

**FUCAPE- FUNDAÇÃO INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISAS EM
CONTABILIDADE, ECONOMIA E FINANÇAS**

GUILHERME ZOGAIB BIRAL

FORECASTING: avaliação de desempenho de modelos de séries
temporais para previsões de preços do barril de petróleo da corrente
OPEC *Basket*.

**VITÓRIA
2011**

GUILHERME ZOGAIB BIRAL

FORECASTING: avaliação de desempenho de modelos de séries temporais para previsões de preços do barril de petróleo da corrente OPEC *Basket*.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Ciências Contábeis, da Fundação Instituto Capixaba de Pesquisas em Contabilidade, Economia e Finanças (FUCAPE), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Contábeis – Nível Profissionalizante, na área de concentração Gerencial

Orientador: Professor PhD. Cristiano M. Costa

**VITÓRIA
2011**

GUILHERME ZOGAIB BIRAL

FORECASTING: avaliação de desempenho de modelos de séries temporais para previsões de preços do barril de petróleo da corrente *OPEC Basket*.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da Fundação Instituto Capixaba de Pesquisas em Contabilidade, Economia e Finanças (FUCAPE), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Contábeis na área de concentração Contabilidade Gerencial.

Aprovada em 15 de setembro de 2011.

COMISSÃO EXAMINADORA

**Prof° Phd.: CRISTIANO M. COSTA
(FUCAPE)**

**Prof° Dr.: MARCELO SANCHES PAGLIARUSSI
(FUCAPE)**

**Prof° Dr. : MARCELO VERDINI MAIA
(PUC-RIO)**

AGRADECIMENTOS

Foram trinta meses de muita dedicação, esforço e determinação que me fizeram chegar aqui. Para todos os momentos agradeço a Deus por me fornecer saúde e sabedoria para superar todas as dificuldades na caminhada rumo ao título de mestre.

No dia-a-dia muitas pessoas contribuíram com apoio, confiança e paciência.

Francielly, meu amor, no início do mestrado namorada, no meio se tornou minha noiva e depois minha grande esposa e companheira de todos os dias. Meu porto seguro nos momentos de maior dificuldade nesta caminhada. Agradeço muito por entender as vezes que não pude dar a devida atenção, amo você!

Pai, mãe e irmã, obrigado por fornecerem a base de todo o conhecimento, sem cobrar nada em troca! Agradeço a força, o carinho, as orações e a confiança.

A todos os amigos do dia-a-dia e do trabalho que participaram comigo nesta caminhada, agradeço muito, vocês também fizeram parte desta conquista.

Ao Prof. Dr. Cristiano M. Costa (Orientador), agradeço pela grande ajuda. Foi uma aposta de alto risco confiar em um orientando que não sabia quase nada de séries temporais. Agradeço por dizer algumas vezes, (estude mais um pouco e depois volta aqui para conversarmos). Isso me fez várias vezes vencer a inércia, pegar os livros, mesmo em outro idioma, para ler mais e dessa forma adquirir mais conhecimentos. Obrigado pela dedicação, incentivo, profissionalismo e pela paciência.

RESUMO

Com a descoberta de várias maneiras da utilização dos derivados do petróleo, o mesmo se tornou valioso com o passar do tempo, gerando o estímulo para exploração e produção em todos os continentes. Desta maneira, o petróleo, hoje, é comercializado com preços gerados pelas ações dos países que fazem parte da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), com 70% da reserva mundial, e também pelo comportamento dos países não-OPEP. Nessa situação, a precificação do barril do petróleo tem um comportamento instável, devido a combinação de ações e comportamentos dos países produtores, que na maioria das vezes está associado a questões políticas e culturais. Desta forma, o estudo de modelos de previsão aplicados a séries de preços do barril de petróleo pode ajudar a identificar melhores ferramentas para fornecer segurança aos investidores da área. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar dentre os modelos de previsão estudados por Hyndman e Khandakar (2008) em Software R qual melhor se adapta para previsão nesta série temporal dos preços da cesta OPEP. A metodologia utilizada seguiu todos os passos para análise da série temporal, ajuste histórico com índice de preços, avaliação de nível de estacionaridade, aplicação dos modelos de previsão e por fim análise dos erros de cada um. O período analisado da série foi de janeiro de 1997 a dezembro de 2010. Os modelos de Suavização Exponencial e ARIMA foram estimados na expectativa da identificação daquele mais adequado à previsão dos preços do barril de petróleo da cesta OPEP. Após a identificação da melhor configuração de cada modelo, os erros na previsão foram analisados, além do tempo gasto para determinação de cada modelo. Nesta situação a metodologia de Suavização Exponencial apresentou erros sensivelmente menores além de um tempo médio para convergência de cada modelo inferior à metodologia ARIMA, ou seja, os modelos de Suavização Exponencial além de serem menos complexos, ofereceram erros mais baixos na previsão dos preços do barril de petróleo da cesta OPEP, contradizendo hipótese baseada em estudos que realizaram testes para outras commodities no mercado econômico mundial.

Palavras-chave: ARIMA; Suavização Exponencial; cesta OPEP; Software R.

ABSTRACT

With the discovery of several utilities for the use of petroleum, it has become valuable over time, creating the incentive for exploration and production on all continents. Thus oil today is sold with prices generated by the actions of countries that are part of the Organization of Petroleum Exporting Countries (OPEC), with 70% of world reserves. And also by the behavior of non-OPEC countries. Because of this situation, the pricing of a barrel of oil has an unstable behavior, due to the combination of actions and behaviors of the producing countries, which most often is associated with political and cultural issues. Thus, the study of predictive models applied to a series of price per barrel of oil could help identify the best tools to provide security to investors in the area. The aim of this study was to evaluate among forecast models studied by Hyndman and Khandakar (2008) in R software which best fits this series for forecasting the price of OPEC basket. The methodology followed all the steps for analysis of time series, historical setting with the price index, assessment of level stationarity, application of forecasting models and finally analysis of the errors of a man. The period analyzed in the series was January 1997 to December 2010. Models of Exponential Smoothing and ARIMA were estimated in the hope of identifying the most appropriate forecasting that the price of a barrel of OPEC oil basket. After identifying the best configuration of each model, the errors in prediction were also analyzed to determine the time spent in each model. In this situation the methodology presented Exponential Smoothing errors are significantly smaller than an average time for convergence of each model below ARIMA methodology, ie, exponential smoothing models and are less complex, have offered lower errors in predicting the price of a barrel OPEC oil basket, contradicting hypothesis based on studies that tests for other commodities in the global market economy.

Keywords: ARIMA; Exponential Smoothing; OPEC *basket*; R Statistical Software.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Choques econômicos do petróleo decorrer dos anos.	26
Figura 2: Curva de preços semanais da corrente OPEC <i>Basket</i> deflacionada.	35
Figura 3: Gráfico de autocorrelação da Série em nível.	37
Figura 4: Série Temporal em primeira diferença.	38
Figura 5: Gráfico de Autocorrelação em primeira diferença.	39
Figura 6: Gráfico de autocorrelação dos resíduos para o último modelo.	40
Figura 7: Comparativo entre os dados reais e os previstos pelos modelos.	43

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – FÓRMULAS PARA PREVISÕES NO MODELO DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL.....	17
TABELA 2 - SEQUÊNCIA DE TESTES PARA OS ANOS DE 1997 A 1998	30
TABELA 3 – INFORMAÇÕES ESTATÍSTICAS DA SÉRIE TEMPORAL	36
TABELA 4 – ERROS DE PREVISÃO DOS MODELOS	41
TABELA 5 – TEMPO DE CONVERGÊNCIA DE CADA MODELO.....	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 MODELO DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL.....	15
2.2 METODOLOGIA ARIMA E FILOSOFIA DE BOX & JENKINS	18
2.3 AVALIAÇÃO DE ERROS NA PREVISÃO.....	20
3 PERSPECTIVA HISTÓRICA DO PETRÓLEO	23
3.1 HISTÓRICO DO PETRÓLEO NO MUNDO	23
3.2 RESERVAS E PREÇOS DO PETRÓLEO NO MUNDO.....	24
3.2.1 Reservas de petróleo	24
3.2.2 Precificação do petróleo.....	24
3.3 ORGANIZAÇÃO DOS PAÍSES EXPORTADORES DE PETRÓLEO.....	25
3.3.1 História de criação OPEP.....	25
3.3.2 Representatividade da OPEP	26
3.4 CHOQUES ECONÔMICOS DO PETRÓLEO	26
4 METODOLOGIA	28
4.1 CONJUNTO DE DADOS.....	28
4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS	29
4.2.1 Procedimentos de escolha do modelo de Suavização Exponencial.	31
4.2.2 Procedimentos de escolha do modelo Box and Jenkins.	31
4.2.3 Procedimentos utilizados para comparação dos resultados.	32
5 RESULTADOS DA PESQUISA	35
5.1 INDICAÇÃO DE MODELOS DE PREVISÃO PARA A SÉRIE.....	39
6 CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
APÊNDICE A – PREVISÕES REALIZADAS NA PESQUISA	53
APÊNDICE B – MODELOS DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL SELECIONADOS.	55
APÊNDICE C – RESULTADOS DO TESTE DE RAIZ UNITÁRIA	57

APÊNDICE D – MODELOS SELECIONADOS COM ARIMA.....	59
APÊNDICE E – COEFICIENTES DE CADA MODELO ARIMA ESCOLHIDO.	61
APÊNDICE F – INDICAÇÃO DE ERROS E ACERTOS PARA INVESTIMENTOS..	66

Capítulo 1

1 INTRODUÇÃO

O petróleo tem desempenhado um papel cada vez mais importante na economia mundial. Para Alvarez, Soriano e Suarez (2003) quase dois terços da demanda de energia provêm do aproveitamento de petróleo bruto extraído das reservas mundiais. Seguindo neste mesmo contexto, Verleger (2007) mostra que o petróleo, também chamado de óleo cru, proporciona relevância na negociação de contratos, e em seu último levantamento verificou que esta *commodity* é a mais negociada no mundo, representando mais de 10% do comércio mundial.

Segundo informações publicadas no último boletim do Departamento de Informações Energéticas dos Estados Unidos (EIA) em 2010, o petróleo pode ser encontrado em cerca de 43% dos países, porém com reservas divididas de forma desigual entre os continentes. O mesmo boletim mostra que as maiores reservas são localizadas na região do Oriente Médio, representando 65% do volume de petróleo provado no mundo.

Com intuito de determinar um grupo com normas homogêneas e ter poder de decisão no momento da comercialização do petróleo da região do Oriente Médio, foi criada a OPEC (*Organization of Petroleum Exporting Countries*) grupo inicialmente formado pelos maiores produtores de petróleo do Oriente Médio (Irã, Iraque, Kuwait, Arábia Saudita) além da Venezuela que apesar de geograficamente se localizar na América do Sul, apresentava laços políticos fortes com a região além de possuir grandes reservas de petróleo. Após a criação deste grupo, o petróleo dos países

participantes passaram a pertencer a OPEC *Basket*, cesta de preços OPEP. (ALMOGUERA e HERRERA, 2007)

No estudo do comportamento do mercado de negociação de preços do barril de petróleo, Stevens (1995) mostra que seguindo o comportamento da maioria das *commodities*, o preço do petróleo também é basicamente determinado por eventos como o clima, os níveis de estoque, o crescimento do PIB e pelas políticas das nações produtoras. Para Watkins e Plourde (1994), esses fatores citados anteriormente levam a uma forte flutuação do mercado do petróleo bruto, no que diz respeito a precificação do mesmo, necessitando assim de técnicas de previsão de valores cada vez mais apuradas e com menor custo de implantação.

O ato de prever condições futuras da economia se torna fundamental uma vez que várias políticas podem afeta-la e gerar variações no mercado. Desta maneira, é possível verificar que muitas decisões de negócios, tais como o planejamento e investimento antecipado em estruturas, necessitam de dados confiáveis do comportamento futuro do mercado com intuito de antecipar compras e reduzir custos ou postergar investimentos (YU, WANG e LAI, 2008). Desta forma previsões do comportamento das variáveis desejadas tornam-se importantes em um meio estratégico (MOHAMMADI e SU, 2009).

A literatura associada aos modelos de previsão de preços destaca uma série de estudos com várias indicações. Nesta situação, Bressan (2004) indica o modelo econométrico ARIMA após a divulgação de seus estudos para previsão de preços de *commodities* como café e soja. Seguindo esta visão, Morettin e Tolo (2006) recomendam a utilização de modelos auto regressivos como uma ferramenta mais eficaz para previsão de preços de *commodities*. A esse grupo junta-se Mohammadi e Su (2009) além de Murat e Tokat (2008) em seus estudos testaram o

comportamento da previsão de preços nesta metodologia. Já outros autores como Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998) destacaram qualidades na aplicação de modelos de suavização exponencial, pela capacidade de reconhecimento de sazonalidades e tendências em determinadas amostras. Para esta linha, Makridakis e Hibon (2000) em suas publicações, citam os modelos de suavização exponencial como modelos de confiança para previsão. Seguindo este contexto, Hyndman e Koehler (2008) mostram com seus resultados uma visão diferente na previsão de preços por meio de modelos de suavização exponencial.

Nesta linha de pesquisa este trabalho busca verificar, dentre os modelos de suavização exponencial e ARIMA utilizados por Hyndman e Khandakar (2008), o comportamento dos mesmos para previsão de preços do barril de petróleo e desta maneira identificar por intermédio de uma competição entre os métodos propostos com intuito de observar dois fatores. Sendo o primeiro o menor erro para a previsão juntamente e o segundo o nível de complexidade para convergência de cada modelo escolhido para cada metodologia estudada. Estes fatores serão analisados de acordo com o comportamento histórico da variável preço do barril de petróleo da corrente OPEC *Basket* (*Organization of the Petroleum Exporting Countries*).

Dentro do contexto de previsão de preços de petróleo, alguns estudos podem ser destacados, como o de Moshiri e Fourotan (2006) no qual foi estudado o comportamento da corrente preços WTI (*West Texas Intermediate*), além deste Murat e Tokat (2008) em suas publicações associaram a presença de modelos de previsão de preços para as *commodities* incluindo o petróleo. A esse grupo podem ser relacionados Mohammadi e Su (2009) com resultados na previsão do comportamento do preço do petróleo no mar do Norte.

Desta maneira, a hipótese desta pesquisa é baseada no pensamento de Delurgio (1998) além de Morettin e Tolo (2006), onde os mesmos esclarecem que a metodologia de suavização exponencial apresenta um índice de erros maior em relação ao ARIMA, entretanto a primeira metodologia oferece menor complexidade quando comparada à segunda, no momento da escolha do melhor modelo de previsão.

Desta maneira a realização desta pesquisa se apóia na justificativa de que os resultados da mesma irão propor à academia evidências positivas de uma ferramenta de previsão que ofereça praticidade associada a um menor índice de erros na determinação de preços do barril de petróleo em uma corrente de preços ainda não analisada.

Nestas condições, o estudo torna-se relevante pelo fato de que no Brasil existem poucos estudos voltados a este propósito na área petrolífera, principalmente na realização de testes de modelos de previsão em uma corrente de preços do barril de petróleo (*OPEC Basket*), além de propor evidências da utilização de um modelo de previsão que seja confiável e ao mesmo tempo de baixa complexidade de implantação em *Software Livre*. Com base nas informações abordadas a pergunta que surge é: **Qual dentre as metodologias de séries temporais indicados por Hyndman e Khandakar 2008, fornece melhor previsão do valor associado ao barril de petróleo da corrente de preços OPEC Basket?**

Para responder a esta pergunta este trabalho analisou a série citada, em vários momentos históricos. Em cada momento foi escolhido o melhor modelo associado a cada metodologia. Paralelamente foi observada a variável homem/hora necessária para convergência de cada modelo. Por fim as previsões fornecidas foram testadas como critério de decisão para compra ou venda do produto e assim

foram somadas as perdas e os ganhos de cada metodologia no decorrer da série, mostrando qual dos dois modelos ofereceria mais acertos e o ganho oferecido ao investidor ao escolher uma metodologia de previsão em relação a outra testada.

Considerando o desenvolvimento da dissertação, este trabalho está estruturado em 06 capítulos: no primeiro capítulo a introdução apresenta a contextualização do tema abordado, a justificativa, o objetivo da pesquisa e uma prévia da metodologia utilizada. No segundo capítulo estão apresentados tópicos relacionados a estudos anteriores com modelos de previsão, além da utilização dos mesmos para o petróleo. O terceiro capítulo contextualiza a parte histórica associada a OPEP. O quarto capítulo apresenta a metodologia descrevendo os passos metodológicos adotados na pesquisa. No quinto capítulo os resultados da pesquisa são apresentados e discutidos, para no sexto capítulo ser apresentada a conclusão da pesquisa.

Capítulo 2

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para o bom desenvolvimento deste trabalho, a base teórica é fundamental para conhecer os conceitos associados a previsão de valores. Na sequência, são discutidos os modelos de previsão utilizados no trabalho e por fim as técnicas de avaliação dos erros de cada modelo de série temporal.

Com intuito de buscar um melhor planejamento e traçar estratégias de negócios dentro do mercado petrolífero tanto quanto em outros mercados dinâmicos, os mecanismos para previsão de valores poderão ser utilizados. Dentre estes métodos, a análise de séries temporais se destaca. Levando em consideração estas definições autores como Morettin e Toloí (2006), caracterizam uma série temporal como um conjunto de dados de uma determinada variável ordenada no tempo. Com intuito determinar informações futuras, pode-se utilizar modelos de previsão de séries temporais que de acordo com Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998) são métodos que visam prever o futuro dos dados, utilizando o comportamento passado da mesma.

2.1 MODELO DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL

Conforme Hanke e Reitsch (1998), a suavização exponencial pode ser definida como um conjunto de passos que tentam realizar previsões tendo como base a observação mais recente, ou seja, considerando que essas são os melhores previsores para os valores futuros. Embora os métodos de suavização exponencial sejam conhecidos desde a década de 1950, um sistema de modelagem que incluem

processos teste e seleção do modelo para cada série não tinham sido elaborados, até que Ord, Koehler e Snyder (1997) e Hyndman et. al. (2002) mostraram que todos os métodos de suavização exponencial lineares e não-lineares oferecem previsões aceitáveis através da escolha do melhor modelo pela análise de fatores como erro quadrático médio, desvio padrão ou AIC da série temporal utilizada. Desta forma, Makridakis et. al. (1998) propõe que o procedimento básico para previsão através do método de suavização exponencial leva em consideração que a previsão em $(t+1)$ é igual o valor previsto em t somado ao erro de previsão em t , sendo t uma variável de tempo. Visando contemplar efeitos de tendência e sazonalidade foram elaboradas variações dos modelos de suavização exponencial gerando um total de quinze modelos distintos de previsão, que podem ser testados dentro das séries de acordo com seu comportamento. (GARDNER e DIAS 2006)

Para realizar uma boa análise de previsões com a utilização da metodologia de suavização exponencial, é de suma importância conhecer os trinta modelos dentro desta metodologia, realizando uma distinção entre as características encontradas nos erros, tendências e sazonalidades tanto aditivas quanto multiplicativas. Hyndman e Khandakar (2008) mostraram em suas pesquisas as características de cada um dos métodos que podem ser utilizados de acordo com a característica de cada série temporal a ser aplicada.

A Tabela 1 mostra as equações que são utilizadas para previsão dentro do modelo de Suavização Exponencial com o tratamento da presença de tendência e sazonalidade na série, sendo que o coeficiente N indica a não existência de comportamento de sazonalidade e nem de tendências. Os coeficientes $(A$ e $A_d)$ indicam respectivamente um comportamento aditivo e um aditivo suavizado e por fim

os mesmos autores indicam para (M e Md) um comportamento multiplicativo e multiplicativo suavizado da série no passar do tempo.

TABELA 1 – FÓRMULAS PARA PREVISÕES NO MODELO DE SUAUIZAÇÃO EXPONENCIAL

Tendência	Sazonalidade		
	N	A	M
N	$u(t) = l(t)$ $l(t) = l(t-1) + (\alpha * e(t))$	$u(t) = l(t) + s(t-m)$ $l(t) = l(t-1) + (\alpha * e(t))$ $s(t) = s(t-m) + (\gamma * e(t))$	$u(t) = l(t) * s(t-m)$ $l(t) = l(t-1) + (\alpha * e(t)) / s(t-m)$ $s(t) = s(t-m) + (\gamma * e(t)) / l(t-1)$
A	$u(t) = l(t-1) + b(t-1)$ $l(t) = l(t-1) + b(t-1) + (\alpha * e(t))$ $b(t) = b(t-1) + (\alpha * \beta * e(t))$	$u(t) = l(t) + b(t) + s(t-m)$ $l(t) = l(t-1) + b(t-1) + (\alpha * e(t))$ $b(t) = b(t-1) + (\alpha * \beta * e(t))$ $s(t) = s(t-m) + \gamma * e(t)$	$u(t) = (l(t) + b(t)) * s(t-m)$ $l(t) = \frac{l(t-1) + b(t-1) + (\alpha * e(t))}{s(t-m)}$ $b(t) = \frac{b(t-1) + (\alpha * \beta * e(t))}{s(t-m)}$ $s(t) = \frac{s(t-m) + (\gamma * e(t))}{l(t-1) * b(t-1)}$
Ad	$l(t) = l(t-1) + f_i * b(t-1) + \alpha * e(t)$ $b(t) = f_i * b(t-1) + (\alpha * \beta * e(t))$ $u(t) = l(t-1) + \left(\sum_{i=1}^m f_i^i \right) * b(t)$	$l(t) = l(t-1) + f_i * b(t-1) + \alpha * e(t)$ $b(t) = f_i * b(t-1) + (\alpha * \beta * e(t))$ $s(t) = s(t-m) + \gamma * e(t)$ $u(t) = l(t) + \left(\sum_{i=1}^m f_i^i \right) * b(t) + s(t-m)$	$l(t) = \frac{l(t-1) + f_i * b(t-1) + (\alpha * e(t))}{s(t-m)}$ $b(t) = \frac{f_i * b(t-1) + (\alpha * \beta * e(t))}{s(t-m)}$ $s(t) = \frac{s(t-m) + (\gamma * e(t))}{l(t)}$ $u(t) = l(t) + \left(\sum_{i=1}^m f_i^i \right) * b(t) * s(t-m)$
M	$u(t) = l(t-1) * b(t-1)$ $l(t) = l(t-1) * b(t-1) + (\alpha * e(t))$ $b(t) = \frac{b(t-1) + (\alpha * \beta * e(t))}{l(t-1)}$	$u(t) = (l(t) * b(t)) + s(t-m)$ $l(t) = \frac{l(t-1) * b(t-1) + (\alpha * e(t))}{l(t-1)}$ $b(t) = \frac{b(t-1) + (\alpha * \beta * e(t))}{l(t-1)}$ $s(t) = s(t-m) + \gamma * e(t)$	$u(t) = l(t) * b(t) * s(t-m)$ $l(t) = \frac{l(t-1) * b(t-1) + (\alpha * e(t))}{s(t-m)}$ $b(t) = \frac{b(t-1) + (\alpha * \beta * e(t))}{(s(t-m) * l(t-1))}$ $s(t) = \frac{s(t-m) + (\gamma * e(t))}{(l(t-1) * b(t-1))}$
Md	$l(t) = l(t-1) * (b(t-1))^{f_i} + (\alpha * e(t))$ $b(t) = \frac{(b(t-1))^{f_i} + (\alpha * \beta * e(t))}{l(t-1)}$ $u(t) = l(t-1) * b(t)^{\left(\sum_{i=1}^m f_i^i \right)}$	$l(t) = l(t-1) * (b(t-1))^{f_i} + \alpha * e(t)$ $b(t) = \frac{(b(t-1))^{f_i} + (\alpha * \beta * e(t))}{l(t-1)}$ $s(t) = s(t-m) + \gamma * e(t)$ $u(t) = l(t) * b(t) + s(t-m)$	$l(t) = \frac{l(t-1) * (b(t-1))^{f_i} + (\alpha * e(t))}{s(t-m)}$ $b(t) = \frac{(b(t-1))^{f_i} + (\alpha * \beta * e(t))}{(l(t-1) * s(t-m))}$ $s(t) = \frac{s(t-m) + \gamma * e(t)}{(l(t-1) * b(t-1))}$ $u(t) = l(t) * b(t)^{\left(\sum_{i=1}^m f_i^i \right)} * s(t-m)$

$u(t)$ – representa o valor previsto de cada modelo em cada instante (t) solicitado.

Para erros multiplicativos, substituir $e(t)$ por $u(t) * e(t)$ em todas as fórmulas.

Fonte: Gardner (2006), adaptado pelo autor.

Nota: Adaptado pelo autor.

Onde:

$u(t)$ = valor esperado ou previsto;

$l(t)$ = valor observado pelo modelo;

α = coeficiente de suavização da série em nível;

$l(t-1)$ = valor anterior observado;

$b(t-1)$ = tendência no período anterior;

$b(t)$ = valor observado com tendência;

$e(t)$ = diferença entre o valor observado e o previsto pelo modelo;

ϕ_i = coeficiente autoregressivo amortecido;

t = período de previsão;

β = coeficiente de suavização de tendência;

m = número de períodos de ciclos sazonais;

$s(t)$ = índice sazonal suavizado;

γ = coeficiente de suavização do índice sazonal;

2.2 METODOLOGIA ARIMA E FILOSOFIA DE BOX & JENKINS

A metodologia denominada Box and Jenkins foi desenvolvida pelos pesquisadores George Box e Gwilym Jenkins no início da década de 70, no qual foram propostos modelos lineares identificados como ARIMA (*auto-regressive integrated moving average* ou auto-regressivos, integrados a médias móveis), sendo este o trabalho de referência no que tange as discussões sobre séries temporais (TSENG e TZENG, 2002).

Confirmando a teoria inicial, Ediger, Akar E Urgulu (2007) reafirmam que o modelo ARIMA é fruto dos modelos auto-regressivos (AR) e médias móveis (MA), que foram descritos na literatura respectivamente em 1926 e 1937. Neste modelo são identificados processos que levam à precisão quanto a previsão dos dados (BOX e JENKINS, 1994).

A partir de sua publicação, o método ARIMA se tornou-se popular para a previsão de valores. De forma geral, esse método determina que os valores previstos para uma variável possa ser fruto de combinações lineares de seus comportamentos passados Zou et al. (2007), indo ao encontro dos modelos de regressão em que uma variável é explicada a partir de seus dados anteriores.

Além disso, Junttila (2001) destaca o mérito do método ARIMA em unir técnicas já difundidas dentro da literatura para construir modelos que descrevessem com precisão séries temporais, indicando previsões dos valores futuros.

Vale ressaltar que este modelo pode ser utilizado de forma eficiente para previsão de variáveis econômicas, entretanto sua utilização fica restrita à quantidade de dados. Para uma boa previsão, o modelo pode requerer no mínimo 50 e preferencialmente mais de 100 unidades amostrais, isso pode variar de acordo com o comportamento da série (TSENG e TZENG, 2002).

Para tal é importante conhecer as características da série. Inicialmente quanto a sua estacionaridade, para Morettin e Tolo (2006) uma série pode ser fracamente estacionária ou fortemente estacionária.

Caso a série seja estacionária o modelo (ARMA) pode ser utilizado na série. O modelo ARMA é entendido como auto-regressivo de média móvel, ou seja, combina em seus processos de previsões os modelos AR e MA para gerar o modelo apresentado na equação (a).

$$Y_t = \phi_1 Y_{(t-1)} + \phi_2 Y_{(t-2)} + \dots + \phi_p Y_{(t-p)} - \beta_1 \varepsilon_{(t-1)} - \beta_2 \varepsilon_{(t-2)} - \dots - \beta_q \varepsilon_{(t-q)} + a(t) \quad (a)$$

Onde: ϕ_1 = coeficiente auto regressivo

β_1 = coeficiente de média móvel

$a(t)$ = ruído branco da série

Desta maneira, este modelo representa um processo dito ARMA (p, q), onde são reconhecidos p termos auto-regressivos além de q termos de média móvel.

Quando a série não é estacionária, parte-se para a utilização do modelo ARIMA, que representa um modelo auto-regressivo integrado a médias móveis, com uma representação ARIMA (p, d, q), no qual “p” representa os termos auto-regressivos, “d” o número de vezes em que a série foi diferenciada para se tornar estacionária, e “q” representando os termos de média móvel.

2.3 AVALIAÇÃO DE ERROS NA PREVISÃO

No que tange aos conhecimentos de determinação de erros de previsão, Gooijer e Hyndman (2006) em seus estudos mostram vários métodos de metrificação dos erros encontrados nas previsões. Makridakis et. al. (1998), citam que os mais utilizados são: Erro médio (EM), Erro quadrático médio (EQM), Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM), Erro Absoluto médio (EAM), Erro percentual médio (EPM) e a Média Percentual do Erro Absoluto (MPEA).

Segundo os estudos de Gooijer e Hyndman (2006), o Erro médio trata-se do somatório das diferenças entre o valor real e o previsto dividido pelo número de previsões, para evitar a influência dos erros negativos o Erro absoluto médio realiza a média entre os valores absolutos (positivos) do real menos previsto. Já a Média Percentual do erro absoluto é caracterizada pelo somatório dos módulos dos quocientes da diferença entre o valor real e o previsto sobre o valor real, sendo esse somatório dividido pelo número de previsões associadas.

A Raiz do Erro Quadrático médio visa realizar a raiz quadrada do somatório do quadrado das diferenças entre os valores reais e os previstos, dividido pelo número de previsões envolvidas.

Por fim o erro percentual médio realiza um procedimento semelhante ao MPEA, entretanto esta medida de erro considera para fins de média, o erro, sendo ele negativo ou positivo

Dentro deste contexto os métodos de determinação de erro podem ser mostrados de acordo com as fórmulas (1), (2), (3), (4), (5) e (6) abaixo:

$$ME = \frac{1}{t} \sum_{n=1}^t (V_{real} - V_{prev}) \quad (1)$$

$$MSE = \frac{1}{t} \sum_{n=1}^t (V_{prev} - M_{prev})^2 \quad (2)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{t} \sum_{n=1}^t (V_{real} - V_{prev})^2} \quad (3)$$

$$MAE = \frac{1}{t} \sum_{n=1}^t | (V_{real} - V_{prev}) | \quad (4)$$

$$MPE = \frac{1}{t} \sum_{n=1}^t (V_{real} - V_{prev}) / V_{real} \quad (5)$$

$$MAPE = \frac{1}{t} \sum_{n=1}^t | (V_{real} - V_{prev}) / V_{real} | \quad (6)$$

Sendo: RMSE = Raiz do erro quadrático médio

ME = Erro médio

MSE = Erro quadrático médio

MAE = Erro médio absoluto

MAPE = Erro Percentual absoluto médio

MPE = Erro percentual médio

n = número da previsão.

t = número de previsões.

Vreal = Valor real.

Vprev = Valor previsto

Para fins de decisões financeiras, as mesmas não são tomadas com certeza absoluta no que diz respeito ao comportamento dos retornos de um investimento. Pelo fato de que estas decisões são baseadas em previsões de comportamentos futuros, desta forma, o nível de incertezas deve ser considerado para aspectos de estudos das operações no mercado financeiro (Montgomery e Runger (2003)).

O processo de avaliação do comportamento dos preços de um determinado produto permite ao investidor visualizar situações que podem diminuir o nível de incertezas inerente ao investimento.

Para fundamentar esta situação Montgomery e Runger (2003) também discutem que uma forma de medir e reduzir o nível de risco em um determinado investimento pode ser por meio do controle estatístico, para isso, a avaliação do comportamento de erros e acertos promovidos por modelos estatísticos em previsões realizadas em uma série histórica pode ser usado como medida para determinação de um modelo de qualidade para tomada de decisão, desta maneira, fornecendo dados importantes para uma tomada de decisão segura.

Capítulo 3

3 PERSPECTIVA HISTÓRICA DO PETRÓLEO

Para conhecer mais do comportamento da série temporal em destaque neste trabalho, esta seção visa apresentar os aspectos que impactam diretamente na oscilação constante do preço do barril de petróleo negociado no mercado mundial.

3.1 HISTÓRICO DO PETRÓLEO NO MUNDO

A identificação do petróleo vem de muitos anos Corrêa (2003) relata que houve em 1847 nos Estados Unidos o início da comercialização do petróleo em pequenos volumes que eram extraídos de vazamentos naturais para então ser utilizado como lubrificante. O interesse comercial do petróleo só tomou grande proporção a partir de 1852, quando foram desenvolvidas técnicas de aquecimento e destilação que tinham como resultado a produção de querosene, produto este tinha características de combustão que veio substituir o óleo de baleia, muito utilizado para iluminação pública e doméstica. (CORRÊA, 2003)

Com a descoberta de possíveis benefícios do petróleo com alta lucratividade Thomas (2004) relata que no ano de 1859 foi marcado como o ano do nascimento da indústria moderna do petróleo, onde foram perfurados poços com produção permanente de petróleo.

Para Cardoso (2005), entre os anos de 1920 e 1930 os Estados Unidos tornou-se o líder na produção de petróleo seguido pela Venezuela, México, Rússia, Irã e Iraque. Cenário este que foi modificado no período Pós-guerra devido a intensificação da produção no Oriente Médio nas décadas de 50 e 60.

Nas décadas de 80 e 90, Corrêa (2003) relata que devido aos avanços tecnológicos e redução dos custos de produção o petróleo se tornou a mais importante fonte de energia mundial. Nesta época o consumo de petróleo atingiu a faixa de 706 milhões de barris por dia em todo o mundo segundo dados do (EIA – Departamento de Informações energéticas dos Estados Unidos).

3.2 RESERVAS E PREÇOS DO PETRÓLEO NO MUNDO

3.2.1 Reservas de petróleo

A participação de cada país no volume mundial de petróleo existente é determinada de acordo com suas reservas, que segundo Szklo e Magrini, (2008) pode ser definido como os volumes de petróleo que podem ser produzidos de forma técnica e econômica.

No mundo segundo o último boletim de reservas divulgado pelo EIA em 2010, as reservas mundiais de petróleo foram estimadas em aproximadamente 1,3 trilhões de barris, sendo a Arábia Saudita com 264 bilhões de barris o país de maior reserva provada em todo mundo. Este mesmo boletim indica que cerca de 79% das reservas provadas mundiais fazem parte dos países que compõem a Organização dos Países Exportadores de Petróleo – OPEP.

3.2.2 Precificação do petróleo

A precificação do petróleo varia de acordo suas características intrínsecas, segundo a norma API, o petróleo pode ser classificado em óleos leves, médios, pesados e extra-pesados. Quanto mais leve o petróleo maior o preço pago pelo

mesmo, sendo que a unidade utilizada para medir o volume é o barril, medida esta que equivale a 159 litros (THOMAS, 2004).

Cada país de acordo com as características encontradas no petróleo produzido em seu território segue uma corrente de precificação do barril produzido. As correntes de precificação mais utilizadas no mundo são o *WTI* (*West Texas Intermediate*), petróleo *Brent*, óleo de Dubai e *OPEC Basket* (THOMAS, 2004).

3.3 ORGANIZAÇÃO DOS PAÍSES EXPORTADORES DE PETRÓLEO

3.3.1 História de criação OPEP

Para Thomas (2004) na década de 1960 houve grandes sucessos na exploração de petróleo no Oriente Médio e um fato importante desta época foi à fundação da OPEP (Organização dos países Exportadores de petróleo). A criação deste grupo aconteceu em um encontro ocorrido em setembro de 1960 na cidade de Bagdá – Iraque, onde foi estabelecido que os países da Arábia Saudita, Irã, Iraque, Kuwait e Venezuela seguiriam um acordo que unificava o preço de comercialização do barril de petróleo em cada país.

Segundo a OPEC (2010), no fechamento do ano de 2010, a OPEC em língua portuguesa Organização dos Países Exportadores de Petróleo – OPEP, é formado por 12 países, sendo eles os fundadores de 1960 além de Argélia, Angola, Equador, Líbia, Nigéria, Catar e Emirados Árabes Unidos.

Para este grupo existe um acordo de que os preços de venda do barril de petróleo são valorados de acordo com a corrente de preços *OPEC Basket*. Corrente de preços esta que é formulada a partir de uma média ponderada dos preços

negociados em cada país constituinte deste grupo, sendo estes países localizados em sua maioria no Oriente Médio e no continente africano (OPEC, 2010).

3.3.2 Representatividade da OPEP

A representatividade da OPEP junto ao mercado mundial é muito forte, segundo informações divulgadas pela EIA (2010), a OPEP é responsável por 1,07 trilhões de barris em reserva provada, certa de 4/5 das reservas provadas mundiais, sendo que em ordem de volumes os países membros são classificados: Arábia Saudita, Venezuela, Irã, Iraque, Kuwait, Emirados Árabes Unidos, Líbia, Nigéria, Qatar, Argélia, Angola e Equador.

3.4 CHOQUES ECONÔMICOS DO PETRÓLEO

O petróleo desde o início de sua comercialização passou por vários choques econômicos, a Figura 1 representa uma ordem dos mesmos.

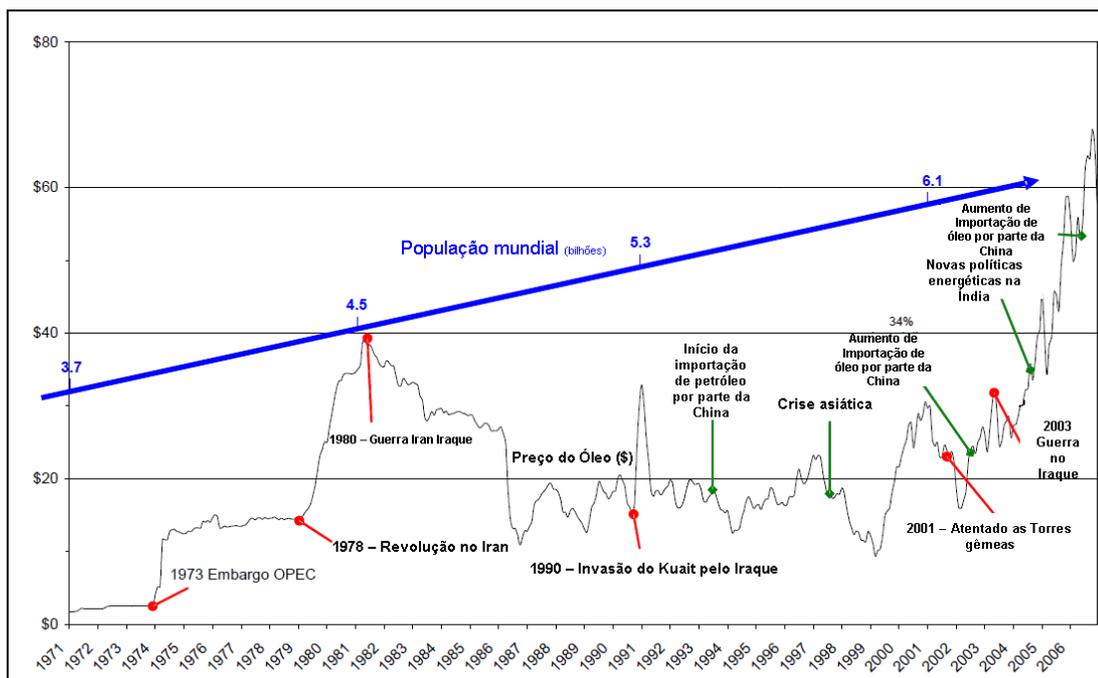


Figura 1: Choques econômicos do petróleo decorrer dos anos.
Fonte: EIA, 2010.

A Figura 1 mostra o primeiro choque que aconteceu em 1973, que foi caracterizado pelo embargo dos países membros da OPEP aos Estados Unidos e Holanda, gerando um aumento de 500% no preço do barril de petróleo.

O segundo choque econômico aconteceu entre 1978 e 1981 quando aconteceu a revolução Islâmica no Irã e conseqüente a guerra Irã-Iraque, que provocou uma queda na produção de petróleo por parte dos dois países e assim a disparada dos preços.

Em 1990 o Iraque declara guerra ao Kuwait, atacando principalmente os poços produtores do país vizinho, gerando assim uma nova alta no preço do petróleo.

Após a última crise, o preço do barril de petróleo sofreu várias oscilações devido a crise asiática em 1997, a queda do poder autoritário no Iraque em 2003 e aumento da importação de petróleo por parte do Estados Unidos, que fizeram o valor do barril de petróleo a bater a cotação de 145 dólares segundo informações da OPEC (2010).

Capítulo 4

4 METODOLOGIA

Em suma para atender aos objetivos citados no início do trabalho, foi realizada uma sequência de testes com os modelos já abordados anteriormente, com intuito identificar os erros nas previsões dos preços do barril de petróleo.

Desta maneira este estudo realizou um levantamento de uma base de dados contendo informações históricas da precificação do barril de petróleo para a corrente de valoração do óleo OPEC *BASKET* (Cesta OPEP), corrente específica que leva em consideração a média ponderada dos preços negociados para o barril de petróleo de cada país participante em relação ao volume de óleo fornecido por cada país membro.

Após a aquisição desta amostra, a mesma foi ajustada e submetida aos modelos de previsão. Com as previsões realizadas pelos modelos, foi então realizado a verificação do nível de erro com intuito determinar a potencialidade de cada modelo testado.

4.1 CONJUNTO DE DADOS

A avaliação da amostra foi realizada por meio de rotinas computacionais organizadas pelo *Software R*, software esse que foi escolhido pelo fato de ser gratuito e distribuído em código aberto, além do mesmo possuir compatibilidade com o pacote elaborado por Hyndman e Khandakar (2008), onde foram testados os modelos de previsão Box and Jenkins e os de Holt-Winters (Suavização Exponencial) em uma amostra dos preços do barril de petróleo da corrente OPEC-*BASKET* negociados na bolsa de Mercadorias e Futuros de Nova York – NYMEX.

Vale ressaltar que os modelos de previsão envolvidos neste trabalho foram submetidos a toda a amostra, permitindo analisar o comportamento dos modelos de previsões em curto e longo prazo.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

No primeiro passo dos procedimentos, foi coletada uma amostra de trabalho que é composta de 729 unidades amostrais, que representam as cotações semanais do barril de petróleo da Cesta OPEP entre Janeiro de 1997 e Dezembro de 2010, intervalo escolhido devido a divulgação completa de todos os dados semanais de preços associado a esta corrente de preços. A escolha por dados semanais foi executada para melhor identificar oscilações dos preços de petróleo provocadas por crises mundiais e novas políticas aplicadas nos países envolvidos neste mercado. Esta amostra foi coletada junto ao site oficial do US Energy Information Administration e organizado em planilha eletrônica.

Como se trata de uma série histórica Bueno (2008) indica que a mesma deve ser deflacionada de acordo com um índice associado ao produto, desta maneira realizando uma correção do poder de compra da moeda corrente com o passar dos anos. Neste caso o índice que foi utilizado, foi o índice de preços ao consumidor do USA (CPI-U), cuja série foi adquirida junto ao site do *Bureau of Labor Statistics*. Índice que mede a variação da inflação norte americana.

Após o ajuste da amostra quanto a defasagem de tempo fez-se necessário identificar se a série ajustada é estacionária. Vale ressaltar que a avaliação de estacionaridade da série é necessária para aplicação da metodologia Box and Jenkins. Para o modelo de suavização exponencial a série foi trabalhada em nível,

seguindo os procedimentos padrões da metodologia, que em nenhum momento exige teste de estacionaridade para a série trabalhada.

Para as duas metodologias de previsão a amostra foi testada em todos os momentos, ou seja, como a amostra de dados tem início no ano de 1997 e termina em 2010, os modelos foram testados para previsões em 4 meses de cada ano, com exceção de 2007 e 2008, onde foram testados modelos para todos os meses, esta escolha foi indicada, pois nestes dois anos houve uma variação muito grande dos preços do barril de petróleo. E para fechar os testes o ano de 2010, foi testado para previsões nos três primeiros meses e nos três últimos meses.

A tônica principal dos testes foi analisar um intervalo da amostra, determinar o modelo e prever o mês seguinte, uma parte desta sequência pode ser verificada na Tabela 2 mostrada abaixo.

TABELA 2 - SEQUÊNCIA DE TESTES PARA OS ANOS DE 1997 A 1998

Amostra utilizada	Previsão
Jan/1997 até dez/1997	jan/98
1997 até jan/1998	fev/98
1997 até fev/1998	mar/98
1997 até mar/1998	abr/98
1997 até dez/1998	jan/99
1997 até jan/1999	fev/99
1997 até fev/1999	mar/99
1997 até mar/1999	abr/99

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os testes para os anos seguintes foram realizados seguindo o exemplo mostrado na Tabela 2. No APENDICE A pode ser analisada a sequência completa de testes.

4.2.1 Procedimentos de escolha do modelo de Suavização Exponencial.

Para cada amostra utilizada para a realização dos testes de previsão dos preços foram avaliados os trinta modelos de suavização exponencial, e para cada situação foi escolhido para realizar a previsão dos valores o modelo que apresentasse menor Erro quadrático médio além do menor critério de *Akaike* dentre todos os testados.

Após a escolha do modelo, o mesmo foi solicitado a gerar as previsões dos meses seguintes. No APENDICE B podem ser vistos todos os modelos escolhidos para cada parte da amostra testada, com seus respectivos coeficientes necessários para cálculo das previsões, como já foi mostrado na Tabela 1 desta pesquisa.

4.2.2 Procedimentos de escolha do modelo Box and Jenkins.

Para a metodologia Box and Jenkins, a escolha do melhor modelo para cada parte da série foi baseada em várias análises.

A primeira parte consistiu em evidenciar a estacionaridade ou não das séries através da aplicação do teste de raiz unitária em cada parte da série.

Esse teste define quantas diferenças serão necessárias aplicar a série temporal para que a mesma se torne estacionária (GUJARATI, 2000; MORETTIN; TOLOI, 2006; BUENO, 2008).

Para verificar a existência de raiz unitária em cada parte da série, Morettin e Tolo (2006) além de Bueno (2008) indicam a aplicação dos testes de Phillips-Perron (PP), Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e Kwiatkowski Phillips Schmidt e Shin (KPSS).

Vale ressaltar que de acordo com Bueno (2008) grande parte das séries de preços que retratam o comportamento de commodities são fracamente estacionárias. Sendo assim as mesmas deverão ser diferenciadas com intuito atingir comportamento estacionário assim ter a possibilidade de ser modelado pela maioria sistemas de previsão. (BUENO, 2008). No APENDICE C são mostradas as estatísticas dos testes executados em cada série avaliada.

Após o ajuste de cada parte da série quanto ao fator estacionário foi executado com a utilização do Software R, associado ao pacote "Forecast" a determinação do modelo que melhor se adaptada a série colocada em teste. Para início dos testes, cada série foi submetida a uma Arima (1,1,0). Com os resultados deste primeiro modelo, foi gerado o autocorrelograma dos resíduos com intuito analisar com até 25 lags de defasagem se os resíduos gerados estavam limpos, ou livres de autocorrelações fora do intervalo de confiança.

Após encontrar o melhor modelo com os resíduos limpos, foi avaliado o p-valor de cada coeficiente gerado de cada situação. Para casos onde foi encontrado mais de um modelo que se encaixava nos requisitos de análise, o modelo selecionado foi que ofereceu menor erro quadrático médio.

Com a escolha do modelo, então o mesmo foi submetido a gerar as previsões. Cada modelo escolhido pode ser melhor analisado no APENDICE D e E.

4.2.3 Procedimentos utilizados para comparação dos resultados.

Após submeter a amostra de dados as metodologias de previsão, foi realizada uma análise comparativa entre as previsões fornecidas pelo *Software* em cada um

dos modelos de previsão contido no pacote "Forecast". A análise que foi realizada buscou identificar o nível de erro fornecido por cada modelo na previsão.

Neste caso, podem ser citados os autores Brockwell e Davis (1996), onde os mesmo comentam que a decisão sobre a escolha do melhor método de previsão pode ser identificada pela competição entre os modelos e a comparação dos seus respectivos erros de previsão. Para isso foram utilizados os métodos de avaliação de erros já descrita no referencial teórico desta pesquisa com intuito determinar o erro de cada modelo no momento da previsão.

Além de uma visão acadêmica para determinação dos erros, foi simulado neste trabalho um comportamento que reflete o sistema de compra e venda de barril de petróleo, onde os modelos escolhidos para cada amostra, foram submetidos a fornecer a previsão do preço do barril de petróleo no mês seguinte. A tomada de decisão para compra ou venda do barril do produto foi indicada pela previsão de cada modelo. Ao final dos testes foram comparados o nível de acertos e o valor acumulado de ganhos para cada modelo. Vale ressaltar que o valor acumulado de ganhos foi um número formulado a partir dos acertos para compra e venda do barril de petróleo, logo quando o modelo escolhido previa de forma correta que o valor do barril iria cair ou subir, o mesmo é bonificado com a variação de ganho ou perda que obteve com ação de comprar ou vender o barril de petróleo da corrente *OPEC Basket*.

Tomando como base estes resultados pode-se chegar a indicadores de desempenho para ambos os modelos no decorrer da amostra.

Resumindo, este trabalho visou realizar:

- Levantamento do comportamento dos preços do barril de petróleo *OPEC Basket*;

- Aplicou os coeficientes de ajuste monetário no tempo para cada cotação do barril de petróleo;
- Analisou o comportamento da curva frente às crises econômicas ocorridas no intervalo da amostra;
- Avaliou o comportamento da curva quanto a estacionaridade, para aplicação do modelo ARMA;
- Comprovou que a mesma não era estacionária;
- Realizou a diferença na série, com intuito torná-la estacionária;
- A série diferenciada foi testada e mostrou ser estacionária;
- Foi aplicado o modelo de Suavização Exponencial na série em nível;
- Para a aplicação do modelo ARMA foi utilizada a série diferenciada;
- Foram analisados os níveis de erro das previsões de cada modelo em cada sub-amostra testada;
- Os modelos escolhidos foram utilizados em uma simulação de indicação de compra e venda do produto no mercado financeiro;
- Por fim, foram analisados os erros nas previsões, utilizando as métricas já abordadas no referencial teórico desta pesquisa, além disso foi analisado o índice de acertos e valor de ganho proporcionado por cada modelo na simulação dos mesmos para decisão de compra e venda no mercado financeiro.

Capítulo 5

5 RESULTADOS DA PESQUISA

Dentro do que foi abordado na introdução e discutido na metodologia deste trabalho, fica importante ao leitor conhecer o comportamento da série a ser trabalhada nesta sessão. A série a ser trabalhada é caracterizada como cotações semanais do preço do barril de petróleo da Cesta OPEP, definindo o seu comportamento no período de janeiro de 1997 à dezembro de 2010. Como esta série reflete um comportamento histórico da *commodity* faz-se o procedimento indicado por Bueno (2008), onde o mesmo indica a deflação da série através da utilização de um índice de reflete o nível do poder de compra da moeda corrente, neste caso o dólar, atualizando desta forma as cotações históricas para nível de Dezembro de 2010, data da última cotação do barril de petróleo da série.

Neste caso foi utilizado é o índice de preços ao consumidor do USA (CPI-U). Na Figura 2 abaixo é apresentada a série temporal já ajustada com suas características pertinentes. Na Tabela 3 podem ser encontrados as informações estatísticas da série em nível.

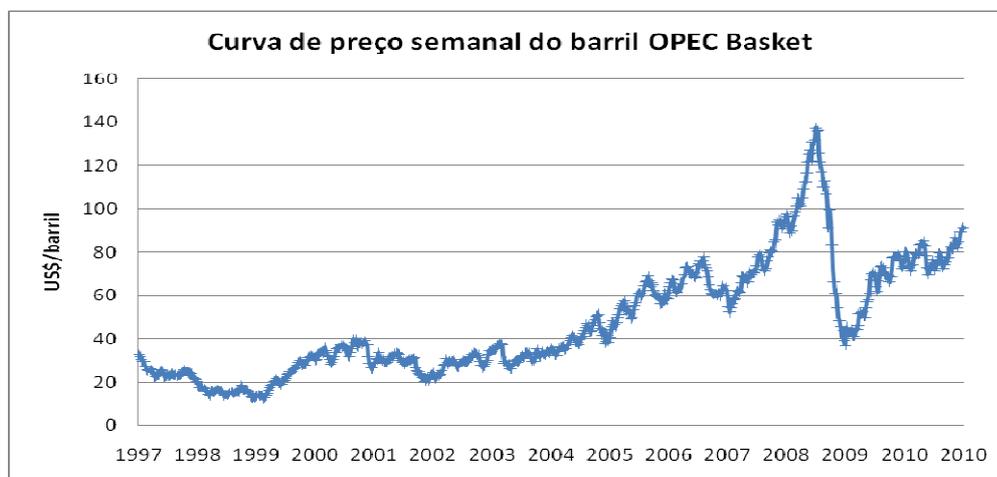


Figura 2: Curva de preços semanais da corrente OPEC *Basket* deflacionada.

Fonte: Elaborado pelo autor.

TABELA 3 – INFORMAÇÕES ESTATÍSTICAS DA SÉRIE TEMPORAL

	Série
Média	47,367
Mediana	37,042
Variância	671,593
Desvio Padrão	25,915
Maior Termo	137,211
Menor Termo	12,576

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para autores como Bueno (2008), Gujarati (2000) e Morettin e Tolo (2006) a maioria das séries temporais que representam o comportamento de commodities mostram características de não estacionaridade. Desta forma os mesmos autores em seus trabalhos indicam a utilização de métodos para verificação da estacionaridade de séries temporais, métodos estes que são chamados de teste de raiz unitária.

Para Morettin e Tolo (2006) os testes de raiz unitária mais indicados são o ADF, PP e KPSS. Para esta pesquisa o teste de raiz unitária foi aplicado em toda a série com intuito testar a condição estacionária da mesma em todos os períodos testados. Todos os resultados podem ser verificados junto ao APENDICE F. Na tabela contida no anexo mostra o comportamento não estacionário da série em nível através do “p-valor” dos testes ADF, PP e KPSS, que foram aplicados considerando um nível de significância de 5% para todos os testes. Vale lembrar que tanto para os testes ADF quanto o PP a decisão de aceitar ou não a existência de raiz unitária está baseada em duas hipóteses, H_0 : possui raiz unitária e H_1 : não possui raiz unitária. Já para o teste KPSS a decisão é tomada tomando as hipóteses já relatadas neste texto de forma invertida.

Em seus estudos Gujarati (2000) comenta sobre o comportamento de séries não estacionárias em gráficos de autocorrelação. O mesmo autor ainda relata que para uma série dita não estacionária, o seu comportamento no autocorrelograma apresenta uma queda pouco acentuada, dita branda. Características estas que podem ser encontradas no gráfico da série em nível analisada neste trabalho, este comportamento pode ser visualizados na Figura 3 abaixo.

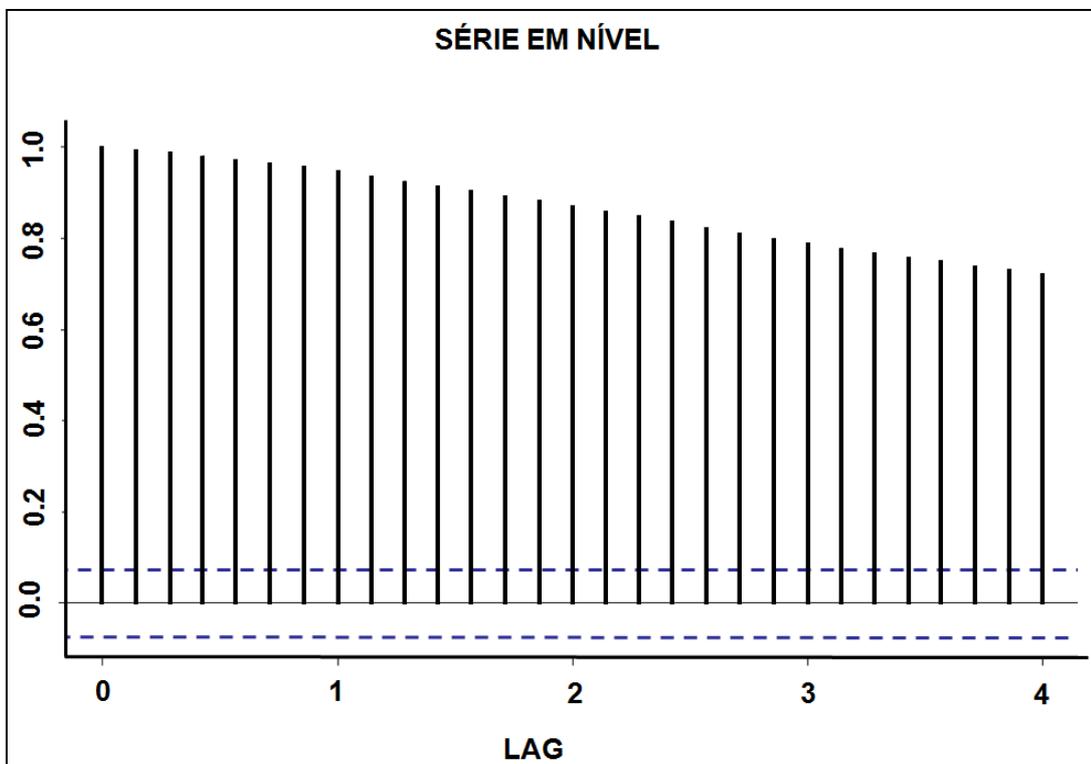


Figura 3: Gráfico de autocorrelação da Série em nível.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com as indicações apresentadas, foi concluído que a série em trabalho se trata de uma série não estacionária e para isso então seria necessário a aplicação da primeira diferença na série.

Após a realização de tal procedimento foi gerado um novo gráfico que representa a série diferenciada, a mesma pode ser observada na Figura 4.

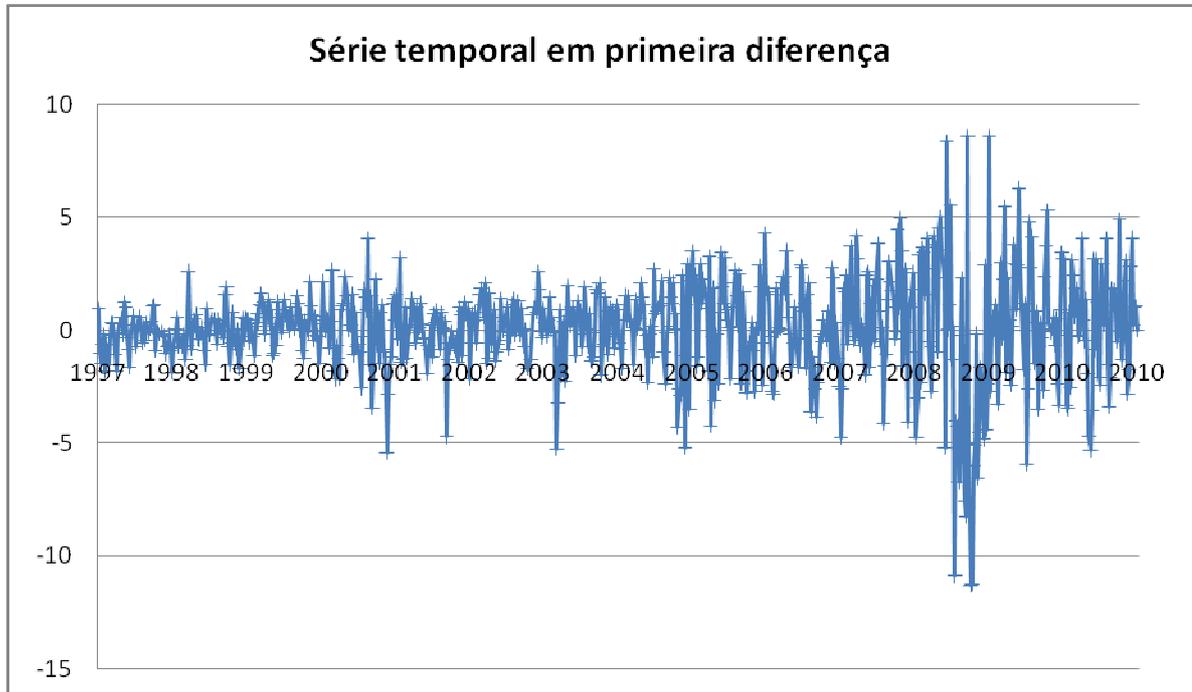


Figura 4: Série Temporal em primeira diferença.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Frente a constatação da estacionariedade da série através dos resultados dos testes de raiz unitária, pode-se então seguir com os procedimentos de identificação e testes de modelos de previsão na série temporal analisada. (BUENO, 2008)

A Figura 5 mostra o novo comportamento da série através do gráfico de autocorrelação.

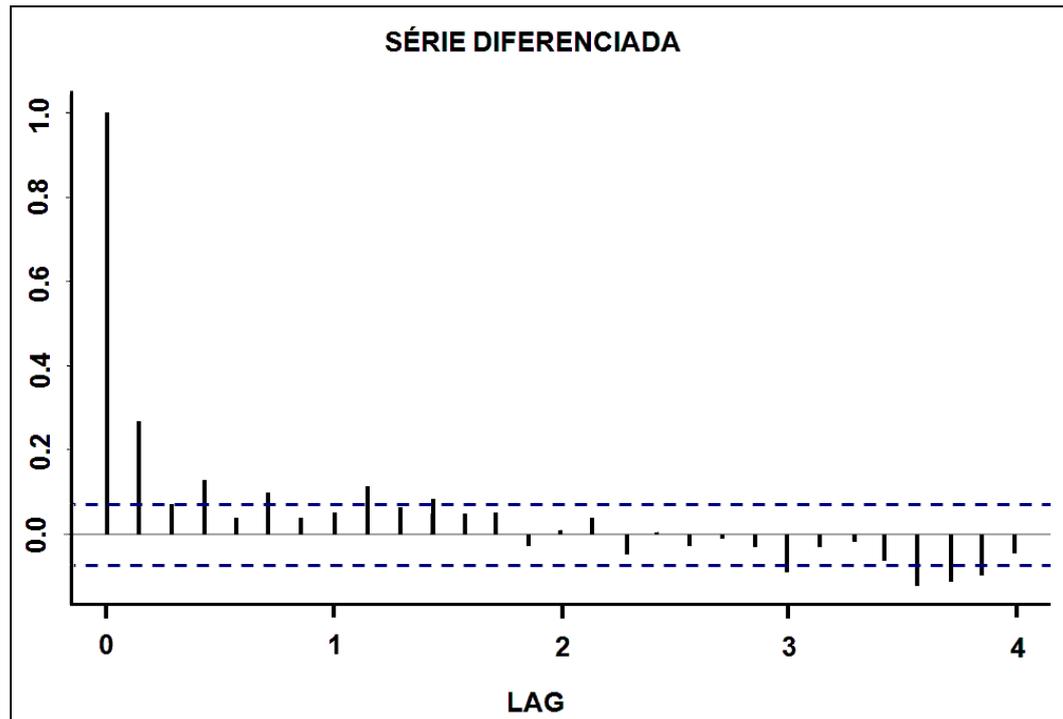


Figura 5: Gráfico de Autocorrelação em primeira diferença.

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1 INDICAÇÃO DE MODELOS DE PREVISÃO PARA A SÉRIE

Dentro da ferramenta R Statistical através do pacote Forecast, desenvolvido por Hyndman e Khandakar (2008) a série pode ser analisada e assim indicado o melhor modelo de previsão para cada período da série utilizada. Neste trabalho foram abordados com intuito comparar o nível de acerto os modelos de Suavização Exponencial (ETS) e o modelo de Box&Jenkins(ARIMA).

Neste caso seguindo uma ordem foram colocados em teste os modelos de Suavização Exponencial e ARIMA escolhidos para cada setor da série.

Para a escolha do melhor modelo para cada setor da série testada foram tomados alguns procedimentos para as metodologias de Suavização Exponencial e Box and Jenkins.

Na escolha utilizando a metodologia de Suavização Exponencial, foram testadas as trinta variações e foi escolhido o que ofereceu menor MSE.

Para a metodologia Box and Jenkins o modelo escolhido para cada previsão foi fruto da análise de vários fatores. Para cada parte da série testada partia-se de um modelo inicial ARMA (1,1), após este primeiro teste, foi gerado o autocorrelograma dos resíduos da previsão deste modelo. Neste autocorrelograma era analisado se todos os resíduos estavam limpos, em paralelo a esta análise, foi gerado o p-valor de cada coeficiente, sendo cada p-valor analisado. Caso o modelo não atendesse a este filtro, o mesmo era descartado e outros eram testados com intuito a obedecer aos critérios. Na Figura 6, é mostrado um dos autocorrelogramas dos resíduos gerados para avaliação, sendo este em particular associado a avaliação da amostra de Janeiro de 1997 a Novembro de 2010 com intuito gerar previsões para o mês de Dezembro de 2010.

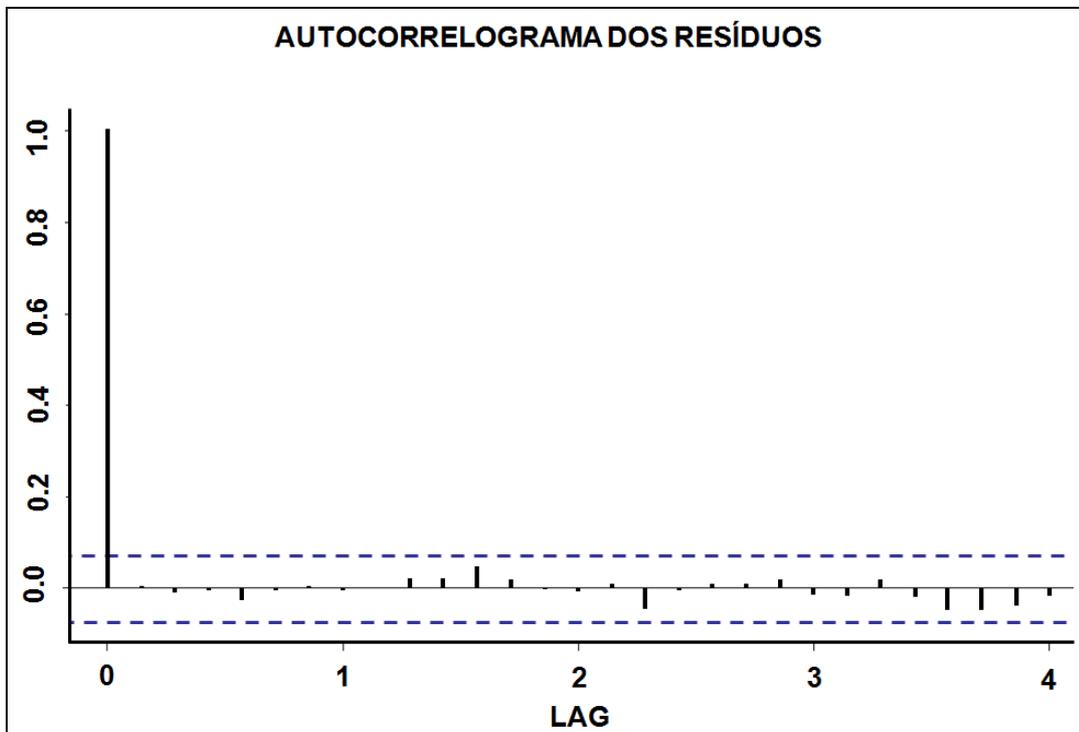


Figura 6: Gráfico de autocorrelação dos resíduos para o último modelo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em alguns casos foram encontrados mais de um modelo que atendia as condições de aceitação, nesta condição foi escolhido o modelo que oferecia melhor MSE.

Foram realizados vários testes de previsão e a Tabela 4 mostra os resultados dos indicadores de Erro Absoluto médio, Erro Quadrático Médio e o Erro Percentual Absoluto Médio para cada setor previsto.

TABELA 4 – ERROS DE PREVISÃO DOS MODELOS

Amostra utilizada	Previsão	Suavização Exponencial			ARIMA		
		MSE	MAE	MAPE	MSE	MAE	MAPE
		22,37	3,24	5,99%	26,81	3,40	6,35%
Jan/1997 até dez/1997	jan/98	7,43	2,726	0,147	8,92	2,986	0,161
1997 até jan/1998	fev/98	0,67	0,816	0,048	0,68	0,822	0,048
1997 até fev/1998	mar/98	0,01	0,120	0,008	0,65	0,807	0,054
1997 até mar/1998	abr/98	0,09	0,294	0,019	1,27	1,128	0,072
1997 até dez/1998	jan/99	1,36	1,168	0,084	1,79	1,339	0,097
1997 até jan/1999	fev/99	0,70	0,835	0,064	2,40	1,548	0,118
1997 até fev/1999	mar/99	5,19	2,279	0,145	5,24	2,290	0,146
1997 até mar/1999	abr/99	4,14	2,035	0,104	7,41	2,721	0,139
1997 até dez/1999	jan/00	0,14	0,374	0,012	0,24	0,491	0,016
1997 até jan/2000	fev/00	0,00	0,018	0,001	0,11	0,334	0,010
1997 até fev/2000	mar/00	0,01	0,122	0,004	0,10	0,323	0,010
1997 até mar/2000	abr/00	4,21	2,051	0,069	6,33	2,517	0,085
1997 até dez/2000	jan/01	17,10	4,135	0,142	14,67	3,830	0,131
1997 até jan/2001	fev/01	0,28	0,528	0,017	0,00	0,024	0,001
1997 até fev/2001	mar/01	1,71	1,307	0,044	0,83	0,911	0,031
1997 até mar/2001	abr/01	2,80	1,673	0,055	2,07	1,440	0,047
1997 até dez/2001	jan/02	0,18	0,420	0,018	0,09	0,300	0,013
1997 até jan/2002	fev/02	2,33	1,525	0,066	4,97	2,229	0,097
1997 até fev/2002	mar/02	10,87	3,297	0,125	11,02	3,320	0,126
1997 até mar/2002	abr/02	0,01	0,096	0,003	1,22	1,106	0,038
1997 até dez/2002	jan/03	1,74	1,319	0,038	0,00	0,002	0,000
1997 até jan/2003	fev/03	2,03	1,426	0,039	5,10	2,257	0,061
1997 até fev/2003	mar/03	16,17	4,021	0,118	12,35	3,514	0,103
1997 até mar/2003	abr/03	1,37	1,169	0,041	0,32	0,562	0,020
1997 até dez/2003	jan/04	0,67	0,817	0,024	1,16	1,079	0,031
1997 até jan/2004	fev/04	0,55	0,744	0,022	0,32	0,562	0,017
1997 até fev/2004	mar/04	3,20	1,788	0,049	2,89	1,700	0,047
1997 até mar/2004	abr/04	0,67	0,816	0,023	0,01	0,095	0,003

1997 até dez/2004	jan/05	46,08	6,788	0,152	44,43	6,665	0,149
1997 até jan/2005	fev/05	4,44	2,107	0,045	1,66	1,287	0,027
1997 até fez/2005	mar/05	7,65	2,766	0,051	16,41	4,051	0,075
1997 até mar/2005	abr/05	8,04	2,836	0,052	0,01	0,073	0,001
1997 até dez/2005	jan/06	49,88	7,063	0,109	39,47	6,283	0,097
1997 até jan/2006	fev/06	25,17	5,017	0,079	17,69	4,207	0,066
1997 até fez/2006	mar/06	7,96	2,822	0,044	13,74	3,706	0,058
1997 até mar/2006	abr/06	24,27	4,927	0,069	28,40	5,330	0,075
1997 até dez/2006	jan/07	46,46	6,816	0,123	38,26	6,186	0,112
1997 até jan/2007	fev/07	17,00	4,123	0,071	5,91	2,432	0,042
1997 até fez/2007	mar/07	15,93	3,992	0,064	15,33	3,915	0,062
1997 até mar/2007	abr/07	1,82	1,349	0,020	2,51	1,583	0,023
1997 até abr/2007	mai/07	0,02	0,154	0,002	3,01	1,735	0,025
1997 até mai/2007	jun/07	1,76	1,325	0,019	0,14	0,378	0,005
1997 até jun/2007	jul/07	25,15	5,015	0,065	30,84	5,553	0,072
1997 até jul/2007	ago/07	25,98	5,097	0,069	13,19	3,631	0,049
1997 até ago/2007	set/07	36,24	6,020	0,077	24,79	4,979	0,063
1997 até set/2007	out/07	0,95	0,975	0,012	2,65	1,628	0,020
1997 até out/2007	nov/07	41,40	6,434	0,069	68,40	8,270	0,089
1997 até nov/2007	dez/07	11,13	3,336	0,036	2,82	1,681	0,018
1997 até dez/2007	jan/08	3,90	1,974	0,021	5,04	2,245	0,024
1997 até jan/2008	fev/08	45,00	6,708	0,071	19,13	4,373	0,046
1997 até fez/2008	mar/08	12,60	3,550	0,034	27,91	5,283	0,051
1997 até mar/2008	abr/08	24,27	4,927	0,046	25,67	5,067	0,047
1997 até abr/2008	mai/08	25,55	5,055	0,042	84,17	9,174	0,076
1997 até mai/2008	jun/08	1,79	1,338	0,010	2,46	1,570	0,012
1997 até jun/2008	jul/08	0,17	0,413	0,003	0,98	0,990	0,007
1997 até jul/2008	ago/08	82,24	9,068	0,079	62,90	7,931	0,069
1997 até ago/2008	set/08	143,63	11,985	0,121	242,36	15,568	0,157
1997 até set/2008	out/08	557,96	23,621	0,313	709,09	26,629	0,353
1997 até out/2008	nov/08	10,25	3,201	0,060	0,81	0,900	0,017
1997 até nov/2008	dez/08	3,41	1,847	0,044	1,49	1,222	0,029
1997 até dez/2008	jan/09	36,06	6,005	0,142	56,57	7,521	0,178
1997 até jan/2009	fev/09	1,03	1,016	0,024	12,79	3,576	0,084
1997 até fez/2009	mar/09	30,00	5,477	0,117	10,67	3,267	0,070
1997 até mar/2009	abr/09	8,07	2,841	0,055	11,31	3,364	0,066
1997 até dez/2009	jan/10	19,15	4,376	0,057	29,08	5,393	0,070
1997 até jan/2010	fev/10	4,50	2,122	0,029	16,92	4,114	0,055
1997 até fez/2010	mar/10	1,25	1,119	0,014	4,36	2,088	0,027
1997 até set/2010	out/10	15,61	3,951	0,049	10,25	3,201	0,039
1997 até out/2010	nov/10	5,33	2,309	0,027	3,57	1,891	0,022
1997 até nov/2010	dez/10	51,13	7,151	0,080	77,58	8,808	0,099

Fonte: Elaborado pelo autor.

Realizando uma análise nos resultados oferecidos pela Tabela 4, pode-se indicar uma melhor previsão por parte dos modelos de Suavização Exponencial, quando observado o indicador de Erro Quadrático Médio. Entretanto para os indicadores de Erro Absoluto médio e Erro Percentual Absoluto Médio, os dois modelos apresentam desempenhos bem semelhantes, não havendo vantagens significativas de um modelo de previsão em relação ao outro.

Esta igualdade no desempenho pode ser vista na Figura 7 mostrada a seguir, onde foram colocados em comparação os valores reais da Série Temporal com os valores previstos pelos modelos de Suavização Exponencial (ETS) e os modelos ARIMA escolhidos para cada setor da série testada nesta pesquisa.

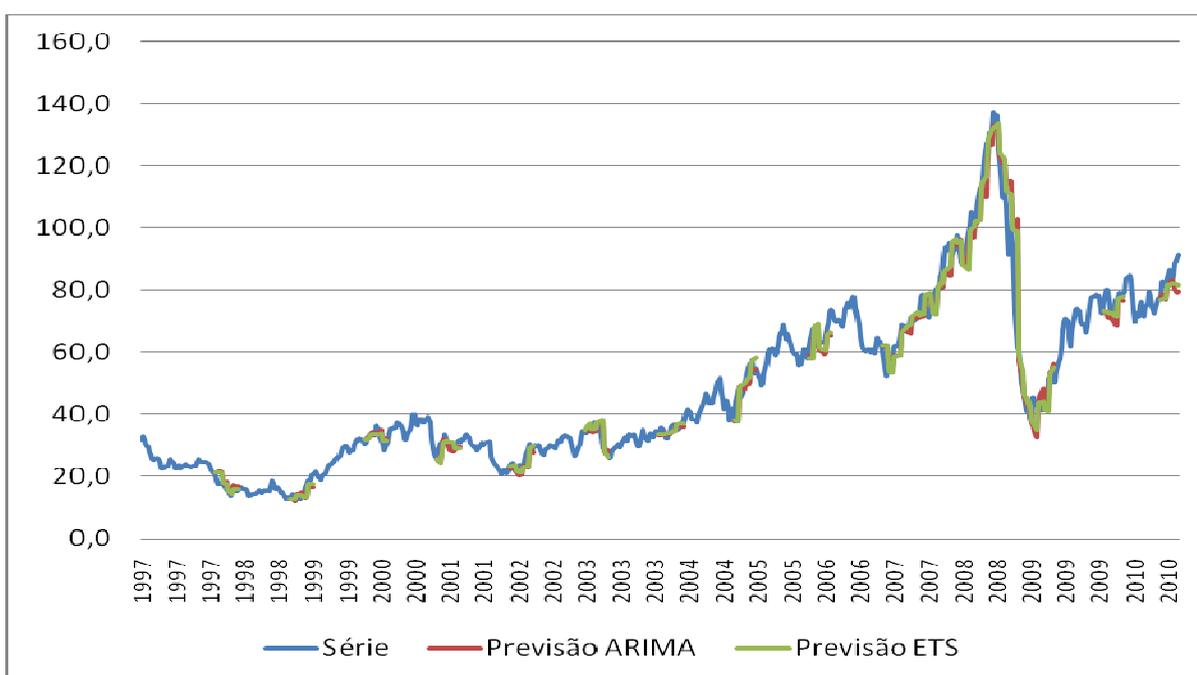


Figura 7: Comparativo entre os dados reais e os previstos pelos modelos.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Para atingir a totalidade dos objetivos desta pesquisa, os modelos de previsão envolvidos nos testes foram submetidos a uma simulação do dia-a-dia do mercado financeiro, onde a ação de efetuar a compra ou a venda ficou a cargo das previsões oferecidas por cada modelo de previsão. Como resultado tem-se o comportamento

de acertos e o valor acumulado entre perdas e ganhos caso fosse utilizado um dos dois modelos na previsão de valores da série utilizada. No APÊNDICE F são mostrados os momentos de erros e acertos de cada modelo, além dos ganhos e perdas provocados pela escolha de cada modelo e por fim o valor acumulado de ganhos oferecido por cada modelo testado na série. Foram tomadas algumas unidades representativas, como por exemplo, para representação de acerto foi utilizado o número “1” e para erro o número “0”, já para representação de ganhos de valores acumulados a unidade utilizada foi o dólar.

Por intermédio dos dados apresentados no APÊNDICE F, pode-se identificar que a metodologia de Suavização Exponencial ao final dos tem acerto superior. No que tange valores acumulados, após o investimento hipotético de US\$ 1,0 em Janeiro de 1997, os dois modelos ofereceram retornos positivos ao final de Dezembro de 2010, todavia houve neste caso uma vantagem considerável por parte da metodologia de Suavização Exponencial. Vale ressaltar que a diferença considerável não invalida a metodologia com menor retorno, pois ao avaliar os dados, na coluna de valores acumulados o descolamento dos valores só acontece na época de maio/2008 em diante.

Outro teste proposto nesta pesquisa foi analisar a complexidade na utilização de cada metodologia para previsão de valores. Para satisfazer a esta condição foi adotada a observação do tempo utilizado pelo operador para encontrar um modelo que convergisse a cada parte da série testada, ou seja, encontrar o tempo médio gasto para encontrar o melhor modelo de previsão dentro da série testada. Na Tabela 5 abaixo são mostrados os tempos necessários para convergência de cada modelo.

TABELA 5 – TEMPO DE CONVERGÊNCIA DE CADA MODELO

Amostra utilizada	Previsão	Tempo em minutos	
		ETS	ARIMA
Jan/1997 até dez/1997	jan/98	6	8
1997 até jan/1998	fev/98	10	7
1997 até fev/1998	mar/98	11	11
1997 até mar/1998	abr/98	10	10
1997 até dez/1998	jan/99	8	9
1997 até jan/1999	fev/99	9	10
1997 até fev/1999	mar/99	6	8
1997 até mar/1999	abr/99	7	5
1997 até dez/1999	jan/00	10	10
1997 até jan/2000	fev/00	10	7
1997 até fev/2000	mar/00	9	7
1997 até mar/2000	abr/00	7	9
1997 até dez/2000	jan/01	6	6
1997 até jan/2001	fev/01	13	11
1997 até fev/2001	mar/01	11	15
1997 até mar/2001	abr/01	8	12
1997 até dez/2001	jan/02	10	11
1997 até jan/2002	fev/02	7	7
1997 até fev/2002	mar/02	6	9
1997 até mar/2002	abr/02	12	10
1997 até dez/2002	jan/03	9	17
1997 até jan/2003	fev/03	9	9
1997 até fev/2003	mar/03	6	8
1997 até mar/2003	abr/03	8	11
1997 até dez/2003	jan/04	13	10
1997 até jan/2004	fev/04	12	9
1997 até fev/2004	mar/04	8	8
1997 até mar/2004	abr/04	11	6
1997 até dez/2004	jan/05	8	5
1997 até jan/2005	fev/05	9	5
1997 até fev/2005	mar/05	9	9
1997 até mar/2005	abr/05	9	9
1997 até dez/2005	jan/06	7	8
1997 até jan/2006	fev/06	8	9
1997 até fev/2006	mar/06	9	10
1997 até mar/2006	abr/06	6	11
1997 até dez/2006	jan/07	6	12
1997 até jan/2007	fev/07	7	7
1997 até fev/2007	mar/07	6	2
1997 até mar/2007	abr/07	9	17
1997 até abr/2007	mai/07	10	8
1997 até mai/2007	jun/07	9	8

1997 até jun/2007	jul/07	6	8
1997 até jul/2007	ago/07	8	8
1997 até ago/2007	set/07	9	8
1997 até set/2007	out/07	10	8
1997 até out/2007	nov/07	6	8
1997 até nov/2007	dez/07	7	15
1997 até dez/2007	jan/08	8	8
1997 até jan/2008	fev/08	6	13
1997 até fev/2008	mar/08	7	7
1997 até mar/2008	abr/08	5	7
1997 até abr/2008	mai/08	5	7
1997 até mai/2008	jun/08	8	7
1997 até jun/2008	jul/08	10	16
1997 até jul/2008	ago/08	8	25
1997 até ago/2008	set/08	7	9
1997 até set/2008	out/08	8	12
1997 até out/2008	nov/08	9	15
1997 até nov/2008	dez/08	7	8
1997 até dez/2008	jan/09	8	7
1997 até jan/2009	fev/09	10	12
1997 até fev/2009	mar/09	7	11
1997 até mar/2009	abr/09	8	12
1997 até dez/2009	jan/10	8	11
1997 até jan/2010	fev/10	8	8
1997 até fev/2010	mar/10	9	7
1997 até set/2010	out/10	7	28
1997 até out/2010	nov/10	8	15
1997 até nov/2010	dez/10	9	18
SOMA		579	698

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando a Tabela 5 apresentada anteriormente, nota-se um tempo superior por parte da metodologia ARIMA em relação a de Suavização Exponencial. Para este caso o tempo total para encontrar todos os modelos ARIMA superou em aproximadamente 21% ao de Suavização Exponencial. Quando foi observada a média para de tempo gasto para encontrar cada modelo de previsão, comprova-se maior agilidade na determinação do modelo de Suavização Exponencial. Pois a cada modelo escolhido, gasta-se 20% a mais de tempo para determinar um modelo ARIMA para a mesma série testada.

Capítulo 6

6 CONCLUSÕES

O objetivo proposto nessa pesquisa foi analisar o comportamento de modelos econométricos de previsão de séries temporais para aplicação em previsões dos preços do barril de petróleo da Cesta OPEP, grupo que compreende a maior reserva de petróleo do mundo. Para detalhar este objetivo, a modelagem da série temporal foi aplicada para a série de preços do barril de petróleo (*OPEC Basket*). A série trabalhada foi composta de preços semanais, negociado na Bolsa de Mercadorias e Futuros (NYMEX) e repassado para as empresas que negociam o petróleo extraído da região.

Para a série temporal trabalhada, foram estimados modelos dinâmicos dentro da ferramenta desenvolvida em Software R por Hyndman e Khandakar (2008) com intuito realizar uma competição entre os as metodologias de previsão contidos dentro do pacote a fim de identificar o modelo mais adequado à previsão de preço do barril de petróleo da corrente de preços *OPEC Basket* em cada momento testado da série.

Todas as etapas determinadas pela metodologia foram aplicadas a série temporal, incluindo a análise da série, identificação e aplicação dos modelos, verificação dos resultados previstos e comparação dos erros nas previsões por parte dos modelos aplicados a série temporal, além do tempo utilizado para elaboração de cada modelo dentro das metodologias testadas.

Partindo do critério que o melhor modelo de previsão para a série temporal seria o que tivesse menor erro, foram analisadas duas questões. A primeira foi baseada na observação dos resultados dos indicadores de erro quadrático médio,

erro absoluto médio e erro percentual absoluto médio. Frente a estes indicadores os modelos baseados na metodologia de Suavização Exponencial tiveram uma leve vantagem sobre o método ARIMA. Entretanto quando as previsões fornecidas pelos modelos foram submetidas ao teste de decisão de compra e venda tanto a metodologia Box and Jenkins (ARIMA) quanto a de Suavização Exponencial proporcionaram retornos positivos, porém a metodologia de Suavização Exponencial ofereceu um retorno acumulado consideravelmente maior que a metodologia ARIMA.

Analisando o tempo para elaboração de cada modelo para teste dentro da série temporal, a pesquisa mostrou que se gasta cerca de 20% menos tempo para elaborar um modelo de Suavização Exponencial para cada momento da série. Desta maneira indicando uma maior complexidade por parte da metodologia ARIMA.

Desta maneira, considerando a utilização desta série temporal que representa a precificação do barril de petróleo dos países que compõem a Organização dos países Exportadores de Petróleo (OPEP), pode-se observar uma vantagem por parte do método de Suavização Exponencial frente ao ARIMA, no momento das previsões, contradizendo a hipótese realizada no início desta pesquisa. Neste caso a metodologia de Suavização Exponencial além promover um menor tempo médio para convergência de cada modelo, mostrou um nível de erros inferiores aos modelos elaborados a partir da filosofia Box and Jenkins.

Frente aos resultados e os procedimentos adotados nesta pesquisa, a mesma se torna importante para o meio acadêmico, além da apresentação de resultados a partir da utilização do Software R, software estatístico de distribuição livre com grande aceitação no meio estudado.

Assim, novas pesquisas podem ser realizadas nesse campo, como por exemplo a utilização modelos não lineares como os de Redes Neurais Artificiais, com intuito medir o comportamento deste modelo contemporâneo frente aos já estudado pelas pesquisas da área petrolífera.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMOGUERA e HERRERA, Testing for the cartel in OPEC: noncooperative collusion or just noncooperative?. **Journal of Economics**, 21, 677-633, 2007.

ALVAREZ, J., Soriano, A., Suarez, R. Symmetry and anti-symmetry phase transitions in crude oil markets. **Journal of Physics**, 322, 583–596, 2003.

BOX, George P.; JENKINS, Gwilm M. **Time series analysis: forecasting and control**. 3rd ed. New Jersey: Prentice Hall, 598p, 1994.

BRESSAN, A. A. Tomada de decisão em futuros agropecuários com modelos de previsão de séries temporais. **RAE eletrônica**. Vol. 03, n. 1, art. 09, 2004.

BROCKWELL, P. J., DAVIS, R. A. **Introduction to time series and forecasting**. New York: Springer-Verlag, 1996.

BUENO, R. de L. da S. **Econometria de séries temporais**. São Paulo, Ed. Cengage Learning, 2008.

CARDOSO, L. C.. **Petróleo do poço ao posto**. Rio de Janeiro. Editora Qualitymark, 2005.

CORRÊA, O. L. S.. **Noções sobre exploração, perfuração, produção e microbiologia**. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2003.

DELURGIO, S. A., **Forecasting Principles and Applications**. Boston, Ed. McGraw-Hill, 1998.

EDIGER, Volkan S.; AKAR, Sertac; URGULU, Berkin. **Forecasting production of fossil fuel sources in Turkey using a comparative regression and ARIMA model**. *Energy Policy*, [S.l.], v.34, Issue 18, p.3836-3846, Dec. 2007.

EIA, U.S. Energy Information Administration. 2010, Disponível em: <http://www.eia.gov>. Acesso em 02/03/2011.

GARDNER Jr., E. S., DIAZ-SAIZ, J. Seasonal Adjustment of Inventory Demand Series: a case study. **Journal of Forecasting**, v. 18, p. 117-123, 2006.

GOOIJER, Jan G. De, HYNDMAN, Rob J., 25 Years of Time Series Forecasting. **International Journal of Forecasting**, v. 22, p. 443-473, 2006.

GUJARATI, D. N. **Econometria Básica**. São Paulo. 3.ed., Pearson Education, 2000.

HANKE, J. E., REITSCH, A. G., **Business forecasting**, N. Jersey: Pre. Hall 1998.

HYNDMAN, R.J., KHANDAKAR, Y. Automatic Time Series Forecasting: The forecast Package for R. **Journal of Statistical Software**, 27-3, 2008.

HYNDMAN, R.J., KOEHLER, A. B. Another Look at Measures of Forecast Accuracy. **International Journal of Forecasting**, 22, 679-688, 2008.

HYNDMAN, Rob J. **Forecasting functions for time series. R package**. 2006. Disponível em: <<http://robhyndman.info/Rlibrary/forecast/>>. Acesso em 21/11/2010.

HYNDMAN RJ, Koehler AB, Snyder RD, Grose S. A State Space Framework for Automatic Forecasting Using Exponential Smoothing Methods." **International Journal of Forecasting**, 18(3), 439{454}, 2002.

JUNTTILA, Juha. Structural breaks, ARIMA model and Finnish inflation forecasts. **Journal of Forecasting**, [S.l.], v.17, Issue 2, p.203-230, April/June 2001.

MAKRIDAKIS, Spyros G.; WHEELWRIGHT, Steven C.; HYNDMAN, Rob J. **Forecasting: methods and applications**. 3 ed. New York, 1998.

MAKRIDAKIS, Spyros G.; HIBON, Michele. The M3-Competition: results, conclusions and implications. **Journal of Forecasting**, v. 16, p. 451-476, 2000.

MOHAMMADI, H., SU, L. International evidence on crude oil price dynamics: applications of ARIMA–GARCH. **Journal Energy Economics** 32 (5), 1001–1008, 2009.

MONTGOMERY, D.C.; RUNGER G. C. **Estatística Aplicada e Probabilidade Para Engenheiros**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC. 463 p, 2003.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. 2. ed. São Paulo: Ed. Rgard Blusher, 2006.

MOSHIRI. S., e FOUROTAN. Forecasting Nonlinear Crude Oil Futures Prices. **Journal of Forecasting** 23: 497-511, 2006.

MURAT, A e TOKAT, E. Forecasting oil price movements with crack spread futures. . **Journal Energy Economics**, 31, 85-90, 2008.

ORD JK, Koehler AB, Snyder RD. Estimation and Prediction for a Class of Dynamic Nonlinear Statistical Models. **Journal of the American Statistical Association**, 92, 1621{1629}, 1997.

OPEC - , Organization of Petroleum Exporting Countries. 2010, Disponível em: <http://www.opec.com>. Acesso em 02/03/2011.

SZKLO A. S. e A. MAGRINI. **Textos de discussão em Geopolítica e Gestão Ambiental de Petróleo**. Editora intercência. Rio de janeiro. Petrobras, 2008

STEVENS, P. **The determination of oil prices 1945–1995**. Energy Policy 23 (10), 861–870, 1995.

THOMAS, José Eduardo . **Fundamentos de Engenharia de petróleo**. Editora intercência. Rio de janeiro. Petrobras, 2004.

TSENG, Fang-Mei; TZENG, Gwo-Hshiung Tzeng. **A fuzzy seasonal ARIMA model for forecasting.** *Fuzzy Sets and Systems*, v.126, p.367-376, 2002.

VERLEGER, P.K., **THE PERMANENT SUBCOMMITTEE ON INVESTIGATION OF THE U.S. SENATE COMMODITY ON HOMELAND SECURITY AND GOVERNAMENTAL AFFAIRS.** Institute for International Economics, Washington DC, USA, 2007.

WATKINS, G.C., Plourde, A. **How volatile are crude oil prices?** *OPEC Review* 18 (4), 220–245, 1994.

YU, L., Wang, S.Y., Lai, K.K. Forecasting crude oil price with an EMD-based neural network ensemble learning paradigm. **Journal Energy Economics**, 30, 2623-2635, 2008.

ZOU, H. F. *et al.* **An investigation and comparison of artificial neural network and time series models for Chinese food grain price forecasting.** *Neurocomputing*, [S.I.], v.70, Issue 16-18, p.2913-2923, Oct. 2007.

APÊNDICE A – PREVISÕES REALIZADAS NA PESQUISA

Amostra utilizada	Previsão
Jan/1997 até dez/1997	jan/98
1997 até jan/1998	fev/98
1997 até fev/1998	mar/98
1997 até mar/1998	abr/98
1997 até dez/1998	jan/99
1997 até jan/1999	fev/99
1997 até fev/1999	mar/99
1997 até mar/1999	abr/99
1997 até dez/1999	jan/00
1997 até jan/2000	fev/00
1997 até fev/2000	mar/00
1997 até mar/2000	abr/00
1997 até dez/2000	jan/01
1997 até jan/2001	fev/01
1997 até fev/2001	mar/01
1997 até mar/2001	abr/01
1997 até dez/2001	jan/02
1997 até jan/2002	fev/02
1997 até fev/2002	mar/02
1997 até mar/2002	abr/02
1997 até dez/2002	jan/03
1997 até jan/2003	fev/03
1997 até fev/2003	mar/03
1997 até mar/2003	abr/03
1997 até dez/2003	jan/04
1997 até jan/2004	fev/04
1997 até fev/2004	mar/04
1997 até mar/2004	abr/04
1997 até dez/2004	jan/05
1997 até jan/2005	fev/05
1997 até fev/2005	mar/05
1997 até mar/2005	abr/05
1997 até dez/2005	jan/06
1997 até jan/2006	fev/06
1997 até fev/2006	mar/06
1997 até mar/2006	abr/06
1997 até dez/2006	jan/07
1997 até jan/2007	fev/07

1997 até fez/2007	mar/07
1997 até mar/2007	abr/07
1997 até abr/2007	mai/07
1997 até mai/2007	jun/07
1997 até jun/2007	jul/07
1997 até jul/2007	ago/07
1997 até ago/2007	set/07
1997 até set/2007	out/07
1997 até out/2007	nov/07
1997 até nov/2007	dez/07
1997 até dez/2007	jan/08
1997 até jan/2008	fev/08
1997 até fez/2008	mar/08
1997 até mar/2008	abr/08
1997 até abr/2008	mai/08
1997 até mai/2008	jun/08
1997 até jun/2008	jul/08
1997 até jul/2008	ago/08
1997 até ago/2008	set/08
1997 até set/2008	out/08
1997 até out/2008	nov/08
1997 até nov/2008	dez/08
1997 até dez/2008	jan/09
1997 até jan/2009	fev/09
1997 até fez/2009	mar/09
1997 até mar/2009	abr/09
1997 até dez/2009	jan/10
1997 até jan/2010	fev/10
1997 até fez/2010	mar/10
1997 até set/2010	out/10
1997 até out/2010	nov/10
1997 até nov/2010	dez/10

APÊNDICE B – MODELOS DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL SELECIONADOS.

Amostra utilizada	Previsão	Modelo	MSE	AIC	ALPHA	BETA	PHI	I	b
Jan/1997 até dez/1997	jan/98	MMdN	0,495	173,23	0,9999	0,00000	0,93	32,75	0,970
1997 até jan/1998	fev/98	MMN	0,548	200,12	0,9999	0,00001	0,00	32,17	0,991
1997 até fev/1998	mar/98	MMN	0,526	214,23	0,9999	0,13800	0,00	32,40	0,984
1997 até mar/1998	abr/98	AADN	0,638	246,08	0,9999	0,04240	0,93	32,69	-0,849
1997 até dez/1998	jan/99	AADN	0,613	436,19	0,9999	0,00001	0,98	32,34	-0,447
1997 até jan/1999	fev/99	AADN	0,596	458,90	0,9999	0,00001	0,97	32,42	-0,538
1997 até fev/1999	mar/99	AADN	0,591	478,80	0,9999	0,00001	0,97	32,41	-0,524
1997 até mar/1999	abr/99	AADN	0,616	504,42	0,9999	0,00001	0,96	32,48	-0,602
1997 até dez/1999	jan/00	AADN	0,625	718,33	0,9999	0,07980	0,93	32,67	-0,827
1997 até jan/2000	fev/00	AADN	0,655	748,26	0,9999	0,06350	0,94	32,63	-0,782
1997 até fev/2000	mar/00	AADN	0,646	768,81	0,9999	0,06100	0,94	32,64	-0,786
1997 até mar/2000	abr/00	AADN	0,726	816,75	0,9999	0,04990	0,93	32,66	-0,815
1997 até dez/2000	jan/01	MMDN	1,170	1114,24	0,9999	0,15740	0,80	32,55	0,973
1997 até jan/2001	fev/01	MMDN	1,189	1143,10	0,9999	0,12960	0,81	32,64	0,970
1997 até fev/2001	mar/01	MMDN	1,240	1175,39	0,9999	0,12490	0,81	32,67	0,969
1997 até mar/2001	abr/01	MMDN	1,233	1207,76	0,9999	0,12170	0,81	32,67	0,969
1997 até dez/2001	jan/02	MMDN	1,236	1470,11	0,9999	0,13610	0,80	33,90	0,951
1997 até jan/2002	fev/02	MMDN	1,239	1495,98	0,9999	0,12790	0,81	32,65	0,970
1997 até fev/2002	mar/02	MMDN	1,227	1519,98	0,9999	0,11980	0,80	32,66	0,969
1997 até mar/2002	abr/02	MMDN	1,225	1553,89	0,9999	0,13690	0,80	32,60	0,971
1997 até dez/2002	jan/03	MMDN	1,221	1823,37	0,9999	0,15990	0,80	32,54	0,973
1997 até jan/2003	fev/03	MMDN	1,207	1856,91	0,9999	0,14970	0,80	32,57	0,972
1997 até fev/2003	mar/03	MMDN	1,198	1884,30	0,9999	0,15010	0,80	32,57	0,973
1997 até mar/2003	abr/03	MMDN	1,293	1925,91	0,9999	0,17290	0,80	32,50	0,975
1997 até dez/2003	jan/04	MMDN	1,308	2207,91	0,9999	0,13570	0,80	32,61	0,971
1997 até jan/2004	fev/04	MMDN	1,299	2242,77	0,9999	0,13510	0,80	32,61	0,971
1997 até fev/2004	mar/04	MMDN	1,301	2272,05	0,9999	0,13160	0,80	32,62	0,971
1997 até mar/2004	abr/04	MMDN	1,293	2300,08	0,9999	0,12700	0,80	32,63	0,970
1997 até dez/2004	jan/05	MMDN	1,525	2630,54	0,9999	0,11760	0,80	32,67	0,969
1997 até jan/2005	fev/05	MMDN	1,566	2667,12	0,9999	0,11950	0,80	32,66	0,969
1997 até fev/2005	mar/05	MMDN	1,593	2701,24	0,9999	0,12790	0,80	32,65	0,969
1997 até mar/2005	abr/05	MMDN	1,590	2732,96	0,9999	0,12420	0,80	32,67	0,961
1997 até dez/2005	jan/06	MMDN	1,800	3076,91	0,9999	0,11750	0,80	32,67	0,969
1997 até jan/2006	fev/06	MMDN	1,835	3113,17	0,9999	0,11990	0,80	32,65	0,969
1997 até fev/2006	mar/06	MMDN	1,857	3148,20	0,9999	0,11770	0,80	32,66	0,969
1997 até mar/2006	abr/06	MMDN	1,856	3189,97	0,9999	0,11630	0,80	32,67	0,969
1997 até dez/2006	jan/07	MMDN	1,856	3526,65	0,9999	0,12770	0,80	32,62	0,970

1997 até jan/2007	fev/07	MMDN	1,995	3565,01	0,9999	0,13120	0,80	32,62	0,971
1997 até fez/2007	mar/07	MMDN	2,001	3598,92	0,9999	0,12870	0,80	32,64	0,970
1997 até mar/2007	abr/07	MMDN	2,038	3644,46	0,9999	0,13050	0,80	32,62	0,971
1997 até abr/2007	mai/07	MMDN	2,040	3678,98	0,9999	0,13120	0,80	32,61	0,971
1997 até mai/2007	jun/07	MMDN	2,057	3714,50	0,9999	0,13000	0,80	32,62	0,971
1997 até jun/2007	jul/07	MMDN	2,056	3757,73	0,9999	0,12800	0,80	32,64	0,970
1997 até jul/2007	ago/07	MMDN	2,074	3793,96	0,9999	0,12960	0,80	32,62	0,971
1997 até ago/2007	set/07	MMDN	2,099	3839,05	0,9999	0,12950	0,80	32,62	0,971
1997 até set/2007	out/07	MMDN	2,112	3875,09	0,9999	0,13140	0,80	32,62	0,971
1997 até out/2007	nov/07	MMDN	2,131	3911,76	0,9999	0,13150	0,80	32,61	0,971
1997 até nov/2007	dez/07	MMDN	2,179	3959,49	0,9999	0,13500	0,80	32,60	0,971
1997 até dez/2007	jan/08	MMDN	2,210	3997,18	0,9999	0,13150	0,80	32,67	0,971
1997 até jan/2008	fev/08	MMDN	2,262	4035,96	0,9999	0,13350	0,80	32,60	0,971
1997 até fez/2008	mar/08	MMDN	2,323	4084,36	0,9999	0,13020	0,80	32,61	0,971
1997 até mar/2008	abr/08	MMDN	2,357	4122,84	0,9999	0,13090	0,80	32,62	0,971
1997 até abr/2008	mai/08	MMDN	2,405	4161,95	0,9999	0,13280	0,80	32,61	0,971
1997 até mai/2008	jun/08	MMDN	2,455	4211,34	0,9999	0,13830	0,80	32,59	0,972
1997 até jun/2008	jul/08	MMDN	2,620	4254,32	0,9999	0,13300	0,80	32,62	0,971
1997 até jul/2008	ago/08	MMDN	2,865	4298,82	0,9999	0,13010	0,80	32,62	0,971
1997 até ago/2008	set/08	MMDN	2,948	4349,14	0,9999	0,13970	0,80	32,59	0,972
1997 até set/2008	out/08	MMDN	3,294	4401,09	0,9999	0,12990	0,80	32,61	0,971
1997 até out/2008	nov/08	MMDN	3,659	4466,20	0,9999	0,17340	0,80	32,49	0,975
1997 até nov/2008	dez/08	MADN	3,670	4505,35	0,9999	0,16780	0,80	32,49	-0,796
1997 até dez/2008	jan/09	MADN	3,716	4551,95	0,9999	0,17800	0,80	32,47	-0,770
1997 até jan/2009	fev/09	MMDN	3,908	4632,35	0,9999	0,13870	0,80	32,59	0,971
1997 até fez/2009	mar/09	MMDN	3,906	4666,66	0,9999	0,13650	0,80	32,61	0,971
1997 até mar/2009	abr/09	MMDN	3,940	4708,77	0,9999	0,14400	0,80	32,59	0,972
1997 até dez/2009	jan/10	MMDN	4,119	5079,32	0,9999	0,13950	0,80	32,60	0,971
1997 até jan/2010	fev/10	MMDN	4,159	5128,29	0,9999	0,13870	0,80	32,60	0,971
1997 até fez/2010	mar/10	MADN	4,156	5166,91	0,9999	0,12520	0,80	32,63	-0,983
1997 até set/2010	out/10	MMDN	4,247	5450,37	0,9999	0,13410	0,80	32,60	0,971
1997 até out/2010	nov/10	MMDN	4,255	5497,86	0,9999	0,13440	0,80	32,61	0,971
1997 até nov/2010	dez/10	MMDN	4,269	5536,37	0,9999	0,13240	0,80	32,62	0,971

APÊNDICE C – RESULTADOS DO TESTE DE RAIZ UNITÁRIA

Amostra utilizada	Previsão	(p-valor)					
		Série em nível			Série com diferença		
		ADF	PP	KPSS	ADF	PP	KPSS
Jan/1997 até dez/1997	jan/98	0,331	0,727	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até jan/1998	fev/98	0,533	0,708	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até fev/1998	mar/98	0,791	0,776	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até mar/1998	abr/98	0,585	0,731	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até dez/1998	jan/99	0,274	0,513	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até jan/1999	fev/99	0,965	0,979	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até fev/1999	mar/99	0,293	0,508	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até mar/1999	abr/99	0,532	0,621	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até dez/1999	jan/00	0,965	0,979	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até jan/2000	fev/00	0,961	0,978	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até fev/2000	mar/00	0,939	0,970	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até mar/2000	abr/00	0,809	0,933	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até dez/2000	jan/01	0,481	0,733	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até jan/2001	fev/01	0,446	0,714	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até fev/2001	mar/01	0,439	0,703	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até mar/2001	abr/01	0,568	0,694	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até dez/2001	jan/02	0,716	0,694	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até jan/2002	fev/02	0,788	0,716	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até fev/2002	mar/02	0,733	0,705	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até mar/2002	abr/02	0,614	0,652	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até dez/2002	jan/03	0,527	0,542	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até jan/2003	fev/03	0,522	0,535	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até fev/2003	mar/03	0,539	0,540	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até mar/2003	abr/03	0,487	0,470	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até dez/2003	jan/04	0,412	0,366	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até jan/2004	fev/04	0,405	0,353	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até fev/2004	mar/04	0,399	0,343	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até mar/2004	abr/04	0,396	0,336	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até dez/2004	jan/05	0,317	0,202	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até jan/2005	fev/05	0,417	0,242	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até fev/2005	mar/05	0,471	0,275	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até mar/2005	abr/05	0,610	0,387	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até dez/2005	jan/06	0,493	0,419	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até jan/2006	fev/06	0,704	0,542	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até fev/2006	mar/06	0,554	0,441	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até mar/2006	abr/06	0,635	0,497	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até dez/2006	jan/07	0,447	0,391	0,01	0,01	0,01	0,1

1997 até jan/2007	fev/07	0,419	0,350	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até fez/2007	mar/07	0,417	0,345	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até mar/2007	abr/07	0,429	0,340	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até abr/2007	mai/07	0,431	0,340	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até mai/2007	jun/07	0,466	0,359	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até jun/2007	jul/07	0,450	0,355	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até jul/2007	ago/07	0,529	0,408	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até ago/2007	set/07	0,465	0,340	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até set/2007	out/07	0,554	0,417	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até out/2007	nov/07	0,647	0,477	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até nov/2007	dez/07	0,840	0,622	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até dez/2007	jan/08	0,892	0,623	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até jan/2008	fev/08	0,620	0,513	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até fez/2008	mar/08	0,902	0,665	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até mar/2008	abr/08	0,922	0,711	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até abr/2008	mai/08	0,990	0,902	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até mai/2008	jun/08	0,990	0,990	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até jun/2008	jul/08	0,990	0,990	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até jul/2008	ago/08	0,990	0,966	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até ago/2008	set/08	0,938	0,728	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até set/2008	out/08	0,482	0,555	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até out/2008	nov/08	0,120	0,340	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até nov/2008	dez/08	0,110	0,383	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até dez/2008	jan/09	0,123	0,480	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até jan/2009	fev/09	0,090	0,465	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até fez/2009	mar/09	0,110	0,507	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até mar/2009	abr/09	0,050	0,425	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até dez/2009	jan/10	0,040	0,299	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até jan/2010	fev/10	0,040	0,294	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até fez/2010	mar/10	0,030	0,286	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até set/2010	out/10	0,030	0,241	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até out/2010	nov/10	0,020	0,227	0,01	0,01	0,01	0,1
1997 até nov/2010	dez/10	0,020	0,219	0,01	0,01	0,01	0,1

APÊNDICE D – MODELOS SELECIONADOS COM ARIMA.

Amostra utilizada	Previsão	Modelo ARMA		AIC	MSE
		Sazonal			
		(p,q)	(P,Q)		
Jan/1997 até dez/1997	jan/98	32	12	118,9	0,274
1997 até jan/1998	fev/98	03	13	128,2	0,281
1997 até fev/1998	mar/98	43	11	137,5	0,366
1997 até mar/1998	abr/98	32	11	154,2	0,406
1997 até dez/1998	jan/99	32	13	244,0	0,456
1997 até jan/1999	fev/99	23	03	251,5	0,463
1997 até fev/1999	mar/99	23	21	261,8	0,452
1997 até mar/1999	abr/99	47		277,9	0,486
1997 até dez/1999	jan/00	22	21	365,7	0,514
1997 até jan/2000	fev/00	22	21	381,1	0,536
1997 até fev/2000	mar/00	22	21	389,0	0,533
1997 até mar/2000	abr/00	12	21	422,9	0,649
1997 até dez/2000	jan/01	56		615,6	0,986
1997 até jan/2001	fev/01	37	32	630,9	0,981
1997 até fev/2001	mar/01	67	22	651,1	0,966
1997 até mar/2001	abr/01	37	21	670,3	1,081
1997 até dez/2001	jan/02	44	21	791,1	1,121
1997 até jan/2002	fev/02	44	22	802,6	1,065
1997 até fev/2002	mar/02	22	21	811,7	1,135
1997 até mar/2002	abr/02	39	22	832,5	1,106
1997 até dez/2002	jan/03	23	10	939,3	1,154
1997 até jan/2003	fev/03	23	10	951,0	1,142
1997 até fev/2003	mar/03	23	10	961,9	1,139
1997 até mar/2003	abr/03	33	22	994,9	1,136
1997 até dez/2003	jan/04	13	10	1119,1	1,243
1997 até jan/2004	fev/04	13	10	1131,8	1,234
1997 até fev/2004	mar/04	13	10	1143,8	1,233
1997 até mar/2004	abr/04	33		1154,9	1,223
1997 até dez/2004	jan/05	24		1343,9	1,439
1997 até jan/2005	fev/05	24		1364,5	1,466
1997 até fev/2005	mar/05	37	11	1390,3	1,468
1997 até mar/2005	abr/05	27	13	1403,0	1,459
1997 até dez/2005	jan/06	27	03	1579,9	1,623
1997 até jan/2006	fev/06	38	12	1606,7	1,655
1997 até fev/2006	mar/06	57	13	1627,7	1,655
1997 até mar/2006	abr/06	39	12	1643,6	1,660
1997 até dez/2006	jan/07	23	22	1796,4	1,787
1997 até jan/2007	fev/07	45		1819,4	1,818

1997 até fez/2007	mar/07	45		1833,9	1,819
1997 até mar/2007	abr/07	33	13	1860,1	1,831
1997 até abr/2007	mai/07	33	13	1871,7	1,823
1997 até mai/2007	jun/07	33	13	1891,0	1,842
1997 até jun/2007	jul/07	33	13	1917,9	1,892
1997 até jul/2007	ago/07	33	13	1928,2	1,862
1997 até ago/2007	set/07	33	13	1958,8	1,924
1997 até set/2007	out/07	33	13	1973,7	1,927
1997 até out/2007	nov/07	33	13	1993,3	1,000
1997 até nov/2007	dez/07	13	13	2024,5	2,009
1997 até dez/2007	jan/08	13	13	2045,0	2,030
1997 até jan/2008	fev/08	33	13	2064,8	2,033
1997 até fez/2008	mar/08	33	13	2099,6	2,096
1997 até mar/2008	abr/08	33	13	2122,8	2,128
1997 até abr/2008	mai/08	33	13	2148,3	2,167
1997 até mai/2008	jun/08	33	13	2186,8	2,244
1997 até jun/2008	jul/08	13	01	2259,6	2,521
1997 até jul/2008	ago/08	43	13	2324,1	2,681
1997 até ago/2008	set/08	44	12	2349,8	2,710
1997 até set/2008	out/08	26	11	2445,4	3,088
1997 até out/2008	nov/08	34	23	2529,1	3,418
1997 até nov/2008	dez/08	34	22	2550,0	3,454
1997 até dez/2008	jan/09	34	13	2575,4	3,505
1997 até jan/2009	fev/09	54	11	2617,5	3,627
1997 até fez/2009	mar/09	23	25	2639,2	3,614
1997 até mar/2009	abr/09	33	23	2648,1	3,607
1997 até dez/2009	jan/10	14	22	2851,7	3,871
1997 até jan/2010	fev/10	34	22	2871,0	3,839
1997 até fez/2010	mar/10	34	22	2892,3	3,866
1997 até set/2010	out/10	67	26	3043,5	3,894
1997 até out/2010	nov/10	67	26	3063,3	3,887
1997 até nov/2010	dez/10	77	26	3079,4	3,871

APÊNDICE E – COEFICIENTES DE CADA MODELO ARIMA ESCOLHIDO.

	AR1	AR2	AR3	AR4	AR5	AR6	AR7	MA1	MA2	MA3	MA4	MA5	MA6	MA7	MA8	MA9	SAR1	SAR2	SAR3	SMA1	SMA2	SMA3	SMA4	SMA5	SMA6
Jan/1997 até dez/1997	-0,84	-0,22	0,24					1,38	0,99								1			-1,65	0,68				
1997 até jan/1998								0,59	0,15	-0,3							0,96			-1,29	-0,12	0,6			
1997 até fev/1998	0,33	-0,39						0,12	0,4	0,39							-0,41			0,93					
1997 até mar/1998	1,03	1,23	0,46					-0,74	1								-0,56			1					
1997 até dez/1998	0,94	-1,16	0,39					-0,63	0,83								-0,41			0,72	-0,08	0,2			
1997 até jan/1999	0,58	-0,97						-0,3	0,72	0,4										0,22	-0,22	0,3			
1997 até fev/1999	0,22	-0,97						0,12	0,93	0,25							-0,74	-0,04		1					
1997 até mar/1999	1,11	0,21	-0,91	0,31				-0,83	-0,72	1,06	0,11	-0,28	-0,11	0,32											
1997 até dez/1999	-0,67	0,16						0,01	-0,92								-0,98	-0,18		1					
1997 até jan/2000	-0,67	0,17						0	-0,92								-1,01	-0,21		1					
1997 até fev/2000	-0,66	0,16						-0,01	-0,91								-0,99	-0,2		1					
1997 até mar/2000	-0,25							-0,41	-0,53								-0,88	-0,08		0,94					
1997 até dez/2000	-0,97	-0,26	-0,25	-0,88	-0,79			1,24	0,64	0,49	1,12	1,22	0,23												
1997 até jan/2001	0,03	0,32	0,55					0,25	-0,24	-0,6	-0,64	-0,07	-0,17	0,31			1,79	-1,26	-0,18	1,57	0,88				

1997 até fez/2001	0,14	-0,56	0,01	0	0,27	-0,73	0,11	0,2	0,03	-0,16	-0,35	0,63	-0,17	-0,56	0,18	0,89	-0,06		
1997 até mar/2001	0,12	0,31	0,41				0,08	-0,24	-0,49	-0,15	-0,07	-0,13	0,3	-1,16	-0,33	0,91			
1997 até dez/2001	-0,27	0,7	0,18	-0,69			0,49	-0,57	-0,26	0,57				0,72	0,79	-0,73			
1997 até jan/2002	-0,24	0,62	-0,01	-0,81			0,44	-0,49	-0,02	0,73				-0,12	-0,85	0,11	1		
1997 até fez/2002	1,38	-0,67					-1,22	0,55						-1,02	-0,08	1			
1997 até mar/2002	-0,16	0,73	0,1				0,39	-0,61	-0,19	-0,17	-0,03	-0,06	0,39	0,26	-0,29	0,54	0,23	-1,06	0,23
1997 até dez/2002	-1,31	-0,65					1,52	0,99	0,24					-0,13					
1997 até jan/2003	-1,32	-0,67					1,53	1	0,24					-0,12					
1997 até fez/2003	-1,31	-0,68					1,52	1,01	0,24					-0,11					
1997 até mar/2003	0,69	0,19	-0,55				-0,48	-0,25	0,52					-0,27	-0,91	0,21	1		
1997 até dez/2003	-0,52						0,74	0,16	0,11					-0,08					
1997 até jan/2004	-0,52						0,75	0,15	0,1					-0,09					
1997 até fez/2004	-0,54						0,77	0,16	0,12					-0,09					
1997 até mar/2004	0,87	0,33	-0,44				-0,64	-0,51	0,39										
1997 até dez/2004	1,41						-1,19	-0,42	0,26	-0,13									
1997 até jan/2005	1,28	-0,51					-1,07	0,22	0,22	-0,17									

1997 até fez/2005	0,82	-0,99	0,57			-0,6	0,8	-0,27	-0,28	0,11	-0,16	-0,07		0,77		-0,75		
1997 até mar/2005	0,33	-0,98				-0,12	0,93	0,3	-0,09	0,08	-0,08	-0,06				0,39		
1997 até dez/2005	0,35	-0,99				-0,17	0,93	0,29	-0,12	0,1	-0,09	-0,06			-0,05	-0,06	0,15	
1997 até jan/2006	-0,72	0,16	0,12			0,92	-0,04	-0,05	0,06	0	-0,05	0,78	0,75	-0,52		-0,39	0,21	
1997 até fez/2006	-0,26	0,36	-0,46	0,62	0,73	0,46	-0,31	0,5	-0,54	-0,89	-0,12	-0,09		-0,6		0,51	-0,11	0,16
1997 até mar/2006	0,96	0,94	-0,92			-0,77	-1,17	0,86	0,06	-0,05	0,11	-0,03	0,08	-0,05	-0,83		0,79	-0,12
1997 até dez/2006	-0,48	0,07				0,71	0,03	0,07						-0,2	-0,82		0,1	0,82
1997 até jan/2007	0,39	0,95	0,41	-0,94		-0,14	-1,1	-0,64	0,83	0,26								
1997 até fez/2007	1,83	-0,62	-0,33	0,14		-1,6	0,22	0,63	-0,32	0,12								
1997 até mar/2007	0,31	-0,43	-0,58			-0,1	0,3	0,79						-0,82		0,68	-0,11	0,08
1997 até abr/2007	0,32	-0,44	-0,57			-0,1	0,31	0,78						-0,83		0,68	-0,12	0,08
1997 até mai/2007	0,33	0,45	-0,56			-0,11	0,31	0,78						-0,83		0,7	-0,1	0,08
1997 até jun/2007	0,14	-0,28	-0,4			0,09	0,21	0,58						-0,83		0,71	-0,09	0,08
1997 até jul/2007	0,33	-0,45	-0,56			-0,12	0,32	0,77						-0,82		0,71	-0,07	0,1
1997 até ago/2007	0,19	-0,31	-0,39			0,04	0,25	0,57						-0,82		0,71	-0,07	0,1
1997 até set/2007	0,19	-0,27	-0,38			0,06	0,22	0,56						-0,84		0,73	-0,07	0,09

1997 até out/2007	0,16	-0,31	-0,39		0,08	0,26	0,58			-0,84		0,73	-0,06	0,11	
1997 até nov/2007	-0,39				0,65	0,12	0,14			-0,81		0,75	-0,01	0,11	
1997 até dez/2007	-0,34				0,6	0,1	0,14			-0,84		0,78	-0,02	0,1	
1997 até jan/2008	0,79	-0,2	-0,57		-0,55	-0,06	0,73			-0,82		0,72	-0,06	0,1	
1997 até fez/2008	0,69	-0,13	-0,61		-0,47	-0,07	0,74			-0,82		0,73	-0,05	0,1	
1997 até mar/2008	0,71	-0,17	-0,56		-0,48	-0,04	0,71			-0,78		0,7	-0,05	0,1	
1997 até abr/2008	0,82	-0,24	-0,53		-0,58	-0,01	0,69			-0,79		0,71	-0,06	0,09	
1997 até mai/2008	0,84	-0,37	-0,43		-0,58	0,13	0,63			-0,75		0,7	-0,02	0,12	
1997 até jun/2008	-0,58				0,81	0,16	0,13					-0,06			
1997 até jul/2008	-0,58	0,61	0,56	-0,19	0,83	-0,44	-0,6			-0,84		0,82	-0,05	0,01	
1997 até ago/2008	-0,58	0,49	-0,46	-0,59	0,83	-0,31	0,52	0,7		-0,84		0,82	-0,08		
1997 até set/2008	0,57	-0,99			-0,33	0,89	0,34	-0,08	0,14	-0,06		-0,83		0,89	
1997 até out/2008	-0,87	0,62	0,81		0,17	-0,31	-0,81	-0,11			0,45	0,08	-0,44	-0,16	-0,06
1997 até nov/2008	-0,85	0,67	0,83		1,14	-0,36	-0,83	-0,1			1,55	-0,77	-1,58	0,76	
1997 até dez/2008	-0,88	0,68	0,85		1,11	-0,4	-0,84	-0,09			0,63		-0,69	-0,01	-0,07
1997 até jan/2009	0,36	1,46	-0,12	-0,86	0,11										
					-0,12	-1,52	-0,1	0,82			0,71		-0,8		

APÊNDICE F – INDICAÇÃO DE ERROS E ACERTOS PARA INVESTIMENTOS.

Amostra utilizada	Previsão	Acertos		Ganhos/Perdas		Valor Acumulado	
		ETS	ARIMA	ETS	ARIMA	ETS	ARIMA
Jan/1997 até dez/1997	02-jan-98	1	0	0,94	-0,94	0,94	-0,94
	09-jan-98	1	1	1,84	1,84	2,78	0,91
	16-jan-98	1	0	0,80	-0,80	3,58	0,11
	23-jan-98	0	0	-0,03	-0,03	3,54	0,08
	30-jan-98	0	0	-0,55	-0,55	2,99	-0,47
1997 até jan/1998	06-fev-98	1	1	0,71	0,71	3,70	0,24
	13-fev-98	1	1	0,52	0,52	4,23	0,77
	20-fev-98	1	1	0,51	0,51	4,74	1,28
	27-fev-98	1	0	0,75	-0,75	5,49	0,52
1997 até fev/1998	06-mar-98	1	1	0,20	0,20	5,69	0,72
	13-mar-98	1	1	1,31	1,31	7,00	2,03
	20-mar-98	1	0	0,71	-0,71	7,71	1,32
	27-mar-98	0	1	-2,62	2,62	5,09	3,94
1997 até mar/1998	03-abr-98	1	1	0,02	0,02	5,11	3,96
	10-abr-98	1	1	0,83	0,83	5,94	4,79
	17-abr-98	0	0	-0,03	-0,03	5,91	4,76
	24-abr-98	0	1	-0,48	0,48	5,43	5,24
1997 até dez/1998	01-jan-99	0	0	-0,53	-0,53	4,90	4,71
	08-jan-99	0	0	-0,48	-0,48	4,42	4,23
	15-jan-99	0	1	-0,47	0,47	3,96	4,70
	22-jan-99	1	1	0,54	0,54	4,50	5,23
	29-jan-99	0	0	-0,25	-0,25	4,25	4,98
1997 até jan/1999	05-fev-99	0	0	-0,28	-0,28	3,96	4,70
	12-fev-99	1	0	1,13	-1,13	5,09	3,57
	19-fev-99	0	1	-0,15	0,15	4,94	3,72
	26-fev-99	0	1	-0,71	0,71	4,23	4,43
1997 até fev/1999	05-mar-99	0	0	-0,31	-0,31	3,92	4,12
	12-mar-99	0	0	-1,12	-1,12	2,80	3,00
	19-mar-99	0	0	-1,63	-1,63	1,17	1,36
	26-mar-99	0	1	-1,06	1,06	0,11	2,42
1997 até mar/1999	02-abr-99	1	1	1,23	1,23	1,34	3,65
	09-abr-99	1	1	0,20	0,20	1,54	3,85

	16-abr-99	0	0	-0,57	-0,57	0,97	3,28
	23-abr-99	0	0	-1,36	-1,36	-0,40	1,91
	30-abr-99	0	0	-0,30	-0,30	-0,70	1,61
1997 até dez/1999	07-jan-00	0	0	-1,49	-1,49	-2,19	0,12
	14-jan-00	1	1	0,29	0,29	-1,90	0,41
	21-jan-00	1	1	2,16	2,16	0,26	2,58
	28-jan-00	1	0	0,46	-0,46	0,72	2,12
1997 até jan/2000	04-fev-00	0	0	-0,04	-0,04	0,69	2,08
	11-fev-00	1	1	0,57	0,57	1,25	2,65
	18-fev-00	1	1	0,51	0,51	1,76	3,16
	25-fev-00	0	0	-0,78	-0,78	0,99	2,38
1997 até fez/2000	03-mar-00	0	0	-0,41	-0,41	0,58	1,97
	10-mar-00	1	1	2,67	2,67	3,25	4,64
	17-mar-00	0	0	-1,83	-1,83	1,42	2,81
	24-mar-00	0	0	-2,18	-2,18	-0,76	0,64
	31-mar-00	0	0	-0,71	-0,71	-1,47	-0,07
1997 até mar/2000	07-abr-00	1	1	1,26	1,26	-0,20	1,19
	14-abr-00	1	0	2,13	-2,13	1,92	-0,94
	21-abr-00	0	1	-0,88	0,88	1,05	-0,06
	28-abr-00	0	1	-1,07	1,07	-0,02	1,01
1997 até dez/2000	05-jan-01	0	0	-1,20	-1,20	-1,22	-0,19
	12-jan-01	0	0	-1,40	-1,40	-2,63	-1,59
	19-jan-01	0	0	-0,42	-0,42	-3,05	-2,01
	26-jan-01	0	1	-1,55	1,55	-4,60	-0,47
1997 até jan/2001	02-fev-01	0	0	-0,41	-0,41	-5,00	-0,87
	09-fev-01	1	0	3,22	-3,22	-1,78	-4,09
	16-fev-01	0	0	-1,43	-1,43	-3,21	-5,53
	23-fev-01	0	1	-1,28	1,28	-4,49	-4,25
1997 até fez/2001	02-mar-01	1	1	1,23	1,23	-3,26	-3,02
	09-mar-01	0	0	-1,02	-1,02	-4,29	-4,04
	16-mar-01	1	0	1,22	-1,22	-3,07	-5,26
	23-mar-01	1	1	0,67	0,67	-2,40	-4,59
	30-mar-01	0	0	-0,24	-0,24	-2,64	-4,83
1997 até mar/2001	06-abr-01	0	1	-0,10	0,10	-2,74	-4,73
	13-abr-01	0	1	-1,40	1,40	-4,13	-3,33
	20-abr-01	0	1	-0,97	0,97	-5,10	-2,36
	27-abr-01	1	0	0,56	-0,56	-4,55	-2,92

1997 até dez/2001	04-jan-02	1	0	0,45	-0,45	-4,10	-3,36
	11-jan-02	1	0	0,93	-0,93	-3,17	-4,30
	18-jan-02	0	0	-2,14	-2,14	-5,31	-6,44
	25-jan-02	0	1	-0,57	0,57	-5,88	-5,87
1997 até jan/2002	01-fev-02	0	0	-0,75	-0,75	-6,62	-6,62
	08-fev-02	0	0	-0,38	-0,38	-7,00	-7,00
	15-fev-02	0	0	-0,81	-0,81	-7,81	-7,80
	22-fev-02	1	0	0,59	-0,59	-7,22	-8,39
1997 até fez/2002	01-mar-02	1	1	0,42	0,42	-6,80	-7,97
	08-mar-02	1	0	1,56	-1,56	-5,24	-9,53
	15-mar-02	1	1	1,84	1,84	-3,40	-7,69
	22-mar-02	1	0	1,15	-1,15	-2,25	-8,84
	29-mar-02	1	0	0,58	-0,58	-1,67	-9,42
1997 até mar/2002	05-abr-02	1	1	2,06	2,06	0,39	-7,36
	12-abr-02	0	1	-1,48	1,48	-1,09	-5,88
	19-abr-02	0	1	-1,27	1,27	-2,36	-4,60
	26-abr-02	1	0	1,64	-1,64	-0,72	-6,24
1997 até dez/2002	03-jan-03	0	0	-0,07	-0,07	-0,80	-6,32
	10-jan-03	0	0	-0,36	-0,36	-1,15	-6,67
	17-jan-03	1	0	0,95	-0,95	-0,20	-7,62
	24-jan-03	1	0	0,31	-0,31	0,10	-7,93
	31-jan-03	0	1	-0,26	0,26	-0,16	-7,67
1997 até jan/2003	07-fev-03	0	1	-0,46	0,46	-0,62	-7,21
	14-fev-03	1	0	1,45	-1,45	0,83	-8,66
	21-fev-03	1	1	0,02	0,02	0,84	-8,64
	28-fev-03	1	1	0,55	0,55	1,40	-8,08
1997 até fez/2003	07-mar-03	0	0	-0,04	-0,04	1,35	-8,13
	14-mar-03	0	1	-0,11	0,11	1,24	-8,02
	21-mar-03	0	0	-5,25	-5,25	-4,01	-13,27
	28-mar-03	0	1	-3,22	3,22	-7,23	-10,05
1997 até mar/2003	04-abr-03	0	0	-0,89	-0,89	-8,12	-10,93
	11-abr-03	1	1	2,02	2,02	-6,10	-8,91
	18-abr-03	1	0	0,00	0,00	-6,10	-8,91
	25-abr-03	0	1	-0,39	0,39	-6,49	-8,52
1997 até dez/2003	02-jan-04	0	1	-0,16	0,16	-6,65	-8,36
	09-jan-04	1	0	1,13	-1,13	-5,53	-9,48
	16-jan-04	1	0	0,88	-0,88	-4,65	-10,36
	23-jan-04	0	0	-0,57	-0,57	-5,22	-10,93
	30-jan-04	0	1	-0,84	0,84	-6,06	-10,09
1997 até jan/2004	06-fev-04	0	0	-1,70	-1,70	-7,77	-11,79
	13-fev-04	1	1	0,03	0,03	-7,74	-11,76
	20-fev-04	0	0	-1,54	-1,54	-9,28	-13,30
	27-fev-04	0	0	-0,43	-0,43	-9,70	-13,73
1997 até fez/2004	05-mar-04	1	1	1,51	1,51	-8,20	-12,22

	12-mar-04	1	1	0,42	0,42	-7,78	-11,81
	19-mar-04	1	1	0,37	0,37	-7,41	-11,44
	26-mar-04	0	0	-0,01	-0,01	-7,42	-11,44
1997 até mar/2004	02-abr-04	0	0	-1,50	-1,50	-8,92	-12,95
	09-abr-04	1	0	0,10	-0,10	-8,82	-13,04
	16-abr-04	1	0	1,35	-1,35	-7,47	-14,39
	23-abr-04	1	0	0,06	-0,06	-7,41	-14,45
	30-abr-04	1	0	0,53	-0,53	-6,88	-14,98
1997 até dez/2004	07-jan-05	0	0	-2,20	-2,20	-9,08	-17,18
	14-jan-05	0	1	-3,50	3,50	-12,58	-13,68
	21-jan-05	0	0	-1,55	-1,55	-14,13	-15,23
	28-jan-05	0	0	-2,45	-2,45	-16,58	-17,68
1997 até jan/2005	04-fev-05	0	0	-1,61	-1,61	-18,19	-19,28
	11-fev-05	0	1	-1,19	1,19	-19,38	-18,09
	18-fev-05	1	0	1,98	-1,98	-17,40	-20,07
	25-fev-05	1	0	2,92	-2,92	-14,48	-22,99
1997 até fez/2005	04-mar-05	1	1	1,17	1,17	-13,31	-21,83
	11-mar-05	1	0	2,28	-2,28	-11,03	-24,10
	18-mar-05	1	1	1,57	1,57	-9,47	-22,54
	25-mar-05	1	1	0,94	0,94	-8,53	-21,60
1997 até mar/2005	01-abr-05	0	0	-1,83	-1,83	-10,37	-23,43
	08-abr-05	1	0	3,28	-3,28	-7,09	-26,71
	15-abr-05	0	1	-4,23	4,23	-11,32	-22,48
	22-abr-05	0	0	-0,29	-0,29	-11,61	-22,78
	29-abr-05	1	1	1,88	1,88	-9,73	-20,90
1997 até dez/2005	06-jan-06	0	1	-4,31	4,31	-14,04	-16,59
	13-jan-06	0	0	-1,86	-1,86	-15,90	-18,46
	20-jan-06	0	0	-1,57	-1,57	-17,48	-20,03
	27-jan-06	0	1	-1,70	1,70	-19,17	-18,34
1997 até jan/2006	03-fev-06	0	0	-0,31	-0,31	-19,48	-18,65
	10-fev-06	0	0	-2,74	-2,74	-22,22	-21,39
	17-fev-06	0	0	-2,83	-2,83	-25,05	-24,21
	24-fev-06	0	1	-0,11	0,11	-25,15	-24,11
	03-mar-06	0	0	-1,84	-1,84	-27,00	-25,95
1997 até fez/2006	10-mar-06	1	1	0,07	0,07	-26,92	-25,87
	17-mar-06	0	0	-0,12	-0,12	-27,04	-26,00
	24-mar-06	0	0	-0,05	-0,05	-27,09	-26,04
	31-mar-06	0	1	-2,10	2,10	-29,19	-23,94
	07-abr-06	1	1	2,36	2,36	-26,84	-21,58
1997 até mar/2006	14-abr-06	1	0	1,56	-1,56	-25,27	-23,15
	21-abr-06	1	0	3,52	-3,52	-21,75	-26,67
	28-abr-06	1	0	0,56	-0,56	-21,19	-27,23
	1997 até dez/2006	05-jan-07	1	1	2,51	2,51	-18,69
12-jan-07		1	0	4,76	-4,76	-13,93	-29,48
19-jan-07		1	1	2,63	2,63	-11,30	-26,85

	26-jan-07	0	0	-1,86	-1,86	-13,15	-28,71
1997 até jan/2007	02-fev-07	0	0	-1,70	-1,70	-14,85	-30,41
	09-fev-07	0	0	-2,44	-2,44	-17,29	-32,85
	16-fev-07	0	0	-0,62	-0,62	-17,91	-33,46
	23-fev-07	0	1	-0,58	0,58	-18,49	-32,89
	02-mar-07	1	1	3,70	3,70	-14,78	-29,18
1997 até fez/2007	09-mar-07	1	0	0,26	-0,26	-14,52	-29,44
	16-mar-07	0	0	-0,47	-0,47	-14,99	-29,91
	23-mar-07	0	0	-0,30	-0,30	-15,29	-30,21
	30-mar-07	1	1	4,15	4,15	-11,14	-26,06
	06-abr-07	1	1	3,14	3,14	-8,00	-22,92
1997 até mar/2007	13-abr-07	0	1	-0,33	0,33	-8,33	-22,59
	20-abr-07	0	1	-0,67	0,67	-9,00	-21,93
	27-abr-07	1	0	0,28	-0,28	-8,72	-22,21
	04-mai-07	0	0	-0,03	-0,03	-8,75	-22,23
1997 até abr/2007	11-mai-07	0	1	-2,01	2,01	-10,76	-20,22
	18-mai-07	1	0	2,45	-2,45	-8,31	-22,68
	25-mai-07	1	0	2,60	-2,60	-5,71	-25,27
	01-jun-07	0	0	-1,63	-1,63	-7,34	-26,90
1997 até mai/2007	08-jun-07	1	1	1,18	1,18	-6,16	-25,73
	15-jun-07	0	1	-0,38	0,38	-6,54	-25,35
	22-jun-07	1	0	1,99	-1,99	-4,55	-27,34
	29-jun-07	0	0	-0,51	-0,51	-5,06	-27,85
	06-jul-07	0	0	-2,25	-2,25	-7,32	-30,11
1997 até jun/2007	13-jul-07	1	1	3,82	3,82	-3,50	-26,29
	20-jul-07	1	1	0,85	0,85	-2,65	-25,44
	27-jul-07	0	1	-0,77	0,77	-3,42	-24,67
	03-ago-07	1	1	0,13	0,13	-3,29	-24,54
1997 até jul/2007	10-ago-07	0	1	-4,11	4,11	-7,40	-20,43
	17-ago-07	0	1	-1,61	1,61	-9,01	-18,82
	24-ago-07	0	0	-1,08	-1,08	-10,08	-19,90
	31-ago-07	1	0	1,34	-1,34	-8,74	-21,24
	07-set-07	0	0	-3,05	-3,05	-11,79	-24,29
1997 até ago/2007	14-set-07	0	1	-2,15	2,15	-13,94	-22,14
	21-set-07	0	1	-1,75	1,75	-15,69	-20,39
	28-set-07	0	1	-0,99	0,99	-16,68	-19,40
	05-out-07	0	0	-0,40	-0,40	-17,08	-19,80
1997 até set/2007	12-out-07	0	0	-0,08	-0,08	-17,16	-19,88
	19-out-07	1	1	4,46	4,46	-12,70	-15,42
	26-out-07	1	0	0,97	-0,97	-11,74	-16,38
	02-nov-07	1	1	4,95	4,95	-6,79	-11,43
1997 até out/2007	09-nov-07	1	1	3,51	3,51	-3,28	-7,92
	16-nov-07	0	1	-1,58	1,58	-4,86	-6,34
	23-nov-07	1	0	2,71	-2,71	-2,14	-9,06
	30-nov-07	0	1	-0,12	0,12	-2,26	-8,93

	07-dez-07	0	0	-4,08	-4,08	-6,35	-13,02
1997 até nov/2007	14-dez-07	1	1	1,19	1,19	-5,15	-11,82
	21-dez-07	1	0	1,01	-1,01	-4,14	-12,84
	28-dez-07	1	0	1,79	-1,79	-2,34	-14,63
	04-jan-08	0	1	-2,56	2,56	-4,91	-12,07
1997 até dez/2007	11-jan-08	0	0	-0,98	-0,98	-5,88	-13,05
	18-jan-08	0	0	-4,73	-4,73	-10,62	-17,78
	25-jan-08	0	0	-2,99	-2,99	-13,60	-20,77
	01-fev-08	0	0	-3,30	-3,30	-16,91	-24,07
1997 até jan/2008	08-fev-08	1	0	2,33	-2,33	-14,58	-26,40
	15-fev-08	0	1	-3,66	3,66	-18,24	-22,74
	22-fev-08	0	1	-3,44	3,44	-21,67	-19,31
	29-fev-08	0	1	-1,58	1,58	-23,25	-17,73
1997 até fez/2008	07-mar-08	1	1	2,68	2,68	-20,57	-15,04
	14-mar-08	1	0	4,08	-4,08	-16,49	-19,12
	21-mar-08	0	1	-0,53	0,53	-17,02	-18,59
	28-mar-08	0	1	-2,69	2,69	-19,71	-15,90
1997 até mar/2008	04-abr-08	0	0	-0,74	-0,74	-20,45	-16,64
	11-abr-08	1	0	4,17	-4,17	-16,28	-20,81
	18-abr-08	1	1	3,81	3,81	-12,47	-17,00
	25-abr-08	1	1	3,68	3,68	-8,79	-13,32
1997 até abr/2008	02-mai-08	0	0	-0,96	-0,96	-9,75	-14,28
	09-mai-08	1	0	4,53	-4,53	-5,22	-18,81
	16-mai-08	1	0	5,01	-5,01	-0,21	-23,81
	23-mai-08	1	0	3,53	-3,53	3,32	-27,34
	30-mai-08	1	1	2,34	2,34	5,66	-25,01
1997 até mai/2008	06-jun-08	0	0	-5,19	-5,19	0,47	-30,20
	13-jun-08	1	0	8,36	-8,36	8,82	-38,55
	20-jun-08	1	1	0,03	0,03	8,85	-38,52
	27-jun-08	1	0	1,10	-1,10	9,95	-39,62
1997 até jun/2008	04-jul-08	1	1	5,54	5,54	15,49	-34,08
	11-jul-08	0	1	-1,28	1,28	14,21	-32,80
	18-jul-08	1	1	0,18	0,18	14,39	-32,62
	25-jul-08	0	1	-10,88	10,88	3,51	-21,74
1997 até jul/2008	01-ago-08	1	1	4,01	4,01	7,52	-17,73
	08-ago-08	1	0	4,23	-4,23	11,74	-21,96
	15-ago-08	1	1	6,74	6,74	18,48	-15,22
	22-ago-08	1	0	0,22	-0,22	18,70	-15,44
	29-ago-08	0	0	-2,32	-2,32	16,38	-17,76
1997 até ago/2008	05-set-08	1	1	5,36	5,36	21,74	-12,40
	12-set-08	1	0	7,56	-7,56	29,30	-19,96
	19-set-08	1	1	8,25	8,25	37,55	-11,72
	26-set-08	0	0	-8,57	-8,57	28,98	-20,29
1997 até set/2008	03-out-08	1	1	5,03	5,03	34,01	-15,26
	10-out-08	1	1	11,32	11,32	45,33	-3,94

	17-out-08	1	0	11,27	-11,27	56,60	-15,20
	24-out-08	1	1	5,97	5,97	62,57	-9,24
	31-out-08	1	0	5,11	-5,11	67,67	-14,34
1997 até out/2008	07-nov-08	1	1	0,16	0,16	67,83	-14,19
	14-nov-08	1	1	6,55	6,55	74,38	-7,64
	21-nov-08	1	1	4,53	4,53	78,91	-3,10
	28-nov-08	1	1	1,66	1,66	80,57	-1,45
1997 até nov/2008	05-dez-08	1	1	2,45	2,45	83,02	1,00
	12-dez-08	1	1	4,83	4,83	87,84	5,83
	19-dez-08	0	0	-2,88	-2,88	84,96	2,95
	26-dez-08	1	1	4,42	4,42	89,38	7,37
1997 até dez/2008	02-jan-09	1	1	2,38	2,38	91,76	9,74
	09-jan-09	0	0	-8,58	-8,58	83,18	1,16
	16-jan-09	1	1	2,70	2,70	85,87	3,86
	23-jan-09	1	1	0,04	0,04	85,92	3,90
	30-jan-09	0	0	-0,63	-0,63	85,28	3,27
1997 até jan/2009	06-fev-09	0	0	-0,01	-0,01	85,27	3,26
	13-fev-09	1	1	1,11	1,11	86,38	4,37
	20-fev-09	0	0	-3,27	-3,27	83,12	1,10
	27-fev-09	1	1	0,18	0,18	83,30	1,28
1997 até fez/2009	06-mar-09	0	0	-2,96	-2,96	80,33	-1,68
	13-mar-09	1	0	0,38	-0,38	80,71	-2,06
	20-mar-09	0	1	-2,25	2,25	78,47	0,18
	27-mar-09	0	1	-5,48	5,48	72,98	5,67
1997 até mar/2009	03-abr-09	0	0	-1,87	-1,87	71,12	3,80
	10-abr-09	1	0	2,31	-2,31	73,43	1,49
	17-abr-09	1	1	0,43	0,43	73,86	1,91
	24-abr-09	0	0	-2,42	-2,42	71,44	-0,51
1997 até dez/2009	01-jan-10	0	0	-3,42	-3,42	68,02	-3,93
	08-jan-10	0	0	-3,18	-3,18	64,84	-7,11
	15-jan-10	1	1	0,24	0,24	65,07	-6,87
	22-jan-10	1	1	3,34	3,34	68,42	-3,53
	29-jan-10	1	1	3,48	3,48	71,89	-0,05
1997 até jan/2010	05-fev-10	0	1	-0,81	0,81	71,08	0,76
	12-fev-10	1	1	2,53	2,53	73,61	3,29
	19-fev-10	0	0	-3,12	-3,12	70,50	0,17
	26-fev-10	0	0	-2,44	-2,44	68,05	-2,28
1997 até fez/2010	05-mar-10	1	1	0,60	0,60	68,65	-1,68
	12-mar-10	1	1	1,85	1,85	70,50	0,17
	19-mar-10	0	0	-0,27	-0,27	70,23	-0,10
	26-mar-10	0	1	-0,25	0,25	69,98	0,15
1997 até set/2010	01-out-10	1	1	0,88	0,88	70,87	1,03
	08-out-10	1	1	4,90	4,90	75,77	5,93
	15-out-10	0	1	-0,07	0,07	75,70	6,00
	22-out-10	0	1	-1,32	1,32	74,38	7,32

	29-out-10	1	0	0,21	-0,21	74,59	7,11
1997 até out/2010	05-nov-10	1	1	2,20	2,20	76,79	9,30
	12-nov-10	1	1	3,08	3,08	79,87	12,38
	19-nov-10	0	0	-2,83	-2,83	77,04	9,55
	26-nov-10	0	0	-1,74	-1,74	75,29	7,81
	03-dez-10	1	0	2,84	-2,84	78,13	4,98
1997 até nov/2010	10-dez-10	0	0	-4,09	-4,09	74,04	0,88
	17-dez-10	0	0	-0,21	-0,21	73,83	0,68
	24-dez-10	0	0	-1,04	-1,04	72,79	-0,36
	31-dez-10	0	1	-1,06	1,06	71,73	0,71
TOTAL ACERTOS		147	143				