

# Previsão e monitoramento do preço das ações do Bradesco

Tiomar Ribeiro Pedroso  
Especialização em Estatística Aplicada - UFSM  
tiomarrp@pop.com.br

Adriano Mendonça Souza  
Departamento de Estatística - UFSM  
amsouza@ccne.ufsm.br

Luciane Flores Jacobi  
Departamento de Estatística - UFSM  
lfjacobi@ccne.ufsm.br

## Resumo

O objetivo desta pesquisa foi monitorar o preço das ações do Bradesco por meio da análise dos resíduos da série e verificar o comportamento futuro da mesma por meio dos modelos Box & Jenkins. O período de análise foi o primeiro semestre de 2005 do valor dos preços das ações do Bradesco. Através do monitoramento do preço das ações por gráficos de controle, pode-se visualizar graficamente a tendência de queda ou alta no preço do ativo no mercado, assim como o prazo de aplicação. Tornando-se importante ferramenta de análise para o mercado de capitais. O modelo encontrado para a série foi um ARIMA (1,1,1) o qual possibilitou que se realizasse um estudo do comportamento do resíduo da série. O monitoramento do preço das ações do Bradesco no primeiro semestre de 2005, por gráficos de controle, se mostrou uma ferramenta primordial para o investidor planejar seu horizonte de investimento no mercado de capitais. Verificando-se que pontos abaixo do limite inferior de controle sinalizavam para a compra de papéis do Bradesco e em um segundo momento, que pontos acima do limite superior de controle o momento da venda dos mesmos para realizar o lucro, minimizando eventuais prejuízos originados por fatores externos a empresa. O que também é possível verificar com as previsões realizadas.

**Palavras-chave:** Gráficos de Controle; Séries temporais, Mercado Financeiro; Mercado de Capitais; Preço de ações

## 1 Introdução

As decisões financeiras não são tomadas em ambiente de total certeza com relação a seus resultados. Em verdade, por estarem essas decisões fundamentalmente voltadas para o futuro, é imprescindível que se introduza a variável incerteza como um dos mais significativos aspectos do estudo das operações no mercado financeiro (Assaf Neto, 2001).

Crescendo no meio empresarial está consciência de que tão importante do que produzir com qualidade, é oferecer ao cliente o que ele deseja, atendendo as suas necessidades. Assim, o cliente, como o parceiro mais importante dos negócios, passa a ser o foco das atenções. Atendendo às expectativas do cliente e, se possível, superar essas expectativas, passa a ser a política dos negócios de sucesso.

Para Montgomery e Runger (2003, p.361) "O campo de controle estatístico da qualidade pode ser largamente definido como aqueles métodos estatísticos e de engenharia que são usados na medida, monitoração, no controle e na melhoria da qualidade".

Através da sistematização dos dados, de modo a facilitar a análise dos mesmos, o processo de monitoramento de preço permite ao investidor visualizar o desempenho da empresa no cenário econômico vigente para fins de minimizar o risco inerente ao mercado.

A aplicação de técnicas estatísticas tem por principal objetivo oferecer aos investidores, referências relativas ao grau de confiabilidade dos resultados gerados pelos controles e aos riscos envolvidos. A sistematização dos dados de controle que normalmente é feita sob a forma de gráficos de controle tem por objetivo facilitar a visualização dos resultados.

Portanto, o controle Estatístico de Processo é um método preventivo de se comparar, continuamente, os resultados de um processo com os padrões, identificando a partir de dados estatísticos as tendências para variações significativas, a fim de eliminar essas variações, reduzindo cada vez mais a variabilidade do processo.

Neste contexto, o objetivo desta pesquisa é monitorar o preço das ações do Bradesco por meio da análise dos resíduos da série em estudo e como objetivo específico determinar os períodos de baixa e da alta destas ações, para balizamento das negociações futuras.

Através de gráficos seqüenciais, os quais são empregados para representar visualmente um conjunto de dados, monitorando o processo, e verificando ao longo do tempo se a média está mudando ao longo do tempo.

Diversos fatores podem contribuir para a variação no nível de preços encontrados em ações. Quando se elimina um a um os fatores particulares de variação, o gráfico de controle mostrará somente a variação aleatória causadas pelos fatores de variação inerentes ao processo. Neste caso, o gráfico mostrará então um processo aleatório estacionário.

Quando se consegue atingir a estabilidade, eliminando-se as causas especiais, podem-se construir limites de controle, que delimitam a região de onde processo irá ocorrer.

Mostrando a importância do processo de controle, para o monitoramento de preços no mercado acionário, como ferramenta utilizada por investidores para minimizar o risco de mercado e da empresa, em poder visualizar a tendência de movimento de preço das ações, minimizando assim possíveis prejuízos.

A metodologia para a avaliação da comercialização das ações do Bradesco se dará por meio dos gráficos de controle onde será necessário monitorar tanto a variabilidade do processo quanto a média. Desta forma pretende-se identificar períodos de flutuações periódicas que ocorrem nos dados. Sabe-se de antemão que a série em estudo é afetada por diversas co-variáveis que aqui não serão consideradas, pois se tem apenas a série como objeto de estudo.

Ao se traçar um gráfico de controle algumas pressuposições devem ser mantidas como independência das observações ou a não correlação das mesmas, normalidade dos dados e uma variabilidade aceitável para que seja possível se determinar os limites de controle tanto superior como inferior.

Quando estas pressuposições não são obedecidas os gráficos de controles do tipo X-barra e amplitude perdem seu desempenho de detectar fatores externos que afetam a série em estudo, perdendo em eficiência em detectar causas assinaláveis que ocorrem no processo, pois a correlação existente entre as observações passa a mascarar este entendimento do gráfico de controle.

É sabido que o preço das ações são afetadas pelo preço de fechamento da bolsa ou pelo preço de comercialização a um período anterior, o que caracteriza um efeito de correlação, para contornar este problema, procura-se nesta pesquisa realizar a modelagem da série em estudo por meio da metodologia Box & Jenkins e após a modelagem ser validada pela análise dos resíduos e pelos critérios de penalidades AIC e BIC, os resíduos da série em estudo serão avaliados por meio dos gráficos de controle. Desta forma se tem uma nova série, que não mais a original, mas que a representa e, que contempla as pressuposições dos gráficos de controle.

Após se verificar que estas ações apresentam uma estabilidade, ou seja, que estão dentro dos limites de controle, previsões poderão ser realizadas com um nível de acerto maior.

Vale ressaltar que a interpretação deste gráfico não se dá apenas pela análise dos pontos fora dos limites de controle, mas também pela análise de seqüência de pontos.

Pretende-se então verificar se a variável em estudo está se desenvolvendo segundo uma distribuição normal, pois se sabe que a variável preço é determinada pelo mercado, logo não se terá uma ação corretiva, mas sim o investidor terá uma oportunidade de saber o momento mais oportuno para negociar as suas ações.

Tendo este estudo, tomado por base, os dados coletados das ações do Banco Bradesco, negociado na Bolsa de Valores de São Paulo, no primeiro semestre de 2005.

## 2 Revisão de Literatura

Neste item a revisão de literatura será subdividida contemplando os assuntos sobre o mercado financeiro, gráficos de controle e modelagem utilizando os modelos Box e Jenkins, pois desta forma se tem um bom nível de entendimento da pesquisa.

### 2.1 O Mercado Financeiro

As Bolsas de Valores são associações sem fins lucrativos cujo objetivo é promover todas as condições necessárias para o funcionamento do mercado de ações, os corretores executam ordens de compra e venda dada por seus clientes: os investidores.

As Corretoras de Valores são instituições típicas do mercado acionário, operando com compra, venda e distribuição de valores mobiliários, funcionando como intermediários no mercado de ações.

A Comissão de Valores Mobiliários tem como principais objetivos:

Estimular a aplicação de poupança no mercado acionário;

Assegurar o funcionamento eficiente e regular das bolsas de valores e instituições auxiliares que operem neste mercado;

Proteger os titulares de valores mobiliários contra emissões irregulares e outros tipos de atos ilegais que manipulem preços de valores mobiliários nos mercados primários e secundários de ações;

Fiscalizar a emissão, o registro, a distribuição e a negociação de títulos emitidos pelas sociedades anônimas de capital aberto.

Para Fortuna (2001, p.23) a Comissão de Valores Mobiliários é um órgão normativo do Sistema Financeiro Nacional, especificamente voltado para o desenvolvimento, disciplina e a fiscalização do mercado de valores mobiliários.

Os índices de mercado podem lhe dar rapidamente uma idéia de como um grupo específico de ações se comporta em relação a outro grupo ou à sua própria carteira de ações. Isso porque os índices são calculados a partir de uma carteira teórica de ações, uma carteira virtual, criada apenas para medir o desempenho desses papéis.

A seguir descrevem-se os principais índices utilizados para negociações no país:

IBOVESPA: É o principal índice de ações do mercado brasileiro e mede o comportamento das ações mais negociadas na Bovespa.

IBX: Índice também calculado pela Bovespa e que mede o desempenho das 100 ações mais negociadas na Bovespa, ponderadas por seu valor de mercado (número de ações disponíveis no mercado multiplicado pelo valor da ação).

IEE: É um índice setorial, também calculado pela Bovespa, que mede o desempenho das ações das principais empresas de energia elétrica.

FGV-100: Índice calculado pela Fundação Getúlio Vargas para avaliar o desempenho das 100 empresas privado não-financeiras mais capitalizadas na Bovespa.

O *Benchmark* do ativo é um parâmetro de comparação utilizado pelo investidor para analisar o desempenho de um ativo ou ação. E o *benchmark* mais utilizado no mercado acionário é o Ibovespa.

O Índice Ibovespa é o mais importante indicador do desempenho médio das cotações do mercado de ações brasileiro. É o valor atual, em moeda corrente, de uma

carteira teórica de ações constituída em 03/01/1968, a partir de uma aplicação hipotética. Supõe-se não ter sido efetuado nenhum investimento adicional desde então, considerando-se somente os ajustes efetuados em decorrência da distribuição de proventos pelas empresas emissoras (tais como re-inversão de dividendos recebidos e do valor apurado com a venda de direitos de subscrição, e manutenção em carteira das ações recebidas em bonificação).

Dessa forma, o índice reflete não apenas as variações dos preços das ações, mas também o impacto da distribuição dos proventos, sendo considerado um indicador que avalia o retorno total de suas ações componentes.

A finalidade básica do IBOVESPA é a de servir como indicador médio do comportamento do mercado. Para tanto, sua composição procura aproximar-se o mais possível da real configuração das negociações à vista (lote-padrão) na BOVESPA.

A representatividade do IBOVESPA:

Em termos de liquidez, as ações integrantes da carteira teórica do Índice Ibovespa respondem por mais de 80% do número de negócios e do volume financeiro verificados no mercado à vista (lote-padrão) na BOVESPA.

Em termos de capitalização bursátil, as empresas emissoras das ações integrantes da carteira teórica do Índice IBOVESPA são responsáveis, em média, por aproximadamente 70% do somatório da capitalização bursátil de todas as empresas com ações negociáveis na BOVESPA.

O Banco Bradesco encerrou o primeiro semestre do ano com lucro líquido de R\$2,6 bilhões, o maior da história dos bancos brasileiros num período de seis meses, segundo a Consultoria Econômica. O resultado é 109,7% superior ao mesmo período do ano passado. Somente no segundo trimestre, o lucro foi de R\$ 1,4 bilhão. O desempenho mantém o banco no primeiro lugar no ranking dos lucros do setor.

Os ativos consolidados somaram R\$ 194,5 bilhões, com crescimento de 10,4% sobre o primeiro semestre de 2004. O Patrimônio Líquido (PL) chegou a R\$ 17,4 bilhões, evolução de 27,8%.

A rentabilidade anualizada sobre o PL médio saltou de 19,4% em junho de 2004 para 34,9% em junho de 2005, consolidando um novo patamar de retorno. A rentabilidade sobre o PL final ficou em 32,3%. O valor de mercado do Bradesco subiu 94%, chegando a R\$ 39,6 bilhões em junho de 2005.

O desempenho pode ser atribuído à estratégia de expansão da carteira de crédito, que alcançou R\$ 69,8 bilhões, de economia de escala, obtida após a conclusão das incorporações, e de aumento da base de clientes e do volume de negócios, com o aprofundamento da segmentação. Desta forma torna-se extremamente importante monitorar o preço de comercialização do Bradesco, pois a partir de seu bom desempenho é que serão atraídos mais investidores, propiciando o crescimento da instituição e consequentemente refletindo na geração de empregos e investimentos, que trazem um retorno para a sociedade.

## **2.2 Gráficos de Controle**

Os gráficos de controle são uma ferramenta extremamente útil para identificar se as variações observadas em um processo são decorrentes de causas comuns de variação e de pequena significância, ou decorrentes de causas especiais de variação e de grande significância, que necessitem ser identificadas e eliminadas do processo Souza, Jacobi e Pereira (2005, p.9 e 10). Ressalta-se aqui a necessidade de se obter observações que estejam não correlacionadas e que sigam uma distribuição gaussiana.

A variação provocada por causas comuns (ou aleatórias), ou seja, a variabilidade natural do processo, é inerente ao processo considerado e estará presente nele, mesmo que todas as operações sejam executadas empregando-se métodos padronizados. Quando apenas as causas comuns de variação estão atuando em um processo, a quantidade de variabilidade se mantém em uma faixa estável, conhecida como faixa característica do

processo. Nesse caso, diz-se que o processo está sob controle estatístico, apresentando um comportamento estável e previsível.

Já as causas especiais de variação (não-aleatórias) surgem esporadicamente, devido a uma situação particular que faz com que o processo se comporte de um modo completamente diferente do usual, o que pode resultar em um deslocamento do seu nível de qualidade.

Quando um processo está operando sob atuação de causas especiais de variação, diz-se que está fora de controle estatístico e, nesse caso, sua variabilidade, geralmente, é bem maior que a variabilidade natural.

Um gráfico de controle é uma representação visual de uma característica da qualidade medida, ou calculada, para uma amostra de itens, grafada em função do número da amostra ou de alguma outra variável indicadora de tempo (ordem cronológica).

O gráfico consiste em uma linha média (LM), um par de limites de controles, representados um abaixo (Limite Inferior de Controle - LIC) e outro acima (Limite Superior de Controle - LSC) da linha média e dos valores da característica da qualidade traçados no gráfico.

Determina-se o valor central e os limites de controle, usando a seguinte fórmula:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{X}_i}{g} \quad \bar{s} = \frac{\sum_{i=1}^g S_i}{g}$$

onde:

$\bar{\bar{X}}$  = média das médias dos subgrupos;

$\bar{X}_i$  = média do i-ésimo subgrupo;

g = número de subgrupos;

$S_i$  = desvio padrão do i-ésimo subgrupo;

$\bar{s}$  = média dos desvios padrões dos subgrupos.

Os limites de controle são calculados da seguinte forma:

$$LSC_x = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{s}$$

$$LIC_x = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{s}$$

sendo:

LSC = limite superior de controle;

LIS = limite inferior de controle;

$A_3$  = fator tabelado que varia com o tamanho do subgrupo para o cálculo dos limites de controle.

Em geral a maioria dos processos não está sob controle quando analisados pela primeira vez, tendo pontos fora dos limites de controle dos gráficos. Então, usa-se a técnica de descarte desses pontos no cálculo dos valores revisados.

Para o cálculo do valor central revisado, tem-se:

$$\bar{\bar{X}}_0 = \bar{\bar{X}}_{new} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{X}_i - \sum_{i=1}^{g_d} \bar{X}_d}{g - g_d}$$

onde:

$\bar{\bar{X}}_d$  = médias dos subgrupos descartados;

$g_d$  = número de subgrupos descartados.

$$S_0 = \bar{S}_{\text{new}} = \frac{\sum_{i=1}^g S_i - \sum_{i=1}^{g_d} S_d}{g - g_d}$$

$$\sigma_0 = \frac{S_0}{C_4}$$

Onde:

$\sigma_0$  = desvio padrão;

$S_d$  = desvios padrões dos subgrupos descartados;

$C_4$  = fator para estimativa.

Para os cálculos dos limites de controle revisados, tem-se:

$$LSC\bar{x} = \bar{\bar{X}}_0 + A\sigma_0$$

$$LIC\bar{x} = \bar{\bar{X}}_0 - A\sigma_0$$

Onde:

A = fator para cálculo dos limites de controle. Geralmente as constantes  $A_3$  e  $C_4$  são obtidas diretamente de programas computacionais o que elimina a necessidade do uso de tabelas. Mas as mesmas podem ser encontradas em livros como Montgomery, 1997; Viera, 1999 e Rotondaro, 2002.

Vale ressaltar que a interpretação deste gráfico não se dá apenas pela análise dos pontos fora dos limites de controle, mas também pela análise de seqüência de pontos, as quais são chamadas de *Runs tests* descritos em Montgomery (1997).

De acordo com del Castillo (2002 p. 20) a maioria dos processos que acumulam materiais, desgastes de maquinaria ou até mesmo os casos onde os dados são coletados em períodos de tempos próximos, os processos acumulam uma autocorrelação que é refletida nos dados. Um considerável número de autores como Alwan e Roberts, 1998; Montgomery e Mastrangelo, 1991; Vander Weil, 1996; Lu e Reynolds, 1999, propõem a modelagem da autocorrelação existente no processo. O argumento utilizado por estes autores é de que se a correlação é considerada normal para o processo, uma vez que um modelo ARIMA (p,d,q) é ajustado aos dados, o modelo torna-se um modelo sob-controle. Assim se novas observações se comportam de acordo com o modelo estimado aos dados, os erros de previsão um passo-à-frente devem formar uma seqüência ruído branco, isto é, média zero, variância constante, não autocorrelacionados e seguindo a distribuição normal. Então os erros de previsão devem se comportar de acordo com as suposições dos gráficos de Shewhart e, logo seremos capazes, a princípio, de detectar mudanças e outros distúrbios não previsíveis na forma típica do controle estatístico do processo.

Um problema com esta abordagem de uma série autocorrelacionada é que o modelo é apenas uma aproximação, logo o esquema de monitoração será sensível aos erros de estimação dos parâmetros (Adams e Tseng, 1998; Lu e Reynolds, 199 e Jones et al, 2001).

### 2.3. Metodologia Box e Jenkins

Uma metodologia bastante utilizada na análise de modelos paramétricos é conhecida como abordagem de Box e Jenkins (1970). Tal metodologia consiste em ajustar modelos auto-regressivos integrados de médias móveis, ARIMA (p, d, q) a um conjunto de dados, onde p representa a parte autoregressiva, d representa o número de diferenças dados na série para estacionalizá-la e q representa a parte de médias móveis.

Os modelos de Box & Jenkins, são modelos matemáticos que captam o comportamento da correlação seriada ou autocorrelação, para realizar previsões futuras que uma vez bem modeladas, irá fornecer boas previsões para a série em estudo. O objetivo é identificar e estimar um modelo estatístico que possa ser interpretado como tendo gerado os dados amostrais, se esse modelo estimado for usado para previsão, devemos supor que as características desse modelo são constantes no tempo, e particularmente no período futuro (Gujarati, 2000).

Segundo Morettin & Tolo (2004), a construção de modelos Box & Jenkins é baseada em um ciclo iterativo, no qual a escolha do modelo é feita com base nos próprios dados. As etapas do ciclo iterativo são: identificação, estimação, adequação do modelo ajustado e previsão.

Os modelos Box e Jenkins são baseados em processos estocásticos e devem apresentar algumas características para que os mesmos possam ser estimados:

As observações deverão ser espaçadas em intervalos iguais no tempo e a série deverá ter no mínimo 50 observações;

A série dos dados deverá ser estacionária, ou seja, são mantidas as mesmas características estocásticas ao longo da série, como, por exemplo, a mesma média, variância e covariância. Assim, as médias de partes não devem ser significativamente diferentes da média de toda a amostra;

A série pode ainda ser não estacionária homogeneia, ou seja, a amostra pode ser tornar homogeneia por processo de diferenciação ou integração. Uma variável diferenciada é, normalmente, representada pelo acompanhamento do símbolo  $\Delta$ ; desta forma, a variável  $y$  com a primeira diferença será  $\Delta^1 y = y_t - y_{t-1}$ , ou seja,  $y$  diferenciado é igual aos valores de  $y$  no período anterior ( $t - 1$ ). Sua ordem pode, ser representada pela letra  $d$ . No caso, para a primeira diferença,  $d = 1$ ; para a segunda diferença teríamos  $d = 2$  e  $\Delta^2 y = y_{t-1} - y_{t-2}$ .

A fórmula geral de um modelo ARIMA, considerando que a série precisou ser diferenciada uma vez para estacionarizá-la, pode ser representada da seguinte maneira:

$$W_t = \Delta y = y_t - y_{t-1}$$

$$W_t = \phi_1 W_{t-1} + \dots + \phi_p W_{t-p} + \xi_t - \theta_1 \xi_{t-1} - \dots - \theta_q \xi_{t-q}$$

Assim, o modelo pode ser expresso por: ARIMA ( $p, d, q$ ), onde  $p$  representa a ordem da parte autoregressiva,  $q$  a ordem da parte de média móvel e  $d$  o número de diferenciações realizadas para estacionarizá-la. Os modelos, quando não apresentam diferenciação em suas séries, podem ainda ser denominados ARMA ( $p, q$ ); quando só apresentam a parte autoregressiva, como AR ( $p$ ), ou quando apresentam apenas a parte de médias móveis, MA ( $q$ ).

Algumas vantagens na utilização dos modelos Box & Jenkins são:

O modelo é escolhido dentro de uma grande variedade de tipos;

A escolha é baseada no próprio comportamento das observações da série;

O modelo é parcimonioso quanto ao número de parâmetros

As observações obtidas são mais precisas.

Dentre as desvantagens, a de maior relevância é a determinação do modelo de previsão, pois, tem sido o maior obstáculo ao seu uso, dependendo da perspicácia e experiência do usuário.

A seguir são mostrados alguns passos que devem ser seguidos quando da identificação do modelo, ou seja, da determinação das ordens de  $p$  (parte autoregressiva), de  $d$  (quantidade de diferenciação) e  $q$  (parte média móvel). Na prática utiliza-se um conceito de parcimônia que depende da sensibilidade do pesquisador, mas que invariavelmente não permite assumir valores de  $p, d$  e  $q$  maiores que 2. Evidentemente, em alguns casos os valores podem ser mais elevados, principalmente de  $p$  e  $q$ . assim, os passos a serem seguidos são:

Determinar se a série é estacionária: utiliza-se o gráfico da função de autocorrelação (FAC) e de seu intervalo de confiança. Se a FAC apresenta um decréscimo

acentuado nos seus primeiros valores, significa que a série é estacionária e  $d = 0$ . Se o decréscimo for suave até atingir zero, significa que não é estacionária e terá o valor de  $d$  determinado pelo número de diferenciação. A cada diferenciação realiza-se um novo teste de estacionariedade. Se após algumas sucessivas diferenciações não se tornar estacionária, a série não será homogênea e os modelos ARIMA não serão aplicáveis;

Determinar a ordem da parte autoregressiva (valor de  $p$ ) através do gráfico da função de autocorrelação parcial, FACP. O número de valores da FACP que estiverem acima do intervalo de confiança será considerado o valor máximo que  $p$  pode atingir. É claro que devemos sempre olhar o critério de parcimônia. A FAC e FACP são descritas em detalhes em Box e Jenkins, 1970, del Castillo, 2002 e Moretin e Tolo, 2004.

Determinar a ordem da parte média móvel (valor de  $q$ ) através do gráfico da função de autocorrelação (FAC). Assim como na parte autoregressiva, o número de valores da FAC que estiverem acima do seu intervalo de confiança representa o valor máximo que  $q$  poderá atingir.

Estimar as combinações possíveis de modelos utilizando-se os máximos para  $p$ ,  $d$ ,  $q$  encontrados nas etapas anteriores. Desta forma, teremos um conjunto de modelos que devem ser escolhidos por alguns critérios estatísticos, juntamente com o  $p$ -value, que indicará, caso  $p < 0,05$ , que o modelo proposto é significativo.

Após a estimação dos modelos prováveis, temos que verificar qual é o melhor modelo, para tanto se procede ao diagnóstico dos resíduos, através dos seguintes critérios (Maddala, 1992).

Verificar a presença de ruído branco, para isso constata-se através do gráfico da FAC e FACP dos resíduos, se eles estão dentro do intervalo de confiança, significa que temos ruído branco, ou seja, temos uma série de variáveis aleatórias independentes identicamente distribuídas (*iid*) com média zero e variância constante. Sempre quando estamos modelando uma série temporal buscamos a presença do ruído branco.

Aplicar critérios de ajuste (estatísticas) dos modelos estimados, também denominados de critérios de penalidades. Os critérios Akaike (*AIC – Akaike Information Criteria*) e Bayes (*BIC – Bayesian Information Criteria*) são equivalentes e medem a verossimilhança do modelo. Estes critérios são calculados através das seguintes expressões:

$$AIC = \ln n \hat{\sigma}_e^2 + \frac{2(p+q)}{n}$$

$$BIC = \ln n \hat{\sigma}_e^2 + \frac{(p+q) \ln n}{n},$$

Onde:  $\hat{\sigma}_e^2$  é variância estimada de erros;  $n$  é tamanho da amostra e  $p$ ,  $q$  é valores dos parâmetros. Para tanto utilizamos estes critérios juntamente com a verificação do ruído branco para a escolha do melhor modelo.

Desta forma pela escolha do melhor modelo, espera-se produzir os melhores resíduos para a série em estudo, os quais refletirão a realidade em estudo e que servirão para a tomada de decisão dos investidores.

#### 4 Resultados e discussões

Para entendermos o resultado do processo, precisamos saber que a análise dos gráficos de controle possibilita a identificação se o processo está ou não sob controle, o que significa a ausência de causas especiais de variação. Pois quando um processo está controlado ocorre um padrão normal de variação, pois os pontos distribuem-se aleatoriamente em torno da média, indicado a ausência de tendências crescentes ou decrescentes, ciclos, estratificações ou misturas e pontos que ultrapassam os limites de controle. Mas como se sabe processos como cotações de ações possuem uma grande

dependência com as observações anteriores, é em primeiro lugar necessário inspecionar a série original e a sua autocorrelação por meio das funções de autocorrelações e autocorrelações parciais, conforme mostram as Figuras 01 e 02.

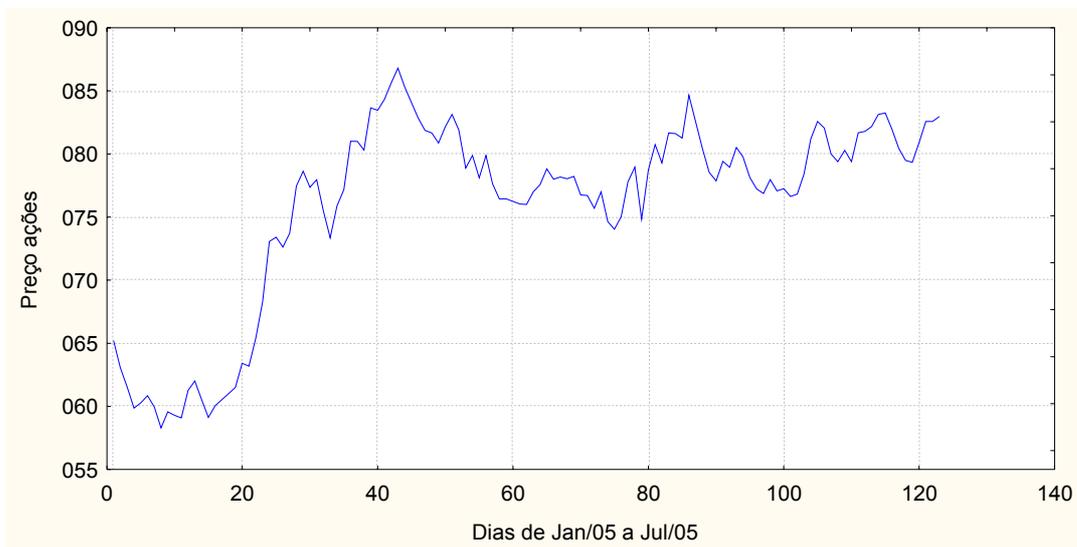


FIGURA 01 – Série em nível do preço das ações do Bradesco no primeiro semestre de 2005

Pode-se observar que esta série não é estacionária em seu nível, pois até o instante 40 que representa aproximadamente os dois primeiros meses de estudo é possível observar um crescimento quase que explosivo da série, mas a partir deste período a mesma se torna um pouco mais estável, até o final do período analisado, também se pode observar que as observações não são independentes. Desta forma a aplicação direta de gráficos de controle se torna inviável.

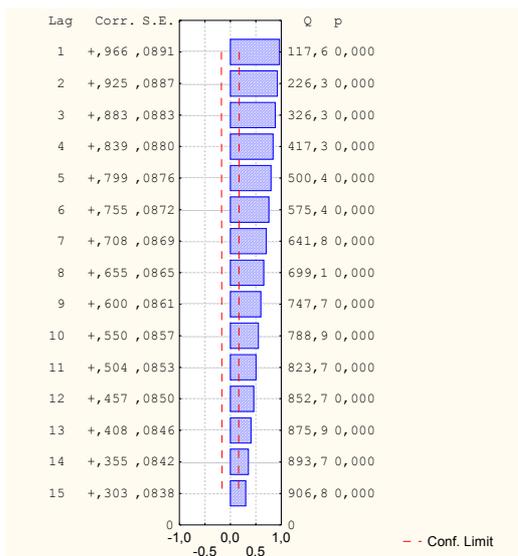


FIGURA 02 a – Função de autocorrelação da série preço das ações do Bradesco no primeiro semestre de 2005

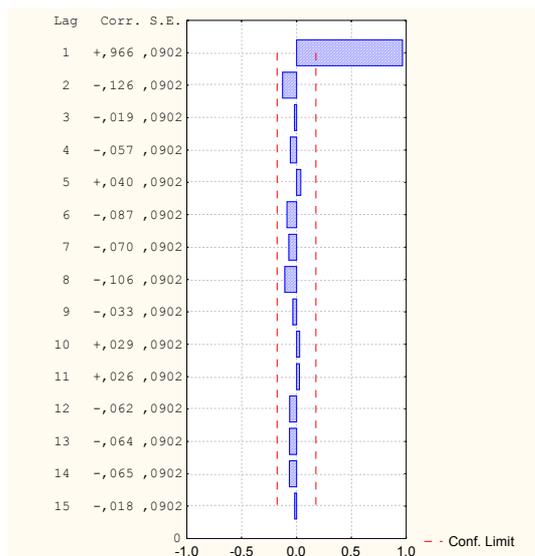


FIGURA 02 b – Função de autocorrelação parcial da série preço das ações do Bradesco no primeiro semestre de 2005

Inspeccionando-se as funções de autocorrelações e funções de autocorrelações parciais, verifica-se que os dados são não estacionários conforme nos mostra a Figura 2 a e são autocorrelacionados conforme mostram as Figuras 2a e 2bb. Logo, para se aplicar a metodologia Box e Jenkins será necessário estabilizar a série por meio de diferenças, tornando a série estacionária até que se encontre o melhor modelo para a série, neste caso aplicou-se um diferença simples, sendo possível estabilizar série em estudo, conforme mostra a Figura 03.

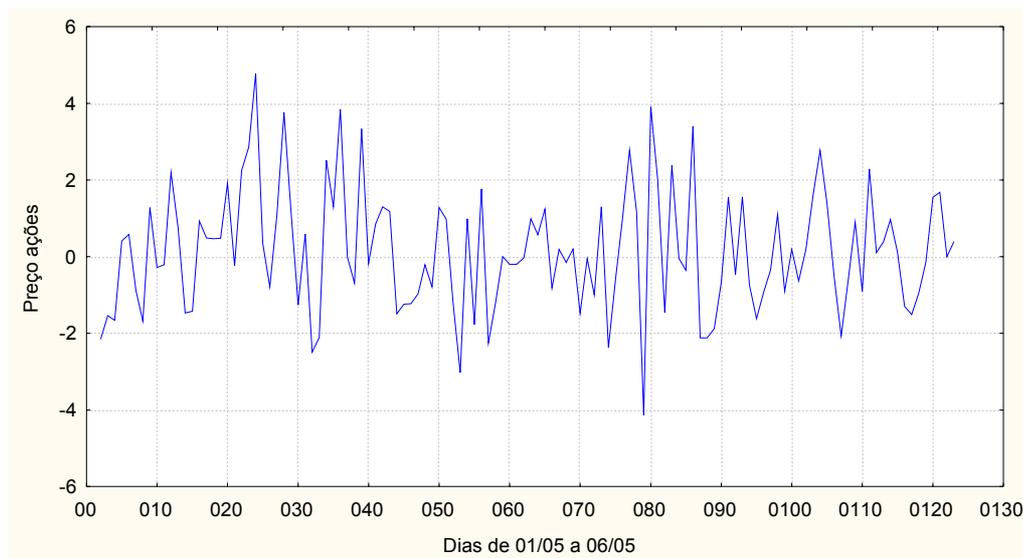


FIGURA 04 – Série com a primeira diferença do preço das ações do Bradesco no primeiro semestre de 2005

A partir desta série diferenciada, onde pode-se observar uma oscilação em torno de um média constante, passa-se a estimação do modelo apropriado, o qual foi encontrado um ARIMA (1,1,1) com os parâmetros descritos na Tabela 01.

TABELA 01 – Parâmetros estimados para o modelo ARIMA (1,1,1) da Série com a primeira diferença do preço das ações do Bradesco no primeiro semestre de 2005

| Ordem | Parâmetros | Erro padrão | t-calculado (120 gl) | p-valor | Limite inferior a 95% | Limite superior a 95% |
|-------|------------|-------------|----------------------|---------|-----------------------|-----------------------|
| p(1)  | -0,8530    | 0,0814      | -10,4678             | 0,0000  | -1,0144               | -0,6916               |
| q(1)  | -0,9557    | 0,0444      | -21,5062             | 0,0000  | -1,0437               | -0,8677               |

Realizada a identificação do modelo e a estimação dos parâmetros os quais são todos significativos, passa-se então a etapa de análise dos resíduos, pois são eles que irão validar o modelo para utilização em etapas futuras. Em primeiro lugar inspeciona-se a normalidade dos resíduos, Figura 05, pois se espera que eles se distribuam seguindo a distribuição gaussiana, que é um dos pressupostos para a aplicação dos gráficos de controle de Shewhart.

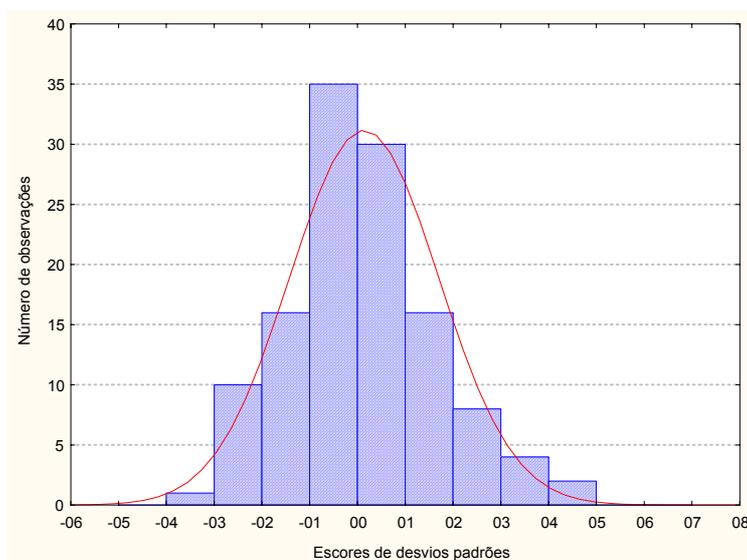


FIGURA 05 – Distribuição normal dos resíduos do modelo ARIMA (1,1,1) do preço das ações do Bradesco no primeiro semestre de 2005

Observado que os resíduos seguem uma distribuição normal, verifica-se se os mesmos não estão correlacionados, isto é, espera-se que os resíduos encontrados estejam dentro dos intervalos de confiança das funções de autocorrelação e autocorrelação parcial, conforme mostrado na Figura 06.

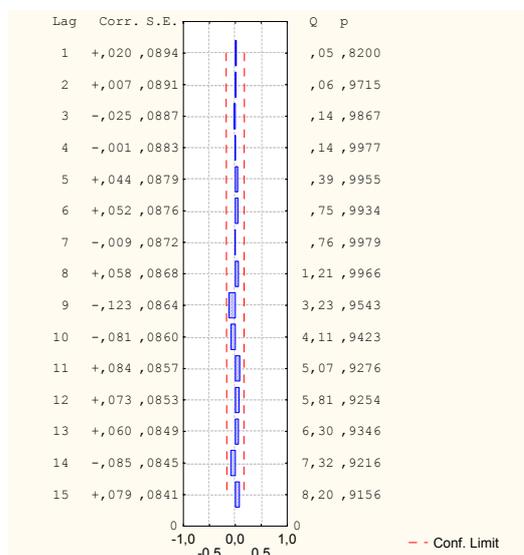


FIGURA 06 a – Função de autocorrelação dos resíduos do modelo ARIMA (1,1,1) da série preço das ações do Bradesco no primeiro semestre de 2005

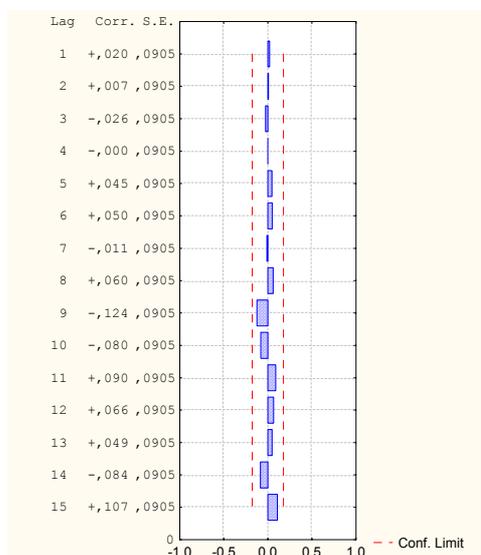


FIGURA 02 b – Função de autocorrelação parcial da série de resíduos do modelo ARIMA (1,1,1) da preço das ações do Bradesco no primeiro semestre de 2005

Como se verifica pela Figura 06, não há evidência de autocorrelação nos resíduos, logo obtemos o que se denomina de ruído branco, o que possibilita a aplicação de gráficos de controle à série de resíduos, pois os mesmos serão capazes de refletir as ocorrências da

série original. Na Figura 07, apresenta-se a série de resíduos que será utilizada para a análise via gráficos de controle.

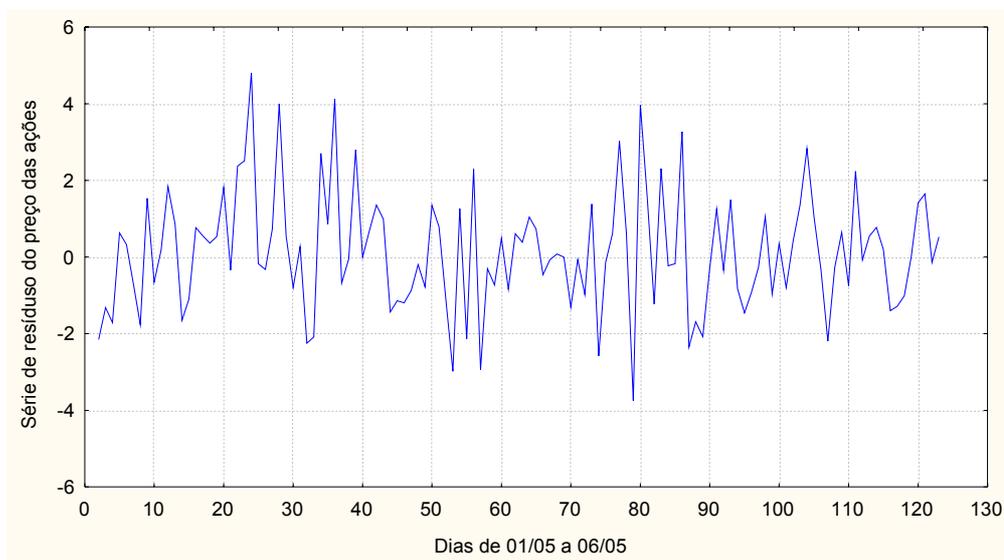


FIGURA 07 – Gráficos da série de resíduos do modelo ARIMA (1,1,1) da da série preço das ações do Bradesco no primeiro semestre de 2005

Utilizando-se da série de resíduos passa-se a analisar a estabilidade da mesma, pois se o processo for estável significa que se pode realizar previsões mais assertivas sobre o preço de vendas das ações do Bradesco e também capturar as futuras flutuações que podem ocorrer, desta forma o investidor poderá optar em qual momento ele deve realizar a venda ou a compra destas ações.

Na Figura 08 e 09 apresentam-se os gráficos para a média e para a estabilidade dos resíduos do modelo ARIMA do preço das ações do Bradesco, nestes gráficos utilizou-se subgrupos de tamanho 5.

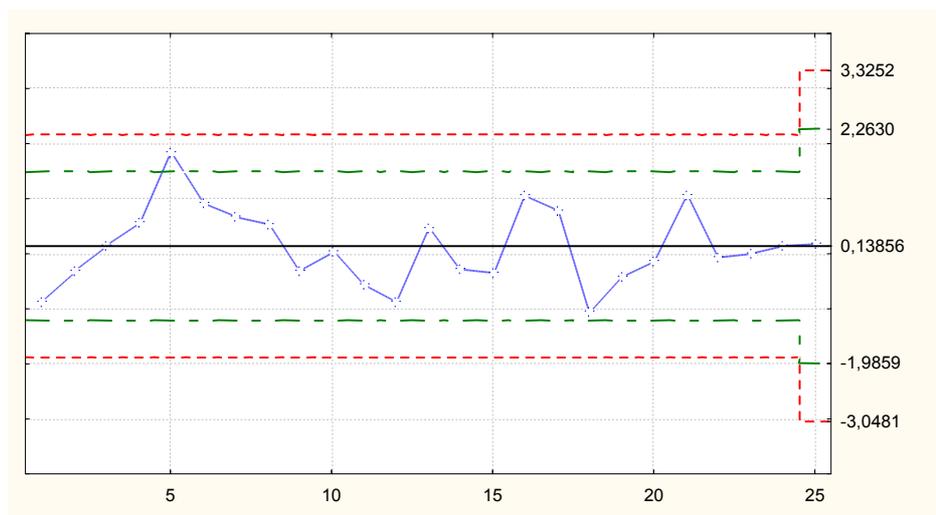


FIGURA 08 – Gráfico X-barra para os resíduos do modelo ARIMA (1,1,1) do preço das ações do Bradesco no primeiro semestre de 2005

Pode-se observar que o preço de ações se mantém sob controle, isto é, eles estão refletidos por meio dos seus resíduos estimados pelo modelo ARIMA (1,1,1), e se mostram dentro dos limites de controle a três desvios padrões e dos limites de dois desvios padrões, também pode-se observar que no gráfico do desvio padrão Figura 09, apenas o sub-grupo 16, se mostra fora de controle, mas ao longo do tempo o processo se mostra estável.

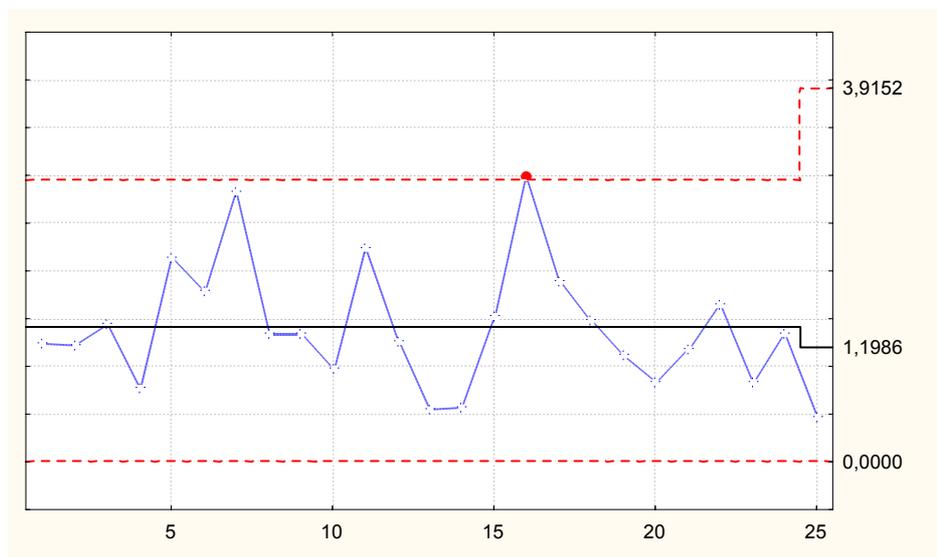


FIGURA 09 – Gráfico do desvio padrão barra para os resíduos do modelo ARIMA (1,1,1) do preço das ações do Bradesco no primeiro semestre de 2005

Observando-se as Figuras 08 e 09 os resíduos dos preços das ações de mantêm estável e desta forma ao se realizar previsões pode-se obter boas estimativas, para verificar o comportamento que os investidores devem ter se avessos a risco ou não. Nota-se flutuações constantes de aumento e decréscimos do preço das ações. Na Tabela 02 apresenta-se os valores previstos para os próximos dez dias seguintes das ações.

TABELA 02 – Valores previstos para o preço das ações da Bradesco

| Observações | Valores Previstos | Limite Inferior | Limite superior | Erro padrão |
|-------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------|
| 124         | 83,1295           | 80,5199         | 85,7391         | 1,5742      |
| 125         | 82,9849           | 79,1001         | 86,8696         | 2,3435      |
| 126         | 83,1082           | 78,4062         | 87,8102         | 2,8365      |
| 127         | 83,0030           | 77,5077         | 88,4983         | 3,3150      |
| 128         | 83,0928           | 76,9798         | 89,2057         | 3,6877      |
| 129         | 83,0162           | 76,2843         | 89,7481         | 4,0611      |
| 130         | 83,0815           | 75,8289         | 90,3341         | 4,3752      |
| 131         | 83,0258           | 75,2508         | 90,8008         | 4,6903      |
| 132         | 83,0733           | 74,8383         | 91,3083         | 4,9678      |
| 133         | 83,0328           | 74,3383         | 91,7272         | 5,2450      |

Os valores previstos da Tabela 02 estão mostrados na Figura 10, onde pose-se observar um movimento muito tênue de decréscimo nos valor do preço de ação, o que sinaliza que seria um bom momento dos investidores comprarem ações, pois da análise da série cronológica verifica-se que esta oscilação é constante.

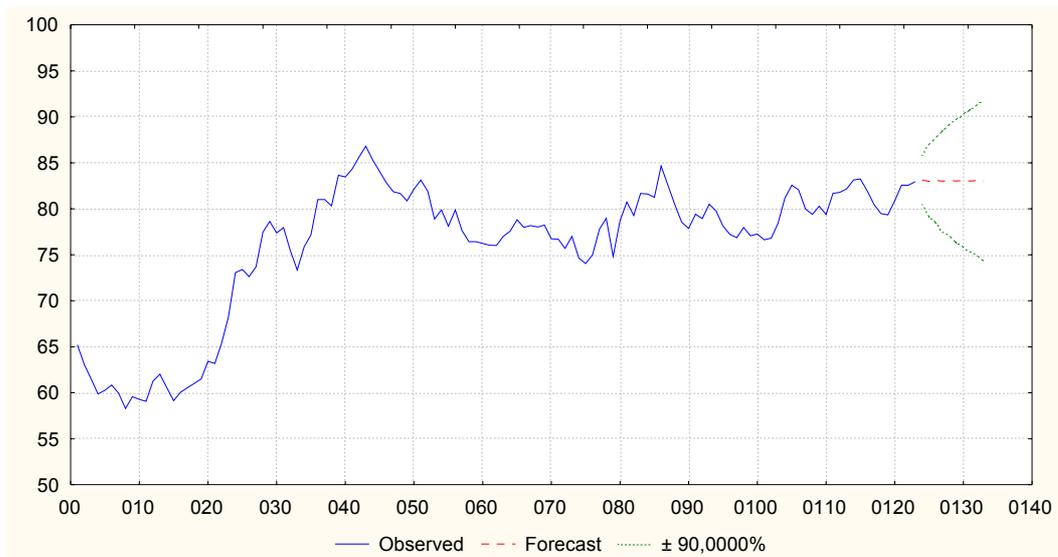


FIGURA 10 – Valores previstos para a série preços das ações do Bradesco com base no primeiro semestre de 2005

As informações das previsões mostram uma estabilidade do processo, nos períodos futuros, mostrando que o investidor não terá surpresas bruscas, como as que ocorreram no início do período analisando, em que os preços das ações subiram gradativamente, tornando-se um negócio pouco atrativo para quem queria compra as ações, mas muito lucrativo para a venda, devido a sua valorização. Para manter uma maior certeza do comportamento dos preços futuros seria necessário a medida que cada informação fosse consolidada ela fosse incorporada para ser grafada no gráfico de controle, verificando-se assim se ela apresenta o mesmo comportamento.

## 5 Considerações Finais

Observando-se o período em análise é possível tecer alguns comentários a respeito do preço das ações da Bradesco. No mês de janeiro em relação à média do semestre o processo apresentou-se abaixo do valor médio por todo o mês, devido ao preço da ação passar por um processo de ajustamento de seu preço de mercado negociado em bolsa, pela capacidade da empresa gerar lucro no curto prazo, de acordo com as boas perspectivas do mercado.

No mês de fevereiro o processo se estabilizou em relação à média devido ser basicamente um mês de férias para a bolsa de valores, reduzindo o volume de negócios de compra e venda.

No mês de março o processo apresenta-se na maioria do período acima da média geral do processo, pois deste período em diante é possível verificar um novo patamar de negociação dos preços das ações, isto deve-se a intensa atividade econômica do país, e pelo bom momento do setor bancário, impulsionado pelo crescimento do crédito consignado. Em abril devido ao bom momento da indústria, o mercado financeiro segue uma constante, inflação sob controle e com boa perspectiva de crescimento do PIB para o ano. Estando o processo estabilizado em relação a novo patamar da média.

A variável preço é influenciada por diversos fatores da economia nacional e internacional e guarda uma forte dependência serial entre as observações o que impossibilitou o uso direto de gráficos de controle, o que foi contornado com a utilização da metodologia Box e Jenkins, possibilitando que por meio dos resíduos da série encontrados pelo modelo ARIMA (1,1,1) fornecesse uma avaliação da estabilidade da série,

possibilitando que a previsão para os valores futuros fossem confiáveis dentro de um intervalo de confiança de três desvios padrões.

No mês de maio a variabilidade do processo mostra-se fora de controle, seguindo uma perspectiva de alta no preço das ações do Bradesco, devido principalmente a performance atribuída à estratégia de expansão da carteira de crédito, às economias de escala obtidas após a conclusão das incorporações e ao incremento da base de clientes e do volume de negócios. Esta instabilidade na variabilidade do processo não chega a comprometer a elaboração do gráfico X-barra.

O monitoramento do preço das ações do Bradesco no primeiro semestre de 2005, por gráficos de controle, se mostrou uma ferramenta primordial para o investidor planejar seu horizonte de investimento no mercado de capitais.

Verificando-se que pontos abaixo do limite inferior de controle sinalizavam para a compra de papéis do Bradesco e em um segundo momento, que pontos acima do limite superior de controle o momento da venda dos mesmos para realizar o lucro, minimizando eventuais prejuízos originados por fatores externos a empresa.

Portanto, o principal resultado apresentado em se monitorar os preços das ações do Bradesco através dos gráficos de controle, foi o de se poder visualizar graficamente a tendência de preço estabelecida pelo mercado.

Deixa-se como sugestão para estudos futuros a atualização do banco de dados e a utilização de outros gráficos de controle que detectem pequenas flutuações, tais como EWMA e CUSUM.

## 6 Bibliografia

ADAMS, B. M., TSENG, I. T. **Robustness of forecast-based monitoring schemes.** Journal of Quality Technology, 30(4), pp. 328-339, 1983.

BRAGA, R. **Fundamentos e Técnicas de Administração Financeira.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

BOX, G. E. P. & JENKINS, G.M. **Time Séries Analysis, forecasting and control,** San Francisco. Holden Day, 1970.

CERVO, A.L. & BERVIAN, P.A. **Metodologia Científica.** 4. ed. São Paulo: Makron Books, 1996.

COSTA, F.N. da. **Economia Monetária e Financeira: Uma Abordagem Pluralista.** São Paulo: Makron Books, 1999.

DEL CASTILLO, E. **Statistical process adjustment for quality control.** John Wiley & Sons, Inc., New York, 2002.

FORTUNA, E. **Mercado Financeiro: Produtos e Serviços.** 14. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira.** 7. ed. São Paulo: Harbra, 1997.

JACOBI, L.F. & SOUZA, A.M. & PEREIRA, J.E. **Gráficos de Controle de Regressão.** 1 ed. Florianópolis: VisualBooks, 2005.

GUJARATI, D. N. **Econometria Básica.** São Paulo: Makron Books, 2000.

HELPERT, E. A. **Técnicas de Análise Financeira: Um Guia Prático para Medir o Desempenho dos Negócios.** 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

- JONES, L. A. CHAMP C. W. ; RIGDON, S. E. **The performance of exponentially weighted moving average charts with estimated parameters**. Technometrics, 43(2), pp. 156-167, 2001.
- LAKATOS, E. M. **Metodologia do Trabalho Científico**: Procedimentos Básicos, Pesquisa Bibliográfica, Projeto e Relatório, Publicações e Trabalhos Científicos. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1986.
- LOPES, L.F.D. **Apostila Estatística para Qualidade- UFSM**, 1999.
- LOPES, J. do C. & ROSSETTI, J. P. **Economia Monetária**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 1998.
- LU, C. W.; REYNOLDS, M. R. Jr. **EWMA control charts for monitoring the mean of autocorrelated processes**. Journal of Quality Technology, 31(2), pp. 166-188, 1999.
- MADDALA, G.S. **Introduction to econometrics**. 2. ed. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1992.
- MONTGOMERY, D.C. & RUNGER G. C. **Estatística Aplicada e Probabilidade Para Engenheiros**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.
- MONTGOMERY, D.C. & MATRANGELO, C. M. **Some statistical process control methods for autocorrelated data**. Journal of Quality Technology, 23, pp. 179-193, 1991.
- MORETTIN, P. A . & TOLOI, C. M. C. **Análise de Séries Temporais**. São Paulo, Edgard Blücher, 2004.
- NETO, A. A. **Mercado Financeiro**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- SIQUEIRA, L.G.P. **Controle estatístico do processo**, São Paulo: Pioneira, 1997. 129 p.
- VANDER WEIL, S. A. **Monitoring processes that wander using integrated moving average models**. Technometrics, 38(2), pp. 139-151. 1996.