



Esta obra foi licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 3.0 Não Adaptada.

This work is licensed under a Creative Commons Atribuição-NãoComercial 3.0 Não Adaptada.

Fonte: <http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/reaufsm/article/view/2494>.

Acesso em: 5 nov. 2013.

# COMPORTAMENTO RACIONAL E DESEMPENHO DA ANÁLISE GRÁFICA NO MERCADO ACIONÁRIO BRASILEIRO

## *THE PERFORMANCE OF RATIONAL CHOICE AND TECHNICAL ANALYSIS IN BRAZILIAN STOCK MARKET*

Recebido - 24.01.2011

Aceito - 28.04.2011

**José de Pietro Neto<sup>1</sup> e Otavio Ribeiro de Medeiros<sup>2</sup>**

### **Resumo**

Este trabalho teve como objetivo buscar evidências empíricas sobre o desempenho da análise gráfica considerando a lucratividade quando montadas em um sistema autônomo para o disparo de ordens de compra e venda de ações via *homebroker* na Bovespa, bem como apresentar uma metodologia modificada para o teste de Lorenzoni et al. (2007) para verificar a presença de conteúdo informacional na análise técnica. Este sistema autônomo consiste em uma rotina modificada do comportamento racional de compra constante em Arrow (1959), que visa ao lucro máximo e procura simular o comportamento humano como estratégia para o disparo de ordens. Foram testadas 352 combinações diferentes de possibilidades de ordens, quando acopladas ao comportamento racional para cada série testada. Os dados utilizados compreenderam as empresas constantes no índice FGV-100 (2009) e no Ibovespa (set./dez. de 2009) totalizando 129 companhias no período de 03/01/2000 até 30/09/2009. Os principais resultados mostram que bons desempenhos foram obtidos pelas médias móveis, seguidos das bandas de Bollinger e do histograma, que não se mostrou eficiente. As ordens foram contadas em quantidades. Foram encontrados comportamentos racionais de compra e venda com desempenho superior aos seus semelhantes, quando comparados em termos de lucratividade aos retornos obtidos pelo Ibovespa. A estatística de White (2000) e o teste modificado de Lorenzoni et al. (2007), proposto pelo autor, sugeriram a presença de conteúdo informacional para a maioria das séries testadas na amostra quando os gráficos indicaram a posição comprada, tanto para as séries originais quanto para os dados recriados a partir do modelo AR(1)-GARCH(1,1).

**Palavras-chave:** Finanças. Análise gráfica. Comportamento racional. Lucros. Mercado de capitais.

<sup>1</sup> Mestre em Administração - Finanças pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), doutorando em Administração - Finanças pela Universidade de Brasília (UnB). É Professor Assistente de Finanças da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Brasil. E-mail: jpietron@gmail.com

<sup>2</sup> Mestre em Administração pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), mestre (MSc) em Economia pela Universidade de Londres, Reino Unido, doutor (PhD) em Economia pela Universidade de Southampton, Reino Unido. É Professor Titular da Universidade de Brasília e Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Administração e Vice-Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Brasil. E-mail: otavio@unb.br

## Abstract

The purpose of this paper aims to get empirical evidence about the performance of Technical analysis considering profitability when coupled on a stand-alone system to trigger orders of buy/selling shares via home broker at Bovespa, also present a modified methodology for the Lorenzoni et al. (2007) test to check the presence of informational content in technical analysis. This autonomous system consists of a modified routine of rational choice constant in Arrow (1959) which seeks maximum profit trying to simulate human behavior as a strategy for triggering orders. It was tested 352 different combinations of possible orders when attached to the rational behavior for each series tested. The data used were companies listed in FGV-100 index (theoretical portfolio of the year 2009) and Ibovespa (theoretical portfolio of Sept/Dez 2009) with a total of 129 companies from 3/01/2000 to 09/30/2009. The main results show that the best results were obtained by moving average followed by Bollinger bands and, finally the histogram, which has not proved by self efficient. Orders were counted in quantities. It was found rational choice behaviors of buy/sell with superior performance to its peers when compared in terms of profitability with the returns obtained by Ibovespa. The statistics of White (2000) and the modified test of Lorenzoni et al. (2007), proposed by the author, had suggested the presence of informational content for the majority of the series tested in the sample when the graphs indicated long position for both the original data and for the recreated data from the AR(1)-GARCH(1,1) model.

**Keywords:** Finance. Technical analysis. Rational choice. Profits. Capital markets.

## 1 INTRODUÇÃO

O debate sobre a busca da maximização da riqueza do investidor foi impulsionado no começo da década de 1950, com destaque para o trabalho de Markowitz (1952) na gestão de portfólios. Posteriormente, através do modelo CAPM, atribuído a Sharpe (1964), que veio a ser utilizado como modelo de previsão de retornos dos ativos. Esse modelo, aprimorado, por Ross (1976) gerou a teoria do preço arbitrado (APT). Um dos objetivos da construção destes modelos matemáticos foi o de sugerir valores teóricos das ações que refletiriam a realidade empresarial, calcados no desempenho dos preços históricos dos ativos.

Tradicionalmente, três técnicas são conhecidas e utilizadas para avaliar os ativos e fundamentar a emissão de ordens de compra e venda por parte dos investidores: a análise fundamentalista, análise gráfica e análise econométrica.

A *análise gráfica*, também conhecida como análise técnica, induz o investidor a escolher seus ativos com base no formato dos gráficos gerados pelas cotações das ações. Algumas das técnicas utilizadas são os gráficos de médias móveis, o histograma de médias, as bandas de *Bollinger*, o índice de força relativa, o gráfico estocástico, os números de Fibonacci, o gráfico castiçal (*candlestick*), o suporte e a resistência etc.

Nesse sentido, a investigação de qual dos tipos gráficos adicionou mais valor em termos absolutos ao investidor motivou a proposta deste trabalho, em que os seguintes questionamentos foram feitos: para a obtenção de lucros nas ações negociadas na BOVESPA, qual técnica gráfica oferece os melhores retornos para o investidor que possui preferências racionais ( $\succ$ )<sup>3</sup>? Quais comportamentos de compra obtiveram os melhores resultados?

Considerando os questionamentos levantados, o desenvolvimento deste trabalho justifica-se como ferramenta de auxílio aos investidores para a escolha do tipo de análise gráfica a ser utilizada como metodologia de canalização dos recursos a serem investidos no mercado acionário.

---

<sup>3</sup> A preferência racional será, de agora em diante, representado pelo símbolo  $\succ$ . Como exemplo, tem-se que  $x \succ z$  deve ser interpretado como  $x$  é preferível em relação à  $z$ .

Os objetivos principais deste estudo foram o de comparar e o de obter estatísticas a respeito da eficiência dos gráficos utilizados pelos investidores para sua utilização como fonte de informação nos investimentos em ações da BOVESPA, como fizeram Sullivan, Timmermann e White (1999). Também o de verificar a possibilidade de robotização das operações, sendo que as técnicas comparadas foram: os gráficos de médias móveis, as bandas de Bollinger e o histograma de médias.

Como objetivo secundário, este trabalho oferece uma visão empírica sobre o desempenho desses modelos, considerando uma rotina que representaria o comportamento de compra de um investidor com preferências racionais, como detalha Arrow (1959), com algumas modificações. A amostra utilizada compreendeu 129 empresas componentes dos índices FGV-100 e Ibovespa com memória de dados diários no período de 03/01/2000 até 30/09/2009.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: na seção 2, é apresentada a fundamentação teórica que fornece um conjunto de estudos relacionados com o tema contemplado; na seção 3, encontra-se o método utilizado e as características relevantes adotadas para o comportamento de compra do investidor, bem como o detalhamento dos modelos, o processo de estimação e as estatísticas utilizadas para a validação dos dados; na seção 4, são apresentados os resultados obtidos com a pesquisa; na seção 5, é feito um resumo, em que são evidenciados os principais resultados e as conclusões deste trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A técnica da análise gráfica passou a ser amplamente explorada, principalmente após os trabalhos de Edwards e Magee (1966), Murphy (1986) e Treynor e Ferguson (1985). Apesar de a opinião científica ser fundamentada em razões sérias para sua não aceitabilidade, pois se baseiam em premissas fracas, como, por exemplo, a hipótese de que padrões passados selecionados irão se repetir no futuro (JEGADEESH, 2000), a análise gráfica pode ser tão importante quanto a análise fundamentalista ou econométrica para os investidores.

Um dos modelos mais conhecidos e disseminados, talvez por sua facilidade de aplicação, é o de médias móveis, que entrou para o meio acadêmico com um dos trabalhos pioneiros de Gartley (1935). Este tipo de técnica é baseado na elaboração de novas séries calculadas a partir dos dados originais, considerando médias de diferentes períodos passados para a montagem de estratégias de compra e venda.

Atualmente, a elaboração de novas séries para a execução dessa estratégia é facilitada pelo aparato computacional, que permite a geração de dados em períodos curtíssimos de tempo, como, por exemplo, o trabalho realizado por Sullivan, Timmermann e White (1999), que utilizou médias de 2, 3, 4, ..., 300 dias. Estes modelos foram testados pela técnica de *bootstrap*, para que as melhores configurações fossem reutilizadas posteriormente para verificar a continuidade do desempenho e de seu poder preditivo.

Outros modelos gráficos utilizados são o *cabeça-ombro*, *topos largos*, *topos triangulares* e *retangulares* e *topos duplos* e *fundos*. Estes gráficos foram profundamente explorados por Lo, Mamaysky e Wang (2000), sendo estimados e suavizados com regressões estimadas com suavização Kernel (NADARAYA, 1964; WATSON, 1964) para a formação dos modelos de previsão.

Os resultados mostraram que a grande maioria das técnicas empregadas podem ser utilizadas como fontes confiáveis de informações, principalmente para as ações da Nasdaq, embora os topos triangulares e retangulares não tenham oferecido resultados ótimos. Ao contrário desses resultados, Jegadeesh (2000) não encontrou nenhuma dessas regras gráficas como forma significativa para obtenção de retornos diferentes de zero, com o uso da estatística *-t*.

Sullivan, Timmermann e White (1999) também testaram algumas regras de filtragem, suporte e resistência, médias de volume balanceado, médias móveis e regras de alcance (*Channel Breakouts*). Um dos resultados encontrados mostrou que a análise de médias móveis com janelas curtas de tempo (2, 3, 4 e 5 dias) foram as que obtiveram os melhores indicadores de ajuste, de acordo com a obtenção de retornos médios. Porém não mantiveram seu desempenho nas séries projetadas.

Fock, Klein e Zwergel (2005) também não encontraram resultados significativos e diferentes do *benchmark* passeio aleatórios para gráficos do tipo *castiçais* na série intradiária (5 mim) do FDAX (DAX Futures German Stock Index) de 2002 a 2003.

### 3 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, foram consideradas apenas as informações das cotações dos ativos como informações disponíveis no mercado, portanto, foram desenvolvidas considerando as hipóteses de eficiência fraca de mercado, conforme Fama (1970), já discutidas em Cowles (1933) e Samuelson (1965).

Sendo assim, a elaboração da pesquisa consistiu nas etapas discriminadas a seguir:

1. Criação de rotinas por meio de linhas de comando nos softwares Excel e Matlab;
2. No Excel, foram criadas as rotinas do comportamento racional de compra modificado para todos os tipos gráficos e realizados os testes estatísticos de White (2000), Lorenzoni et al. (2007), qui-quadrado e as regras de filtragem, descritos, em detalhes, nas seções abaixo. Em Visual Basic (linguagem de programação do Excel), foi feita a integração entre Matlab e Excel para que os resultados das séries estimadas pudessem ser transferidos em conjunto para o Excel e para a adição do comportamento de compra sobre as séries criadas, com intuito de verificar a eficácia do comportamento dos dados na obtenção de resultados;
3. Com a integração pronta, todos os dados de *output* do Matlab foram importados para o Excel e a rotina do comportamento racional de compra foi acoplada nas séries geradas para os cálculos da obtenção do lucro máximo;
4. As séries foram comparadas de acordo com a obtenção de lucros e a aderência ao sistema de validação.

No total, 352 combinações de diferentes possibilidades de comportamento racional de compra/venda foram testadas, sendo 96 para os modelos de médias móveis, 140 para os modelos do histograma de média e 116 para as bandas de Bollinger para cada série de ativos da amostra.

Para todos os modelos, foi considerado o custo de corretagem em número de operações. Os modelos estimados foram acrescentados de mecanismos para iniciar o disparo de ordens. Estes mecanismos foram chamados de regras de filtragem e são detalhados a seguir. O software considera que o investidor inicial parte de um investimento fictício de \$100,00 e todo o lucro ou prejuízo é reinvestido, podendo ser comprado um lote fracionário. Compra e venda a descoberto não foram permitidos.

Para cada modelo gráfico escolhido, foi seguido um padrão de emissão de cada ordem, conforme as exigências de cada modalidade, sendo vários padrões criados aleatoriamente na tentativa de encontrar algum padrão significativo. Considerando o caso do gráfico de médias móveis, por exemplo, foi executada a compra quando a linha de tendência para os dados de média móvel pequena cruzaram a linha de média longa para baixo. Estes padrões são detalhados no item 3.1. Esta rotina manteve a posição comprada até que um sinal de venda fosse disparado.

### 3.1 Os modelos gráficos

Modelos gráficos simples como o de médias móveis foram testados por autores renomados, como Brock, Lakonishok e LeBaron (1992), Sullivan, Timmermann e White (1999), Wang e Chan (2007), Batchelor e Kwan (2007) etc.

Neste trabalho, para o gráfico de médias móveis, foi utilizada uma metodologia modificada de Brock, Lakonishok e LeBaron (1992), que utiliza dois sinais de compra ( $P_t > MA_{T,L}$  e  $P_{t-1} < MA_{t-1,L}$  com,  $MA_{t,L} = \frac{1}{L} \sum_{j=0}^{L-1} P_{T-j}$  resumidamente, onde P é o preço da ação, e MA a média móvel), com a utilização de 2 ou 3 médias móveis simultâneas, conforme a figura 1. Esta configuração, com três médias, foi composta para alguns dos modelos de comportamento testados. Essas médias se enquadraram em uma das seguintes categorias: média curta, intermediária ou longa, por simplificação 7, 21 e 32 dias. As subdivisões para médias curtas, intermediárias e longas foram definidas no comportamento racional de compra/venda. Dessa forma, uma média móvel de 16 dias anteriores pode ser interpretada como média curta, intermediária ou longa, dependendo do modelo proposto.

O cálculo das médias móveis foi feito seguindo

$$\text{a equação } E(P_n) = \frac{P_{n-i} + P_{n-i-2} + \dots + P_1}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{t-i}}{n}$$

com médias variando entre 2 e 32 dias.

A estratégia de compra e venda foi efetuada respeitando-se as seguintes condições: sinais de compra quando a média intermediária ( $E(P_i)$ ) cruza a média curta ( $E(P_c)$ ) para baixo e quando a média longa ( $E(P_L)$ ) cruza a média intermediária para baixo.  $f$  são as regras de filtragem apresentadas no item 3.2. Resumo:

$$\left\{ \begin{array}{l} = E(P_i) > (1+f)E(P_c) \text{ inicia compra} \\ = E(P_i) > (1+f)E(P_L) \text{ inicia compra} \end{array} \right.$$

Sinais de venda: quando a média intermediária cruza a média curta para cima e quando a média longa cruza a média intermediária para cima.

$$\left\{ \begin{array}{l} = E(P_c) > (1+f)E(P_i) \text{ inicia venda} \\ = E(P_L) > (1+f)E(P_i) \text{ inicia venda} \end{array} \right.$$

Nestes termos, as seguintes ordens de compra/venda foram adotadas e consideradas como comportamento racional modificado de compra em conjunto com as regras de filtragem:

- 1.C=[med10>med2] \_ V=[med10<med2];      2.C=[med11>med3] \_ V=[med11<med3];      3.C=[med12>med4] \_ V=[med12<med4];
- 4.C=[med13>med5] \_ V=[med13<med5];      5.C=[med14>med6] \_ V=[med14<med6];      6.C=[med15>med7] \_ V=[med15<med7];
- 7.C=[med16>med8] \_ V=[med16<med8];      8.C=[med17>med9] \_ V=[med17<med9];      9.C=[med18>med10] \_ V=[med18<med10];
- 10.C=[med19>med11] \_ V=[med19<med11];      11.C=[med32>med2] \_ V=[med32<med2];      12.C=[med31>med3] \_ V=[med31<med3];
- 13.C=[med30>med4] \_ V=[med30<med4];      14.C=[med29>med5] \_ V=[med29<med5];      15.C=[med28>med6] \_ V=[med28<med6];
- 16.C=[med27>med7] \_ V=[med27<med7];      17.C=[med26>med8] \_ V=[med26<med8];      18.C=[med25>med9] \_ V=[med25<med9];
- 19.C=[med24>med10] \_ V=[med24<med10];
- 20.C=[med23>med11] \_ V=[med23<med11];      21.C=[E(med15>série;med15>med4)] \_ V=[med4>(1+1%)\*série];
- 22.C=[E(med15>série;med15>med4)] \_ V=[med4>(1+2%)\*série];      23.C=[E(med15>série;med15>med4)] \_ V=[med4>(1+3%)\*série];
- 24.C=[E(med15>série;med15>med4)] \_ V=[med4>(1+4%)\*série];      25.C=[E(med15>série;med15>med4)] \_ V=[med4>(1+5%)\*série];
- 26.C=[E(med15>série;med15>med4)] \_ V=[med4>(1+6%)\*série];      27.C=[E(med15>série;med15>med4)] \_ V=[med4>(1+7%)\*série];
- 28.C=[E(med15>série;med15>med4)] \_ V=[med4>(1+8%)\*série];      29.C=[E(med15>série;med15>med4)] \_ V=[med4>(1+9%)\*série];
- 30.C=[E(med15>série;med15>med4)] \_ V=[med4>(1+10%)\*série];      31.C=[E(med16>série;med16>med5)] \_ V=[med5>(1+0,5%)\*série];
- 32.C=[E(med16>série;med16>med5)] \_ V=[med5>(1+0,75%)\*série];      33.C=[E(med16>série;med16>med5)] \_ V=[med5>(1+1,5%)\*série];
- 34.C=[E(med16>série;med16>med5)] \_ V=[med5>(1+2,25%)\*série];      35.C=[E(med16>série;med16>med5)] \_ V=[med5>(1+2,5%)\*série];
- 36.C=[E(med16>série;med16>med5)] \_ V=[med5>(1+3,25%)\*série];      37.C=[E(med16>série;med16>med5)] \_ V=[med5>(1+3,5%)\*série];
- 38.C=[E(med16>série;med16>med5)] \_ V=[med5>(1+4,25%)\*série];      39.C=[E(med16>série;med16>med5)] \_ V=[med5>(1+4,5%)\*série];
- 40.C=[E(med16>série;med16>med5)] \_ V=[med5>(1+5,25%)\*série];      41.C=[E(med17>série;med17>med6)] \_ V=[med6>série];
- 42.C=[E(med18>série;med18>med7)] \_ V=[med7>série];      43.C=[E(med19>série;med19>med8)] \_ V=[med8>série];
- 44.C=[E(med28>med5;med28>med15)] \_ V=[med15>med5];      45.C=[E(med29>med6;med29>med16)] \_ V=[med16>med6];
- 46.C=[E(med30>med7;med30>med17)] \_ V=[med17>med7];      47.C=[E(med31>med8;med31>med18)] \_ V=[med18>med8];
- 48.C=[E(med32>med9;med32>med19)] \_ V=[med19>med9]

A modificação ocorrida é obtida na medida em que trata a maximização da utilidade representada apenas pela maximização da riqueza e não da utilidade do investimento em si. Nos comportamentos, C representa a ordem de compra, V a ordem de venda, med<sub>i</sub>, com i = [1, 2,... 32], representa a média móvel de i dias da *série original*, *série* é a série de dados original e E é um operador lógico que indica que as n (*número de condições*) condições devem ser satisfeitas para que a ordem seja disparada. As combinações somaram 48 tipos de diferentes ordens de compra e 48 de venda, totalizando 96 combinações para o disparo das ordens.

Como exemplo, o comportamento (1.C=[med10>med2] \_ V=[med10<med2]) é traduzido da seguinte forma para a linguagem de operações: o software irá comprar ações da empresa quando a série criada a partir da média dos últimos 10 dias for maior do que a série criada a partir da média dos 2 últimos dias de pregão. A venda foi realizada quando a situação oposta aconteceu.

Vale lembrar que, para todas as estratégias, o comportamento racional de compra e venda assumiu uma estratégia do tipo *buy and hold* até que a figuração do comportamento se descaracterizou. Neste momento, o software disparou a ordem de venda.

Outra técnica utilizada se refere ao histograma de médias. Os cálculos das médias foram efetuados com a especificação:

$$E(\text{Ret}_n) = \frac{\text{Ret}_{n-i} + \text{Ret}_{n-i-2} + \dots + \text{Ret}_1}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Ret}_{t-i}}{n}, \text{ agrupados com janela móvel variando de } n \text{ dias ( } E(\text{Ret}_n) \text{ ).}$$

A estratégia de compra e venda, para o histograma de médias, foi efetuada respeitando-se as seguintes condições: sinais de compra, quando a média intermediária ( E(Ret<sub>n</sub>) ) estiver

abaixo da  $E(\text{retsérie})$ , que é a média dos retornos para todo o período estudado. Resumo:

$$\left\{ \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right. = E(\text{Ret}_n) < (1 + f)E(\text{retsérie}) \text{ inicia compra}$$

Sinais de venda: quando a média intermediária ( $E(P_n)$ ) estiver acima de zero.

$$\left\{ \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right. = E(\text{Ret}_n) > (1 + f)E(\text{retsérie}) \text{ inicia venda}$$

Para este modelo, as seguintes ordens de compra/venda foram adotadas:

1.C=[-0,5%\*MR>med2] \_V=[med2>0,5%\*MR]; 2.C=[-0,75%\*MR>med3] \_V=[med3>0,75%\*MR];  
 3.C=[-1,5%\*MR>med4] \_V=[med4>1,5%\*MR]; 4.C=[-2,25%\*MR>med5] \_V=[med5>2,25%\*MR];  
 5.C=[-2,5%\*MR>med6] \_V=[med6>2,5%\*MR]; 6.C=[-3,25%\*MR>med7] \_V=[med7>3,25%\*MR];  
 7.C=[-3,5%\*MR>med8] \_V=[med8>3,5%\*MR]; 8.C=[-4,25%\*MR>med9] \_V=[med9>4,25%\*MR];  
 9.C=[-4,5%\*MR>med10] \_V=[med10>4,5%\*MR]; 10.C=[-5,25%\*MR>med11] \_V=[med11>5,25%\*MR];  
 11.C=[-1%\*MR>med12] \_V=[med12>1%\*MR]; 12.C=[-2%\*MR>med13] \_V=[med13>2%\*MR];  
 13.C=[-3%\*MR>med14] \_V=[med14>3%\*MR]; 14.C=[-4%\*MR>med15] \_V=[med15>4%\*MR];  
 15.C=[-5%\*MR>med16] \_V=[med16>5%\*MR]; 16.C=[-6%\*MR>med17] \_V=[med17>6%\*MR];  
 17.C=[-7%\*MR>med18] \_V=[med18>7%\*MR]; 18.C=[-8%\*MR>med19] \_V=[med19>8%\*MR];  
 19.C=[-9%\*MR>med20] \_V=[med20>9%\*MR]; 20.C=[-10%\*MR>med21] \_V=[med21>10%\*MR];  
 21.C=[-0,5%\*MR>med22] \_V=[med22>1%\*MR]; 22.C=[-0,75%\*MR>med23] \_V=[med23>2%\*MR];  
 23.C=[-1,5%\*MR>med24] \_V=[med24>3%\*MR]; 24.C=[-2,25%\*MR>med25] \_V=[med25>4%\*MR];  
 25.C=[-2,5%\*MR>med26] \_V=[med26>5%\*MR]; 26.C=[-3,25%\*MR>med27] \_V=[med27>6%\*MR];  
 27.C=[-3,5%\*MR>med28] \_V=[med28>7%\*MR]; 28.C=[-4,25%\*MR>med29] \_V=[med29>8%\*MR];  
 29.C=[-4,5%\*MR>med30] \_V=[med30>9%\*MR]; 30.C=[-5,25%\*MR>med31] \_V=[med31>10%\*MR];  
 31.C=[-1%\*MR>med2] \_V=[med2>1%\*MR]; 32.C=[-2%\*MR>med3] \_V=[med3>2%\*MR];  
 33.C=[-3%\*MR>med4] \_V=[med4>3%\*MR]; 34.C=[-4%\*MR>med5] \_V=[med5>4%\*MR];  
 35.C=[-5%\*MR>med6] \_V=[med6>5%\*MR]; 36.C=[-6%\*MR>med7] \_V=[med7>6%\*MR];  
 37.C=[-7%\*MR>med8] \_V=[med8>7%\*MR]; 38.C=[-8%\*MR>med9] \_V=[med9>8%\*MR];  
 39.C=[-9%\*MR>med10] \_V=[med10>9%\*MR]; 40.C=[-10%\*MR>med11] \_V=[med11>10%\*MR];  
 41.C=[-0,15%\*MR>med10] \_V=[med10>0,15%\*MR]; 42.C=[-0,25%\*MR>med11] \_V=[med11>0,25%\*MR];  
 43.C=[-0,35%\*MR>med12] \_V=[med12>0,35%\*MR]; 44.C=[-0,65%\*MR>med13] \_V=[med13>0,65%\*MR];  
 45.C=[-0,85%\*MR>med14] \_V=[med14>0,85%\*MR]; 46.C=[-0,95%\*MR>med15] \_V=[med15>0,95%\*MR];  
 47.C=[-1,25%\*MR>med16] \_V=[med16>1,25%\*MR]; 48.C=[-1,35%\*MR>med17] \_V=[med17>1,35%\*MR];  
 49.C=[-1,65%\*MR>med18] \_V=[med18>1,65%\*MR]; 50.C=[-1,85%\*MR>med19] \_V=[med19>1,85%\*MR];  
 51.C=[-0,5%\*MR>med12] \_V=[med12>0,5%\*MR]; 52.C=[-0,75%\*MR>med13] \_V=[med13>0,75%\*MR];  
 53.C=[-1,5%\*MR>med14] \_V=[med14>1,5%\*MR]; 54.C=[-2,25%\*MR>med15] \_V=[med15>2,25%\*MR];  
 55.C=[-2,5%\*MR>med16] \_V=[med16>2,5%\*MR]; 56.C=[-3,25%\*MR>med17] \_V=[med17>3,25%\*MR];  
 57.C=[-3,5%\*MR>med18] \_V=[med18>3,5%\*MR]; 58.C=[-4,25%\*MR>med19] \_V=[med19>4,25%\*MR];  
 59.C=[-4,5%\*MR>med20] \_V=[med20>4,5%\*MR]; 60.C=[-5,25%\*MR>med21] \_V=[med21>5,25%\*MR];  
 61.C=[-1%\*MR>med22] \_V=[med22>1%\*MR]; 62.C=[-2%\*MR>med23] \_V=[med23>2%\*MR];  
 63.C=[-3%\*MR>med24] \_V=[med24>3%\*MR]; 64.C=[-4%\*MR>med25] \_V=[med25>4%\*MR];  
 65.C=[-5%\*MR>med26] \_V=[med26>5%\*MR]; 66.C=[-6%\*MR>med27] \_V=[med27>6%\*MR];  
 67.C=[-7%\*MR>med28] \_V=[med28>7%\*MR]; 68.C=[-8%\*MR>med29] \_V=[med29>8%\*MR];  
 69.C=[-9%\*MR>med30] \_V=[med30>9%\*MR]; 70.C=[-10%\*MR>med31] \_V=[med31>10%\*MR]

Sendo: C = compra, V = venda, MR= média dos retornos da série original, med<sub>i</sub>, com  $i = [2, 3, \dots, 32]$ , representa a média móvel de  $i$  dias da série de retornos da série original. As combinações somaram 70 tipos de diferentes ordens de compra e 70 de venda, totalizando 140 combinações para o disparo das ordens.

A última estratégia gráfica testada foram as bandas de Bollinger, sendo que o cálculo das bandas foi feito a partir das fórmulas abaixo:



$$\begin{aligned} \text{BandaSuperior} &= \text{Bandacentral} + 2 \times \sigma_{BC} \\ \text{Bandainferior} &= \text{Bandacentral} - 2 \times \sigma_{BC} \end{aligned}$$

$$\text{Banda central} = E(P_n) = \frac{\sum_{t=1}^n P_{t-i}}{n} \quad \text{com } n \text{ variando de 2 a 20 dias.}$$

$\sigma_{BC}$  = desvio padrão da banda central

A estratégia de compra e venda, nesse caso, foi efetuada respeitando-se as seguintes condições: sinais de compra, quando a cotação real da ação cruza a banda central para baixo e quando a cotação se aproxima da banda inferior, respeitando os filtros de compra.

$$\left\{ \begin{array}{l} P_i > (1 + f)E(P_{BC}) = \text{inicia compra} \end{array} \right.$$

$P_{BC}$  = Preço da banda central

Sinais de venda: quando a cotação cruza a banda central para cima e quando a cotação se aproxima da banda superior, respeitando os filtros de venda.

$$P_i > (1 + f)E(P_{BC}) = \text{inicia venda}$$

Para as bandas de Bollinger, as seguintes ordens foram disparadas:

1.C=[med2>serie] \_ V=[med2<serie]; 2.C=[med3>serie] \_ V=[med3<serie]; 3.C=[med4>serie] \_ V=[med4<serie]; 4.C=[med5>serie] \_ V=[med5<serie]; 5.C=[med6>serie] \_ V=[med6<serie]; 6.C=[med7>serie] \_ V=[med7<serie]; 7.C=[med8>serie] \_ V=[med8<serie]; 8.C=[med9>serie] \_ V=[med9<serie]; 9.C=[med10>serie] \_ V=[med10<serie] 10.C=[med11>serie] \_ V=[med11<serie]; 11.C=[med12>serie] \_ V=[med12<serie]; 12.C=[med13>serie] \_ V=[med13<serie]; 13.C=[med14>serie] \_ V=[med14<serie]; 14.C=[med15>serie] \_ V=[med15<serie]; 15.C=[med16>serie] \_ V=[med16<serie] 16.C=[med17>serie] \_ V=[med17<serie]; 17.C=[med18>serie] \_ V=[med18<serie]; 18.C=[med19>serie] \_ V=[med19<serie]; 19.C=[med20>serie] \_ V=[med20<serie]; 20.C=[LOW2>serie] \_ V=[UP2>serie]; 21.C=[LOW3>serie] \_ V=[UP3>serie]; 22.C=[LOW4>serie] \_ V=[UP4>serie]; 23.C=[LOW5>serie] \_ V=[UP5>serie]; 24. C=[LOW6>serie] \_ V=[UP6>serie]; 25.C=[LOW7>serie] \_ V=[UP7>serie]; 26. C=[LOW8>serie] \_ V=[UP8>serie]; 27.C=[LOW9>serie] \_ V=[UP9>serie]; 28.C=[LOW10>serie] \_ V=[UP10>serie]; 29.C=[LOW11>serie] \_ V=[UP11>serie] 30. C=[LOW12>serie] \_ V=[UP12>serie] 31.C=[LOW13>serie] \_ V=[UP13>serie]; 32.C=[LOW14>serie] \_ V=[UP14>serie]; 33.C=[LOW15>serie] \_ V=[UP15>serie] 34.C=[LOW16>serie] \_ V=[UP16>serie]; 35.C=[LOW17>serie] \_ V=[UP17>serie]; 36. C=[LOW18>serie] \_ V=[UP18>serie] 37.C=[LOW19>serie] \_ V=[UP19>serie]; 38. C=[LOW20>serie] \_ V=[UP20>serie] 39.C=[med10>serie\*(1+1%)] \_ V=[serie\*(1+1%)>med10]; 40.C=[med11>serie\*(1+2%)] \_ V=[serie\*(1+2%)>med11] 41.C=[med12>serie\*(1+3%)] \_ V=[serie\*(1+3%)>med12]; 42.C=[med13>serie\*(1+4%)] \_ V=[serie\*(1+4%)>med13] 43.C=[med14>serie\*(1+5%)] \_ V=[serie\*(1+5%)>med14]; 44.C=[med15>serie\*(1+6%)] \_ V=[serie\*(1+6%)>med15] 45.C=[med16>serie\*(1+7%)] \_ V=[serie\*(1+7%)>med16]; 46.C=[med17>serie\*(1+8%)] \_ V=[serie\*(1+8%)>med17] 47.C=[med18>serie\*(1+9%)] \_ V=[serie\*(1+9%)>med18]; 48.C=[med19>serie\*(1+10%)] \_ V=[serie\*(1+10%)>med19] 49.C=[med10>serie\*(1+0,5%)] \_ V=[serie\*(1+0,5%)>med10]; 50.C=[med11>serie\*(1+0,75%)] \_ V=[serie\*(1+0,75%)>med11] 51.C=[med12>serie\*(1+1,5%)] \_ V=[serie\*(1+1,5%)>med12]; 52.C=[med13>serie\*(1+2,25%)] \_ V=[serie\*(1+2,25%)>med13] 53.C=[med14>serie\*(1+2,5%)] \_ V=[serie\*(1+2,5%)>med14]; 54.C=[med15>serie\*(1+3,25%)] \_ V=[serie\*(1+3,25%)>med15] 55.C=[med16>serie\*(1+3,5%)] \_ V=[serie\*(1+3,5%)>med16]; 56.C=[med17>serie\*(1+4,25%)] \_ V=[serie\*(1+4,25%)>med17] 57.C=[med18>serie\*(1+4,5%)] \_ V=[serie\*(1+4,5%)>med18] 58.C=[med19>serie\*(1+5,25%)] \_ V=[serie\*(1+5,25%)>med19]

Sendo: C = compra, V = venda, MR= média dos retornos da série original,  $med_i$ , com  $i = [1, 2, \dots, 20]$ , representa a média móvel de  $i$  dias da *série de retornos* da série original, *série* é a série de dados original,  $LOW_s$  é a banda inferior, com  $s = [1, 2, \dots, 20]$ ,  $UP_r$  é a banda superior, com  $r = [1, 2, \dots, 20]$ . As combinações somaram 58 tipos de diferentes ordens de compra e 58 de venda, totalizando 116 combinações para o disparo das ordens.

### **3.2 As regras de filtragem**

As regras de filtragem ( $f$ ) foram utilizadas para garantir que as ordens de compra e venda fossem efetivamente realizadas durante várias alternativas. Assim, se considerarmos que  $X$  representa o preço de um ativo, então, para que a posição de compra seja iniciada, deverá ocorrer uma variação  $C$  positiva ou negativa ( $X \times C$ ) na cotação do ativo.

Estratégia igual será utilizada para se iniciar a liquidação das posições compradas. Logo, quando  $X$  sofrer alguma variação negativa ou positiva  $V (X \times V)$ , será iniciada a venda das posições que estão encarteiradas. Assim,

$C$  = mudança no preço requerida para que se inicie a compra dos ativos;

$V$  = mudança no preço requerida para que se inicie a liquidação dos ativos em carteira;

$f$  = regra de filtragem para compra e venda para médias móveis  $[0,005;0,0075; 0,015; 0,0225;0,025;0,0325;0,035;0,0425;0,045;0,0525;0,01;0,02;0,03;0,04;0,05;0,06;0,07;0,08;0,09;0,1]$ .

Para o histograma de médias, as regras de filtragem foram  $[0,005;0,0075;0,015;0,0225;0,025;0,0325;0,035;0,0425;0,0045;0,0525;0,0015;0,0025;0,0035;0,0065; 0,0085;0,0095;0,0125;0,0135;0,0165;0,0185;-0,005;-0,0075;-0,0015;-0,0225; -0,025 ; -0,0325;- 0,035;-0,0425;-0,0045;-0,0525;0,01;0,02; 0,03;0,04;0,05;0,06; 0,07;0,08;0,09;0,1;-0,0015;-0,0025;- 0,0035;-0,0065;-0,0085;-0,0095;-0,0125;-0,0135;-0,0165;-0,0185;-0,01;-0,02;-0,03;-0,04;-0,05;-0,06;- 0,07;-0,08;-0,09;-0,1]$ , sendo multiplicados pela média dos retornos das séries.

### **3.3 Validação da análise gráfica**

A validação das estratégias gráficas foi feita com a utilização da metodologia proposta por Lorenzoni et al. (2007), com a introdução de limitações ao processo de reprodução das séries estimadas pelo modelo AR(1)-GARCH(1,1) e posterior comparação através do teste qui-quadrado.

O modelo de Lorenzoni et al. (2007) pode ser descrito pela figura 1.

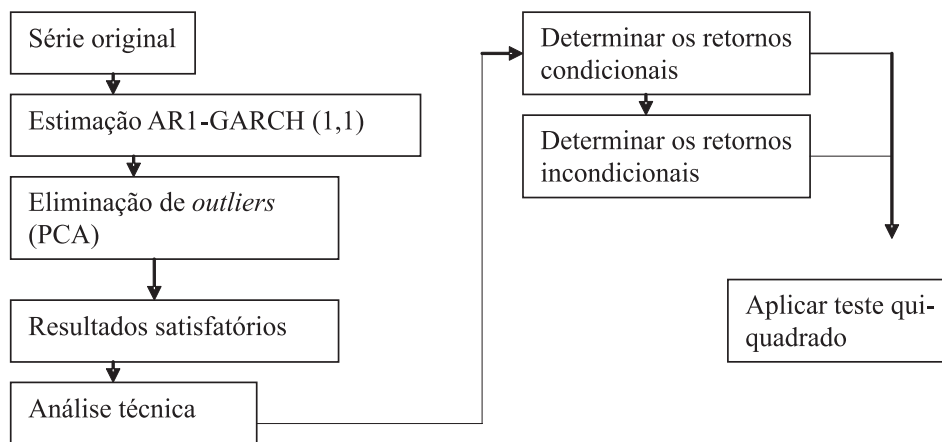


Figura 1 – Modelo de Lorenzoni et al. (2007)

Esse modelo propõe a criação de uma série nova, a partir da série original, com o modelo AR(1)-GARCH(1,1) e a separação dos *outliers* com uma análise PCA (*principal components analysis*) para que a série criada seja a mais próxima possível da original. Logo, o teste procura evidenciar se há a presença de heterogeneidade, com uma comparação dos retornos condicionais (dias de negociação onde foram evidenciados padrões de comportamento procurados) aos retornos incondicionais (retornos de todas as séries ou retornos do Ibovespa). Caso o teste qui-quadrado seja significativo, então os padrões comparados apresentam conteúdo informacional.

As limitações propostas neste trabalho são referentes aos limites altos e baixos (*upper and lower bounds*), com a utilização do algoritmo oferecido no *software* Matlab®. A introdução dessa nova proposta eliminaria a necessidade de realização da análise PCA sugerida pelos autores para a separação dos *outliers*, oferecendo a criação de séries semelhantes às originais (média-variância), com a possibilidade de automatização dos cálculos. Graficamente a nova proposta seria a apresentada na figura 2.

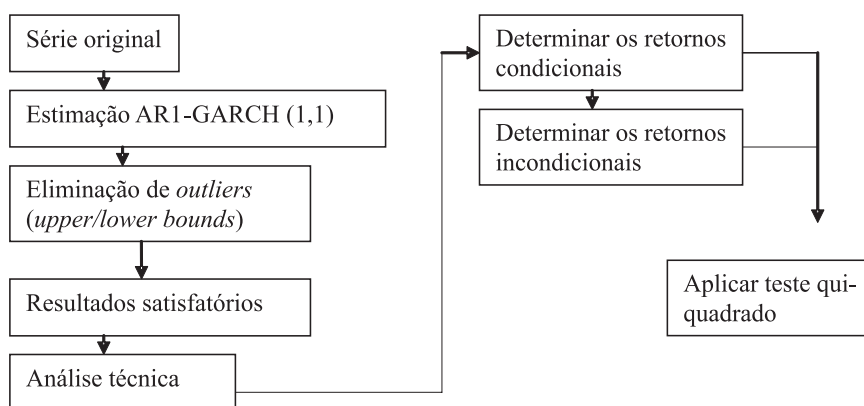


Figura 2 – Modelo proposto pelo autor

A limitação imposta se refere aos parâmetros estimados com  $\alpha_i > 0, i = 1, 2, \dots, q; \beta_j > 0, j = 1, 2, \dots, p$  e  $\alpha_i + \beta_j < 1$  e o termo constante,  $\alpha_0 > 0$  sendo, tipicamente  $\alpha_0 = 2e^{-7}$  com limitação de 3 desvios padrões da própria série pré-analisada. Nesse caso, a nova série criada não conterá valores estimados pelo modelo AR(1)-GARCH (1,1) que contenham inovações superiores a 3 desvios em relação à média da série original.

Após essa avaliação, foi aplicado o teste de realidade proposto por White (2000), e os resultados foram comparados.

Para a análise do histograma de médias e de bandas de Bollinger, utilizamos a comparação da estratégia com um *benchmark* de mercado (Ibovespa), como sugerido por White (2000). Assim, para verificar se as estratégias testadas obtiveram retornos anormais positivos ou negativos, o teste de White foi aplicado com  $H_0$  considerando a não presença de retornos anormais, como fizeram Bajgrowicz e Scaillet (2008) e Saffi (2003). Logo, as hipóteses foram configuradas da seguinte forma:  $H_{0k} = 0$  e  $H_{1k}: \hat{a}_k > 0$  ou  $\hat{a}_k < 0$ .

O BRC (*Bootstrap Reality Check*) proposto por White (2000) procura solucionar os problemas provocados pela escolha ao acaso dos modelos testados (*data snooping*), com a

$$H_{0k} = \max_{k=1, \dots, N} \alpha_k \leq 0 \quad \text{para as análises testadas.}$$

A especificação do teste considera que se  $n$  for o tamanho da série utilizada a ser testada, produz-se um vetor  $E(f^*)$  de tamanho  $l \times 1$ , onde  $f^* = f(Z, B^*)$  é um vetor  $l \times 1$  com elementos  $f_k^* = f_k(Z, B^*)$  onde  $Z$  e  $B^* \equiv p \lim \hat{B}$ , e  $Z$  consiste em vetores de variáveis dependentes de  $Y$  regredido contra  $X$ . A base do teste se dá no vetor  $l \times 1$  obtida por

$$\bar{f} \equiv n^{-1} \sum_{t=1}^n \hat{f} \quad \text{e} \quad \hat{f} \equiv f(Z_t, \hat{B}_t^*) \quad , \text{ sob a hipótese nula de que } H_0: E(f^*) \leq 0 \quad .$$

Logo, para testar a hipótese de que uma estratégia é superior ao *benchmark* utiliza-se,

$$\hat{f}_{t+1} = \ln[1 + y_{t+1} S_1(X_{1,t+1}, B_1^*)] - \ln[1 + y_{t+1} S_0(X_{0,t+1}, B_0^*)] \quad \text{onde } y_{t+1} \text{ são os retornos diários, e } S_0 \text{ e } S_1 \text{ são funções que convertem os indicadores de análise gráfica ( } X_{0,t+1} \text{ e } X_{1,t+1} \text{ ) e os parâmetros ( } B_0^* \text{ e } B_1^* \text{ em posições de compra e venda. As funções puderam assumir três valores: 1(vendido), 0 (não comprar e não vender) e 1(comprado). Nesse sentido, ( } B_0^* \text{ e } B_1^* \text{ ) são estabelecidos a priori e não precisam ser estimados. Assim, a hipótese que testa o modelo com melhor performance sobre o benchmark de mercado é dada por.}$$

$$H_{0k} = \max_{k=1, \dots, N} E(f_k^*) \leq 0$$

### 3.4 Os modelos gráficos simulados

A partir da criação das séries propostas por Lorenzoni et al. (2007) com a reprodução das séries estimadas pelo modelo AR(1)-GARCH(1,1) criando-se séries simuladas, todos os modelos gráficos (médias móveis, bandas de Bollinger e histograma de médias) foram rodados em sua integralidade para as séries simuladas; o mesmo procedimento para o comportamento racional de compra e venda foi utilizado.

Nesse sentido, para a análise gráfica, dois conjuntos de dados foram testados: os dados originais e as séries simuladas pelo modelo AR(1)-GARCH(1,1), com as limitações impostas pelo autor deste trabalho. Posteriormente, os resultados foram comparados quanto aos lucros.

### 3.5 Amostra

A amostra foi composta pelas séries de preços e índices financeiros das empresas componentes do índice Ibovespa, carteira teórica referente aos meses de set./dez. de 2009, e do índice FGV-100, carteira teórica referente ao ano de 2009 (05/10/2009), perfazendo um total de 129 empresas. Na tabela 1, são discriminadas as empresas componentes da amostra.

Código								
AVIL3	AGRO3	CYRE3	FJTA4	LIGT3	ODPV3	SDIA4	TCSL4	WEGE3
GETI4	BRKM5	DASA3	FFTL4	RENT3	OHLB3	SMTO3	TOTS3	
ALLL11	BRFS3	DROG3	GFS3	LOGN3	PCAR5	SATI3	TBLE3	
ALPA4	BISA3	DURA4	GGBR4	LAME4	PDGR3	CSNA3	TRPL4	
AMBV4	CCRO3	ELET3	GOAU4	LREN3	PRGA4	SLCE3	TRIS3	
ABNB3	CLSC6	ELET6	GOLL4	MDIA3	PRGA3	CRUZ3	UGPA4	
AMIL3	CMIG4	ELPL6	CGRA3	MAGS5+MAGG3	PETR3	SUZB5	UNIP6	
ARCZ6	CESP6	EMBR3	GRND3	POMO4	PETR4	TAMM4	UOLL4	
BTOW3	COCE5	ENBR3	GUAR3	MRF3	PLAS3	TGMA3	USIM5	
BVMF3	CGAS5	ENGI4	GVT3	MMXM3	POS3	TNLP3	USIM3	
BBRK3	CNFB4	EQTL11+EQTL3	IGTA3	MPXE3	PRV3	TNLP4	VCPA4	
BBDC4	CPLE6	ESTC11+ESTC3	ROMI3	MRVE3	RAPT4	TMAR5	VALE5	
BRAP4	CSAN3	ETER3	ITSA4	MULT3	RDCD3	TLPP4	VALE3	
BBAS3	CPFE3	EZTC3	JBSS3	NATU3	RDNI3	TEMP3	VIVO4	
BRT4	CSNA3	FHER3	JHSF3	NETC4	RSID3	TEND3	VCPA4+VCPA3	
BRTO4	CCPR3	FESA4	KLBN4	BNCA3	SBSP3	TCSL3	VCPA4+FIBR3	

Tabela 1 – Empresas componentes da amostra

Fonte: Bovespa. Disponível em: <<http://www.bovespa.com.br/Principal.asp>>. e FGV <<http://www2.fgv.br/dgd/asp/index.asp>>. Acesso em: 05 out. 2009.

Os cálculos foram realizados em séries diárias. A base de dados utilizada compreendeu o período de 03/01/00 até 30/09/09, em um total de 2338 dias ou, aproximadamente, 40 trimestres.

#### 4 Análise dos resultados

Nesta seção, serão apresentados os principais resultados encontrados pelos softwares na obtenção de lucros pelas estratégias de compra e venda adotados como comportamento racional do investidor.

As tabelas com os resultados completos são apresentadas em Pietro Neto (2011) para todas as empresas, logo, os resultados apresentados neste trabalho são resumos dos principais encontrados em extensas tabelas.

Para a análise de lucros, deve-se ter em mente um investimento aleatório feito no índice Ibovespa. Para isso, foram calculados os rendimentos de \$100 aplicados para todo o período e de forma anual, conforme a tabela 2.

Para o cálculo dos rendimentos, foram utilizadas duas metodologias: a primeira, através do cálculo do lucro por log retornos, em que o investimento final é obtido através da equação

$= \text{inv.inicial} * (1 + \text{LN}(\frac{\text{ibov}_{df}}{\text{ibov}_{di}}))$  onde  $df$  e  $di$  são os pontos do Ibovespa na data final e na data inicial; na segunda, o investimento final para o juro bancário ou juros compostos foi obtido com a seguinte expressão  $= \text{inv.inicial} * \exp(\text{LN}(\frac{\text{ibov}_{df}}{\text{ibov}_{di}}))$ .

Data inicial	Data final	Investimento inicial R\$	Investimento final R\$ (log retorno)	Investimento final R\$ (juro bancário)
<b>03/01/00</b>	<b>30/09/09</b>	<b>100</b>	<b>165,4818174</b>	<b>192,4792509</b>
03/01/00	02/01/01	100	84,80293551	85,90134968
02/01/01	02/01/02	100	81,0796777	82,76182985
02/01/02	02/01/03	100	69,78011098	73,91910324
02/01/03	02/01/04	100	157,5865853	177,8669927
02/01/04	03/01/05	100	108,4536488	108,821255
03/01/05	02/01/06	100	117,8173819	119,5033022
02/01/06	02/01/07	100	127,9660108	132,2680167
02/01/07	02/01/08	100	129,3921091	134,1678029
02/01/08	30/09/09	100	88,60335742	89,22879133

Tabela 2 – Rendimentos Ibovespa

Observa-se, para fins de comparação, que o rendimento médio de um investimento feito no Ibovespa no período de dez anos foi de 65%, aproximadamente, como pode ser visto na primeira linha da tabela acima.

Na tabela 3, são apresentados os lucros máximos obtidos pelos gráficos. A coluna **MIN** apresenta os lucros mínimos para o ativo em \$; a coluna **MAX** apresenta o lucro máximo obtido em \$; **Nº ORDENS** é a quantidade de ordens de compra e venda disparadas; **MOD** é o comportamento racional de compra e venda que gerou os resultados; **Gráfico** se refere a médias móveis; **graficosim**, a médias móveis simuladas; **bolling** e **bollingsim** se referem as bandas de Bollinger e Bollinger simuladas; **histmed** e **histmedsim** a histogramas de médias originais e simulados.

Na análise de lucros, os dados que chamaram a atenção foram os lucros obtidos com a utilização das estratégias de compra e venda que estiveram muito acima do *benchmark* utilizado.

Os números impressionam pela magnitude dos lucros obtidos: o ativo MAGS5/3 obteve um aumento próximo a 6200% sobre o investimento inicial. Quando considerado o período de análise, coluna MAX, nota-se que um investimento aleatório no Ibovespa produziu aproximadamente 65%. O modelo de comportamento racional que obteve este lucro foi o **30. C=[LOW12>serie] \_ V=[UP12>serie]**.

Certamente, este resultado está muito acima dos outros obtidos, o que poderia sugerir um comportamento *outlier*, no entanto, os resultados que o seguem estão muito acima dos rendimentos oferecidos pelo Ibovespa.

Outro dado que chama atenção na tabela 3 é a quantidade de vezes em que as séries recriadas a partir das séries originais atingem os lucros máximos em relação às séries originais. Esta tabela sugere que, aproximadamente, 70% das séries recriadas atingem melhores desempenhos do que as séries originais. Vale lembrar que apenas o sinal de compra/venda das séries simuladas foi utilizado, sendo que a compra/venda foram efetuadas no mesmo dia e a preços da série original. Nesse sentido, a utilização de processos estocásticos deve ser mais bem estudada para os próximos trabalhos, e a utilização do comportamento racional deve acompanhar esta melhoria.

Em 40 ativos, aproximadamente, com lucro máximo, houve uma predominância de modelos de médias móveis, nas séries originais e simuladas, e de bandas de Bollinger, nas séries simuladas. A presença de grandes lucros para gráficos de histogramas de médias, com as séries originais ou simuladas, não foi evidenciada. A tabela 3 apresenta os 20 melhores resultados.

		MIN	Nº ORDENS	MOD	MAX	Nº ORDENS	MOD
MAGS5+MAGG3	Bollingsim	3903,05	28	18	<b>6211,491</b>	102	<b>30</b>
ROMI3	Gráfico	78,51885	96	12	<b>4306,376</b>	60	<b>47</b>
LREN3	Gráfico	178,0812	48	11	<b>4180,883</b>	52	<b>4</b>
DROG3	Gráfico	37,76132	40	20	<b>3858,549</b>	22	<b>2</b>
RAPT4	Gráfico	48,04566	82	17	<b>3146,394</b>	52	<b>2</b>
CSNA3	Gráfico	96,05446	160	7	<b>2647,481</b>	62	<b>9</b>
RAPT4	Graficosim	92,27194	8	42	<b>2591,442</b>	82	<b>27</b>
CSNA3	Gráfico	96,59475	128	11	<b>2516,152</b>	66	<b>44</b>
AVIL3	Graficosim	49,53331	34	40	<b>2505,374</b>	74	<b>34</b>
TRPL4	Bollingsim	1248,347	34	2	<b>2413,522</b>	148	<b>32</b>
TRPL4	Gráfico	100	2	28	<b>2391,498</b>	62	<b>4</b>
TRPL4	Gráfico	100	2	28	<b>2333,865</b>	64	<b>1</b>
DROG3	Graficosim	84,72962	92	42	<b>2330,047</b>	54	<b>47</b>
AVIL3	Gráfico	120,737	82	46	<b>2273,838</b>	78	<b>47</b>
GOAU4	Gráfico	100	2	28	<b>2244,135</b>	66	<b>47</b>
FESA4	Gráfico	32,95367	88	13	<b>2094,43</b>	62	<b>4</b>
WEGE3	Gráfico	100	2	30	<b>2094,31</b>	42	<b>44</b>
MAGS5+MAGG3	Gráfico	39,81982	96	12	<b>1985,39</b>	24	<b>3</b>
RSID3	Graficosim	21,9569	202	3	<b>1959</b>	62	<b>30</b>
CGRA3	Bollingsim	677,8424	18	38	<b>1944,171</b>	32	<b>19</b>

Tabela 3 – Lucro máximo – gráficos

Quanto ao número de ordens disparadas, a tabela acima mostra que, de forma aproximada, em média 64 ordens de compra/venda foram feitas no horizonte de 10 anos, o que gera, aproximadamente, 7 ordens anuais.

Com relação aos modelos de comportamento racional de compra, o destaque cabe aos modelos 2, 30, 47 e 44, sendo os mais promissores entre as estratégias testadas. Estes modelos aparecem, com frequência, nas séries de maiores lucros, tanto para as séries originais quanto para as simuladas.

Na tabela 3, foi apresentado o lucro mínimo auferido para os ativos listados com lucro máximo. O destaque para estes mínimos vai para as estratégias numeradas como 11, 12 e 28, sendo que o número de ordens médio não apresentou tanta discrepância em relação aos extremos.

Outros resultados mostram que, para o gráfico de médias móveis, os modelos que merecem destaque são os comportamentos enumerados como 2, 4 e 47. Para as bandas de Bollinger, o modelo de comportamento que se destaca é o 19. Para o histograma de médias, os resultados não se mostraram eficazes.

Também foi realizada a análise dos lucros mínimos para os ativos pesquisados. Na tabela 4, são listados os ativos com as maiores perdas de capital. Alguns pontos devem ser ressaltados, como, por exemplo, a ausência de estratégias baseadas em bandas de Bollinger e de médias móveis. Os dados também mostram que, para a maioria dos ativos destacados abaixo, entra a série original e também a série simulada.

Para os 20 ativos de piores resultados, em 100% dos casos, a estratégia gráfica que apresentou os subdesempenhos foi o histograma de médias. Outro ponto a ser notado é o de que o lucro máximo, para esses ativos, apresentado na coluna **MAX**, é muito baixo se comparado a outras estratégias e, em nenhum deles, é auferido lucro, apenas prejuízos líquidos.



Nesse sentido, duas atitudes poderiam ser tomadas: a primeira é a eliminação da estratégia gráfica histograma de médias e séries simuladas; a segunda é a eliminação dos ativos de menor lucro para compor um sistema autônomo no disparo de ordens.

Quanto aos modelos de comportamento que recebem destaque, cabem aos numerados 1 e 31 os de pior desempenho e, aos que tiveram desempenho melhor, prejuízo menor, os modelos 30, 66, e 70. Nesse caso, a eliminação destes comportamentos de compra deve ser revista ou substituída por outras estratégias, na tentativa de melhorar o desempenho deste tipo gráfico.

			Nº				
		MIN	ORDENS	MOD	MAX	Nº ORDENS	MOD
NETC4	histmed	<b>1,69E-09</b>	686	1	0,022126	188	66
NETC4	hismedsim	<b>1,78E-09</b>	684	31	0,022126	188	66
VIVO4	histmed	<b>6,2E-08</b>	696	1	0,251667	154	69
VIVO4	hismedsim	<b>6,32E-08</b>	694	31	0,251667	154	69
TCSL3	histmed	<b>1,05E-07</b>	746	1	1,769303	194	67
TCSL3	hismedsim	<b>1,05E-07</b>	746	31	1,769303	194	67
RSID3	histmed	<b>2,05E-07</b>	500	1	0,481543	136	68
RSID3	hismedsim	<b>2,24E-07</b>	500	31	0,481543	136	68
LIGT3	histmed	<b>2,81E-07</b>	726	31	0,562859	158	70
LIGT3	hismedsim	<b>2,81E-07</b>	726	31	0,562859	158	70
TCSL4	histmed	<b>4,04E-07</b>	718	1	1,256897	178	27
TCSL4	hismedsim	<b>4,36E-07</b>	718	31	1,256897	178	27
USIM5	histmed	<b>5,96E-07</b>	690	1	6,048427	54	70
USIM5	hismedsim	<b>8,14E-07</b>	682	31	6,048427	54	70
ELET3	histmed	<b>1,33E-06</b>	720	1	2,105618	172	26
ELET3	hismedsim	<b>1,41E-06</b>	720	31	2,119619	172	26
BRKM5	histmed	<b>1,97E-06</b>	676	1	1,169063	144	22
BRKM5	hismedsim	<b>2E-06</b>	674	31	1,169063	144	22
TNLP3	histmed	<b>2,63E-06</b>	724	1	1,909503	164	30
TNLP3	hismedsim	<b>2,75E-06</b>	718	31	1,909503	164	30

Tabela 4 – Lucro mínimo – gráficos

Outro dado relevante é o número de ordens disparadas para os ativos que tiveram prejuízos extremos. Uma média aproximada se concentra próxima a 687 ordens no horizonte de 10 anos, em média, o que geraria cerca de 69 ordens anuais, número que já pode ser considerado elevado quando se pensa em rendimentos a longo prazo.

Também deve-se levar em conta que, no prejuízo referido acima, não foram descontados os custos de corretagem disparados pelo sistema. Dessa forma, a obtenção do prejuízo máximo se daria em um horizonte menor do que o prazo médio de 10 anos. Para completar a análise das ordens disparadas, são apresentadas as tabelas 5 e 6 de máximos e mínimos de ordens.

Nestas tabelas, dois modelos de comportamentos de compra devem ser enfatizados: o modelo 20, com a totalidade dos mínimos de ordens; e o modelo 1, com a totalidade dos máximos de ordens. O modelo 20 deve ser descartado para futuros testes, pois não produziu nenhuma espécie de negociação no horizonte de 10 anos, aproximadamente.

Ativo	Graf	MIN	MOD	MAX	MOD	Ativo	Graf	MIN	MOD	MAX	MOD
NETC4	bolling	0	20	894	1	continuação ...					
VIVO4	bolling	0	20	988	1	BRTO4	bolling	0	20	1030	1
BRKM5	bolling	0	20	976	1	TNLP4	bolling	0	20	1024	1
VCPA4+VCPA3	bolling	0	20	954	1	TCSL3	bolling	0	20	1022	1
LIGT3	bolling	0	20	1034	1	PCAR5	bolling	0	20	1004	1
VCPA4+VCPA3	bolling	0	20	910	1	GGBR4	bolling	0	20	994	1
ELET3	bolling	0	20	1004	1	TNLP4	bolling	0	20	990	1
USIM5	bolling	0	20	960	1	GISA3	bolling	0	20	350	1
TCSL4	bolling	0	20	986	1	FHER3	bolling	0	20	230	1
ELET6	bolling	0	20	1022	1	GOAU4	bolling	0	20	994	1
BRTP4	bolling	0	20	1024	1						
máximo ...											
CRUZ3	bolling	0	20	<b>1104</b>	1	continuação...					
CPL6	bolling	0	20	<b>1080</b>	1	Sbsp3	bolling	0	20	<b>1040</b>	1
TLPP4	bolling	0	20	<b>1080</b>	1	VALE3	bolling	0	20	<b>1038</b>	1
TNLP3	bolling	0	20	<b>1066</b>	1	UGPA4	bolling	0	20	<b>1038</b>	1
AMBEV4	bolling	0	20	<b>1062</b>	1	TBLE3	bolling	0	20	<b>1038</b>	1
ARCZ6	bolling	0	20	<b>1062</b>	1	MAGS5+MAGG3	bolling	0	20	<b>1036</b>	1
CGAS5	bolling	0	20	<b>1058</b>	1	LIGT3	bolling	0	20	<b>1034</b>	1
TRPL4	bolling	0	20	<b>1054</b>	1	BRTO4	bolling	0	20	<b>1030</b>	1
CMIG4	bolling	0	20	<b>1044</b>	1	DURA4	bolling	0	20	<b>1030</b>	1
VALE5	bolling	0	20	<b>1042</b>	1	BRTP4	bolling	0	20	<b>1024</b>	1
LAME4	bolling	0	20	<b>1042</b>	1						

Tabela 5 – Número mínimo/máximo de ordens

Na análise dos máximos de ordens, o modelo 1 também deve ser descartado como fonte de eventual utilização em sistemas autônomos, pois, provavelmente, invalidaria o modelo ou o ativo, pelo excesso de custos operacionais, que geraria, em média, cerca de 105 ordens anuais para cada ativo.

Outro ponto que deve ser salientado é o de que em ambos os dados, de mínimos e máximos de ordens, a estratégia gráfica que se evidencia são as bandas de Bollinger, e, neste caso, somente para as séries originais.

Para verificar se as estratégias gráficas foram, de fato, significativas, foi aplicado o teste de *bootstrapping*, proposto por White (2000), e a estratégia poderia assumir a possibilidade de apresentar retorno anormal nulo, negativo ou positivo, quando comparado ao Ibovespa.

As empresas listadas na tabela 6 foram as que apresentaram as maiores perdas quando comparadas ao Ibovespa. A estatística sugerida fornece um percentual absoluto médio indicativo da diferença quadrada dos retornos obtidos entre as ações e o mercado para cada período em que a estratégia de negociação assumiu a posição comprada.

Nesse sentido, a tabela abaixo (mínimos) sugere que, apesar de menor, o desempenho da estratégia de compra e venda obtida com a utilização do gráfico de médias móveis não apresentou uma magnitude de perda expressiva para a maioria dos ativos analisados. Com relação aos comportamentos de compra/venda que devem ser descartados, são os de numeração 49 e 60, na coluna MOD MIM, pois apareceram com a maior frequência. Na tabela, MOD MAX é o modelo que produziu o resultado da coluna máximo.

Para as ações que obtiveram os melhores desempenhos (máximos), os resultados se mostraram extremamente significativos quanto aos ganhos anormais para as ações da amostra. Estes resultados revelam, de forma semelhante, os mesmos resultados obtidos com o lucro final obtido com os modelos de médias móveis nas tabelas em que foram analisados os lucros das estratégias. Pode-se notar, por consequência, que os valores máximos obtidos, na tabela acima (máximos), com a estatística de White, foram consideravelmente altos. Os comportamentos de melhor desempenho são os de numeração 59 e 70, mais frequentes.

	média	mínimo	máximo	desvio	var	MOD MÍN	MOD MAX
DROG3	0,29220	<b>-0,34262</b>	9,4102575	1,6284301	2,6517845	60	70
ETER3	-0,0601534	<b>-0,26262</b>	0,0519364	0,095105	0,009045	49	70
MAGS5+MAGG3	-0,0250407	<b>-0,24906</b>	0,5522887	0,0914401	0,0083613	49	70
UNIP6	0,0923606	<b>-0,11934</b>	2,5206218	0,3255955	0,1060124	52	70
WEGE3	0,0356227	<b>-0,03024</b>	1,5034701	0,2380695	0,0566771	50	70
PRGA3	1,228E-05	<b>-0,0071</b>	0,0293209	0,0045932	2,11E-05	60	70
ENGI4	-0,0001344	<b>-0,00495</b>	0,001152	0,0008081	6,531E-07	49	68
FFTL4	0,0126068	<b>-0,003</b>	0,1461897	0,024986	0,0006243	49	70
GRND3	6,736E-05	<b>-0,00293</b>	0,0037796	0,0009169	8,407E-07	66	70
EQTL11+EQTL3	0,0001367	-0,001212	0,0017469	0,0004826	2,329E-07	62	70
máximos ...							
AVIL3	7084,4955	0,000302	<b>42551,1</b>	11743,146	137901468	18	59
ROMI3	0,6608932	0,0001196	<b>14,32687</b>	1,9875463	3,9503404	12	70
RAPT4	1,3013665	0,000181	<b>11,80621</b>	2,2761025	5,1806425	2	49
DROG3	0,2922	-0,342619	<b>9,410258</b>	1,6284301	2,6517845	60	70
LREN3	0,6114948	0,0002658	<b>5,612704</b>	1,0659961	1,1363477	9	70
CNFB4	0,738974	8,074E-05	<b>5,50469</b>	1,1973367	1,4336152	8	70
FESA4	0,4720503	6,49E-05	<b>4,444615</b>	0,8175526	0,6683922	4	70
UNIP6	0,0923606	-0,119344	<b>2,520622</b>	0,3255955	0,1060124	52	70
CGRA3	0,1357636	0,0002036	<b>2,264322</b>	0,3068091	0,0941318	5	59
FJTA4	0,2862381	8,493E-05	<b>1,859581</b>	0,4729873	0,223717	13	69
médias móveis simuladas ... Mínimos							
DROG3	-0,6929838	<b>-2,95602</b>	-9,49E-05	1,0598255	1,1232302	49	11
LREN3	0,1357144	<b>-0,42844</b>	0,0006452	0,2993632	0,0896183	69-70	60
ETER3	-0,0784498	<b>-0,3434</b>	-4,14E-05	0,1204514	0,0145086	62	63
MAGS5+MAGG3	0,0517788	<b>-0,28605</b>	1,872E-05	0,1253524	0,0157132	51	54
WEGE3	-0,0398012	<b>-0,18248</b>	-2,56E-05	0,0647168	0,0041883	53	11
PRGA3	0,0007803	<b>-0,00959</b>	1,266E-05	0,0042037	1,767E-05	69-70	57
ABNB3	-0,0006504	<b>-0,006</b>	4,421E-06	0,0056046	3,141E-05	59	69
SATI3	0,0009883	<b>-0,00506</b>	0,0001153	0,0029323	8,598E-06	67	51
EQTL11+EQTL3	-0,0002167	<b>-0,00312</b>	1,839E-05	0,0007644	5,844E-07	50	67
ENGI4	0,000579	-0,00236	0,003873	0,00107	1,14E-06	49	55
máximos ...							
AVIL3	1675,793	0,0003122	<b>13726,81</b>	3055,291	9334803,1	41	52
LAME4	2,6624872	0,0002203	<b>22,51732</b>	4,938316	24,386965	11	69
RAPT4	2,4358848	0,0002469	<b>14,13975</b>	3,972708	15,782409	2	69-70
FJTA4	1,34374	7,812E-05	<b>9,034373</b>	2,2049941	4,8619988	17	69-70
UNIP6	0,4907037	1,832E-06	<b>8,237336</b>	1,1780967	1,3879118	21	70
CNFB4	0,7293206	4,254E-05	<b>4,805197</b>	1,2412627	1,5407331	43	50
RSID3	0,4330592	0,0007811	<b>3,701393</b>	0,8486327	0,7201774	8	58
ROMI3	0,5024492	4,479E-05	<b>3,520876</b>	0,8910947	0,7940498	20	49
FESA4	0,6343443	6,785E-05	<b>3,378995</b>	1,0180667	1,0364599	41	68
TBLE3	0,3128586	0,000353	<b>2,163097</b>	0,5078008	0,2578617	18	54

Tabela 6 – Teste de White – Médias móveis e médias móveis simuladas – mínimos/máximos

Na análise das médias móveis simuladas, para as empresas que obtiveram os menores valores da estatística de White (mínimos), nota-se que a grande maioria das empresas que obtiveram desempenhos ruins, nas séries originais, está presente entre as piores nas séries simuladas.

Esses dados sugerem que o sistema de geração de séries simuladas a partir das séries originais produz resultados semelhantes aos dados originais. Com relação aos modelos de comportamento de compra/venda, destacam-se os modelos 49 e 69-70, com maior frequência na obtenção dos piores resultados, devendo ser excluídos de novas pesquisas, optando-se por novos padrões de compra, não testados neste trabalho. Também chama a atenção o modelo 11, frequente entre os de melhor desempenho (MOD MAX), com resultados acima do *benchmark* para as ações de pior desempenho.

Os melhores *outputs* (máximos) obtidos se mostram bastante promissores em relação aos retornos obtidos pelo mercado. Para as primeiras empresas, por exemplo, os resultados mostram diferenças de mais de 1000% acima do crescimento médio de mercado. Os modelos mais promissores são os de numeração 69 e 70 e, provavelmente, os modelos ao redor destas numerações, tendo em vista que a construção dos modelos foi feita de forma gradual, com pequenas diferenças entre os pares próximos.

Para as Bandas de Bollinger, o procedimento para a validação da análise gráfica foi semelhante. Os piores resultados (mínimos) são apresentados na tabela 7. Nela, verifica-se que os mínimos para o teste de White não foram, em magnitude, tão grandes quanto o esperado, considerando os lucros mínimos obtidos pelo modelo.

Com relação aos modelos do comportamento racional de compra que devem ser excluídos, foram identificados os de numeração 59 e 70, e provavelmente, seus arredores. Outro dado que chama a atenção é o de que os modelos ao redor do de numeração 50 produzem os melhores resultados entre os ativos com pior desempenho.

	média	mínimo	máximo	desvio	var	MOD MÍN	MOD MAX
DROG3	-0,2451434	<b>-1,42991</b>	3,771E-07	0,5427905	0,294625	<b>59-70</b>	55
LREN3	-0,13646	<b>-0,80333</b>	9,113E-05	0,3022151	0,091334	<b>59</b>	49
ETER3	-0,0867431	<b>-0,59652</b>	6,901E-07	0,1952563	0,038125	<b>63</b>	35
WEGE3	-0,0685503	<b>-0,39995</b>	0	0,151718	0,023018	<b>59</b>	20-25;44-48
CGRA3	-0,024731	<b>-0,14509</b>	5,648E-06	0,0547146	0,002993	<b>66</b>	57
TAMM4	-0,0072646	<b>-0,04694</b>	6,571E-05	0,020	0,000261	<b>59</b>	50
ENGI4	-0,0015718	<b>-0,01318</b>	1,668E-05	0,0036741	1,35E-05	<b>67</b>	6
ABNB3	-0,00089999	<b>-0,0126</b>	0,0212551	0,0053443	2,85E-05	<b>59</b>	70
PRGA3	-0,00088835	<b>-0,0100</b>	5,341E-05	0,0021556	4,64E-06	<b>70</b>	51
MDIA3	-6,269E-06	<b>-0,00010</b>	0,0001003	2,896E-05	8,38E-10	<b>69</b>	60
máximos..							
AVIL3	14462,143	-4,7E-09	<b>110724,4</b>	33083,835	1,095E+0	25	<b>68</b>
RAPT4	7,2407474	-3,2E-07	<b>61,54089</b>	16,365914	267,8431	26	<b>66</b>
FJTA4	2,3259564	-1,2E-06	<b>18,33582</b>	5,3131959	28,23005	26	<b>62</b>
CNFB4	1,2501199	-3,7E-06	<b>9,006013</b>	2,8192672	7,948267	30	<b>70</b>
RSID3	0,8137056	0	<b>8,838494</b>	2,0614736	4,249673	20-25	<b>61</b>
FESA4	0,7658872	-2,7E-06	<b>5,221432</b>	1,7020373	2,896930	48	<b>60</b>
POMO4	0,3324155	-5,2E-06	<b>2,930099</b>	0,7683028	0,590289	36	<b>60</b>
LAME4	0,2668702	-2,3E-07	<b>1,990811</b>	0,6018011	0,362164	27	<b>59</b>
GETI4	0,17478	-6,0E-06	<b>1,758255</b>	0,4319959	0,186620	35	<b>70</b>
KLBN4	0,1754645	0	<b>1,680576</b>	0,4212375	0,177441	20-25	<b>68</b>
bandas de Bollinger simuladas... Mínimos							
DROG3	-1,1595102	<b>-6,7788</b>	-0,0001679	2,5671449	6,590232	<b>59-60</b>	48
LREN3	-0,1629773	<b>-0,9528</b>	0,0012002	0,3618646	0,130946	<b>59-70</b>	20
ETER3	-0,0793992	<b>-0,5045</b>	-1,4E-05	0,1758591	0,030926	<b>59</b>	48
UNIP6	0,0189009	<b>-0,2019</b>	0,4182609	0,1290771	0,01666	<b>67-70</b>	59-62
TAMM4	-0,0066032	<b>-0,0406</b>	0,0004095	0,0153846	0,00023	<b>62-63</b>	48
PRGA3	-0,0014997	<b>-0,0088</b>	7,492E-05	0,003265	1,06E-05	<b>65</b>	26
VALE3	-0,0008475	<b>-0,0065</b>	5,11E-08	0,0019214	3,69E-06	<b>65</b>	1
ABNB3	-0,0008785	<b>-0,0051</b>	0	0,0018759	3,51E-06	<b>70</b>	23;63
CPFE3	-0,0005375	<b>-0,0033</b>	-2,702E-05	0,0011264	1,26E-06	<b>67-69</b>	5
NATU3	-0,0002743	<b>-0,0015</b>	-0,0000320	0,0005288	2,79E-07	<b>69</b>	28
máximos..							
AVIL3	10378,12103	0,00041	<b>85487,15</b>	23843,012	5684892	48	<b>68</b>
ROMI3	2,7315017	0,00034	<b>15,93209</b>	6,0477565	36,57535	1-19;24-34; 39-58	<b>59-70</b>
LAME4	1,3366115	0,00033	<b>7,868266</b>	2,9589691	8,755498	37	<b>67</b>
CNFB4	1,3177211	0,00010	<b>7,823703</b>	2,9180672	8,515116	48	<b>62</b>
FESA4	0,7163647	0,00014	<b>4,934254</b>	1,5915188	2,532932	27	<b>59</b>
RAPT4	0,5576038	5,5E-05	<b>3,889404</b>	1,237193	1,530646	48	<b>59</b>
FJTA4	0,399929	3,7E-05	<b>2,332893</b>	0,8854982	0,784107	28;29;43;57;58	<b>60-70</b>
USIM3	0,2549042	0,0004	<b>1,674857</b>	0,5713347	0,326423	37	<b>61</b>
CGRA3	0,2731992	0,00011	<b>1,601296</b>	0,6041751	0,365027	40	<b>70</b>
CSNA3	0,1700727	0,0004	<b>0,990027</b>	0,3756565	0,141117	1-58	<b>59-70</b>

Tabela 7 – Teste de White – Bandas de Bollinger e simuladas – mínimos/máximos

Já para os melhores resultados (máximos) nas Bandas de Bollinger, os números mostraram-se satisfatórios em relação ao produzido pela média de mercado. Com os ativos listados acima, o teste mostrou significância expressiva e positiva.

Em termos reais, esses números também deveriam se traduzir em lucros grandes, caso as estratégias de compra e venda fossem ajustadas, o que, de fato, foi observado nas bandas de Bollinger, em que não foram os maiores lucros, mas foram expressivos. Nesse modelo gráfico, os comportamentos racionais que merecem destaque foram os de numeração 60 e 68.

Para as bandas de Bollinger simuladas, os resultados foram semelhantes aos das séries originais, sendo que várias das empresas listadas entre as com pior desempenho nas séries originais também estiveram entre as simuladas.

O resultado das cinco empresas com o pior ajuste (mínimos) é, de fato, grande em magnitude, quando comparado ao *benchmark* de mercado. No entanto, esse resultado é suavizado logo em seguida, com perdas muito próximas do próprio desempenho do Ibovespa. Os modelos de comportamento que se destacam são os de numeração 59 a 70.

Quando foram analisados os melhores resultados (máximos) produzidos pelo gráfico de Bollinger, o teste de White sugeriu valores muito superiores aos produzidos pelo Ibovespa. Esse resultado equivale ao encontrado nos lucros produzidos pelas operações de compra/venda nas empresas da amostra. Outro resultado que chama a atenção é a frequência de dois comportamentos racionais entre os melhores resultados, enumerados de 60 e 68, tanto para as séries originais quanto para as séries simuladas.

Para o histograma de médias, a análise de mínimos para o teste de White não aponta perdas tão grandes quanto para os modelos de médias móveis e bandas de Bollinger. A análise também sugere que a queda em termos de magnitude foi suave até se aproximar de 0 ou assumir um retorno próximo ao comportamento do Ibovespa.

Com relação aos modelos de pior ajuste, os que se destacaram foram os de numeração 3, 5, 25, 33 e 42. A ressalva aqui é a de que, mesmo nos modelos que produziram resultados bons para as séries abaixo (coluna MOD MAX), em nenhum deles foi observado algum resultado satisfatório, quando comparados aos resultados das outras estratégias.

Esse problema pode sugerir que os comportamentos racionais não foram adequados ou não atingiram as expectativas esperadas. No entanto, vale lembrar que um número grande de estratégias diferentes foi empregado na tentativa de encontrar algumas que produzissem bons resultados, tentando ainda fugir dos problemas de *bootstrapping*, mas fazendo-o em essência.

A partir da análise dos máximos, no teste de White, pode-se notar que, para algumas séries, há, de fato, a obtenção de retornos anormais significativos em comparação com o *benchmark* de mercado. Esse resultado contrasta com a produção de lucros auferida com esse modelo, pois os lucros máximos não chegaram a ser significativos, sendo que na maioria dos casos, apenas ocorreu a manutenção do capital durante os 10 anos negociados.

Com relação aos modelos que produziram os melhores resultados, destaca-se apenas o de numeração 30. Esse modelo, apesar de produzir estatísticas suficientes para mostrar a produção de retornos positivos via teste de White, não foi eficaz na obtenção de lucros.

Para as séries simuladas, considerando o histograma de médias, os piores resultados (mínimos) não se mostraram grandes em termos de magnitude, em relação ao esperado quando se considera os lucros obtidos pelo gráfico. Além disso, a queda dos mínimos é grande e se aproxima do *benchmark* rapidamente.

	média	mínimo	máximo	desvio	var	MOD	MÍN	MOD MAX
WEGE3	-0,000108	<b>-0,00012</b>	-9,42E-05	5,41E-06	2,935E-11	2;3;5;7;32;33		70
TAMM4	-2,41E-05	<b>-1E-04</b>	4,605E-05	4,73E-05	2,241E-09		25	13
ETER3	-7,43E-05	<b>-9E-05</b>	-6,06E-05	6,12E-06	3,75E-11		3	30
ABNB3	-5,87E-05	<b>-8,9E-05</b>	4,219E-05	4,21E-05	1,774E-09		42	38
PRGA3	-3,71E-05	<b>-8,2E-05</b>	1,999E-05	3,67E-05	1,35E-09		33	69
CGRA3	3,59E-06	<b>-6,1E-05</b>	4,142E-05	2,34E-05	5,496E-10		51	42
DROG3	-3,09E-05	<b>-4,4E-05</b>	7,797E-07	1,17E-05	1,387E-10		29	30;68-70
CPFE3	-1,72E-05	<b>-3,7E-05</b>	2,049E-06	8,84E-06	7,816E-11		5	19
MAGS5+MAGG3	-1,32E-05	<b>-2,9E-05</b>	-2,89E-06	6,29E-06	3,965E-11		33	19
ODPV3	-1,52E-05	-2,68E-05	5,49E-06	7,47E-06	5,592E-11		24-64	34
máximos...								
NETC4	0,0009549	0,0008345	<b>0,001044</b>	5,53E-05	3,059E-09		31	64
RSID3	0,0008973	0,0008177	<b>0,000967</b>	3,77E-05	1,428E-09		32	12;44;52
MMXM3	0,0006562	0,0004859	<b>0,000773</b>	7,92E-05	6,275E-09		38	16;48;56
AVIL3	0,0005687	0,0004791	<b>0,000708</b>	6,37E-05	4,06E-09		59	5
VIVO4	0,0004911	0,0004392	<b>0,000538</b>	1,87E-05	3,496E-10		1	63
TEND3	0,0004652	0,000406	<b>0,000514</b>	2,48E-05	6,154E-10		1	30
GFA3	0,0004412	0,0003364	<b>0,000488</b>	4,53E-05	2,055E-09		34	45;53
BBRK3	0,0004299	0,0004053	<b>0,000486</b>	1,68E-05	2,825E-10		60	38
LIGT3	0,0004085	0,0003542	<b>0,000471</b>	3,44E-05	1,187E-09		5	30
CYRE3	0,0004085	0,0003255	<b>0,00046</b>	3,96E-05	1,575E-09		41	21
histograma de médias simuladas ... Mínimos								
WEGE3	-0,000108	<b>-0,00012</b>	-6,14E-05	7,82E-06	6,115E-11	2;3;5;7;32;33		1
TAMM4	-2,40E-05	<b>-1E-04</b>	4,605E-05	4,72E-05	2,228E-09		25	13
ETER3	-7,44E-05	<b>-9E-05</b>	-6,06E-05	6,32E-06	4,005E-11		3	30
ABNB3	-5,81E-05	<b>-8,9E-05</b>	7,675E-05	4,35E-05	1,9E-09		42	1
PRGA3	-3,66E-05	<b>-8,2E-05</b>	1,999E-05	3,66E-05	1,34E-09		33	69
CGRA3	7,408E-06	<b>-6,1E-05</b>	0,0002335	3,58E-05	1,282E-09		51	1
DROG3	-3,05E-05	<b>-4,4E-05</b>	7,797E-07	1,19E-05	1,425E-10		29	30;68-70
CPFE3	-1,69E-05	<b>-3,7E-05</b>	3,794E-06	9,18E-06	8,4310659		5	1
MAGS5+MAGG3	-1,29E-05	<b>-2,9E-05</b>	-2,89E-06	6,22E-06	3,877E-11		33	19
ODPV3	-1,52E-05	<b>-2,68E-05</b>	5,49E-06	7,45E-06	5,558E-11		24-64	34
máximos...								
NETC4	0,000959	0,0008345	<b>0,00112</b>	5,68E-05	3,226E-09		31	1
RSID3	0,0009014	0,0008177	<b>0,001107</b>	4,42E-05	1,954E-09		31	1
AVIL3	0,0005727	0,0004791	<b>0,000918</b>	7,58E-05	5,75E-09		59	1
MMXM3	0,0006584	0,0004859	<b>0,000773</b>	7,74E-05	5,993E-09		38	16;48;56
USIM3	0,0003898	0,0003303	<b>0,000608</b>	4,03E-05	1,627E-09		37	1
VIVO4	0,0004931	0,0004446	<b>0,000581</b>	2,05E-05	4,239E-10		31	1
TCSL3	0,000386	0,0003527	<b>0,000573</b>	3,06E-05	9,369E-10		38	1
GFA3	0,000444	0,0003364	<b>0,000559</b>	4,64E-05	2,159E-09		34	1
TEND3	0,0004673	0,0004062	<b>0,000553</b>	2,59E-05	6,72E-10		31	1
CYRE3	0,0004114	0,0003255	<b>0,000552</b>	4,26E-05	1,817E-09		41	1

Tabela 8 – Teste de White – Histograma de médias e simuladas – mínimos/máximos

O ponto interessante, nessa tabela, é o de que o modelo 33 aparece com extrema frequência, seguido dos modelos 3, 5, 25 e 32. Coincidentemente, estes modelos aparecem entre os de pior eficiência entre os de pior ajuste para as séries originais, sugerindo a eliminação definitiva desses comportamentos como estratégias de compra/venda.

Em relação aos resultados máximos do teste de White, os números se mostraram bastante significativos em termos de magnitude. Considerando esses valores, esperava-se que as estratégias de compra/venda produzissem grandes lucros, o que, na prática, não foi evidenciado. Tal como aconteceu para as séries originais, esses resultados poderiam sugerir comportamentos de compra/venda mal formulados ou a presença de aleatoriedade nas estratégias criadas, com o intuito de produzir lucros, e, junto com isso, problemas de *bootstrapping*.

Quanto aos modelos que se destacaram, um comportamento que aparece com grande frequência entre os melhores é o de numeração 1. Também chama atenção o modelo 31, responsável por produzir os piores resultados entre os ativos de melhores desempenhos.

Na tentativa de aumentar o empirismo dos resultados gráficos, foi aplicado o teste proposto por Lorenzoni et al. (2007), com as modificações estruturais propostas pelo autor na obtenção da fabricação das séries simuladas. O teste foi aplicado não só para as séries simuladas como também para as séries originais dos retornos dos ativos.

Nesse sentido, foram realizadas comparações não paramétricas através do teste qui-quadrado, para a validação de diferenças de médias. A aplicação das estratégias gráficas indicou posição comprada para os retornos das ações versus os retornos do Ibovespa, no período idêntico à posição comprada. Os testes foram feitos para todos os tipos de análise gráfica e aplicados em todo o período, conjuntamente.

A estatística mostrada na tabela 9 traz a seguinte informação: se qui-quadrado for igual a zero (0), então há diferença significativa entre os retornos das séries, quando comparadas ao Ibovespa, no mesmo período. Os outros números internos, 20-25, por exemplo, para as bandas de Bollinger com relação ao ativo de código ALLL11, mostram os modelos de comportamento racional em que não foram evidenciadas diferenças significativas no período analisado.

Para a estatística modificada de Lorenzoni et al. (2007), proposta pelo autor, alguns resultados merecem destaque: para os gráficos de médias móveis e para o histograma de médias (séries originais e simuladas), em nenhuma das séries e para nenhum dos comportamentos racionais adotados foi encontrada igualdade de médias, ou seja, todos os resultados sugeriram diferença de médias significativa para todos os resultados. Conforme as constatações anteriores, a estatística sugere que as diferenças sejam significativas e positivas para a utilização de médias móveis e significativas e negativas para a utilização de histogramas de médias e suas simulações.

Para os ativos SMTO3 e CYRE3, em nenhuma das séries foram encontradas diferenças estatísticas positivas ou negativas e para nenhum comportamento racional de compra adotado. Isso leva a duas suposições: a primeira, de que podem ter ocorrido poucos negócios para esses ativos; e a segunda, de que houve muitos negócios no período e, por casualidade, as séries possuíram crescimento ou perdas semelhantes ao Ibovespa quando a estratégia de bandas de Bollinger simuladas assumiu posição comprada/vendida.





Já para as empresas RSID3, ABNB3 e AGRO3, alguns dos comportamentos enumerados entre 41 e 48 não apresentaram resultados positivos ou negativos para as diferenças de médias. Assim, pode-se considerar que essas séries possuem peculiaridades que não produziram resultados satisfatórios para esses comportamentos, com o gráfico de bandas de Bollinger simuladas. Nesse caso, na maior parte dos ativos negociados, os comportamentos racionais de compra enumerados de 20 a 26 produziram resultados semelhantes ao Ibovespa, ou seja, a diferença de média não foi constatada. A ressalva aqui é a de que não poderia haver, de fato, diferença de médias para esses modelos, porque não houve disparos de ordens de compra ou venda para todo o período analisado. Nesse sentido, esse tipo de comportamento deve ser retirado, e novos tipos de comportamentos devem ser incorporados.

Para os ativos CSAN3, CYRE3 e SMTO3 e para os comportamentos racionais enumerados de 21 a 43, eles também não produziram resultados satisfatórios, quando comparados ao Ibovespa. Vale ressaltar que, nesse caso, o problema, talvez, não seja a formação dos comportamentos racionais, e sim a própria característica intrínseca das séries apontadas.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho procurou evidências de *performance* comparativa, da possibilidade de automação empírica e do desenvolvimento de comportamentos racionais de compra/venda modificados para alguns dos gráficos utilizados pelos *traders* ou operadores de mesa de operação/*homebroker* para os ativos financeiros da Bovespa.

Para isso, foi executada uma bateria de cálculos estatísticos de validação das estratégias conjuntas para cada categoria de análise gráfica. Os comportamentos racionais de compra/venda possuíam a finalidade única de maximizar a riqueza do investidor no período amostral e não a função ou a utilidade.

Tentou-se replicar a estratégia gráfica utilizada no dia a dia dos *traders*. Nesse sentido, não foram feitas previsões, e sim houve uma tentativa de testar vários comportamentos que, supostamente, seriam adequados para cada tipo de gráfico testado. O comportamento racional foi utilizado com o auxílio dos sinais de compra/venda emitidos pelos gráficos utilizados neste estudo para o disparo de ordens. Sendo assim, a compra só foi realizada quando o gráfico produziu um comportamento indicativo de compra, e a venda só foi realizada quando o gráfico produziu a condição ideal de venda.

As séries históricas utilizadas para comporem a amostra possuíam memória longa de dados, com data inicial de corte o dia 01/01/2000 e data final o dia 30/09/2009, perfazendo um total de 10 anos, aproximadamente. Para os ativos que não possuíam a totalidade de dias de negociação, foram utilizados os períodos disponíveis na base de dados.

A utilização de médias móveis com alguns dos comportamentos testados produziu resultados muito superiores ao alcançado pelo Ibovespa, seguindo alguns dos resultados encontrados em Sullivan, Timmermann e White (1999) e Lo, Mamaysky e Wang (2000).

O gráfico que obteve os melhores resultados foi o de médias móveis, seguido pelas bandas de Bollinger, com a produção de resultados inferiores aos de médias móveis, mas superiores aos produzidos pelo *benchmark* utilizado. Já para o histograma de médias, os resultados não se mostraram eficientes na grande maioria dos casos.

Outro dado que chamou a atenção foi o de que a criação de séries simuladas a partir das séries originais e a aplicação de comportamentos racionais sobre elas também mostraram resultados significativos, exibindo a presença de conteúdo informacional. Isso resulta em um

princípio para uma abordagem de cunho estatístico que possa validar fortemente a abordagem gráfica, com a criação de séries simuladas, extraíndo-se das originais algumas características como média e desvio padrão.

Para trabalhos futuros, recomenda-se a continuação desta metodologia de trabalho, com uma maior exploração de comportamentos racionais modificados de compra/venda de ativos e a utilização de outros modelos para comparação com os de melhores resultados obtidos neste trabalho. Recomenda-se também a introdução da lógica interanálises, ou seja, a estratégia gráfica só poderia ser utilizada nos casos em que uma análise fundamentalista prévia indicasse sucesso ou fracasso para a empresa.

Nesse sentido, este trabalho cumpriu com seus objetivos, oferecendo evidências empíricas da possibilidade da robotização de operações em bolsas ou de séries de qualquer outra espécie, seja para compra de ações, dólares, commodities etc., seja para disparos de ordens e análises de cenários independentes de opiniões subjetivas através da análise gráfica. ♦♦

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARROW, K. J. Rational choice functions and orderings. **Economica**, v. 26, p. 12-127, 1959.
- BAJGROWICZ, P.; SCAILLET, O. Technical trading revisited: persistence tests, transaction costs, and false discoveries. **Swiss Finance Institute Research Paper** n. 05-08. Available at SSRN: <<http://ssrn.com/abstract=1095202>>. Acesso em: 1 Jan. 2008.
- BATCHELOR R. A.; KWAN, T. Y. Judgmental bootstrapping of technical traders in the bond market. **International Journal of Forecasting**, v. 23. Special Issue on Judgmental Forecasting, n. 3. p. 427-445, 2007.
- BROCK, W.; LAKONISHOK, J.; LEBARON, B. Simple Technical Trading Rules and the Stochastic Properties of Stock Returns. **Journal of Finance**, v. 47, n. 5, p. 1731-1764, 1992.
- COWLES, A. Can stock market forecasters forecast? **Econometrica**, v. 1, p. 309-324, 1933.
- EDWARDS, R. D.; MAGEE, J. **Technical analysis of stock trends**. 5<sup>th</sup> ed. Springfield: John Magee, 1966.
- FAMA, E. F. Efficient capital markets: a review of theory and empirical work. **Journal of Finance**, v. 25, p. 383-417, 1970.
- FOCK, J. H.; KLEIN, C.; ZWERGEL, B. Performance of candlestick analysis on intraday futures data. **The Journal of Derivatives**, v. 13, n. 1, p. 28-40, Fall, 2005.
- GARTLEY, H. M. **Profits in the stock market**. Pomeroy, Washington: Lambert-Gann Publishing Company, 1935.
- JEGADEESH, N. Discussion. **Journal of Finance**, v. 55, p. 1765-70, 2000.
- LORENZONI et al. On the statistical validation of technical analysis. **Revista Brasileira de Finanças**, v. 5, p. 3-28, 2007.
- LO, A.; MAMAYSKY, H.; WANG, J. Foundations of technical analysis: Computational algorithms, statistical inference, and empirical implementation. **Journal of Finance**, v. 55, n. 4, p. 1705-1765, 2000.
- MARKOWITZ, H. M. Portfolio Selection. **Journal of Finance**, v. 7, n. 1, p. 77-91, 1952.
- MURPHY, John J. **Technical analysis of the futures markets**. Englewood Cliffs, N. J.: New York Institute of Finance, 1986.
- NADARAYA, E. A. On estimating regression. **Theory of Probability and its Applications**, v. 10, p. 186-190, 1964.

- PIETRO NETO, J. Uma comparação empírica do desempenho preditivo das análises fundamentalista, gráfica e econométrica no mercado acionário brasileiro. Tese (Doutorado em Administração - Finanças)–Universidade de Brasília, Brasília, 2011.
- ROSS, S. A. The arbitrage theory of capital asset pricing. **Journal of Economic Theory**, v. 13, p.341-360, 1976.
- SAFFI, P. A. C. Análise técnica: sorte ou realidade? **Revista Brasileira de Economia**, v. 57, n. 4, p. 953-974, 2003.
- SAMUELSON, P. A. Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly. **Industrial Management Review**, v. 6, p. 41-49, 1965.
- SHARPE, W. F. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. **Journal of Finance**, v. 19, n. 3, p. 425-442, 1964.
- SULLIVAN, R.; TIMMERMANN, A.; WHITE, H. Data-snooping, technical trading rules and the bootstrap. **Journal of Finance**, v. 54, p. 1647-1692, 1999.
- TREYNOR, J. L.; FERGUSON, R. In defense of technical analysis. **Journal of Finance**, v. 40, p. 757-772, 1985.
- WATSON, G. S. Smooth regression analysis. **Sankya A**, v. 26, p. 359-372, 1964.
- WANG, J. L.; CHAN, S. H. Stock market trading rule discovery using pattern recognition and technical analysis Source Expert Systems with Applications. **International Journal archive**, v. 33, issue 2, p. 304-315, 2007.
- WHITE, H. A reality check for data snooping. **Econometrica**, v. 68, p. 1097-1126, 2000.