4
Estimação, Resultados e Análise

As estimações realizadas e os resultados obtidos são apresentadas neste capítulo assim como a devida análise dos resultados. Os modelo empregados neste trabalho, a saber, RiskMetrics, DCC-GARCH, DCC-EGARCH, DCC-GJR, CCC-GARCH e Média Móvel, foram estimados com o uso do programa Matlab 7.0. Os resultados encontrados são apresentados de forma resumida ao longo do capítulo devido a quantidade elevada de informação resultante das estimações. Contudo, exibe-se o fundamental para a compreensão dos resultados[10].

4.1
Estimação do Parâmetro de Decaimento

A estimação do parâmetro λ foi realizada de acordo com a metodologia proposta pelo RiskMetrics. Os valores encontrados foram de 0,91 para a base-índices e 0,90 base-ações. Nota-se que em ambos os casos, os valores são inferiores ao parâmetro λ sugerido pelo RiskMetrics de 0,94. Neste sentido, o modelo confere para ambas as bases, um peso maior para os retornos mais recentes. Este resultado é de certa forma esperado, pois as amostras utilizadas são mais voláteis do que aquela usada pelo RiskMetrics. Também vale notar, que o parâmetro λ é menor na base-ações do que na base-índices, sendo também a base-ações mais volátil.

4.2
Resultados da Estimação no Primeiro Estágio

[10] Para a realização da estimação foram utilizados códigos próprios. Os códigos encontram-se disponíveis mediante solicitação: andresennaduarte@gmail.com.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0510678/CA

Foram realizadas na base-índices, 3.145 regressões com as especificações GARCH, EGARCH e GJR, resultando em 28.305 regressões ao total. Para a segunda base de dados, 1.946 regressões foram realizadas para cada especificação e para cada ação, totalizando-se 70.056 regressões. Desta forma, devido ao elevado número de regressões, as tabelas 3 e 4 resumem os resultados do primeiro estágio apresentando apenas a média e o desvio padrão anualizados dos parâmetros estimados.

Os resultados encontrados na estimação do primeiro estágio apontam para um efeito ARCH médio elevado, especialmente, na base-ações. Neste caso o valor do parâmetro ARCH médio, na estimação do modelo GARCH, com exceção de uma ação (BBAS3), está acima de 0,10, o que implica que o modelo está conferindo significativa importância a informações mais recentes. Os coeficientes de assimetria encontradas nos modelos EGARCH e GJR são sempre de relevante magnitude. O desvio padrão dos parâmetros estimados é baixo em geral. Na grande maioria dos casos, os parâmetros estimados são significativos.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0510678/CA

4.3
Resultados da Estimação no Segundo Estágio

Os parâmetros estimados no segundo estágio da estimação são apresentados nos Gráficos 1, 2, 3 e 4. O parâmetro α, que captura o efeito ARCH na estimação do segundo estágio, apresenta pequeno valor em ambas as base de dados quando comparado aos resultados achados na estimação univariada durante toda a amostra. Em direção oposta, o parâmetro β, que capta o efeito GARCH, apresenta maior valor. A combinação desses dois efeitos implica que a matriz de correlação estimada confere pouco peso às inovações mais recentes quando comparado aos modelos univariados de volatilidade condicional.

Tabela 3 - Estatísticas Descritivas da Estimação no Primeiro Estágio: Base-Índices

		GARCH			EGARCH				GJR			
		Constante	Arch	Garch	Constante	Arch	Garch	Assimetria	Constante	Arch	Garch	Assimetria
S&P 500	Média	3.5E-06	0.071	0.905	-0.382	0.089	0.959	-0.119	3.6E-06	0.004	0.896	0.141
	Desvio Padrão	3.9E-06	0.030	0.043	0.308	0.046	0.031	0.049	3.4E-06	0.007	0.048	0.071
DAX	Média	8.2E-06	0.087	0.866	-0.432	0.156	0.951	-0.066	8.9E-06	0.034	0.870	0.090
	Desvio Padrão	1.7E-05	0.036	0.149	0.912	0.063	0.102	0.038	1.6E-05	0.032	0.137	0.072
HSI	Média	6.6E-06	0.083	0.895	-0.213	0.148	0.974	-0.065	6.6E-06	0.029	0.901	0.091
	Desvio Padrão	6.2E-06	0.039	0.054	0.127	0.050	0.015	0.031	4.9E-06	0.024	0.047	0.047

Tabela 4 - Estatísticas Descritivas da Estimação no Primeiro Estágio: Base - Ações

		GARCH			EGARCH				GJR			
		Constante	Arch	Garch	Constante	Arch	Garch	Assimetria	Constante	Arch	Garch	Assimetria
PETR4	Média	2.5E-05	0.101	0.862	-0.370	0.175	0.951	-0.094	2.6E-05	0.023	0.867	0.135
	Desvio Padrão	8.7E-06	0.024	0.020	0.188	0.040	0.023	0.014	8.0E-06	0.014	0.023	0.022
VALE5	Média	5.2E-05	0.189	0.754	-0.672	0.318	0.909	-0.035	5.2E-05	0.163	0.754	0.054
	Desvio Padrão	2.0E-05	0.093	0.066	0.310	0.113	0.036	0.031	1.6E-05	0.111	0.055	0.055
BBDC4	Média	4.4E-05	0.122	0.820	-0.417	0.208	0.942	-0.087	3.7E-05	0.044	0.842	0.137
	Desvio Padrão	2.1E-05	0.046	0.045	0.137	0.088	0.019	0.030	1.3E-05	0.024	0.037	0.049
USIM5	Média	1.7E-04	0.132	0.725	-0.697	0.212	0.897	-0.067	1.4E-04	0.071	0.751	0.116
	Desvio Padrão	1.2E-04	0.056	0.103	0.504	0.100	0.074	0.029	9.8E-05	0.039	0.085	0.053
ITAU4	Média	5.5E-05	0.129	0.801	-0.555	0.230	0.923	-0.073	5.3E-05	0.059	0.810	0.131
	Desvio Padrão	3.1E-05	0.067	0.088	0.284	0.108	0.041	0.021	2.9E-05	0.041	0.083	0.047
CSNA3	Média	9.7E-05	0.172	0.731	-0.683	0.269	0.902	-0.046	9.4E-05	0.118	0.741	0.096
	Desvio Padrão	3.6E-05	0.105	0.122	0.426	0.176	0.061	0.028	3.7E-05	0.084	0.119	0.060
GGBR4	Média	2.4E-04	0.196	0.567	-1.680	0.333	0.759	-0.077	2.3E-04	0.105	0.590	0.143
	Desvio Padrão	1.3E-04	0.078	0.165	0.676	0.108	0.097	0.030	1.2E-04	0.074	0.162	0.052
BRKM4	Média	1.3E-04	0.135	0.732	-1.012	0.235	0.855	0.020	1.5E-04	0.153	0.714	-0.041
	Desvio Padrão	1.5E-04	0.074	0.221	1.179	0.118	0.168	0.047	1.9E-04	0.122	0.269	0.098
CMIG4	Média	6.5E-05	0.105	0.833	-0.381	0.167	0.945	-0.073	5.6E-05	0.034	0.858	0.111
	Desvio Padrão	2.8E-05	0.061	0.061	0.170	0.074	0.024	0.031	2.3E-05	0.018	0.049	0.064
ELET6	Média	1.7E-04	0.129	0.720	-0.733	0.163	0.893	-0.050	1.7E-04	0.062	0.740	0.083
	Desvio Padrão	9.2E-05	0.083	0.062	0.835	0.119	0.120	0.047	1.5E-04	0.044	0.140	0.075
ITSA4	Média	3.0E-05	0.101	0.850	-0.302	0.171	0.959	-0.062	2.8E-05	0.041	0.870	0.095
	Desvio Padrão	1.5E-05	0.024	0.029	0.185	0.031	0.024	0.017	1.4E-05	0.013	0.029	0.023
BBAS3	Média	5.5E-05	0.078	0.867	-0.587	0.178	0.915	-0.026	5.5E-05	0.058	0.867	0.043
	Desvio Padrão	5.6E-05	0.053	0.112	0.615	0.108	0.089	0.020	5.0E-05	0.036	0.097	0.036

Gráfico 1
Parâmetro Alfa, Segundo Estágio: Base-Índices

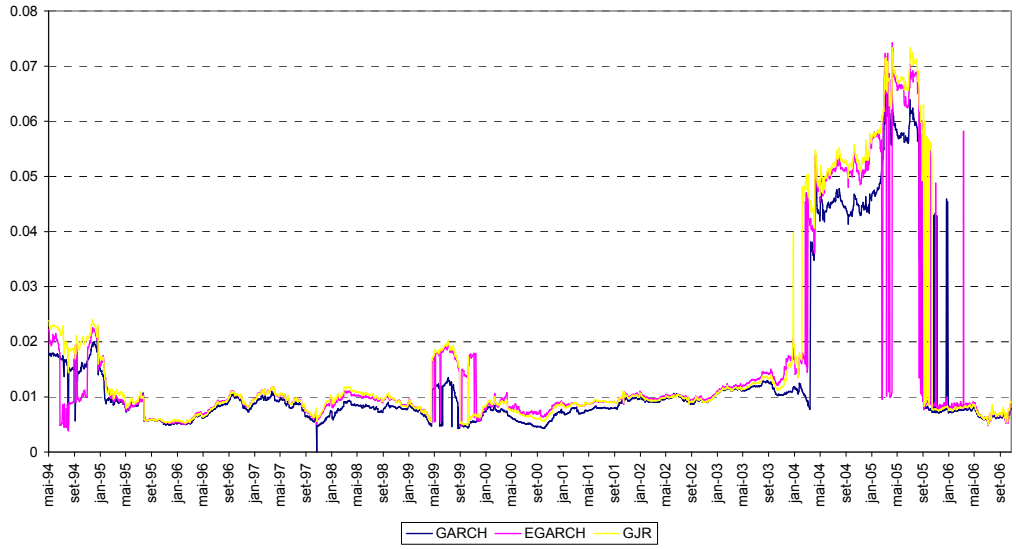
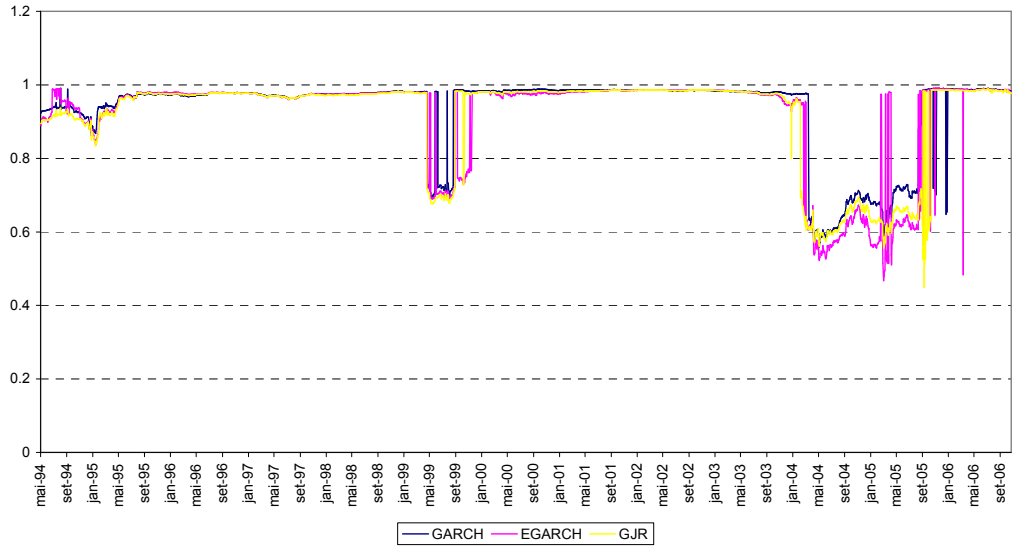


Gráfico 2
Parâmetro Beta, Segundo Estágio: Base-Índices



PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0510678/CA

Gráfico 3
Parâmetro Alfa, Segundo Estágio: Base-Ações

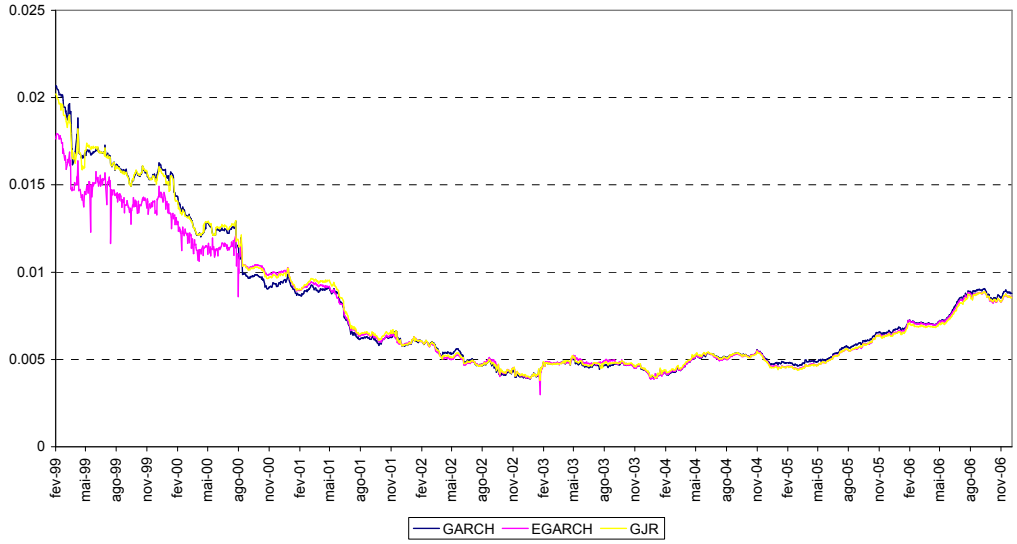
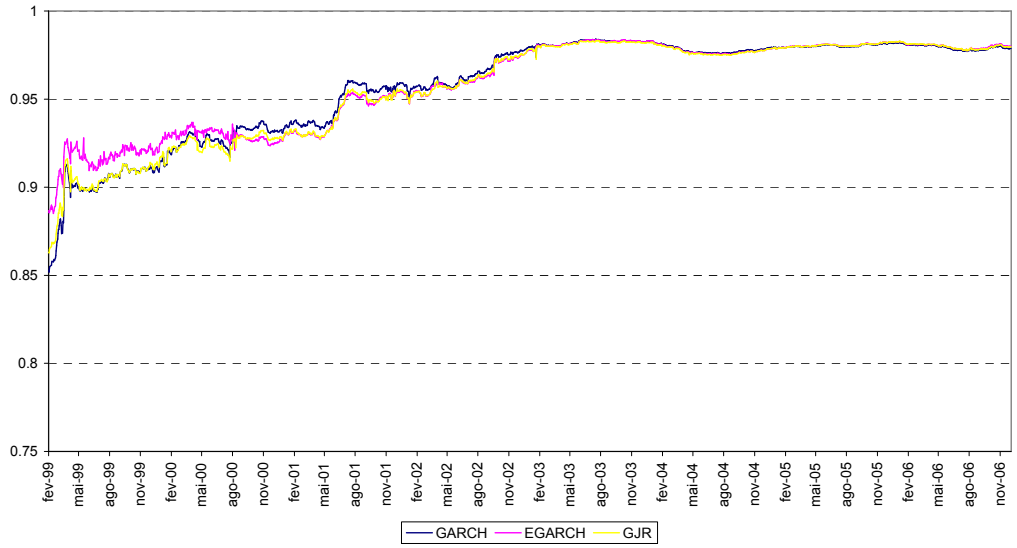


Gráfico 4
Parâmetro Beta, Segundo Estágio: Base-Ações



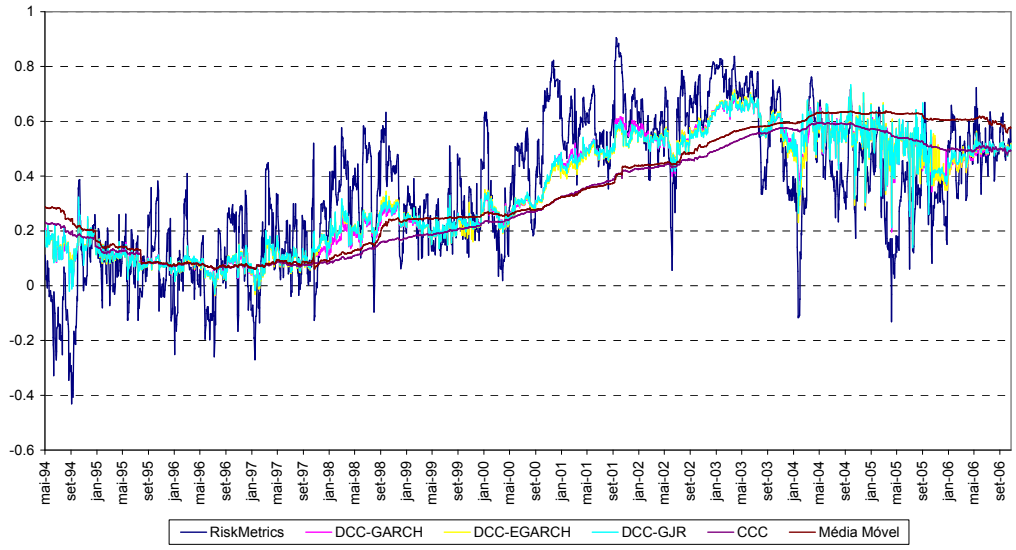
Observando-se os resultados de ambas as bases, nota-se que a base-índices apresenta estimativas dos parâmetros com maior variabilidade entre os diferentes modelos. Em especial, durante o período entre janeiro de 2004 até meados de 2006, os parâmetros estimados apresentam-se bastante instáveis, com destaque

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0510678/CA

aos modelos DCC-EGARCH e DCC-GJR. Quanto à base-ações, esta apresenta resultados bastante parecidos e estáveis para os diferentes modelos, o que não deixa de ser uma surpresa, pois as séries contidas nesta base são cerca de três a quatro vezes mais voláteis do que as séries na base-índices.

As conseqüências dessas estimativas podem ser verificadas nos gráficos 5, 6, 7, 8, 9 e 10 que mostram as correlações estimadas um dia à frente. Mais uma vez, devido ao grande número de correlações existentes na base-ações, serão apresentados apenas os resultados referentes às correlações entre as três ações mais líquidas do Ibovespa, ou seja, PETR4, VALE5 e BBDC4.

Gráfico 5
Correlação S&P 500/DAX



PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0510678/CA

Gráfico 6
Correlação S&P 500/HSI

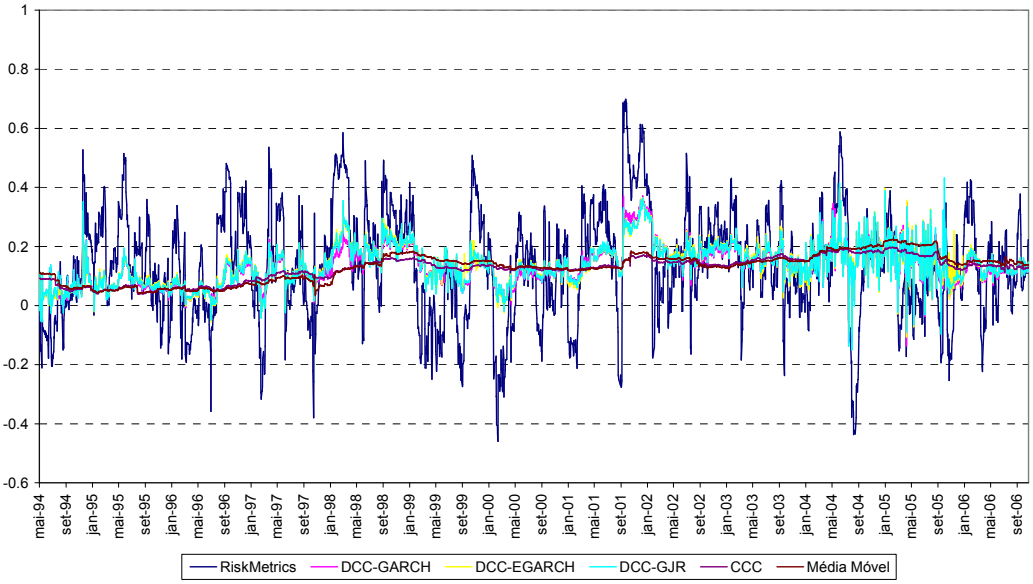
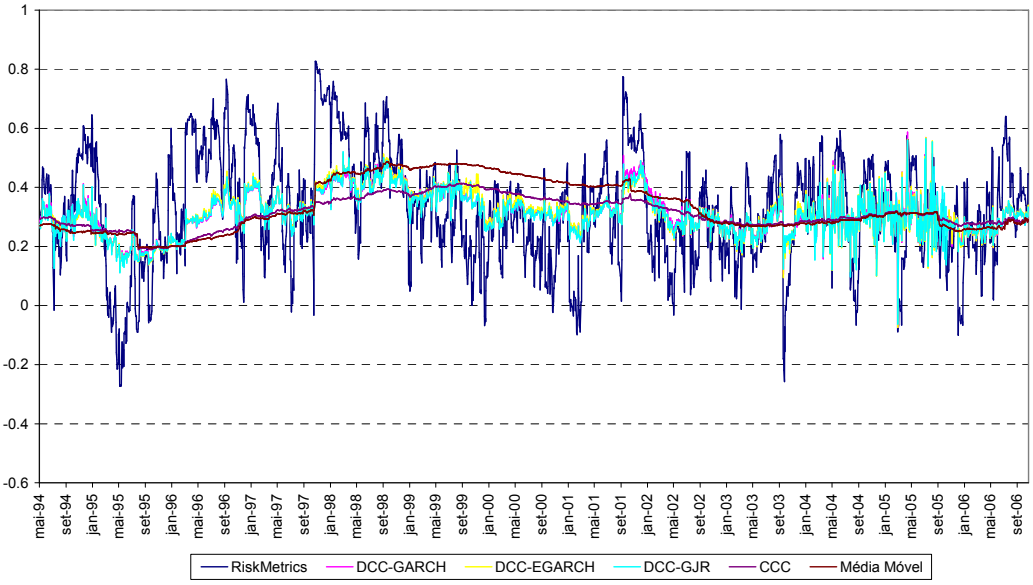


Gráfico 7
Correlação DAX/HSI



PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0510678/CA

Gráfico 8
Correlação PETR4/VALE5

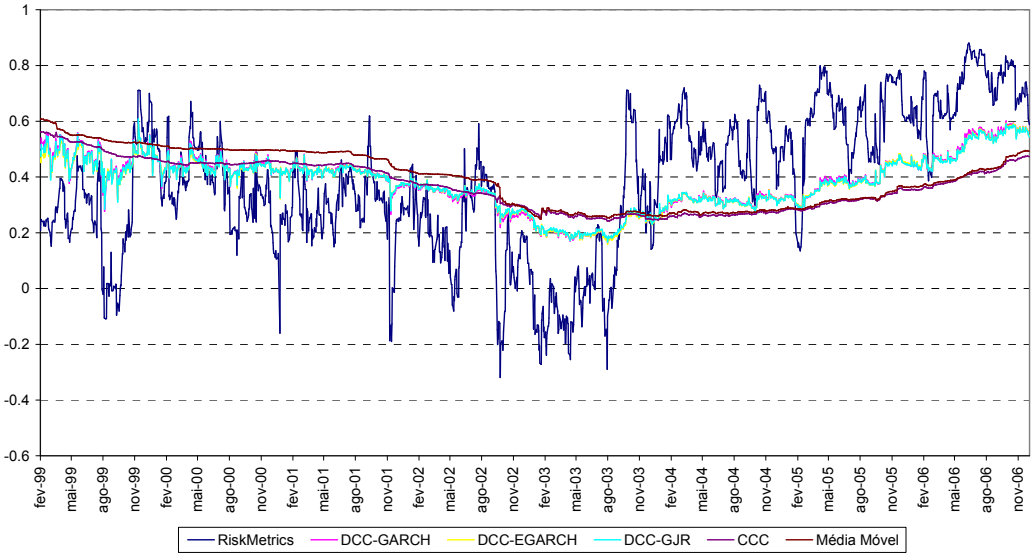
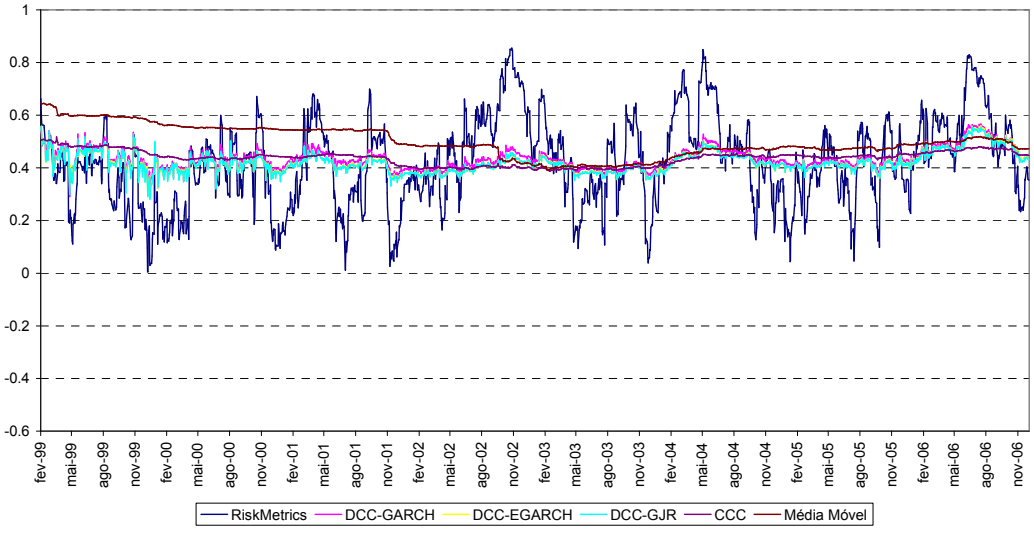
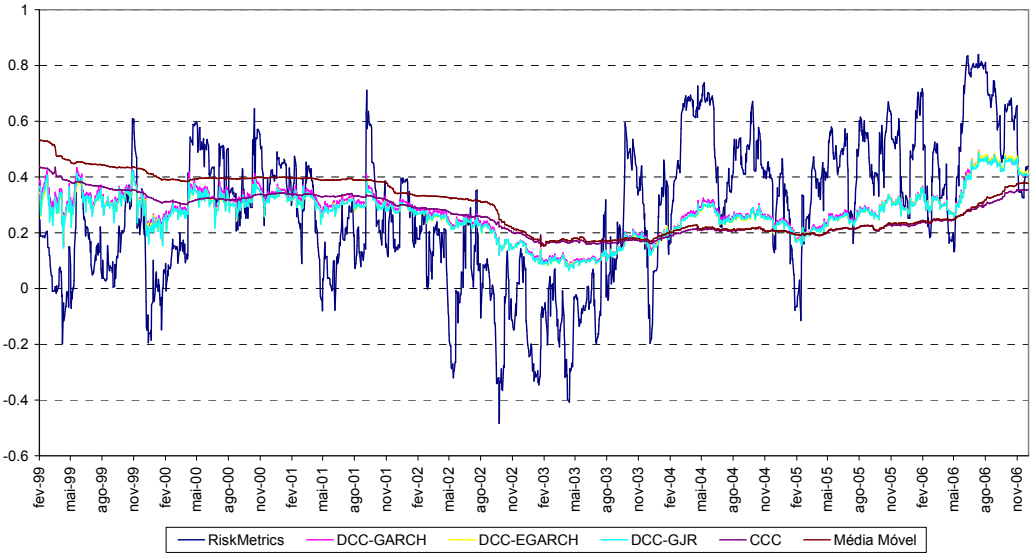


Gráfico 9
Correlação PEPTR4/BBDC4



PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0510678/CA

Gráfico 10
Correlação VALE5/BBDC4



Com base nos gráficos acima, alguns resultados são bastante nítidos. Primeiramente, o modelo RiskMetrics apresenta uma volatilidade na estimação da correlação esperada significativamente maior que qualquer outro método. Este resultado é particularmente esperado devido ao valor dos parâmetros estimados no segundo estágio dos modelos DCCs (baixo valor de α quando comparado a λ, implicando que o modelo confere pouco peso a informação mais recente), assim como pelo fato dos modelos CCC e Média Móvel implicarem lenta mudança das correlações[11]. Assim, não deixa de ser interessante constatar, o fato que os modelos DCCs apresentem maior volatilidade na estimação da variância esperada para as séries univariadas e por outro lado, apresentem menor volatilidade na estimação da correlação quando comparado ao RiskMetrics.

Segundo, faz pouca diferença prática se a estimação é feita via DCC-GARCH, DCC-EGARH ou DCC-GJR. As estimativas das correlações são bastante parecidas em todos os casos. Também vale notar que a instabilidade na

[11] Vale ressaltar que os modelos são estimados para com uma janela de 1000 dias. Isso implica que mesmo os modelos CCC e Média Móvel sofrem alterações no valor das correlações conforme a janela da estimação vai sendo alterada.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0510678/CA

estimação dos parâmetros do segundo estágio para a base-índices, durante o período entre janeiro de 2004 até meados de 2006, tem reflexos no cálculo da correlação esperada, com a significativa elevação da sua volatilidade durante este período. Ainda, os modelos DCCs reagem mais rapidamente que o modelo CCC, mostrando então a sua eventual maior flexibilidade.

Por último, os modelos Média Móvel e CCC apresentam baixa volatilidade no cálculo da correlação esperada. Vale notar que, apesar dos dois modelos serem bastante distintos na metodologia de cálculo, o resultado final é semelhante.

4.4
Valor Econômico dos Modelos

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0510678/CA

Para a base-índices, o portfólio ótimo pela estratégia I é calculado para três níveis de desvio padrão esperado requerido, a saber, 3%, 4% e 5% ao ano. Não foi possível calcular para maiores valores, uma vez que em algumas datas, o desvio padrão esperado do portfólio com maior risco é menor que 6% ao ano. Para à estratégia II, o retorno esperado foi estabelecido em três níveis distintos: 7%, 8% e 9% ao ano.

Na base-ações, a estratégia I é estabelecida com desvio padrão esperado de 8%, 10% e 12% ao ano. Para a estratégia II, por sua vez, o retorno esperado é igual a 15%, 20% e 25%. Os valores superiores tanto para o retorno como para o desvio padrão justifica-se devido a maior instabilidade dos ativos, assim como maiores retornos médios. As tabelas 5 e 6 abaixo mostram o valor econômico Δ dos distintos modelos para diferentes estratégias. O valor econômico de cada modelo é calculado comparando-se com o RiskMetrics. Assim, um valor negativo implica que o RiskMetrics tem melhor performance. Por último, o valor de γ é fixado nos níveis de 1, 5 e 10 e quanto maior for γ, maior a aversão a risco.

Analisando-se primeiramente a base-índices, os resultados são os seguintes. O desempenho do modelo Média Móvel é superior em todos os casos, tanto de acordo com o critério do valor econômico quanto do *Sharpe Ratio*. Para a

estratégia I, a Média Móvel tem maior retorno e menor desvio padrão em todas as situações e com ampla diferença sempre. O RiskMetrics apresenta quando comparado aos demais modelos, com exceção da Média Móvel, maior retorno e desvio padrão. Neste sentido, sua performance comparativa com o DCC-GARCH e CCC depende da preferência do investidor. Caso o investidor esteja mais disposto assumir risco, o Riskmetrics terá melhor desempenho. Entretanto, vale ressaltar que a diferença é pequena. Quanto aos modelos assimétricos, ambos tem sistematicamente piores resultados que o Riskmetrics, independentemente de γ.

Os resultados para a estratégia II mostram novamente a Média Móvel com melhor desempenho que os demais. O DCC-GARCH e o CCC apresentam melhores resultados que o RiskMetrics independentemente de γ, apesar de ser por uma pequena margem. Também vale um comentário a respeito do péssimo resultado quanto aos modelos DCC-EGARCH e DCC-GJR. Substituindo o índice HSI, pelo IBOVESPA, NIKKEI, ou até mesmo realizando a estimação apenas com o S&P 500 e o DAX, todos os resultados apresentados nesta base de dados se mantém, com exceção deste resultado de baixo retorno dos modelos DCC-EGARCH e DCC-GJR. O mesmo também não acontece na base-ações. Desta forma, este resultado pode ater-se apenas a esta base de dados, não indicando um possível problema estrutural com os modelos.

Quanto a base-ações, para a estratégia I, o RiskMetrics mostra-se novamente com retorno e desvio padrões superiores aos demais e de forma significativa. Assim, quanto menor for γ, maior a utilidade do investidor segundo o modelo RiskMetrics. Com relação aos DCCs, estes apresentam comportamentos similares, com uma ligeira vantagem do DCC-GJR. Por último, desta vez, o modelo Média Móvel apresenta o pior desempenho geral.

Na estratégia II, temos que o Média Móvel tem melhor desempenho que os demais. Quanto ao RiskMetrics, este supera os DCCs e CCC, independentemente da aversão ao risco do investidor. Novamente, o DCC-EGARCH apresenta o pior desempenho entre os DCCs e CCC.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0510678/CA

Tabela 5 - Resultados Finais: Base-Índices

	Estratégia I: Desvio Padrão Esperado igual a 3%						Estratégia II: Retorno Esperado Igual a 7%					
	Delta-1	Delta-5	Delta-10	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio	Delta-1	Delta-5	Delta-10	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio
Riskmetrics	0.00%	0.00%	0.00%	6.08%	2.65%	0.41	0.00%	0.00%	0.00%	6.15%	5.14%	0.22
Garch-DCC	-0.03%	0.01%	0.06%	6.05%	2.42%	0.43	0.02%	0.05%	0.10%	6.17%	5.06%	0.23
Egarch-DCC	-0.47%	-0.43%	-0.39%	5.59%	2.48%	0.24	-1.77%	-1.73%	-1.68%	4.30%	5.03%	-0.14
GJRGarch-DCC	-0.49%	-0.45%	-0.41%	5.57%	2.46%	0.23	-1.65%	-1.62%	-1.58%	4.44%	5.05%	-0.11
CCC	-0.03%	0.00%	0.05%	6.04%	2.44%	0.43	0.08%	0.11%	0.15%	6.24%	5.06%	0.24
Média Móvel	0.78%	0.80%	0.82%	6.91%	2.39%	0.80	1.06%	1.06%	1.05%	7.29%	5.12%	0.45

	Estratégia I: Desvio Padrão Esperado igual a 4%						Estratégia II: Retorno Esperado Igual a 8%					
	Delta-1	Delta-5	Delta-10	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio	Delta-1	Delta-5	Delta-10	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio
Riskmetrics	0.00%	0.00%	0.00%	6.42%	3.52%	0.40	0.00%	0.00%	0.00%	6.50%	7.69%	0.19
Garch-DCC	-0.04%	0.03%	0.12%	6.37%	3.21%	0.43	0.07%	0.15%	0.25%	6.57%	7.57%	0.21
Egarch-DCC	-0.62%	-0.57%	-0.50%	5.76%	3.29%	0.23	-2.63%	-2.54%	-2.42%	3.77%	7.54%	-0.16
GJRGarch-DCC	-0.65%	-0.59%	-0.51%	5.73%	3.27%	0.22	-2.44%	-2.38%	-2.30%	3.96%	7.57%	-0.14
CCC	-0.05%	0.02%	0.10%	6.37%	3.23%	0.42	0.15%	0.22%	0.31%	6.66%	7.58%	0.22
Média Móvel	1.03%	1.06%	1.10%	7.53%	3.17%	0.80	1.62%	1.61%	1.60%	8.24%	7.66%	0.42

	Estratégia I: Desvio Padrão Esperado igual a 5%						Estratégia II: Retorno Esperado Igual a 9%					
	Delta-1	Delta-5	Delta-10	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio	Delta-1	Delta-5	Delta-10	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio
Riskmetrics	0.00%	0.00%	0.00%	6.77%	4.38%	0.40	0.00%	0.00%	0.00%	6.72%	10.17%	0.17
Garch-DCC	-0.08%	0.03%	0.17%	6.69%	4.00%	0.42	0.02%	0.09%	0.19%	6.74%	10.08%	0.17
Egarch-DCC	-0.81%	-0.72%	-0.62%	5.92%	4.11%	0.22	-3.11%	-3.03%	-2.93%	3.50%	10.06%	-0.15
GJRGarch-DCC	-0.84%	-0.75%	-0.63%	5.88%	4.08%	0.22	-2.89%	-2.86%	-2.83%	3.73%	10.10%	-0.13
CCC	-0.08%	0.02%	0.14%	6.68%	4.03%	0.42	0.11%	0.17%	0.23%	6.84%	10.10%	0.18
Média Móvel	1.26%	1.30%	1.36%	8.13%	3.95%	0.79	2.15%	2.08%	1.99%	9.07%	10.21%	0.40

Tabela 6 - Resultados Finais: Base-Ações

	Estratégia I: Desvio Padrão Esperado igual a 8%						Estratégia II: Retorno Esperado Igual a 15%					
	Delta-1	Delta-5	Delta-10	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio	Delta-1	Delta-5	Delta-10	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio
Riskmetrics	0.00%	0.00%	0.00%	21.50%	9.05%	1.82	0.00%	0.00%	0.00%	15.23%	5.41%	1.89
Garch-DCC	-3.82%	-2.32%	-0.46%	17.03%	6.50%	1.85	-0.73%	-0.68%	-0.62%	14.40%	5.30%	1.77
Egarch-DCC	-4.00%	-2.53%	-0.70%	16.83%	6.53%	1.81	-1.03%	-0.99%	-0.94%	14.05%	5.31%	1.71
GJRGarch-DCC	-3.39%	-1.90%	-0.06%	17.52%	6.52%	1.92	-0.76%	-0.71%	-0.65%	14.36%	5.28%	1.77
CCC	-3.61%	-2.15%	-0.34%	17.27%	6.58%	1.87	-0.57%	-0.54%	-0.49%	14.57%	5.32%	1.80
Média Móvel	-3.91%	-2.19%	-0.07%	16.94%	5.92%	2.02	0.54%	0.47%	0.38%	15.85%	5.60%	1.94

	Estratégia I: Desvio Padrão Esperado igual a 10%						Estratégia II: Retorno Esperado Igual a 20%					
	Delta-1	Delta-5	Delta-10	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio	Delta-1	Delta-5	Delta-10	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio
Riskmetrics	0.00%	0.00%	0.00%	25.77%	11.27%	1.84	0.00%	0.00%	0.00%	20.29%	8.26%	1.85
Garch-DCC	-4.70%	-2.36%	0.51%	20.13%	8.12%	1.86	-0.91%	-0.72%	-0.49%	19.20%	7.93%	1.79
Egarch-DCC	-4.94%	-2.64%	0.18%	19.85%	8.16%	1.82	-1.37%	-1.20%	-0.98%	18.66%	7.95%	1.72
GJRGarch-DCC	-4.17%	-1.86%	0.99%	20.74%	8.14%	1.93	-0.96%	-0.77%	-0.52%	19.15%	7.91%	1.79
CCC	-4.45%	-2.18%	0.61%	20.41%	8.21%	1.88	-0.68%	-0.52%	-0.32%	19.47%	7.97%	1.82
Média Móvel	-4.81%	-2.13%	1.14%	20.00%	7.39%	2.03	0.96%	0.88%	0.78%	21.45%	8.39%	1.96

	Estratégia I: Desvio Padrão Esperado igual a 12%						Estratégia II: Retorno Esperado Igual a 25%					
	Delta-1	Delta-5	Delta-10	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio	Delta-1	Delta-5	Delta-10	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio
Riskmetrics	0.00%	0.00%	0.00%	30.52%	13.44%	1.90	0.00%	0.00%	0.00%	25.55%	11.00%	1.87
Garch-DCC	-5.92%	-2.63%	1.38%	23.23%	9.73%	1.87	-1.20%	-0.86%	-0.44%	24.06%	10.56%	1.80
Egarch-DCC	-6.09%	-2.83%	1.14%	23.04%	9.77%	1.85	-1.82%	-1.50%	-1.11%	23.31%	10.59%	1.73
GJRGarch-DCC	-5.28%	-2.02%	1.95%	23.98%	9.76%	1.95	-1.26%	-0.92%	-0.48%	23.98%	10.53%	1.80
CCC	-5.64%	-2.44%	1.46%	23.56%	9.84%	1.89	-0.89%	-0.61%	-0.24%	24.43%	10.62%	1.83
Média Móvel	-6.03%	-2.24%	2.34%	23.11%	8.86%	2.04	1.27%	1.13%	0.95%	27.16%	11.18%	1.98

4.5
Análise dos Resultados

De acordo com o exposto acima, podem ser destacados os seguintes pontos principais:

1-) Apesar da simplicidade, o modelo Média Móvel apresenta bom desempenho em geral, principalmente na base-índices.

2-) O modelo RiskMetrics apresenta, na grande maioria dos casos, retorno e desvio padrão maiores que os DCCs e CCC. Assim, a preferência por um modelo dependerá fundamentalmente da aversão a risco do investidor.

3-) Dentre os DCCs, o DCC-EGARCH apresenta desempenho sistematicamente inferior aos demais. Quanto ao DCC-GJR e o DCC-GARCH, não é possível determinar qual que tem a melhor performance.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0510678/CA

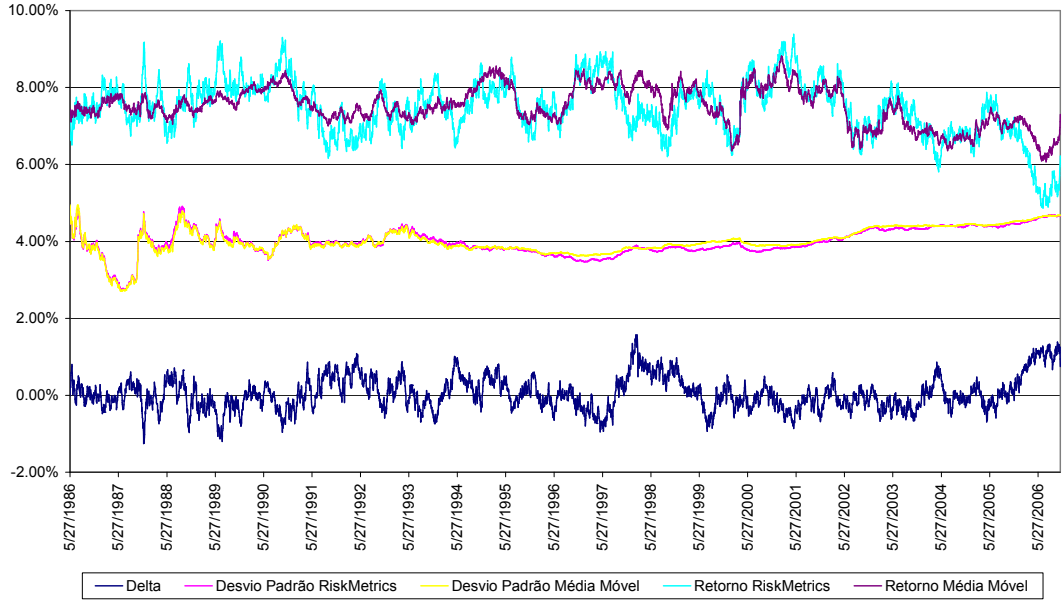
O primeiro resultado é surpreendente por ser de certa forma contrário à conclusão de Fleming, Kirby e Ostdiek (2001). Ou seja, o investidor avesso ao risco estaria disposto a pagar para utilizar a matriz de covariância o mais simples possível. Uma possível explicação para isso poderia ser inferida a partir do comportamento dos portfólios formados com a Média Móvel. O comportamento dos portfólios difere significativamente dos demais como pode ser visto no apêndice A. Isso ocorre porque a matriz de covariância estimada se ajusta muito lentamente a novas informações. Desta forma, a matriz de covariância pode estar estimando de forma incorreta o verdadeiro risco em cada momento e com isso, o resultado pode ser espúrio.

Quanto a comparação entre o RiskMetrics e os DCCs, o maior retorno do modelo Riskmetrics pode estar associado ao fato de ele ser mais volátil. Desta forma uma análise desta hipótese poderá ser feita com a divisão a cada ano dos resultados da base-ações. Tais resultados serão demonstrados na secção 4.5.2.

4.5.1
Teste de Robustez para o Resultado da Média Móvel

Para encontrar evidências a respeito do melhor resultado da Média Móvel ser espúrio, propõe-se um teste de escolha da amostra. Estende-se a base de dados até 24/11/1969 e com isso, a amostra é aumentada para 9.304 retornos diários[12]. Como a estimação apresentada foi realizada com uma amostra de 3.145, utiliza-se então este valor como janela. Assim, escolhendo uma das estratégias, no caso, a estratégia II, com o valor do retorno esperado igual a 7% ao ano, calcula-se o Δ (com relação ao RiskMetrics) para a amostra ampliada, para todos os dias. Os resultados podem ser vistos no gráfico 11.

Gráfico 11
Média Móvel x RiskMetrics



O gráfico acima ilustra a possibilidade do resultado ser espúrio. O valor de Δ muda de sinal inúmeras vezes durante todo o período, indicando que o resultado dependeria da amostra. Este resultado decorre da alternância do maior retorno entre os dois modelos. Em particular, para a amostra inicial utilizada neste trabalho, o retorno da Média Móvel apresenta-se muito superior ao Riskmetrics quando comparado com o restante do período. Isso indica então que a escolha da amostra inicial foi fundamental para os resultados encontrados com relação a Média Móvel. Por último, vale notar, que apesar de não se poder definir qual modelo tem melhor desempenho com base no critério adotado, o desvio padrão do modelo RiskMetrics é em geral, menor que a Média Móvel, o que é esperado dado suas propriedades.

[12] Primeiro dia do índice HSI disponível na Bloomberg. Os demais índices são mais longos.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0510678/CA

4.5.2
Análise anual

Seguem abaixo as tabelas 7, 8 e 9 com os resultados finais para a base-ações divididos por ano. Os resultados são mostrados apenas para um objetivo por estratégia.

Observando-se as tabelas, pode-se notar que para os anos de 1999 e 2003, o retorno do modelo RiskMetrics é significativamente superior aos demais. Especificamente, no início de 1999 e final de 2002, o índice Ibovespa sofreu sucessivas quedas, apresentando alta volatilidade. A partir de meados de 1999 assim como 2003, a bolsa brasileira apresentou forte recuperação.

Nesse sentido, após os momentos de maior depressão dos preços dos ativos, quando o mercado se torna menos volátil e começa a subir, o portfólio do modelo RiskMetrics se ajusta mais rapidamente que os DCCs na direção de assumir maior risco. Ou seja, foge do ativo sem risco, para as ações. Este movimento está em consonância com a rápida alteração das correlações estimadas. O comportamento dos portfólios pode ser visto no apêndice A em detalhes.

Este comportamento nos portfólios acontece porque numa situação de sucessivas quedas, o benefício da diversificação é reduzido, uma vez que na presença de risco sistêmico, as correlações entre os ativos tornam-se maiores. Logo que o mercado reduz a volatilidade, o modelo RiskMetrics rapidamente alterna as correlações estimadas para uma situação de menor risco, onde as correlações são menores entre os ativos. Isso implica então, maior benefício na diversificação entre os ativos com risco. Assim, para um mesmo nível de risco estimado, o modelo RiskMetrics se posiciona, neste momento, em ativos que em geral, propiciam maior retorno.

Uma outra forma possível de argumentar esta questão é, como o RiskMetrics se posiciona mais rapidamente em ativos de maior risco após uma queda significativa, este estaria capturando um prêmio de risco. Sendo este

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0510678/CA

prêmio, a remuneração por assumir um risco maior, numa situação de aversão a risco dos investidores[13].

Assim, o resultado encontrado que os DCCs têm menor retorno pode ser justificada pela menor velocidade em que as correlações estimadas mudam, especialmente numa situação crise. Por último, vale salientar que o desvio padrão estimado é sistematicamente mais baixo no caso dos DCCs, inclusive quando se observa os resultados desagregados por ano. Desta forma, modelos que levem em conta a assimetria da matriz de correlação, podem potencialmente fornecer melhores resultados que os DCCs vistos aqui.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0510678/CA

[13] Informalmente, numa queda acentuada, os ativos com risco passam da mão dos "medrosos" para os "corajosos". Assim, o prêmio de risco seria então a remuneração necessária para os "corajosos" assumirem o risco dos ativos e fornecerem seguro para os "medrosos".

Tabela 7 - Resultados Finais por Ano: Base-Ações (1999-2001)

	Estratégia I: Desvio Padrão Esperado igual a 12%						Estratégia II: Retorno Esperado Igual a 25%					
Ano: 1999	Delta-1*	Delta-5*	Delta-10*	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio	Delta-1*	Delta-5*	Delta-10*	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio
Riskmetrics	0.00%	0.00%	0.00%	140.88%	13.99%	9.71	0.00%	0.00%	0.00%	111.40%	11.42%	9.32
Garch-DCC	-34.07%	-29.80%	-24.54%	79.79%	9.78%	7.65	-15.52%	-14.97%	-14.27%	83.06%	10.48%	7.45
Egarch-DCC	-34.98%	-31.31%	-26.76%	78.57%	10.16%	7.24	-14.73%	-14.53%	-14.28%	84.31%	10.79%	7.35
GJRGarch-DCC	-27.40%	-23.62%	-18.93%	89.17%	10.13%	8.31	-11.49%	-11.13%	-10.67%	89.66%	10.68%	7.93
CCC	-35.01%	-30.64%	-25.24%	78.52%	9.62%	7.65	-16.00%	-15.48%	-14.82%	82.30%	10.44%	7.40
Constante	-44.04%	-38.35%	-31.41%	67.35%	8.36%	7.46	-5.48%	-5.85%	-6.31%	100.45%	11.64%	8.20
Ano: 2000	Delta-1*	Delta-5*	Delta-10*	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio	Delta-1*	Delta-5*	Delta-10*	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio
Riskmetrics	0.00%	0.00%	0.00%	-7.05%	14.28%	-0.84	0.00%	0.00%	0.00%	-7.63%	12.41%	-1.02
Garch-DCC	11.24%	13.96%	17.26%	4.71%	10.89%	-0.03	10.53%	11.04%	11.68%	3.24%	11.96%	-0.15
Egarch-DCC	13.69%	16.37%	19.61%	7.69%	10.74%	0.25	13.75%	14.15%	14.64%	7.10%	11.93%	0.18
GJRGarch-DCC	14.60%	17.14%	20.23%	8.83%	11.01%	0.35	14.47%	14.88%	15.40%	8.00%	12.00%	0.25
CCC	11.60%	14.37%	17.73%	5.14%	10.71%	0.01	11.24%	11.75%	12.40%	4.06%	11.88%	-0.08
Constante	9.55%	13.58%	18.38%	2.76%	8.25%	-0.27	9.08%	9.65%	10.35%	1.59%	11.55%	-0.30
Ano: 2001	Delta-1*	Delta-5*	Delta-10*	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio	Delta-1*	Delta-5*	Delta-10*	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio
Riskmetrics	0.00%	0.00%	0.00%	-6.88%	14.48%	-0.82	0.00%	0.00%	0.00%	4.34%	12.01%	-0.06
Garch-DCC	9.34%	13.63%	18.75%	2.73%	10.73%	-0.21	0.26%	1.08%	2.09%	4.62%	11.57%	-0.03
Egarch-DCC	12.58%	15.93%	19.95%	6.55%	10.98%	0.14	3.20%	3.48%	3.82%	7.79%	11.72%	0.24
GJRGarch-DCC	8.13%	12.42%	17.53%	1.37%	10.77%	-0.34	-0.80%	0.05%	1.11%	3.51%	11.45%	-0.13
CCC	9.70%	14.06%	19.24%	3.14%	10.63%	-0.17	0.43%	1.21%	2.19%	4.79%	11.59%	-0.02
Constante	12.10%	17.54%	23.93%	5.95%	8.89%	0.11	1.56%	1.81%	2.11%	6.00%	12.42%	0.08

Tabela 8 - Resultados Finais por Ano: Base-Ações (2002-2004)

	Estratégia I: Desvio Padrão Esperado igual a 12%						Estratégia II: Retorno Esperado Igual a 25%					
Ano: 2002	Delta-1*	Delta-5*	Delta-10*	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio	Delta-1*	Delta-5*	Delta-10*	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio
Riskmetrics	0.00%	0.00%	0.00%	13.96%	15.36%	0.58	0.00%	0.00%	0.00%	14.51%	12.72%	0.75
Garch-DCC	-6.74%	-2.42%	2.76%	6.76%	11.72%	0.15	-2.59%	-2.20%	-1.70%	11.61%	12.43%	0.53
Egarch-DCC	6.08%	6.78%	7.65%	21.40%	12.56%	1.31	6.46%	5.08%	3.30%	22.44%	13.11%	1.33
GJRGarch-DCC	-5.50%	-1.51%	3.30%	8.01%	11.98%	0.25	-1.22%	-0.96%	-0.64%	13.13%	12.54%	0.65
CCC	-6.71%	-2.30%	2.98%	6.79%	11.61%	0.15	-2.23%	-1.86%	-1.39%	12.01%	12.44%	0.56
Constante	-1.35%	4.78%	11.98%	12.44%	9.28%	0.80	0.56%	0.60%	0.66%	15.15%	12.95%	0.78
Ano: 2003	Delta-1*	Delta-5*	Delta-10*	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio	Delta-1*	Delta-5*	Delta-10*	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio
Riskmetrics	0.00%	0.00%	0.00%	104.99%	12.73%	7.86	0.00%	0.00%	0.00%	86.99%	10.60%	7.73
Garch-DCC	-23.38%	-20.53%	-17.00%	66.22%	9.15%	6.69	-7.97%	-7.60%	-7.13%	73.21%	9.76%	6.99
Egarch-DCC	-30.99%	-28.17%	-24.67%	56.56%	9.06%	5.69	-12.55%	-12.18%	-11.70%	66.17%	9.59%	6.38
GJRGarch-DCC	-23.62%	-20.86%	-17.42%	65.90%	9.18%	6.63	-9.04%	-8.61%	-8.07%	71.52%	9.60%	6.93
CCC	-24.56%	-21.64%	-18.02%	64.63%	9.03%	6.60	-8.48%	-8.14%	-7.70%	72.40%	9.75%	6.91
Constante	-31.51%	-27.33%	-22.19%	55.94%	7.47%	6.82	-2.77%	-2.85%	-2.95%	81.97%	10.41%	7.40
Ano: 2004	Delta-1*	Delta-5*	Delta-10*	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio	Delta-1*	Delta-5*	Delta-10*	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio
Riskmetrics	0.00%	0.00%	0.00%	35.72%	14.98%	2.05	0.00%	0.00%	0.00%	28.86%	12.78%	1.87
Garch-DCC	-5.71%	-2.20%	2.08%	28.40%	11.20%	2.09	-0.21%	0.10%	0.50%	28.59%	12.12%	1.95
Egarch-DCC	-10.63%	-7.05%	-2.69%	22.69%	11.17%	1.58	-4.13%	-3.98%	-3.79%	23.76%	12.19%	1.54
GJRGarch-DCC	-4.93%	-1.50%	2.69%	29.35%	11.26%	2.16	0.73%	1.07%	1.50%	29.81%	12.07%	2.06
CCC	-7.31%	-3.65%	0.81%	26.48%	11.07%	1.94	-1.65%	-1.32%	-0.90%	26.77%	12.10%	1.80
Constante	-12.32%	-7.25%	-1.18%	20.84%	9.50%	1.67	-1.38%	-2.12%	-3.06%	27.11%	13.27%	1.67

Tabela 9 - Resultados Finais por Ano: Base-Ações (2005-2006)

	Estratégia I: Desvio Padrão Esperado igual a 12%						Estratégia II: Retorno Esperado Igual a 25%					
Ano: 2005	Delta-1*	Delta-5*	Delta-10*	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio	Delta-1*	Delta-5*	Delta-10*	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio
Riskmetrics	0.00%	0.00%	0.00%	17.95%	14.80%	0.88	0.00%	0.00%	0.00%	13.51%	12.63%	0.67
Garch-DCC	-2.23%	0.84%	4.57%	15.38%	11.19%	0.93	0.88%	1.18%	1.56%	14.52%	12.12%	0.78
Egarch-DCC	-2.80%	0.25%	3.97%	14.73%	11.17%	0.87	-0.54%	-0.23%	0.16%	12.89%	12.12%	0.65
GJRGarch-DCC	-2.65%	0.31%	3.91%	14.91%	11.33%	0.87	-0.93%	-0.57%	-0.13%	12.46%	12.09%	0.62
CCC	-2.18%	0.97%	4.79%	15.44%	11.08%	0.94	1.31%	1.62%	2.02%	15.01%	12.11%	0.83
Constante	-10.18%	-5.59%	-0.08%	7.06%	9.40%	0.22	-5.45%	-5.86%	-6.38%	7.64%	13.11%	0.20
Ano: 2006	Delta-1*	Delta-5*	Delta-10*	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio	Delta-1*	Delta-5*	Delta-10*	Retorno	Desvio Padrão	Sharp Ratio
Riskmetrics	0.00%	0.00%	0.00%	13.37%	15.20%	0.55	0.00%	0.00%	0.00%	20.48%	12.46%	1.24
Garch-DCC	2.26%	6.41%	11.40%	15.99%	11.24%	0.98	-0.70%	-0.25%	0.32%	19.64%	12.01%	1.22
Egarch-DCC	1.76%	6.22%	11.56%	15.39%	10.87%	0.96	-1.40%	-0.79%	-0.04%	18.82%	11.75%	1.18
GJRGarch-DCC	2.31%	6.51%	11.57%	16.04%	11.21%	0.98	-1.61%	-1.07%	-0.40%	18.58%	11.90%	1.14
CCC	2.25%	6.48%	11.55%	15.98%	11.18%	0.98	-0.70%	-0.30%	0.21%	19.64%	12.10%	1.21
Constante	1.79%	8.01%	15.30%	15.43%	8.21%	1.27	-0.82%	0.18%	1.42%	19.50%	11.46%	1.26