



**Giuliano Padilha Lorenzoni**

**Uma Investigação Estatística sobre  
Análise Técnica**

**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 Engenharia Elétrica da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Cristiano Augusto Coelho Fernandes  
Co-Orientador: Profa. Rosane Riera Freire

Rio de Janeiro  
Abril de 2006



**Giuliano Padilha Lorenzoni**

**Uma Investigação Estatística sobre  
Análise Técnica**

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.

**Dr. Cristiano Augusto Coelho Fernandes**  
**Orientador**

Departamento de Engenharia Elétrica – PUC-Rio

**Dr. Rosane Riera Freire**

Co-Orientador

Departamento de Física – PUC-Rio

**Dr. Álvaro de Lima Veiga Filho**

Departamento de Engenharia Elétrica – PUC-Rio

**Dr. Caio Ibsen Rodrigues de Almeida**

IBMEC

**Prof. José Eugenio Leal**

Coordenador Setorial do Centro

Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 07 de abril de 2006

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

## Giuliano Padilha Lorenzoni

Professor de finanças nos programas executivos do IBMEC Business School a 5anos. Atualmente trabalha como gestor de risco da Mira Capital Management.

Ficha catalográfica

Lorenzoni, Giuliano Padilha

Uma investigação estatística sobre análise técnica / Giuliano Padilha Lorenzoni ; orientador: Cristiano Augusto Coelho Fernandes; co-orientadora: Rosane Riera Freire. – Rio de Janeiro : PUC-Rio, Departamento de Engenharia Elétrica, 2006.

89 f. ; 30 cm

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

Inclui bibliografia

1. Engenharia elétrica – Teses. 2. Análise técnica. 3. Identificação de padrão. 4. Heterogeneidade. 5. AR-GARCH. 6. Clusterização. 7. Teste Qui-Quadrado. I. Fernandes, Cristiano Augusto Coelho. II. Freire, Rosane Riera. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Elétrica. III. Título.

CDD: 621.3

Dedico este trabalho ao meu pai que durante a sua breve passagem entre nos me ensinou com seus acertos e erros. Grande homem que levou seu empenho no mundo dos negócios ao limite. Entre seus ensinamentos mais importantes estão o sentido do amor e a perseverança feroz frente às dificuldades.

## Agradecimentos

Não seria justo negligenciar uma referencia aqueles que foram responsáveis e co-responsáveis pela concretização deste trabalho. Eles não foram poucos e independente de suas respectivas contribuições todos foram indispensáveis em algum momento.

Inicialmente esta dissertação foi resultado do trabalho de uma equipe a qual devo destacar a participação de Adrian Pizzinga sem o qual, definitivamente, vocês não teriam acesso ao conteúdo destas paginas. Sua orientação foi crucial em todos os passos desta dissertação. Sua ajuda e amizade se mostraram de valor inestimável apesar de nossas freqüentes divergências nos pontos de vista

Agradeço aos meus coordenadores Cristiano Fernandes e Rosane Freire por não terem desistido mesmo quando os indícios eram contrários à concretização desta obra. Ao Cristiano agradeço a oportunidade que me foi dada de fazer parte do seu grupo de orientandos. A Rosane pela coragem de mudar o curso da linha de estudo original sem por isso, em nenhum momento, deixar de me ajudar nas mais diversas etapas do processo. Agradeço pelo seu empenho e suas observações sempre pertinentes.

Igualmente importante foi Rodrigo Atherino que me acompanhou auxiliou e apoiou em grande parte do processo desde as matérias em que cursamos juntos ate o termino da dissertação. Agradeço por sua amizade a qual tanto prezo.

A Luiza Gazola, amiga querida, a qual foi fundamental com seu apoio e suas idéias. Lembro que sem a sua ajuda eu simplesmente não estaria sob a orientação da Rosane, que possibilitou a concretização do trabalho.

A Ricardo Prada e Marley Velasco por uma ajuda crucial, em um momento delicado de minha vida, justamente no meio do curso. Sem o seu apoio eu teria interrompido meus estudos o que teria prejudicado o restante de minha vida profissional. Obrigado de coração

A PUC/Rio e ao Prof. José Ricardo Bergmann cujo apoio foi fundamental na elaboração deste projeto.

A Caio Ibsen, a energia propulsora que desencadeou minha paixão pelo estudo em nossa área. Sem ele jamais teria conhecido o Cristiano e tido a oportunidade de conhecer este novo mundo.

A Cristiano Arrigoni, grande amigo e companheiro nesta e em outras batalhas. Seu apoio foi fundamental desde antes do ingresso neste programa de mestrado. Continuou sendo durante este programa e com certeza o será depois.

Agradeço também a Maria Alcina, Márcia Guerra e Ana Pascoal pelo carinho com o qual fui recebido neste departamento.

Aos meus tios José Carlos, Lucio e Lucia Helena pelo apoio e pelo suporte em tempos difíceis. Eles sempre estiveram presentes quando a ajuda era necessária, e ajudaram e manter firme minha perspectiva em relação à vida.

Apesar de certas discordâncias, não tenho palavras para definir o que a sua fé fez por mim. Às vezes sou levado a acreditar que as vitórias depende tanto da pessoa certa acreditar em nos do que o nosso próprio esforço (estas frases serão entendidas pela pessoa a quem estão destinadas).

A Luiz de Magalhães Ozório antigo companheiro de jornada. Nossos caminhos acabam sempre e invariavelmente se cruzando.

A minha mãe, companheira de lutas na jornada da vida, sem a qual não consigo me imaginar continuando nesta estrada muitas vezes tão difícil. Seu amor não me deixa desistir.

A Roberta Galarti, amiga, amante e companheira a qual devo agradecer sua paciência celestial durante este processo. Sua existência forneceu a tranquilidade e a noção de propósito necessárias para a conclusão desta importante etapa.

Por fim a meus irmãos de alma: Márcio Lyra e Jayme Sandall. A estes dois devo simplesmente a minha vida e estas paginas não são suficientemente grandes para expressar quaisquer agradecimentos. Palavras também não são suficientemente dignas de para expressar a grandeza destas duas almas

A todos os amigos que formei aqui e os momentos maravilhosos que compartilhamos juntos.

Obrigado

## Resumo

Lorenzoni, Giuliano Padilha; Fernandes, Cristiano Augusto Coelho (Orientador). **Uma Investigação Estatística sobre Análise Técnica**. Rio de Janeiro, 2006. 89p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A *análise técnica* ou *grafismo* consiste na identificação visual de padrões geométricos em gráficos de séries de preços de mercado com o objetivo de antecipar “tendências” de preço. Esta Dissertação revisita a questão da validação estatística da análise técnica, que tem sido estudada na literatura sem os devidos cuidados com os problemas de heterogeneidade e de dependência estatística dos dados analisados – agrupamento de séries de retornos referentes a diversos ativos financeiros distintos. O objetivo central deste estudo consiste em resolver o primeiro problema citado, através de uma metodologia para homogeneizar os ativos no que concerne às distribuições de probabilidades de suas séries de retorno. Os passos gerais desta metodologia envolvem a identificação dos processos estocásticos geradores dos retornos dos ativos, o agrupamento de ativos semelhantes e, finalmente, a análise de presença, ou ausência, de informação advinda dos padrões de preços. Como ilustração, são analisadas séries de diversos ativos do mercado financeiro mundial. A nossa investigação verifica a existência de conteúdo informativo estatisticamente significativo em dois dos três padrões usualmente identificados na análise técnica, a saber: triângulos retângulos e *head & shoulders*.

## Palavras-chave

Análise Técnica, Identificação de Padrão, Heterogeneidade, AR-GARCH, Clusterização, Teste Qui-Quadrado

## Abstract

Lorenzoni, Giuliano Padilha; Fernandes, Cristiano Augusto Coelho (Orientador). **A Statistical Investigation on Technical Analysis**. Rio de Janeiro, 2006. 89p. MSc. Dissertation - Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

*Technical analysis* or *charting* aims on visually identifying geometrical patterns in price charts in order to anticipate price trends. This dissertation revisits the issue of technical analysis statistical validation, which has been tackled in the literature without taking care of the presence of heterogeneity and statistical dependence in the analyzed data – agglutinated return time series from many distinct securities. The main purpose of this study is to address the first cited problem by suggesting a methodology to homogenize the securities according to the probability distributions of their return series. The general steps of the methodology go through the identification of the data generating stochastic processes for the security returns, the clustering of similar securities and, finally, the analysis of the presence, or absence, of informational content coming from those price patterns. We illustrate the proposed methodology with several financial securities of the global market. Our investigation shows that there is a statistically significant informational content in two out of the three common patterns usually found through technical analysis, namely: triangles, rectangle and head & shoulders.

## Keywords

Technical Analysis, Pattern Identification, Heterogeneity, AR-GARCH, Clustering, Chi-Squared Test

# Sumário

1. Introdução	13
1.1. Preliminares	13
1.2. Análise Fundamentalista Clássica e Análise Técnica: revisitando a literatura	13
1.3. Análise Crítica de Lo, Mamaysky e Wang (2000)	16
1.4. Objetivo central da Dissertação	17
1.5. Estrutura de Dissertação	18
2. Fundamentos da análise técnica: uma breve revisão	19
2.1 Premissas Básicas	19
2.2 As bases da Análise Técnica Clássica: a teoria de Dow	21
2.3 Linhas de tendência	25
2.4 Psicologia das linhas de suporte e resistência	26
2.5 Figuras de continuação e de reversão	27
2.6 Rompimentos e objetivos mínimos das figuras	33
3. Uma metodologia para a validação estatística da análise técnica: a busca pela homogeneidade	35
3.1. A proposta de avaliação da análise técnica de Lo, Mamaysky e Wang	35
3.1.1. Descrição	35
3.1.2. Problemas estatísticos	37
3.2. Metodologia alternativa	38
3.2.1. Modelos AR-GARCH	38
3.2.2. Análise de componentes principais – <i>Clusterização</i>	39
3.2.3. Teste Qui-Quadrado	40
3.3. A metodologia <i>per si</i>	40
4. Aplicação.	43
4.1. Pontos gerais	43
4.2. A primeira parte: estimação dos modelos AR(1)-GARCH(1,1)	44
4.3. A segunda parte: análise dos componentes principais para <i>clusterização</i>	44
4.4. A terceira parte: extração dos padrões geométricos via análise técnica	51
4.5. A parte final : testes Qui-Quadrado	53
4.6. Avaliação estatística complementar	56
4.6.1. Estatísticas descritivas	56
4.6.2. Comparação com os resultados obtidos em Lo et al (2000)	57
4.6.3. Calibração	58
5. Conclusões	60
Referências bibliográficas	63
Anexo 1 – Lista dos 64 ativos candidatos e informações pertinentes para o exercício com a metodologia proposta	65
Anexo 2 – Programa Matlab para a estimação dos modelos AR-GARCH(1,1)	66

Anexo 3 – Coeficientes estimados para os 62 ativos inicialmente selecionados	68
Anexo 4 – Programa Ox para a realização dos Testes Qui-Quadrado	69
Anexo 5 – Extração preliminar dos padrões nas séries de preço analisadas na Dissertação	72
Anexo 6 – Diferenças principais na utilização dos dados entre os trabalhos desta dissertação e Lo <i>et al.</i> (2000).	87

## Lista de figuras

Figura 1: Representação gráfica da Linha de Dow. Atenção para a nova tendência começa a delinear-se após o rompimento da Linha de Dow.	24
Figura 2: Representação de uma linha de suporte. Atenção para o início da tendência após o rompimento desta linha pelo gráfico dos preços.	25
Figura 3: Representação de uma linha de resistência. Atenção para a formação da tendência com o rompimento desta linha pelo gráfico dos preços. As linhas verticais abaixo representam o volume negociado, indicando que tendências de alta são geralmente confirmadas pelo aumento do volume negociado.	26
Figura 4: Identificação de figura de reversão conhecida como Ombro-Cabeça-Ombro ( <i>Head &amp; Shoulders</i> ) em uma série de preços.	29
Figura 5: Representação da figura de reversão conhecida como Triplo Fundo.	29
Figura 6: Identificação da figura Triplo Fundo em uma série de preços.	30
Figura 7: Identificação de figura de continuação conhecida como Triângulo em uma série de preços.	30
Figura 8: Representação da figura de continuação conhecida como Bandeira. Linhas verticais abaixo da figura representam o volume negociado.	31
Figura 9: Representação da variação da figura 8 conhecida como Flâmula.	31
Figura 10: Série de preço com duas formações de Flâmula.	32
Figura 11: Identificação de figura de continuação conhecida como Canal em uma série de preços.	32
Figura 12: Representação da figura de continuação conhecida como Retângulo.	33
Figura 13: Identificação da figura Retângulo em uma série de preços.	33
Figura 14: Diagrama de um Triângulo com seu rompimento. Atenção para o objetivo mínimo da figura obtido a partir da linha pontilhada.	34
Figura 15: Série de preços com destaque para as figuras (padrões técnicos) em preto e para as séries de preços pós-padrão, circundados em vermelho. O agrupamento das séries de retorno de preços pós-padrão dá origem às séries de retornos condicionais.	37
Figura 16: Fluxograma dos passos da metodologia proposta	42
Figura 17: Matriz de dispersão dos coeficientes estimados.	47
Figura 18: Diagrama de dispersão das duas primeiras componentes principais com destaque para o <i>cluster</i> inicial considerado.	48

## Lista de tabelas

Tabela 1: Alguns dos padrões mais comuns da análise técnica e o tipo de tendência esperada após o respectivo rompimento.	28
Tabela 2: Ativos excluídos do estudo.	45
Tabela 3: Correlações entre os coeficientes estimados do modelo AR(1)-GARCH(1,1) definidos nas Eqs.(3.2)-(3.4).	46
Tabela 4: Conversão de denominação dos coeficientes do modelo AR(1)-GARCH(1,1)	46
Tabela 5: Resultado da Análise de Componentes Principais (CP1 a CP5) para os coeficientes estimados.	48
Tabela 6: Ativos selecionados	49
Tabela 7: Coeficientes das séries clusterizadas. Atenção para os coeficientes das séries destacadas. Tais séries serão eliminadas do estudo posteriormente.	50
Tabela 8: Primeiro <i>cluster</i> definitivo a partir das séries selecionadas	50
Tabela 9: Segundo <i>cluster</i> definitivo a partir das séries selecionadas	50
Tabela 10: Número de ocorrências dos padrões nas séries dos ativos que compõem os <i>clusters 1 e 2</i> .	51
Tabela 11: Informações sobre os Triângulos encontrados.	52
Tabela 12: Informações sobre os Retângulos encontrados	52
Tabela 13: Informações sobre os H&S encontrados	53
Tabela 14: Número de observações de retornos incondicionais e condicionais associados a cada padrão para as séries dos ativos do primeiro <i>cluster</i> .	53
Tabela 15: Número de observações de retornos incondicionais e condicionais associados a cada padrão para as séries dos ativos do segundo <i>cluster</i> .	54
Tabela 16: Número de observações de retornos incondicionais e condicionais associados a cada padrão para as séries dos ativos SPX e DJI.	54
Tabela 17: Resultados dos testes Qui-Quadrado para o primeiro <i>cluster</i>	55
Tabela 18: Resultados dos testes Qui-Quadrado para o segundo <i>cluster</i> .	55
Tabela 19: Resultados dos testes Qui-Quadrado para os ativos SPX e DJI.	56
Tabela 20: Estatísticas Descritivas / Cluster 1	56
Tabela 21: Estatísticas Descritivas / Cluster 2	57
Tabela 22: Estatísticas Descritivas / Cluster 3	57
Tabela 23: Resultados do teste Qui-quadrado para séries geradas pelo processo GARCH(1,1).	59