

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



Savano Sousa Pereira

**Modelos de Duração e Volatilidade para
dados Intradiários do Mercado Financeiro**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-
graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de En-
genharia Elétrica da PUC-Rio

Orientador: Prof. Álvaro de Lima Veiga Filho

Rio de Janeiro
Setembro de 2004

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

Savano Sousa Pereira

Graduou-se em Ciências Estatísticas na *Escola Nacional de Ciências Estatísticas* - ENCE (Rio de Janeiro) em 2001.

Ficha Catalográfica

Pereira, Savano Sousa

Modelos de Duração e Volatilidade para dados Intradiários do Mercado Financeiro / Savano Sousa Pereira; orientador : Álvaro de Lima Veiga Filho. — Rio de Janeiro : PUC, Departamento de Engenharia Elétrica, 2004.

[9], 55 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Elétrica.

Inclui referências bibliográficas.

1. Engenharia elétrica – Teses. 2. Series temporais. 3. Modelo ACD. 4. Volatilidade instantânea. 5. Micro-Estrutura de mercado. I. Veiga Filho, Álvaro de Lima. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Elétrica. III. Título.

CDD: 621.3



Savano Sousa Pereira

**Modelos de Duração e Volatilidade para
dados Intradiários do Mercado Financeiro**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Técnico Científico da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Álvaro de Lima Veiga Filho

Orientador

Departamento de Engenharia Elétrica — PUC-Rio

Prof. Cristiano Fernandes

Departamento de Engenharia Elétrica — PUC-Rio

Prof. Caio Ibsen

IBMEC

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico —

PUC-Rio

Rio de Janeiro, 24 de Setembro de 2004

Agradecimentos

Deus, Sempre.

A todos da minha família agradeço pela compreensão por meus grandes momentos de ausência; mas em especial agradeço aos meus pais pelo apoio e insistência para que eu terminasse o mestrado; A meu irmão Paashe S. Pereira; A minha esposa Flavia pelo carinho e apoio; A minha sogra Heliodora por emprestar o carro para ir para PUC.

Ao Professor-Orientador Álvaro Veiga pela realização deste trabalho, por sua perseverança, competência indiscutível e confiança depositada em mim, o qual sem sua ajuda e suporte não seria possível a realização deste trabalho.

Ao professor Cristiano Fernandes pela ajuda no momento certo e pelas 'dicas' dadas ao longo do curso.

Aos meus amigos da PUC-Rio, e especialmente a Adrian Heringer Pizzinga pela ajuda em discussões teóricas e trocas de idéias, ao André 'Presidente' pelas dicas e histórias contadas nos momentos de tensão que me fizeram relaxar ao longo deste trabalho.

Aos funcionários do departamento da elétrica pela ajuda de todos os dias, Márcia, Alcina, Ana, Danilo, da secretaria, e Luís Fernando(LF), Manuel, Isnarde, Evandro, Vítor da área de sistemas e redes pela ajuda valiosa no decorrer desta tese.

O presente trabalho foi realizado como o apoio do CNPq, CAPES e PUC-Rio na concessão de bolsas.

Resumo

Pereira, Savano Sousa; Veiga Filho, Álvaro de. **Modelos de Duração e Volatilidade para dados Intradiários do Mercado Financeiro** Rio de Janeiro, 2004. 55p. Dissertação de Mestrado — Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O presente trabalho visa generalizar a modelagem do tempo entre os negócios ocorridos no mercado financeiro, doravante chamado duração, e estudar os impactos destas durações sobre a volatilidade instântanea. O estudo foi realizado por meio do modelo linear ACD (autoregression conditional duration) proposto por Engel & Russel[3], os quais usaram a distribuição Exponencial e Weibull para as inovações, e o modelo GARCH-t para dados com alta freqüência para modelar a volatilidade instântanea, também usando a proposição de Engel & Russel[3]. A generalização faz uso da Gama Generalizada proposta em Zhang, Russel & Tsay[9] em um modelo de duração não linear conhecido como TACD (threshold autoregressive conditional duration). A justificativa para o estudo das durações com a Gama Generalizada é obter uma modelo mais flexível que o proposto por Engel & Russel[3]. Os resultados do modelo ACD com as inovações seguindo uma Gama Generalizada se mostrou mais adequado capturando a sub-dispersão dos dados. A seguir estimamos o modelo de volatilidade instantânea usando as durações estimadas como variáveis explicativas encontrando resultados compatíveis com a literatura.

Palavras-chave

Durações, volatilidade, distribuição Gama Generalizada, micro-estrutura, *splines*

Abstract

Pereira, Savano Sousa; Veiga Filho, Álvaro de. **Duration and Volatility Models for Stock Market Data**. Rio de Janeiro, 2004. 55p. MSc. Dissertation — Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This work generalizes the duration model, the time elapsed between two consecutive transactions, such as financial transactions data; and explores the consequences of durations in the instantaneous volatility.

The approach have been motivated by Engel & Russel[3], that proposed an autoregressive conditional duration (ACD) model to explain the variation of volatility, where the innovations proposes were Exponential and Weibull distributions. Besides they used the GARCH-t to modeling the instantaneous volatility in high frequency data.

This work uses the Generalized Gamma to the innovations in order to generalize the ACD model, this distribution has been first suggested by Zhang, Russel & Tsay[9], in the threshold ACD (TACD) framework.

We justify the generalized Gamma specification in order to allow for more flexibility than the ACD model of Engel & Russel[3]. We find evidences that the ACD model with this specification was better to capture the behavior such as sub-dispersion.

Keywords

Duration, volatility, Generalized Gamma distribution, microstructure, splines.

Conteúdo

1	Introdução	10
2	Análise dos dados intradiários	12
2.1	Estatísticas descritivas dos dados intradiários	12
2.2	Estimação da componente sazonal dos dados de duração	15
3	Modelo autoregressivo de duração condicional	23
3.1	Formulação	23
3.2	Estimação	24
3.3	Modelo de Volatilidade Instantânea	26
4	Impacto das durações sobre a volatilidade instantânea	28
4.1	Metodologia	28
4.2	Estimação das durações	29
4.2.1	Modelo ACD com Distribuição Exponencial	29
4.2.2	Modelo ACD com Distribuição Weibull	31
4.2.3	Modelo ACD com Distribuição Gama Generalizada	34
4.3	Estimação do modelo proposto por Engle	37
5	Conclusão	42
A	Splines cúbicos em séries temporais	44
B	Ações negociáveis simultaneamente no sistema eletrônico e no viva voz	45
C	Demonstração do teste Engle	46
D	Programa	47
D.1	Análise da dados de alta frequência	47
D.2	Modelo GACD(1,1)	52
	Referências Bibliográficas	53

Lista de Figuras

2.1	Amostra dos preços de negociação	13
2.2	Histograma da variação de preço de negociação para as ações do Shenzhen Development Bank	14
2.3	Componente sazonal determinística das durações para uma amostra de um dia	17
2.4	Componente sazonal determinística das durações - 18/07/2001 a 25/01/2002	17
2.5	Duração	18
2.6	Duração dessazonada	18
2.7	Função de autocorrelação da variação do preço de negociação dessazonado	19
2.8	Função de autocorrelação da variação do preço médio de negociação dessazonado	20
2.9	Função de autocorrelação da variação do preço de negociação absoluto dessazonado	20
2.10	Função de autocorrelação da duração dessazonada	21
2.11	Função de autocorrelação do volume dessazonado	22
4.1	FAC dos resíduos filtrados do modelo EACD(1,1)	32
4.2	Histograma dos resíduos junto com a densidade Gama	35
4.3	QQ-plot dos resíduos padronizados do GARCH-t(1,1) com distribuição t de <i>Student</i>	38

Lista de Tabelas

2.1	Estatísticas descritivas da variação do preço de negociação	14
4.1	Parâmetros estimados para o modelo EACD(1,1)	29
4.2	Autocorrelação e autocorrelação parcial das durações	30
4.3	Valores do teste BDS para o modelo EACD(1,1)	32
4.4	Parâmetros estimados para o modelo WACD(1,1)	33
4.5	Valores do teste BDS para o modelo WACD(1,1)	33
4.6	Parâmetros estimados para o modelo GACD(1,1)	34
4.7	Valores do teste BDS para o modelo GACD(1,1)	35
4.8	Resultados das estimativas dos parâmetros do GARCH(1,1) com distribuição Normal	37
4.9	Resultados das estimativas dos parâmetros do GARCH-t(1,1) com distribuição Normal	38
4.10	Estimativas do modelo GARCH-t(1,1) com as durações contemporâneas como variável explicativa	39
4.11	Estimativas do modelo GARCH-t(1,1) tendo o efeito inversamente proporcional médio como variável explicativa	39
4.12	Estimativas do modelo GARCH-t(1,1) tendo o efeito de contração como variável explicativa	40
4.13	Estimativas do modelo GARCH-t(1,1) tendo o efeito de persistência das durações como variável explicativa	40
4.14	Resultados das estimativas do GARCH-t(1,1) com distribuição t de student com 10g.l.	41