ativo i com as variáveis de risco é generalizada para:

$$E(r_i) = R_F + \sum_j \beta_j (E(r_j) - R_F).$$

Os coeficientes β_j e os retornos $E(r_j)$ se referem a variáveis de risco explicativas adicionais que são inseridas no CAPM, a fim de aumentar seu poder explicativo. Diversas pesquisas apontaram que a inclusão de variáveis como valor de mercado, *book-to-market equity* e índice P/L, dentre outros, tendem a aumentar o poder explicativo do CAPM (Banz 1981; Bandhari, 1988).

O modelo multifatorial de Fama and French (1996) em que duas variáveis de risco (uma relacionada a tamanho e outra a *book-to-market equity*) adicionais ao β do CAPM

ortodoxo são introduzidas, é um exemplo de tentativa de conciliação de dados empíricos com a teoria de precificação de ativos. Outro exemplo de teoria que visa explicar os desvios dos resultados do CAPM ortodoxo em relação ao mercado é o modelo multifatorial de Ross (1976), conhecido como *Arbitrage Pricing Theory* (APT). Neste modelo, no entanto, o número de fatores adicionais a serem levados em conta é deixado em aberto tornando-o bastante geral, mas também um tanto ambíguo.

De fato, uma das dificuldades associadas a modelos multifatoriais está na escolha dos fatores explicativos adicionais. Embora no modelo de Fama and French (1996) um determinado conjunto de fatores tenha sido utilizado para a explicação de retornos de companhias de diversos setores, nem sempre um dado conjunto de variáveis terá sucesso em explicar retornos de diferentes empresas, setores ou mercados. Este fato abre caminho para um determinado grau de arbitrariedade na escolha das variáveis adicionais que compõem os modelos multifatoriais. Dado este grau de arbitrariedade, cuidado deve ser tomado para não se incluir variáveis que não possuam relação econômica com os retornos que se deseja explicar, já que neste caso o poder explicativo do modelo pode ser diminuído ao invés de melhorado.

É interessante notar que, embora a busca por generalizações do CAPM tenha se iniciado em pesquisas baseadas em economias desenvolvidas, como, por exemplo, a economia norte-americana, a necessidade de extensões do CAPM é ainda mais urgente em economias emergentes, como o caso brasileiro.

O fato de mercados emergentes estarem mais distante das suposições do CAPM, do que o mercado de economias desenvolvidas, é um incentivo ao uso de modelos alternativos para a explicação do retorno de ações ou para a obtenção do custo de capital de companhias nestes mercados (Assaf, Lima & Araújo, 2006). A inclusão de novas variáveis de risco ao CAPM, conforme proposto pelos modelos multifatoriais, pode ajudar a solucionar alguns dos problemas associados à subestimação do risco em economias emergentes. De fato, diversos trabalhos discutem a aplicação de modelos multifatoriais a fim de explicar o retorno observado de ações cotadas em mercados emergentes.

No contexto específico do mercado brasileiro, Pasin e Martelanc (2002) propõem um modelo multifatorial, a fim de explicar o retorno de 17 ações negociadas na BM&FBOVESPA. Considerando um período de cinco anos e periodicidade mensal, eles observam que o modelo multifatorial fornece melhor explicação para apenas nove ações cujos retornos são fortemente afetados pelas variáveis adicionais consideradas (neste caso, taxa de câmbio e taxa de juros). Este resultado mostra que a escolha das variáveis inseridas no modelo deve ser feita tendo em vista a amostra considerada. Amostras como a de Pasin e Martelanc (2002), que incluem empresas de diversos setores, devem ser melhor explicadas por modelos que incluam variáveis de risco mais gerais, que afetem empresas de diversos setores da economia.

Em um outro trabalho, Rogers e Securato (2009) consideraram uma amostra de ações da BM&FBOVESPA, em um período de tempo compreendido entre os anos de 1994 e 2006, com periodicidade mensal, para realizar testes similares aos testes propostos por Fama and French (1996), em que um modelo multifatorial com três fatores é testado em dados *cross-sectional*. Os resultados obtidos por Rogers e Securato (2009) demonstraram o poder explicativo superior do modelo de três fatores, em relação ao CAPM ortodoxo. Nos testes realizados as variáveis adicionais consideradas se referem ao tamanho da empresa e à relação entre o valor contábil e valor de mercado (*book value* e *market value*). Tais variáveis possuem caráter geral e não dependem do contexto econômico específico das empresas que foram analisadas. Isto explica a diferença nos resultados obtidos por Rogers e Securato (2009) e por Pasin e Martelanc (2002).

Finalmente, a construção de modelos que sejam superiores ao CAPM não ajuda somente a fornecer uma explicação mais satisfatória para os retornos de ativos do mercado. A

determinação do custo de capital próprio, de grande importância para companhias abertas, também se beneficia da existência de modelos que forneçam valores mais precisos para a determinação desta variável.

3. Metodologia

Neste trabalho foi desenvolvido um modelo multifatorial para a explicação dos retornos observados de companhias do setor de aviação comercial. A amostra considerada consiste das empresas do setor de aviação comercial com ações negociadas na BM&FBOVESPA, estas são: TAM e GOL. A análise conduzida considerou um período de tempo de seis anos, em que foram estudados os retornos das ações ON e PN da TAM; e um período de tempo de 4 anos em que foram estudados os retornos das ações PN da GOL. Todos os retornos utilizados no trabalho foram obtidos a partir do site da BM&FBOVESPA.

A fim de demonstrar a superioridade de modelos multifatoriais, em relação ao modelo CAPM unifatorial clássico, foram consideradas variáveis explicativas adicionais ao retorno do portfólio de mercado (neste caso representado pelo retorno do IBOVESPA), que são relevantes para companhias do setor de aviação, como, por exemplo, preço do petróleo. Conforme os resultados obtidos, a superioridade de modelos multifatoriais é confirmada pelo maior poder explicativo destes, em relação ao modelo unifatorial. No entanto, é de fundamental importância que as variáveis utilizadas no modelo multifatorial sejam variáveis relevantes ao contexto econômico da companhia estudada, pois caso as variáveis adicionadas não possuam influência no resultado destas companhias, sua inclusão no modelo pode, ao invés de aumentar o poder de explicação, diminuí-lo.

A fim de encontrar o conjunto de variáveis que fornece o melhor poder explicativo ao modelo estudado, foi considerado o seguinte conjunto de variáveis: preço do petróleo, cotação do dólar, IBOVESPA, inflação, taxa SELIC, taxa PRIME e PIB.

Neste estudo, o melhor resultado, para a explicação dos retornos, foi obtido quando as seguintes variáveis foram consideradas: preço do petróleo, cotação do dólar, taxa de juros prime e PIB. É de se esperar que todas as variáveis anteriores influenciem o mercado das companhias do setor de aviação. Note que a inclusão do PIB como variável explicativa limita a análise a uma frequência anual, já que esta representa o menor período de divulgação do PIB.

4. Resultados

Primeiramente foram obtidos os dados dos retornos dos seguintes fatores: cotação do barril de petróleo, dólar comercial, índice da BM&FBOVESPA, Inflação (IPCA), Taxa Selic, Taxa Prime de Juros e PIB. A tabela 1 representa os valores usados:

Tabela 1
Variáveis usadas para construção do modelo

Períodos	PETRÓLEO ¹	DÓLAR ²	BOLSA ³	INFLAÇÃO ⁴	SELIC ⁵	PRIME ⁶	PIB ⁷
2000	57,08%	7,58%	-10,72%	5,97%	17,43%	9,19%	4,30%
2001	-14,48%	21,60%	-11,02%	7,67%	17,32%	7,13%	1,30%
2002	0,77%	39,00%	-17,00%	12,53%	19,17%	4,71%	2,70%
2003	18,72%	-17,22%	97,34%	9,30%	23,34%	4,00%	1,10%
2004	33,56%	0,67%	17,81%	7,60%	16,25%	5,25%	5,70%
2005	36,45%	-16,67%	27,71%	5,69%	19,05%	7,25%	3,20%

Períodos	PETRÓLEO ¹	DÓLAR ²	BOLSA ³	INFLAÇÃO ⁴	SELIC ⁵	PRIME ⁶	PIB ⁷
2006	16,61%	-6,00%	32,93%	3,14%	15,08%	8,25%	4,00%
2007	9,52%	-15,74%	43,65%	4,46%	11,88%	7,25%	6,10%
2008	37,78%	26,26%	-41,22%	5,90%	12,53%	3,25%	5,10%
2009	-37,84%	-23,20%	82,66%	4,31%	9,93%	3,25%	-0,20%

Nota: Fonte: (1)- US Energy Information Administration; (2), (3), (4), (5), (6) e (7), Instituto Assaf/Bacen

As empresas utilizadas na pesquisa foram do setor de aviação comercial, listadas na BM&FBOVESPA, que possuíam cotações no mercado aberto de suas ações. Foram consideradas as companhias TAM e GOL e o período analisado compreende para a TAM o período de 2003 a 2009, levando em consideração as ações ON e PN e para a GOL o período foi de 2005 a 2009 para as ações PN. Os retornos destas ações foram obtidos junto a BM&FBOVESPA.

Dessa forma, aplicou-se a análise de regressão múltipla para estas variáveis e chegou-se nas seguintes análises comparando-se um modelo de fator único, que representaria o retorno das ações apenas explicado pelo retorno do índice da bolsa, e um modelo de fator múltiplo, que representa o objetivo desta pesquisa.

4.1 Modelo de fator único

A tabela 2, onde foi obtido um R^2 de 72,8%, mostra que esse coeficiente de determinação para os retornos das ações do setor de aviação comercial são explicados pelo comportamento do índice da bolsa de valores de São Paulo.

Tabela 2

Estatística de acurácia do modelo de fator único

Modelo	R	R quadrado	R quadrado ajustado	Erro padrão estimado	Estatísticas					Durbin-Watson
					R quadrado modificado	F ajustado	Graus de liberdade 1	Graus de liberdade 2	Significância F ajustado	
1	,853 ^a	,728	,701	,43658	,728	26,735	1	10	,000	2,085

a. Constante, bolsa

Já a tabela 3 explicita a análise da viabilidade estatística do modelo de fator único. O teste F tem por objetivo testar o efeito conjunto da variável independente sobre a dependente. Neste modelo a hipótese nula de significância é rejeitada aos níveis de 5% e 1%, o que implica que o modelo é significativo pelo fato do sig ser inferior aos níveis de confiança adotado para o teste.

Tabela 3

Análise de variância do modelo de fator único

Modelo	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	Significância
1 Regressão	5,096	1	5,096	26,735	,000 ^a
Residual	1,906	10	,191		
Total	7,002	11			

a. Constante, bolsa

Os coeficientes do modelo de fator único para descrever o retorno esperado das ações do setor de aviação comercial pode ser dado pela seguinte equação cujos valores estão na tabela 3.

$$E(R) = 1,452BOLSA - 0,256$$

Escrevendo-se a equação com os coeficientes padronizados, tem-se:

$$E(R) = 0,853BOLSA$$

Todos os coeficientes são significativos considerando o nível de 5%.

Tabela 4
Coefficientes do modelo de fator único

Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Significância	Intervalo de confiança de 95% para B	
	B	Erro Padrão	Beta			Limite inferior	Limite superior
1 Constante	-,256	,151		-1,696	,012	-,593	,080
bolsa	1,452	,281	,853	5,171	,000	,826	2,078

4.2 Modelo de fator múltiplo

A tabela 5, onde foi obtido um R^2 de 92,9%, mostra que esse coeficiente de determinação para os retornos das ações do setor de aviação comercial são explicados pelo comportamento do dólar, petróleo, prime e PIB.

Nota-se ainda um maior poder explicativo do modelo de fator múltiplo do que o modelo de fator único.

Tabela 4
Estatística de acurácia do modelo de fator único

Modelo	R	R quadrado	R quadrado ajustado	Erro padrão estimado	Estatísticas					Durbin-Watson
					R quadrado modificado	F ajustado	Graus de liberdade 1	Graus de liberdade 2	Significância F ajustado	
1	,964 ^a	,929	,902	,24995	,929	34,692	3	8	,000	2,097

a. Constante, dólar, petróleo, prime, PIB

A tabela 6 mostra análise da viabilidade estatística do modelo de fator múltiplo. Neste modelo a hipótese nula de significância é rejeitada aos níveis de 5% e 1%, o que implica que o modelo é significativo pelo fato do sig ser inferior aos níveis de confiança adotado para o teste.

Tabela 6
Análise de variância do modelo de fator múltiplo

Modelo	Soma dos	Graus de	Quadrado	F	Significância
--------	----------	----------	----------	---	---------------

	quadrados	liberdade	médio		
1 Regressão	6,502	3	2,167	34,692	,000 ^a
Residual	,500	8	,062		
Total	7,002	11			

a. Constante, dólar, petróleo, prime, PIB

Os coeficientes do modelo de fator múltiplo para descrever o retorno esperado das ações do setor de aviação comercial pode ser dado pela seguinte equação cujos valores estão na tabela 7.

$$E(R) = 6,286PRIME - 27,114PIB - 1,340DOLAR - 3,380PETROLEO + 0,738$$

Escrevendo-se a equação com os coeficientes padronizados, tem-se:

$$E(R) = 0,187PRIME - 0,808PIB - 0,319DOLAR - 1,231PETROLEO$$

Todos os coeficientes são significativos considerando o nível de 5%.

Tabela 7

Coefficientes do modelo de fator múltiplo

Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	t	Significância	Intervalo de confiança de 95% para B	
	B	Erro Padrão	Beta			Limite inferior	Limite superior
1 Constante	,738	,190		3,885	,005	,300	1,177
Prime	6,286	4,862	,187	1,293	,023	-4,925	17,498
PIB	-27,114	5,431	-,808	-4,993	,001	-39,638	-14,590
Dólar	-1,340	,611	-,319	-2,193	,060	-2,749	0,69
petróleo	-3,380	,413	-1,231	-8,189	,000	-4,313	-2,446

Os resultados mostraram-se bastante promissores para o setor uma vez que a estimação pelo modelo de múltiplos fatores é mais eficiente tanto na qualidade do ajuste do modelo quanto na capacidade explicativa do retorno do acionista frente as variáveis que são postas como independentes no modelo.

5. Conclusões

A presente pesquisa demonstrou o ganho que o modelo multifatorial ofereceu no aperfeiçoamento da determinação do custo do capital próprio para o setor de aviação comercial frente ao modelo tradicional do CAPM. Esse ganho indicado pelo coeficiente de determinação ajustado da modelagem foi 28,67% maior para o modelo de múltiplos fatores.

O estudo foi tomado com base nas variáveis como taxa *prime* de juros, PIB, variação real do dólar e petróleo como variáveis explicativas do modelo de quatro fatores versus o modelo de um fator explicado pelo Ibovespa na estimação do custo de capital próprio. O resultado encontrado para o Brasil é coerente com os resultados atestados pela literatura, porém para outros países. Dessa forma, a grande contribuição desta pesquisa está no ajuste deste tipo de modelo frente ao modelo tradicional do CAPM.

Outro aspecto muito importante a ser levado em questão é que apesar do ganho em eficiência, os resultados podem ser melhorados utilizando-se um período maior de dados amostrais.

Devido ao forte apelo que a determinação eficiente do custo de capital próprio tem para os estudos em finanças, pode-se, a título de pesquisas futuras, estender este modelo a um número maior de setores da economia brasileira.

Referências bibliográficas

- Assaf, A., Neto, Lima, F. G., & Araújo, A. M. P. de (2008). Uma proposta metodológica para o cálculo de custo de capital no Brasil. *Revista de Administração da Universidade de São Paulo*, 43 (1), 72-83.
- Banz, R. W. (1981). The relationship between return and market value of common stocks. *Journal of Financial Economics*, 9(1), 3-18.
- Bhandari, L. C. (1988). Debt/Equity ratio and expected common stock returns: empirical evidence. *Journal of Finance*, 43(2), 507-528.
- Fama, E. F. (1968). Risk, return, and equilibrium: some clarifying comments. *Journal of Finance*, 23(1), 29-40.
- Fama, E. F., & French, K. (1992). The cross-section of expected stock returns. *Journal of Finance*, 47(2), 427-465.
- Fama, E. F., & French, K. (1996). Multifactor explanations of asset pricing anomalies. *The Journal of Finance*, 51(1), 55-84.
- Lintner, J. (1965). The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. *Review of Economics and Statistics*, 47(1), 13-37.
- MacKinley, C. A. (1995). Multifactor models do not explain deviations from CAPM. *Journal of Financial Economics*, 38(1), 3-28.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
- Pasin, R. M., & Martelanc, R. (2002, outubro). O beta é a melhor estimativa de sensibilidade do retorno das ações da Bovespa? Evidências de uma aplicação do modelo multifatorial de apreçamento de ativos. *Assembléia do CLADEA – Conselho Latino Americano de Escolas de Administração*, Lima, Peru, 38.
- Rogers, P., & Securato, J. R. (2009). Estudo comparativo no mercado brasileiro do *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), modelo 3-fatores de Fama e French e *reward beta approach*. *RAC-Eletrônica*, 3(1), 159-179. Recuperado em 28 abril, 2010, de http://www.doaj.org/doaj?func=fulltext&passMe=http://www.anpad.org.br/periodicos/arq_pdf/a_819.pdf
- Ross, S. A. (1976). The arbitrage theory of capital asset pricing. *Journal of Economic Theory*, 13(3), 341-360.
- Schrimpf, A., Schroder, M., & Stehle, R. (2007). Cross-sectional tests of conditional asset pricing models: evidence from German stock market. *European Financial Management*, 13(5), 880-907.
- Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. *Journal of Finance*, 19(3), 425-442.