



Alexandra Ribeiro Mendes de Almeida

**Detecção de Quebra Estrutural: Uma Aplicação
aos Hedge Funds Brasileiros**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Atuária do Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais da PUC-Rio

Orientador : Prof. Hélio Côrtes Vieira Lopes
Co-Orientador: Prof. Beatriz Vaz de Melo Mendes

Rio de Janeiro
Março de 2010



Alexandra Ribeiro Mendes de Almeida

**Detecção de Quebra Estrutural: Uma Aplicação
aos Hedge Funds Brasileiros**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Atuária do Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais do Centro Ciências Sociais da PUC-Rio. Aprovada pela comissão examinadora abaixo assinada.

Prof. Hélio Côrtes Vieira Lopes

Orientador

Departamento de Matemática - PUC-Rio

Prof. Beatriz Vaz de Melo Mendes

Co-Orientador

Instituto de Matemática/COPPEAD-UFRJ

Prof. Álvaro de Lima Veiga Filho

Departamento de Engenharia Elétrica - PUC-Rio

Prof. Marcelo Oliveira Costa Nazareth

NetQuant Tecnologia de Investimentos.

Prof. Mônica Herz

Coordenador do Centro Ciências Sociais — PUC-Rio

Rio de Janeiro, 19 de Março de 2010

Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Alexandra Ribeiro Mendes de Almeida

Graduou-se em Estatística na Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Ficha Catalográfica

Almeida, Alexandra Ribeiro Mendes de

Detecção de Quebra Estrutural: Uma Aplicação aos Hedge Funds Brasileiros / Alexandra Ribeiro Mendes de Almeida; orientador: Hélio Côrtes Vieira Lopes, Beatriz Vaz de Melo Mendes. — Rio de Janeiro : PUC-Rio, Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais, 2010.

v., 105 f: il. ; 30 cm

1. Dissertação (Mestrado em Atuária) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais.

Inclui referências bibliográficas.

1. Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais – Tese. 2. Não-Estacionariedade; Memória Longa; Hedge Funds. I. Lopes, V. C. H.. II. Mendes, M. V. B.. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais. IV. Título.

CDD: 368.01

Agradecimentos

São muitas as pessoas a quem devo em parte (ou em boa parte) esta dissertação, tomando a dissertação como um resumo de dois anos de um mestrado que me engrandeceu muito academicamente e pessoalmente.

Preciso expressar meus agradecimentos e gratidão à professora Beatriz Mendes, minha Mestre, que desde a graduação vem me iniciando na vida acadêmica e na pesquisa, com uma firmeza de conhecimento e um profissionalismo invejável. Ela foi a pessoa mais importante e fundamental no meu desenvolvimento acadêmico, e é um exemplo de pesquisadora. “Começar denovo e contar contigo sempre valeu a pena ter me corrigido”. Muito obrigada.

Ao Marcelo Nazareth pelo incentivo para que eu entrasse no mestrado em Atuária, pelos conhecimentos que me passou, que definitivamente transcendem uma sala de aula e tornam os problemas estatísticos sempre mais interessantes, pela amizade e pela confiança.

Ao apoio financeiro conseguido pela PUC, ao professor Cristiano Fernandes, Álvaro Veiga, Luciano Vereda e Fernanda Chaves, pelos excelentes cursos que foram fundamentais para elaboração tanto desta dissertação como de conceitos, que hoje andam comigo.

Ao professor Hélio Lopes pelo acolhimento, motivação, principalmente pela compreensão, fundamental nesse processo não-linear que seguiu essa dissertação.

Aos meus amigos do mestrado, César Rivera e Ivan Guillén pelo carinho e companhia nas intermináveis noites de estudo. À Luciene pela convivência sempre alegre, e pelas necessárias puxadas de orelha quanto aos prazos.

E finalmente à Iara Lucia, minha mãe e amiga, meu braço e perna direita, agradeço todo amor, preocupação, carinho, cafés e tabelas conferidas; e ao César Chagas agradeço o amor, o companheirismo, a atenção e principalmente a paciência. Vocês tornaram esse percurso mais harmonioso, feliz e prazeroso.

Muito obrigada.

Resumo

Almeida, Alexandra Ribeiro Mendes de; Lopes, V. C. H.; Mendes, M. V. B.. **Detecção de Quebra Estrutural: Uma Aplicação aos Hedge Funds Brasileiros**. Rio de Janeiro, 2010. 105p. Dissertação de Mestrado — Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A estacionariedade sempre desempenhou um papel importante no tratamento teórico de séries temporais. Contudo muitas séries demonstram um comportamento não-estacionário. Em muitos casos, técnicas simples como a diferenciação não são suficientes. Neste contexto, e considerando a mais frequente suposição de instabilidade nas características estocásticas dos retornos financeiros, assim como as consequências em se assumir estacionariedade quando esta não é uma característica razoável, que utilizamos a metodologia proposta por Picard (1985) (37), estendida por Kluppelberg e Mikosch (1996)(23) e posteriormente resgatada por Starica e Granger (2005) (41) em 2005, cujo objetivo é identificar períodos estacionários em séries globalmente não-estacionárias, e aproximá-las localmente por modelos estacionários. Objetivando ampliar a compreensão da utilidade da estatística utilizada na metodologia, fizemos um estudo via simulação envolvendo mudanças estruturais ou pontuais no processo gerador, e avaliando o desempenho da metodologia na detecção dessas mudanças. Essa metodologia de identificação de períodos homogêneos foi aplicada no contexto dos *hedge funds* brasileiros, instrumentos financeiros onde tradicionalmente observa-se significativa auto-correlação, inclusive para defasagens de longo prazo, característica esta, justificada na literatura como resultado da falta de liquidez, como em Getmansky *et al* (2003) (14). Motivada pelas evidências empíricas envolvendo a influência das mudanças no segundo momento não-condicional de séries financeiras no comportamento da função de auto-correlação serial, discutido em Mikosch e Starica (2004) (32), aplicamos a metodologia de identificação dos períodos de estacionariedade na série de volatilidade dos *hedge funds* que apresentaram não-estacionariedade global.

Palavras-chave

Não-Estacionariedade; Memória Longa; Hedge Funds.

Abstract

Almeida, Alexandra Ribeiro Mendes de; Lopes, V. C. H.; Mendes, M. V. B.. **Structural Breaks Detection: An Application to the Brazilian Hedge Funds**. Rio de Janeiro, 2010. 105p. Msc. Dissertation — Instituto de Gestão de Riscos Financeiros e Atuariais, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Stationarity has always played an important role in the theoretical treatment of time series. However many series show a nonstationary behavior. In many cases, simple techniques such as differentiation is not enough. In this context, and considering the most frequent assumption of instability in the stochastic characteristics of financial returns as well as the consequences of assume stationarity when this feature is not reasonable, we use the methodology proposed by Picard (1985) (37), extended by Kluppelberg and Mikosch (1996) (23) and later by Starica and Granger (2005) (41), whose goal is to identify stationary periods in globally non-stationary series, and locally approximate them by stationary models. Aiming to broaden the understanding of the usefulness of the statistical methodology used, we made a simulation study involving structural or point changes in the generating process, and evaluating the performance of the methodology to detect these changes. This method of identifying homogeneous periods was applied in the context of Brazilian hedge funds, financial instruments where traditionally we see significant autocorrelation, even for long-term lags, feature explained in the literature as a result of illiquidity, as in Getmansky *et al* (2003) (14). Motivated by empirical evidence involving the influence of changes in non-conditional second moment of financial time series behavior of the function of serial correlation, discussed in Mikosch and Starica (2004) (32), we apply the methodology aiming identifying stationary periods in the hedge funds volatility series that had global non-stationarity.

Keywords

Non-Stationarity; Long-Memory; Hedge Funds.

Sumário

1	Introdução	12
2	Modelagem da Não-Estacionariedade	13
2.1	Revisão da Literatura	14
2.2	Metodologia de Teste	15
2.3	Identificação dos Intervalos de Homogeneidade	18
3	Desempenho em Diferentes Cenários	20
3.1	Mudança na Variância do Processo Gerador	21
3.2	Mudança no Processo Gerador	21
3.3	Mudança na Variância das Inovações	22
3.4	Mudança na Estrutura das Inovações	23
3.5	Presença de Outliers	24
3.6	Memória Longa	24
4	Não-Estacionariedade nos Hedge Funds Brasileiros	26
4.1	Revisitando a História	28
4.2	A Indústria nos EUA e no Brasil	29
4.3	Os Hedge Funds Brasileiros	32
4.4	Os Hedge Funds Brasileiros Não Estacionários	34
4.5	Delimitando Intervalos de Estacionariedade	34
4.6	Retornos	35
4.7	Log do Valor Absoluto dos Retornos	36
5	Conclusão e Trabalhos Futuros	38
	Referências Bibliográficas	39
	Anexo	43

Lista de figuras

5.1	Retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 1 de 11.	57
5.2	Retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 2 de 11.	58
5.3	Retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 3 de 11.	59
5.4	Retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 4 de 11.	60
5.5	Retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 5 de 11.	61
5.6	Retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 6 de 11.	62
5.7	Retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 7 de 11.	63
5.8	Retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 8 de 11.	64
5.9	Retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 9 de 11.	65
5.10	Retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 10 de 11.	66
5.11	Retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 11 de 11.	67
5.12	ACF dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 1 de 11.	68
5.13	ACF dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 2 de 11.	69
5.14	ACF dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 3 de 11.	70
5.15	ACF dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 4 de 11.	71
5.16	ACF dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 5 de 11.	72
5.17	ACF dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 6 de 11.	73
5.18	ACF dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 7 de 11.	74
5.19	ACF dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 8 de 11.	75
5.20	ACF dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 9 de 11.	76
5.21	ACF dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 10 de 11.	77
5.22	ACF dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 11 de 11.	78
5.23	ACF do log do valor absoluto dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 1 de 11.	79
5.24	ACF do log do valor absoluto dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 2 de 11.	80
5.25	ACF do log do valor absoluto dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 3 de 11.	81
5.26	ACF do log do valor absoluto dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 4 de 11.	82
5.27	ACF do log do valor absoluto dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 5 de 11.	83
5.28	ACF do log do valor absoluto dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 6 de 11.	84
5.29	ACF do log do valor absoluto dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 7 de 11.	85
5.30	ACF do log do valor absoluto dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 8 de 11.	86
5.31	ACF do log do valor absoluto dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 9 de 11.	87
5.32	ACF do log do valor absoluto dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 10 de 11.	88

5.33	ACF do log do valor absoluto dos retornos dos fundos pertencentes ao IHFA: 11 de 11.	89
5.34	Retornos dos fundos não estacionários na média (em azul) e desvio-padrão dos períodos homogêneos (em vermelho).	90
5.35	ACF dos resíduos dos retornos.	91
5.36	Log do valor absoluto dos retornos dos fundos não estacionários na variância (em azul) e médias dos períodos homogêneos (em vermelho): 1 de 7.	92
5.37	Log do valor absoluto dos retornos dos fundos não estacionários na variância (em azul) e médias dos períodos homogêneos (em vermelho): 2 de 7.	93
5.38	Log do valor absoluto dos retornos dos fundos não estacionários na variância (em azul) e médias dos períodos homogêneos (em vermelho): 3 de 7.	94
5.39	Log do valor absoluto dos retornos dos fundos não estacionários na variância (em azul) e médias dos períodos homogêneos (em vermelho): 4 de 7.	95
5.40	Log do valor absoluto dos retornos dos fundos não estacionários na variância (em azul) e médias dos períodos homogêneos (em vermelho): 5 de 7.	96
5.41	Log do valor absoluto dos retornos dos fundos não estacionários na variância (em azul) e médias dos períodos homogêneos (em vermelho): 6 de 7.	97
5.42	Log do valor absoluto dos retornos dos fundos não estacionários na variância (em azul) e médias dos períodos homogêneos (em vermelho): 7 de 7.	98
5.43	ACF dos resíduos do log do valor absoluto dos retornos: 1 de 7.	99
5.44	ACF dos resíduos do log do valor absoluto dos retornos: 2 de 7.	100
5.45	ACF dos resíduos do log do valor absoluto dos retornos: 3 de 7.	101
5.46	ACF dos resíduos do log do valor absoluto dos retornos: 4 de 7.	102
5.47	ACF dos resíduos do log do valor absoluto dos retornos: 5 de 7.	103
5.48	ACF dos resíduos do log do valor absoluto dos retornos: 6 de 7.	104
5.49	ACF dos resíduos do log do valor absoluto dos retornos: 7 de 7.	105

Lista de tabelas

2.1	Valores críticos da estatística de teste.	17
2.2	Valores críticos da estatística de teste robusta.	18
3.1	Percentual de detecção da estatística clássica e robusta mudando a variância dos processos geradores.	21
3.2	Percentual de detecção da estatística clássica e robusta mudando o processo gerador.	22
3.3	Percentual de detecção da estatística clássica e robusta mudando a variância das inovações.	23
3.4	Percentual de detecção da estatística clássica e robusta mudando a estrutura das inovações.	23
3.5	Percentual de detecção da estatística clássica e robusta na presença de <i>outliers</i> .	24
3.6	Percentual de detecção da estatística clássica e robusta adicionando memória longa.	25
5.1	Estatísticas descritivas dos retornos dos fundos analisados em % (exceto γ , κ e JB.). N é o número de observações, Med. é usado como abreviação de mediana, σ denota o desvio-padrão, γ o coeficiente de assimetria, κ o coeficiente de curtose e JB é o p-valor do teste de Jarque-Bera para normalidade.	44
5.2	Estatísticas descritivas dos retornos dos fundos analisados. Continuação.	45
5.3	Estatísticas descritivas dos retornos dos fundos analisados. Continuação.	46
5.4	Estatísticas descritivas dos retornos dos fundos analisados. Continuação.	47
5.5	Estatísticas descritivas dos retornos dos fundos analisados. Continuação.	48
5.6	Estatísticas de teste para estacionariedade (KPSS) e memória longa (R/S modificado) para os retornos. * Significante à 1%. ** Significante a 5%	49
5.7	Estatísticas de teste para os retornos. Continuação.	50
5.8	Estatísticas de teste para os retornos. Continuação.	51
5.9	Estatísticas de teste para estacionariedade (KPSS) e memória longa (R/S modificado) para o log do valor absoluto dos retornos. * Significante à 1%. ** Significante a 5%	52
5.10	Estatísticas de teste para o log dos valor absoluto dos retornos. Continuação.	53
5.11	Estatísticas de teste para o log dos valor absoluto dos retornos. Continuação.	54
5.12	Hedge Funds selecionados, e a série em que o fundo não se mostra estacionário.	55

5.13 Hedge Funds selecionados, e a série em que o fundo não se mostra estacionário. Continuação