

**Editores**

Cesar Gonçalves Neto  
Ursula Wetzel

**Conselho Técnico**

Professores do COPPEAD

Alunos do programa de doutorado do COPPEAD: André Carvalhal da Silva, Isabella Sacramento, Josete Florêncio dos Santos, Myrian Beatriz Eiras das Neves

Externos:

José Roberto Gomes da Silva, PUC-Rio  
Luiz Brandão, PUC-Rio  
Marie Agnes Chauvel, IBMEC  
Nilda Leone, Universidade Estácio de Sá  
Ricardo Bordeaux, PUC-Rio  
Sandra Regina da Rocha Pinto, PUC-Rio

**Assistente do Editor**

Paulete Thompson

**Projeto Gráfico e Capa**

Raquele Mendes Coelho

**Editoração**

Paulete Thompson

**Revisão de Português**

Maria Emilia Barcellos da Silva

**Correspondências devem ser enviadas para:**

COPPEAD/UFRJ

Cadernos Discentes COPPEAD

Caixa Postal 68514

21941-970 – Rio de Janeiro – RJ

Telefone: (21) 2598-9841

Fax: (21) 2598-9817

e-mail: [paulete@coppead.ufrj.br](mailto:paulete@coppead.ufrj.br)

**Direitos e Permissão de Utilização**

As matérias assinadas são de total e exclusiva responsabilidade dos autores. Todos os direitos reservados ao COPPEAD/UFRJ. É permitida a publicação de trechos e de artigos, com autorização prévia e identificação.

**Cadernos Discentes COPPEAD** é uma publicação do COPPEAD/UFRJ com o objetivo de estimular e divulgar a produção acadêmica do corpo discente do Coppead, constituída pelos alunos dos cursos de mestrado e doutorado.

## APRESENTAÇÃO

Os *CADERNOS DISCENTES COPPEAD* têm por objetivo divulgar a produção de alunos e ex-alunos de Mestrado e de Doutorado. Dentro de uma filosofia de integrar teoria e prática, é comum que os alunos sejam solicitados a realizar pesquisa e a escrever casos relativos aos conteúdos abordados nas diversas disciplinas. Produzem, assim, um material que, apesar de ter por objetivo primário a avaliação de desempenho, constitui, também, um esforço de investigação de alta qualidade.

No entanto, nem todos os trabalhos e pesquisas apresentados nas disciplinas estão de acordo com as regras básicas e usuais de publicação de trabalho científico. A preocupação com esta questão fez com que o processo de seleção dos mesmos seguisse uma rígida metodologia.

Em primeiro lugar, o professor de cada disciplina seleciona e indica aqueles trabalhos que considera terem sido os melhores da turma. O editor, por sua vez, analisa a adequação da inclusão em determinado volume, enviando-os, posteriormente, para dois avaliadores segundo a filosofia de *blind-review*. Uma vez criticados, os trabalhos voltam aos alunos para a realização das modificações entendidas como necessárias pelos revisores.

Embora não seja esse o objetivo principal, alguns aprendizados adicionais estão presentes no processo. Primeiro, a compreensão, por parte dos alunos, de que a qualidade do trabalho por eles desenvolvido pode render frutos não pensados inicialmente. Segundo, o entendimento de que o mérito de ter o artigo publicado não se faz sem ônus, uma vez que podem ser necessárias algumas modificações. Ou seja, faz parte do processo de aprendizado do aluno não apenas a geração de um trabalho de pesquisa em si mesmo, mas também a compreensão de que o reconhecimento decorre de um comprometimento com a excelência, necessariamente presente em todos os passos do caminho.

Por fim, mas não com menor ênfase, entendemos que os artigos aqui publicados são de utilidade para as comunidades acadêmica e empresarial brasileiras. A maior parte dos trabalhos publicados diz respeito a situações de negócios relevantes para quem discute ou para quem aplica os conceitos de Administração.

Por todos estes motivos é que o COPPEAD muito se orgulha de apresentar o melhor da produção intelectual de seus alunos.

Os Editores

# UMA ILUSTRAÇÃO DO MODELO DE DOIS FATORES - PRÊMIOS DE RISCO BRASIL E MUNDIAL - PARA O MERCADO BRASILEIRO DE AÇÕES

Carlos Heitor Campani, Luiz Cláudio Valmont, Roberto Koeler Lira

Dentro do segmento de estudos de apreçamento de ativos, o presente trabalho tenta verificar a relação de linearidade possivelmente existente entre os retornos de ações do mercado brasileiro e dois prêmios de risco aqui utilizados: o mundial e o do Brasil. O objetivo desta abordagem é implementar o modelo em questão, revisando seus principais conceitos e reconhecendo obstáculos quanto ao seu uso.

Palavras-chave: Prêmio de risco, retorno de ação, coeficiente Beta, índices de mercado.

## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho busca testar um modelo de dois fatores para o mercado brasileiro de ações. Todas as ações utilizadas no texto são registradas na BOVESPA (Bolsa de Valores do Estado de São Paulo). A premissa do modelo de dois fatores é atingir uma melhor qualidade estatística perante modelos de fator único.

O teste foi realizado com dois objetivos:

Verificar a relação de linearidade entre os retornos das ações e dois prêmios de risco: o prêmio de risco mundial, doravante denominado PRM, e o prêmio de risco Brasil, doravante denominado PRB;

Avaliar o poder preditivo do modelo para períodos posteriores.

Outros objetivos do presente trabalho são, além da conceituação teórica do modelo, o reconhecimento das dificuldades apresentadas e as conclusões que podem ser tiradas para o caso brasileiro.

## 2 ABORDAGEM CONCEITUAL

O modelo de múltiplos fatores é uma tentativa de melhorar a qualidade estatística do modelo de um único fator. O modelo assume uma relação linear entre os fatores utilizados e

os retornos históricos. No estudo realizado, foram utilizados dois fatores: o prêmio de risco mundial (PRM) e o prêmio de risco Brasil (PRB). Desta forma, a equação a ser testada é:

$$R_i = A_j + \beta_{1i} * PRM + \beta_{2i} * PRB \quad (1)$$

Na equação (1),  $R_i$  representa alguma medida de retorno da ação,  $A_j$  é o termo independente da regressão (que em teoria, mede o retorno do ativo livre de risco) e os  $\beta$ , os coeficientes que serão estimados através de minimização dos erros.

O primeiro obstáculo que surge é que o modelo pressupõe independência entre as variáveis. Em outras palavras, o modelo pressupõe que o PRM não tenha influência alguma sobre o PRB, e vice-versa. Isso se dá porque, se houver dependência, o risco será contado duas vezes, o que certamente acarretaria estimativas viesadas.

Partiu-se do pressuposto que o PRM e o PRB eram correlacionados. Para testar essa hipótese, foi rodada uma regressão linear simples entre o PRB e o PRM (Equação 2).

$$PRB = a_0 + a_1 * PRM + \xi \quad (2)$$

Caso fosse verificada uma correlação significativa entre os prêmios de risco, seria necessário ortogonalizar os prêmios na regressão múltipla subsequente para eliminar a contagem dupla de risco. Para tanto, utilizar-se-ia o resíduo  $\xi$  da primeira regressão linear (Equação 2) em lugar do PRB para proceder a uma regressão linear múltipla entre os retornos e os prêmios de risco, conforme a Equação 3 a seguir:

$$R_i = A_j + \beta_{1i} * PRM + \beta_{2i} * \xi \quad (3)$$

Entretanto, o resultado da regressão linear dada pela equação (2) não evidenciou correlação significativa entre os prêmios de risco. Dessa forma, a regressão linear múltipla entre os prêmios de risco e os retornos das ações pôde ser realizada diretamente, sem necessidade de ortogonalização.

### **3 COLETA DE DADOS E METODOLOGIA**

#### **3.1 Amostra**

Os dados para este trabalho foram coletados junto aos bancos de dados Econômica e Datastream disponíveis no Instituto COPPEAD de Administração (UFRJ). As ações utilizadas compreenderam 18 grandes empresas, negociadas todas elas na BOVESPA. O período utilizado para rodar as regressões lineares múltiplas compreendeu 60 meses, desde novembro de 1996 até outubro de 2001. Para testar a capacidade preditiva do modelo, comparou-se as

previsões com o retorno de novembro de 2001 para cada ação avaliada. Cabe ressaltar que não foram incluídas ações de algumas empresas de telecomunicações que tiveram mudanças em suas estruturas de propriedade ao longo do período analisado.

### 3.2 Metodologia

A metodologia adotada foi a de fazer a regressão múltipla dos retornos das ações com o PRM e o PRB, visto que a dependência desses fatores foi dada como insignificante em teste previamente realizado. Os retornos de cada ação foram logarítmicos e mensais, ou seja:

$$R_{i,t} = \ln ( VA_t / VA_{t-1} ) \quad (4)$$

onde

$VA_t$  = valor da ação no fechamento do mês  $t$ ;

$VA_{t-1}$  = valor da ação no fechamento do mês  $(t - 1)$ .

O PRM foi estimado como sendo o retorno logarítmico do índice MSCI World, (obtido no *site* [www.msci.com](http://www.msci.com)), de forma análoga à equação 4. O PRB foi estimado como sendo o retorno logarítmico mensal da diferença entre o *C-Bond* brasileiro e o *treasury bond* de 10 anos dos EUA. Ressaltamos que a escolha de se trabalhar com retornos logarítmicos se dá pelas melhores propriedades matemáticas desta função, não se tratando de condição obrigatória do modelo.

$$PRB = \ln \{ 1 + [(C-Bond - TB10A) / 12] \} \quad (4)$$

Assim sendo, a regressão múltipla pelo método dos mínimos quadrados forneceu, para cada ação  $j$ , os coeficientes  $A_j$ ,  $\beta_{1i}$  e  $\beta_{2i}$  da equação 1. Além disso, a qualidade de cada uma das regressões foi analisada através do Teste F de Snedecor.

Após obter os dados dos coeficientes para cada ação, foi testado o poder preditivo do modelo. Para tanto, utilizou-se a Equação 1 com os coeficientes  $\beta_{1i}$  e  $\beta_{2i}$ , substituindo o coeficiente  $A_j$  pelo rendimento de um ativo considerado livre de risco (Treasury Bill), em base logarítmica. Com a equação, foram previstos os retornos para o mês de novembro de 2001, dados os prêmios de risco reais, e comparados os resultados com os retornos reais do mês em questão. Vale ressaltar que não se espera que o modelo tenha poder preditivo imediato para o mês seguinte. Porém, a relevância do teste consiste na ilustração de como obter as estimativas através do modelo de dois fatores.

## 4 RESULTADOS

Os resultados obtidos para os coeficientes  $A_j$ ,  $\beta_{1i}$  e  $\beta_{2i}$  são evidenciados nas tabelas 1, 2 e 3. Para cada um dos coeficientes obtidos foi feito o Teste t de nulidade, de forma a avaliar a qualidade de cada uma das estimativas alcançadas.

A qualidade das regressões rodadas pode ser avaliada pela tabela 4.

Na tabela 5, pode ser verificado o resultado obtido para os retornos das ações no mês de novembro de 2001 comparado ao retorno real observado naquele mês. Vale ressaltar que os retornos na tabela são retornos logarítmicos, conforme determinado na metodologia do trabalho.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados obtidos nas regressões lineares chegou-se às seguintes conclusões:

As regressões rodadas tiveram boa qualidade evidenciada pelo Teste F de Snedecor e pelo baixo Erro Padrão, apesar de não atingirem um Coeficiente de Determinação elevado;

Os coeficientes  $A_j$  encontrados não são relevantes dadas as estimativas do Teste t observadas;

Os coeficientes  $\beta_{1i}$  encontrados tiveram boa qualidade atestada pelo Teste t, além de baixo erro padrão;

Os coeficientes  $\beta_{2i}$  encontrados não são relevantes dadas as estimativas do Teste t observadas; por esse motivo, ao se testar o poder preditivo do modelo, eles foram substituídos pelo rendimento de um ativo livre de risco ( em base logarítmica);

Os retornos previstos para o mês de novembro de 2001 foram discrepantes em relação aos retornos realizados efetivamente naquele período.

Destaca-se ainda o fato de o modelo de dois fatores não ter evidenciado melhoria em termos de qualidade estatística das estimativas nem ter alcançado um poder preditivo razoável. As possíveis explicações para tais conclusões residem no fato do período observado ser curto e sujeito a uma série de crises econômicas, bem como a previsão ter sido feita para um período significativamente menor que o período de avaliação dos coeficientes.

A hipótese dos coeficientes  $\lambda$  e  $\beta_{2i}$  serem nulos não pôde ser rejeitada pelos testes realizados, entretanto, como o  $\beta_{1i}$  evidencia, a relação de linearidade entre o fator PRM e os retornos pôde ser constatada. Apesar do coeficiente do PRB ter tido pouca relevância, podem ser ainda testados outros fatores numa tentativa de melhorar os resultados obtidos. Além disso, fica ainda a sugestão para o levantamento de um período maior de avaliação.

## ANEXO

Tabela 1 – Interceptos Por Ação

	<i>Intercepto</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>Teste t</i>	<i>5%</i>
Acesita	0,0292	0,0668	0,4368	Aceito
Ambev	-0,0068	0,0384	-0,1764	Aceito
Aracruz	-0,1626	0,0650	-2,5003	Rejeitado
Bradesco	0,0305	0,0492	0,6195	Aceito
BB	0,0569	0,0465	1,2242	Aceito
Cemig	0,0087	0,0481	0,1811	Aceito
Cesp	0,0389	0,0731	0,5321	Aceito
Copel	0,0182	0,0523	0,3480	Aceito
Eletrobras	-0,0097	0,0559	-0,1728	Aceito
Eletropaulo	0,0979	0,1271	0,7700	Aceito
Embraer	0,0673	0,0674	0,9987	Aceito
Gerdau	0,0129	0,0545	0,2367	Aceito
Itaubanco	0,0205	0,0388	0,5302	Aceito
Petrobras	0,0236	0,0475	0,4964	Aceito
Sid Nacional	0,0192	0,0482	0,3989	Aceito
Souza cruz	-0,0354	0,0406	-0,8719	Aceito
Usiminas	0,0098	0,0518	0,1902	Aceito
Vale do Rio Doce	-0,0734	0,0478	-1,5359	Aceito

Tabela 2 – Coeficiente  $\beta_w$  Por Ação

	<i>Bw</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>Teste t</i>	<i>5%</i>
Acesita	1,6532	0,5045	3,2768	Rejeitado
Ambev	1,3706	0,2900	4,7267	Rejeitado
Aracruz	1,7973	0,4910	3,6603	Rejeitado
Bradesco	1,3754	0,3714	3,7028	Rejeitado
BB	1,1801	0,3509	3,3631	Rejeitado
Cemig	1,9568	0,3633	5,3869	Rejeitado
Cesp	1,9135	0,5520	3,4666	Rejeitado
Copel	1,8473	0,3823	4,8324	Rejeitado
Eletrobras	1,7506	0,4223	4,1448	Rejeitado
Eletropaulo	1,4596	0,6460	2,2595	Rejeitado
Embraer	1,4225	0,5091	2,7944	Rejeitado
Gerdau	2,2400	0,4115	5,4433	Rejeitado
Itaubanco	1,5856	0,2926	5,4190	Rejeitado
Petrobras	2,4025	0,3588	6,6961	Rejeitado
Sid Nacional	1,7958	0,3639	4,9344	Rejeitado
Souza cruz	0,8642	0,3063	2,8214	Rejeitado
Usiminas	1,6146	0,3907	4,1322	Rejeitado
Vale do Rio Doce	1,4713	0,3607	4,0794	Rejeitado



Tabela 3 - Coeficiente  $\beta_{br}$  Por Ação

	<i>Bbr</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>Teste t</i>	<i>5%</i>
Acesita	-7,6307	8,2259	-0,9276	Aceito
Ambev	3,4772	4,7278	0,7355	Aceito
Aracruz	23,5736	8,0058	2,9446	Rejeitado
Bradesco	-2,6456	6,0561	-0,4368	Aceito
BB	-7,4582	5,7212	-1,3036	Aceito
Cemig	-1,1378	5,9227	-0,1921	Aceito
Cesp	-4,0656	8,9995	-0,4518	Aceito
Copel	-2,0986	6,3354	-0,3313	Aceito
Eletrobras	1,5255	6,8861	0,2215	Aceito
Eletropaulo	-11,8153	13,8231	-0,8547	Aceito
Embraer	-2,8427	8,3000	-0,3425	Aceito
Gerdau	1,7587	6,7094	0,2621	Aceito
Itaubanco	0,2046	4,7706	0,0429	Aceito
Petrobras	-0,4871	5,8498	-0,0833	Aceito
Sid Nacional	-0,5670	5,9339	-0,0956	Aceito
Souza cruz	7,8406	4,9940	1,5700	Aceito
Usiminas	-2,9864	6,3708	-0,4688	Aceito
Vale do Rio Doce	12,0478	5,8803	2,0488	Aceito

Tabela 4 – Avaliação da Qualidade das Regressões

	<i>R2</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>F Regressão</i>	<i>F Tabelado</i>	<i>5%</i>
Acesita	0,1958	0,1820	6,9393	4,39	Rejeitado
Ambev	0,2832	0,1046	11,2591	4,39	Rejeitado
Aracruz	0,2390	0,1771	8,9517	4,39	Rejeitado
Bradesco	0,2148	0,1340	7,7976	4,39	Rejeitado
BB	0,2199	0,1266	8,0343	4,39	Rejeitado
Cemig	0,3551	0,1310	15,6953	4,39	Rejeitado
Cesp	0,1947	0,1991	6,8921	4,39	Rejeitado
Copel	0,3220	0,1367	12,8228	4,39	Rejeitado
Eletrobras	0,2382	0,1524	8,9134	4,39	Rejeitado
Eletropaulo	0,1411	0,2096	3,2851	4,39	Aceito
Embraer	0,1352	0,1836	4,4546	4,39	Rejeitado
Gerdau	0,3509	0,1485	15,4045	4,39	Rejeitado
Itaubanco	0,3528	0,1056	15,5355	4,39	Rejeitado
Petrobras	0,4567	0,1294	23,9575	4,39	Rejeitado
Sid Nacional	0,3142	0,1313	13,0556	4,39	Rejeitado
Souza cruz	0,1337	0,1105	4,3989	4,39	Rejeitado
Usiminas	0,2536	0,1410	9,6815	4,39	Rejeitado
Vale do Rio Doce	0,2384	0,1301	8,9205	4,39	Rejeitado

Tabela 5 – Comparação Entre os Retornos Previstos Pelo Modelo e os Retornos Observados em Novembro de 2001, Sendo o Ativo Livre de Risco  $e(r_f) = 0,5\%$  a.m.

	R (Nov/ 01)	E (R)	(Erro)^2
Acesita	34,83%	-4,89%	0,157768
Ambev	8,81%	3,45%	0,002873
Aracruz	-9,39%	18,76%	0,079242
Bradesco	9,23%	-1,18%	0,010837
BB	15,57%	-4,87%	0,041779
Cemig	13,34%	0,09%	0,017556
Cesp	11,63%	-2,13%	0,018934
Copel	12,34%	-0,66%	0,0169
Eletronbras	-8,10%	2,06%	0,010323
Eletropaulo	16,80%	-8,10%	0,062001
Embraer	-6,26%	-1,32%	0,00244
Gerdau	12,77%	2,35%	0,010858
Itaubanco	1,15%	1,02%	1,69E-06
Petrobrás	-5,55%	0,69%	0,003894
Sid Nacional	22,42%	0,49%	0,048092
Souza Cruz	2,13%	6,63%	0,002025
Usiminas	36,68%	-1,39%	0,144932
Vale do Rio Doce	2,32%	9,96%	0,005837
		<b>Somatório</b>	0,636293

## **LISTA DE AUTORES DESTE NÚMERO**

**Alan Cosme Rodrigues da Silva**

**Mestrando em Administração do COPPEAD/UFRJ da turma 2002**

Graduação: Administração (UERJ)

alancosme@yahoo.com

**Alúcio Moura da Frota**

**Mestrando em Administração do COPPEAD/UFRJ da turma 2000**

Graduação: Economia (UFRJ)

e-mail: aluisio@coppead.ufrj.br

**Carlos Heitor d'Ávila Pereira Campani**

**Mestrando em Administração do COPPEAD/UFRJ da turma 2002**

Graduação: Eng. Civil (UFRJ)

chcrock@ig.com.br

**Danielle Mendes Vanzan**

**Mestrando em Administração do COPPEAD/UFRJ da turma 2002**

Graduação: Eng. Civil (UFRJ)

daniellevanzan@yahoo.com.br

**Débora Guimarães Masullo**

**Mestrando em Administração do COPPEAD/UFRJ da turma 2002**

Graduação: Economia (PUC/RIO)

dgmasullo@yahoo.com.br

**Eduardo Alberto do Nascimento Fontes**

**Mestrando em Administração do COPPEAD/UFRJ da turma 2002**

Graduação: Eng. Civil (ITA)

eduardo\_fontes@yahoo.com

**Guilherme Ferreira Brega**

**Mestrando em Administração do COPPEAD/UFRJ da turma 2002**

Graduação: Eng. Civil (UFJF)

guilhermeregga@yahoo.com.br

**Joséte Florêncio dos Santos**

**Doutoranda em Administração do COPPEAD/URFRJ da turma 2001**

Graduação: Eng. Eletricista (UFPE)

e-mail:josete@coppead. ufrj.br