

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
**SETOR DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MACROECONOMIA E FINANÇAS**

**UTILIZAÇÃO DO MÉTODO BOX-JENKINS PARA  
PREVISÃO DE INDICADORES ECONÔMICOS  
(IPCA, SELIC, CÂMBIO E IBOVESPA)**

**CURITIBA**  
**2014**

**NAOR COELHO JÚNIOR**

**UTILIZAÇÃO DO MÉTODO BOX-JENKINS PARA  
PREVISÃO DE INDICADORES ECONÔMICOS  
(IPCA, SELIC, CÂMBIO E IBOVESPA)**

Artigo de conclusão de curso de especialização do Programa de Pós-Graduação em Macroeconomia e Finanças, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Wagner da Fonseca

**CURITIBA  
2014**

## RESUMO

A necessidade de se antecipar ao movimento de mercado pelos investidores é cada vez mais importante para que se possa proteger de desvalorizações causadas por alocações equivocadas. Pensando em como direcionar estas aplicações o presente trabalho tem por objetivo realizar o estudo de alguns indicadores (câmbio, Ibovespa, IPCA e Selic) que possuem grande impacto na maioria dos ativos de renda fixa e renda variável. Para tanto foram analisadas as séries temporais compreendidas no período de jan/2000 a dez/2012 e utilizada a metodologia Box-Jenkins para a realização das previsões das séries para o período de dez/2013. Apesar das divergências apresentadas entre os valores realizado e previsto os modelos estimados foram capazes de prever com moderação os movimentos do mercado.

**Palavras chaves:** Box-Jenkins, renda fixa, renda variável, previsão, investimentos

## 1. INTRODUÇÃO

Ser capaz de identificar padrões de determinados indicadores e por meio disso conseguir prever movimentos futuros é uma das habilidades mais procuradas na área de investimentos. A possibilidade de prever séries temporais de índices econômicos e de mercado não é uma das tarefas mais fáceis, visto que as variáveis envolvidas, tais como: ciclos, tendências e padrões, apresentadas por estes índices, nem sempre se apresentam de forma clara e de fácil visualização. Por esse motivo, a capacidade de prever e antecipar o movimento destes indicadores é algo extremamente cobiçado na área de investimentos.

Para atingir esse objetivo, os participantes de mercado utilizam-se de diversos métodos. De acordo com EITEMAN, STONEHILL e MOFFETT (2010, p. 255) “as previsões podem ser baseadas em elaborados modelos econométricos, na análise técnica de gráficos e tendências, na intuição e em uma certa medida de ousadia.” Os métodos baseados em análise gráfica sustentam que todas as informações necessárias para uma previsão estão contidas na série analisada, e que os padrões apresentados no passado tendem a se repetir no futuro. Já, a modelagem econométrica possibilita apresentar complexos sistemas, que consideram em sua estrutura uma infinidade de variáveis que podem influenciar em seus resultados.

A ideia do presente trabalho é realizar a previsão de alguns indicadores de mercado que possuem grande influência sobre os produtos de investimentos. Para tanto, não se

utilizará de uma metodologia visual e simplista como a análise gráfica, mas também não será empregado um elaborado modelo econométrico com inúmeras variáveis.

O sistema adotado neste trabalho para efetuar a previsão dos indicadores é um meio termo entre os extremos, sendo empregado o método Box-Jenkins, também conhecido tecnicamente como ARIMA (autorregressivo integrado de médias móveis).

## 2. OS INDICADORES

Considerando a importância de se realizar previsões para nortear os investimentos, foram escolhidos quatro indicadores para serem analisados neste trabalho e dessa forma estimar seu comportamento futuro, sendo eles: câmbio (USD/BRL), inflação (IPCA), taxa de juros (Selic) e bolsa de valores (Ibovespa).

O motivo da escolha destes índices é o alto grau de influência que possuem no mercado financeiro. Seus desempenhos têm reflexo em ativos tanto de renda fixa como de renda variável.

Observe a inflação, segundo SANDRONI (1999, p. 301), inflação é um “aumento persistente dos preços em geral, que resulta em uma contínua perda de poder aquisitivo da moeda”. Assim como o aumento da inflação prejudica o desempenho da economia como um todo ao reduzir o poder de compra da população, também prejudica o desempenho de algumas aplicações de renda fixa visto que, se não for percebido o potencial aumento da inflação, pode acarretar em prejuízo ao investidor.

Os títulos prefixados são alguns dos investimentos que tendem a sofrer grande impacto com o aumento da inflação.

Durante muitos anos, os investidores viram os títulos como investimentos muito seguros. Afinal, a receita de juros é determinada e as chances de quebra são remotas. Mas esse raciocínio desconsiderava os efeitos perniciosos da inflação sobre os títulos de renda fixa. Isso porque, embora o rendimento nominal dos títulos prefixados seja especificado, o valor dos pagamentos de juros e do principal resultantes para o investidor é muito mais baixo em caso de inflação elevada. Cria-se, então, a necessidade de que os investidores se preocupem com o rendimento real, ou corrigido pela inflação, de um ativo, e não com seu rendimento nominal. (HIGGINS, 2014, p. 159)

Mesmo que os títulos prefixados sejam os principais impactados por um aumento da inflação, os títulos pós-fixados também sofrem com suas oscilações. A elevação dos níveis de preço impacta negativamente, reduzindo o retorno a ser pago pelo título pós-fixado. Se o juro nominal que rentabiliza os títulos pós-fixados não sofrer reajustes no período em que houver aumento de inflação, o retorno real proporcionado pelos títulos será menor, podendo até mesmo tornar-se negativo, caso a inflação supere o juro nominal.

Contudo, entre os títulos pós-fixados, existe uma categoria que apresenta uma defesa natural contra à variação da inflação, são os chamados títulos indexados. Os títulos indexados,

de uma forma geral, possuem seu rendimento dividido em duas partes, a primeira um prêmio fixo e a segunda reajustada pela inflação, o que faz com que o investidor sempre receba a taxa real que contratou, independente de qual seja a inflação no período.

Assim como a inflação, a taxa de juros também possui forte impacto sobre os títulos de renda fixa, principalmente os prefixados.

*Debt securities, which pay fixed coupon rates, suffer a price decline when interest rates go up unexpectedly, because the stated coupon is inadequate to compensate for the prevailing higher levels of interest rates. Likewise, reinvestment of fixed contractual coupons becomes risky when market interest rates decline. This interest rate risk is the most important source of risk for many debt securities. (SUNDARESAN, 2009, p. 14)*

Segundo FABOZZI (2005), os títulos de renda fixa tendem a se mover na direção contrária ao da taxa de juros. Fato de que, no momento em que houver um aumento na taxa de juros, acarretará em redução nos preços dos títulos com uma taxa fixa contratada. Essa redução dos preços dos títulos é um mecanismo para que os seus portadores consigam revendê-los no mercado, pois caso não haja essa redução, os títulos não apresentarão um retorno atrativo, fazendo com que os investidores procurem no mercado ativos que apresentem retorno mais condizente com o atual cenário de alta de juros. Esse movimento inverso entre a taxa de juros e o preço do título é conhecido como risco de taxa de juros.

*Interest rate risk is also common to all bonds, and has an important effect on bond values. It is the risk that bond prices will fall if market interest rates rise, and is the main form of market risk for bonds and strips. (CHOUDHRY, 2001, p. 155)*

Diferente dos ativos de renda fixa, onde é possível compreender quais são as variáveis responsáveis por influenciar o seu desempenho, ativos de renda variável apresentam uma dificuldade maior devido a grande quantidade de variáveis que podem impactar um único ativo como: alterações no cenário político, mudanças geográficas, variações no cenário internacional, entre tantas outras que podem influenciar no desempenho futuro de um determinado ativo de renda variável.

Devido à dificuldade de se avaliar o desempenho de um único ativo no mercado de renda variável, e este mercado apresentar um quantidade expressiva de ativos disponíveis, foi necessário criar uma *proxy* para avaliar o desempenho dos ativos como um todo, a *proxy* adotada pelo mercado de uma forma geral foi o índice de mercado.

O índice de mercado, consoante REILLY (2008), apresenta pelo menos cinco aplicações:

1. avaliação de gestores profissionais;
2. criação de carteiras indexadas ao índice de mercado;
3. avaliação do movimento agregado dos ativos;
4. projeção do mercado através da análise gráfica;
5. avaliação do risco da carteira de mercado em comparação a um ativo específico.

Neste trabalho, a aplicação que se utiliza é de que o índice de mercado representa o movimento agregado dos ativos. Segundo ASSAF (2000, p. 218) “o índice de bolsa de valores mede o desempenho médio dos preços de uma suposta carteira de ações, refletindo o comportamento do mercado em um determinado intervalo de tempo”. Assim, é possível estimar o comportamento médio da renda variável ao conseguir avaliar qual será o comportamento do índice de mercado.

Considerando estas informações, o índice Ibovespa, que é composto por ações que atendam as condições de: estarem inclusas em uma relação de ações cujos índices de negociabilidade somados representem 80% do valor acumulado de todos os índices individuais, apresentarem participação, considerando o volume de negociação, superior a 0,1% do total e apresentarem participação em mais de 80% do total de pregões do período. O Ibovespa foi escolhido para ser a *proxy* de mercado para a renda variável, visto que é considerado o principal índice do mercado acionário brasileiro, FRANKENBERG (1999) e FONSECA (2009).

Por fim, tem-se o câmbio, a taxa de câmbio é a medida pela qual a moeda de um país qualquer pode ser convertida em moeda de outro país, PINHO e VASCONCELOS (2003, p. 426). Assim como a maioria dos bens e serviços disponíveis, o câmbio é influenciado pela lei da oferta e da demanda, se existe uma oferta maior de moeda estrangeira disponível no mercado, a tendência é que esta moeda apresente uma depreciação frente à moeda local, caso ocorra uma redução da oferta devido à saída da moeda estrangeira, espera-se uma apreciação frente à moeda local.

Devido ao rápido crescimento do mercado financeiro internacional, o câmbio passou a ter maior influência nas negociações que, conforme PINHO e VASCONCELOS (2003, p. 430), pode ser explicado pelos seguintes fatores:

- a) evolução tecnológica na telecomunicação e informática, reduzindo os custos e eliminando as fronteiras nas das negociações ;
- b) desregulamentação do mercado financeiro internacional, facilitando a diversificação do portfólio em escala global;
- c) inovações financeiras, possibilitando a aparição de novos produtos financeiros.

Estes fatores ampliaram o alcance de investidores do mundo todo, criando fluxo de capital e moedas para diversos destinos, seja para aplicações em investimentos diretos ou para capital especulativo em aplicações de curto prazo. Com o Brasil não foi diferente, sendo fortemente influenciado pela participação do investidor estrangeiro na bolsa de valores brasileira. Assim, a taxa de câmbio serve como um termômetro para avaliar a direção do mercado de renda variável. Uma desvalorização do dólar frente ao real demonstra excesso de oferta de moeda estrangeira no mercado, sinalizando aumento de participação do investidor estrangeiro no mercado, o movimento contrário, apreciação da moeda estrangeira, indica uma fuga de capital o que pode refletir em um movimento de queda pela bolsa brasileira.

### 3. DESCRIÇÃO DAS SÉRIES

As séries selecionadas compreendem o período de janeiro de 2000 a dezembro de 2012, sendo que as estimativas a serem realizadas consideram um período de 12 meses à frente. A escolha do período tem como objetivos compreender na análise os efeitos sofridos pelo dólar no ano de 2002, quando a sua cotação chegou próxima a R\$ 4,00, bem como, compreender a evolução do índice Ibovespa, que entre maio de 2002 a setembro de 2008 apresentou valorização de aproximadamente 600% e que de junho de 2008 a novembro de 2008 apresentou uma desvalorização de cerca de 50%.

As séries escolhidas são as seguintes:

- a) **IPCA (Índice de Preço ao Consumidor Amplo):** é o índice oficial de inflação adotado pelo Brasil, calculado pelo IBGE é o parâmetro para a política de metas de inflação. Compreende famílias com rendimentos entre 01 e 40 salários mínimos, com abrangência nas regiões Metropolitanas do Rio de Janeiro, Porto Alegre, Belo Horizonte, Recife, São Paulo, Belém, Fortaleza, Salvador e Curitiba, além de Brasília e do município de Goiânia. Possui periodicidade mensal (13522 - Índice nacional de preços ao consumidor - amplo (IPCA) - em 12 meses - %).
- b) **Taxa SELIC:** é a taxa básica de juros da economia. É resultante das operações realizadas no Sistema Especial de Liquidação e Custódia (SELIC), onde são registradas as operações de compra e venda de títulos públicos, sendo que a partir destas operações é formada a taxa SELIC (4189 - Taxa de juros - Selic acumulada no mês anualizada - % a.a.).
- c) **Ibovespa:** principal índice de bolsa de valores do mercado acionário brasileiro. Representa uma carteira teórica de ações (elaborada por uma metodologia desenvolvida pela BM&FBovespa) que é revisada trimestralmente e reflete o desempenho das principais ações da bolsa (7845 - Bovespa - índice mensal – Pontos).
- d) **Câmbio (USD/BRL):** média aritmética da taxa de câmbio mensurada pelo Banco Central - BACEN (3696 - Taxa de câmbio - Livre - Dólar americano (venda) - Fim de período - mensal - u.m.c./US\$).

Todos os dados foram extraídos do Sistema Gerenciador de Séries Temporais do Banco Central<sup>1</sup>, podendo consultar as séries mediante os códigos apresentados no fim da descrição das séries.

---

<sup>1</sup> <https://www3.bcb.gov.br/sqspub/>

#### 4. METODOLOGIA BOX-JENKINS

A metodologia Box-Jenkins (ARIMA) é um processo de análise de séries temporais. Por séries temporais, compreende-se uma sequência de observações ordenadas, com cada observação sendo associada a um momento no tempo.

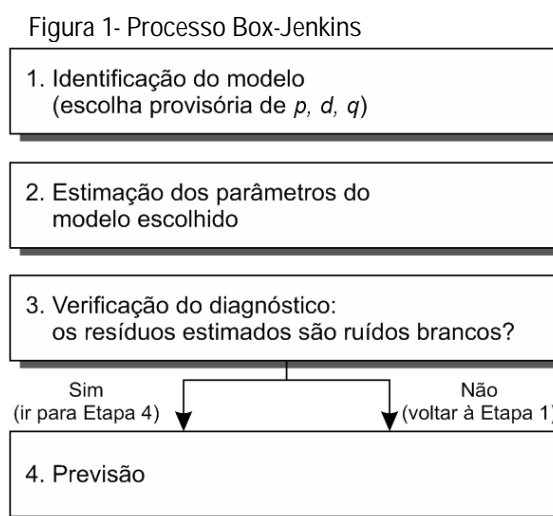
Segundo GUJARATI (2012, p. 768), “a ênfase desses métodos não está na construção de modelos uniecuacionais ou de equações simultâneas, mas na análise probabilística, ou estocástica, das propriedades da própria série temporal econômica sob a filosofia *deixe os dados falarem por sim mesmos*”. Isto é, os modelos ARIMA univariados, diferentes de outras regressões, não são influenciados por outras variáveis, mas sim, pelos valores defasados de suas próprias séries por meio de uma correlação temporal.

Assim, devido à utilização única da série para a realização da análise, ocorre uma facilitação do processo de previsão, visto que não haverá necessidade de se testar e comprovar a influência de outras variáveis na equação e nem mesmo a relação da teoria econômica entre elas.

Dessa forma, o intuito de se analisar uma série temporal é basicamente dividido em dois objetivos:

- 1) Avaliar a série e compreender seu comportamento (quais são os fatores de autocorrelação responsáveis por influenciar a série); e
- 2) Ser capaz de realizar projeções quanto o seu comportamento futuro, a partir do conhecimento de seu comportamento passado.

Para atingir os objetivos citados acima, a metodologia Box-Jenkins passa por um processo de análise que pode ser observado na Figura 1:



Fonte: Gujarati (2012)

- 1) **Identificação:** é a fase onde se avaliam quais são os valores apropriados do modelo ARIMA ( $p$ ,  $d$ ,  $q$ ) por meio da utilização de correlogramas, onde,  $p$



corresponde o número de termos autoregressivos,  $d$  o número de vezes que a série foi diferenciada até apresentar estacionariedade e,  $q$  o número de termos de média móvel;

2) **Estimação:** identificados os valores, é então realizada a estimação dos parâmetros dos termos autoregressivos e de média móvel ( $p$  e  $q$ ). A estimação aqui adotada será a dos mínimos quadrados.

3) **Verificação do diagnóstico:** avaliados os termos de composição do modelo e estimada a equação, faz-se então a verificação se o modelo encontra-se ajustado aos dados da série temporal, pois existe a possibilidade de que outros modelos ARIMA apresentem melhor ajuste.

4) **Previsão:** escolhido o modelo que apresente o melhor ajuste, é então realizada a previsão da série.

#### 4.1 ESTACIONARIEDADE

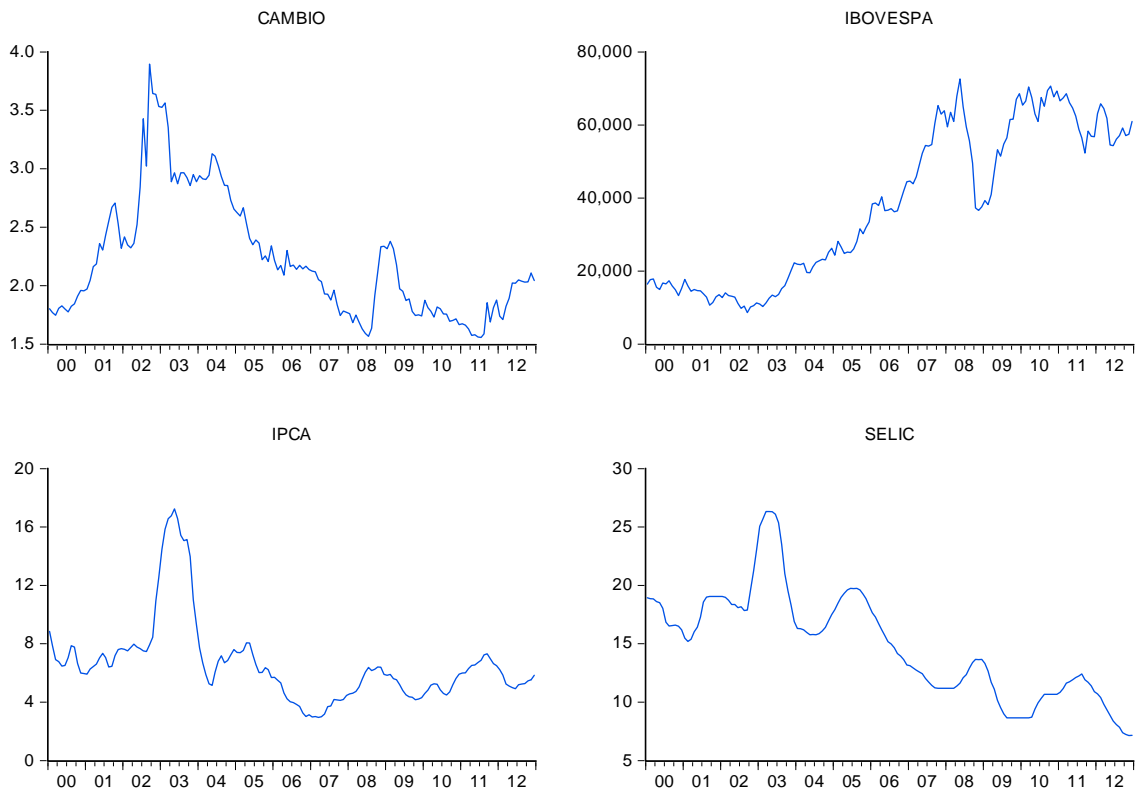
Antes de se iniciar a aplicação da metodologia Box-Jenkins deve-se avaliar se a série analisada é estacionária. A estacionariedade da série é uma das premissas para se trabalhar com séries temporais, visto que sua análise é mais simples e, dessa forma, consegue-se a estabilidade dos parâmetros estimados, evitando assim resultados questionáveis na regressão, como regressões espúrias.

Para uma série temporal ser estacionária é necessário que suas características estatísticas sejam constantes ao longo do tempo, isto é, considerado um determinado intervalo de tempo, a média e a variância apresentadas pela série sejam aproximadamente as mesmas, HEIJI (2004).

A maneira mais fácil de avaliar a estacionariedade de uma determinada série é por meio da análise gráfica de sua evolução ao longo do tempo, onde é possível observar como esta evoluiu, e se apresenta uma evolução em torno de uma média e variância constante.

A Figura 2 apresenta os gráficos em nível das séries analisadas.

Figura 2- Séries em nível



Fonte: Bacen, elaborado pelo autor

Observando os gráficos é possível notar que tanto o câmbio como a Selic apresentam uma tendência de queda ao longo do tempo (mesmo apresentando movimentos intermediários de alta) e o índice Ibovespa apresenta uma tendência de alta. O comportamento apresentado por estas séries dificilmente poderá ser considerada estacionária. Contudo, o gráfico do IPCA apresenta oscilações fortes no início da série (2002 a 2004) seguido de uma evolução mais acomodada no restante do período, o que dificulta a percepção da existência ou não de estacionariedade nesta série.

Para que seja possível atestar a estacionariedade ou não das séries realiza-se um teste de raiz unitária. A intenção ao se realizar este teste é obter um resultado negativo. Estes testes, de forma geral, são baseados em testar a hipótese nula de que  $H_0: \rho = 1$  (existência de raiz unitária) e que  $H_1: \rho < 1$  (não há raiz unitária). O motivo de se querer rejeitar a existência de raiz unitária em uma série é que a sua presença rompe os pressupostos de que a média e a variância devem ser constantes ao longo do tempo, o que acaba comprometendo os resultados obtidos com estes modelos.

O teste adotado para avaliação de presença ou não de raiz unitária foi o *Augmented Dickey-Fuller* e o nível de confiança adotado para a avaliação de 5%. Os resultados obtidos para as séries em nível podem ser observados no Quadro 1.

Quadro 1 – Teste *Augmented Dickey-Fuller* das séries em nível

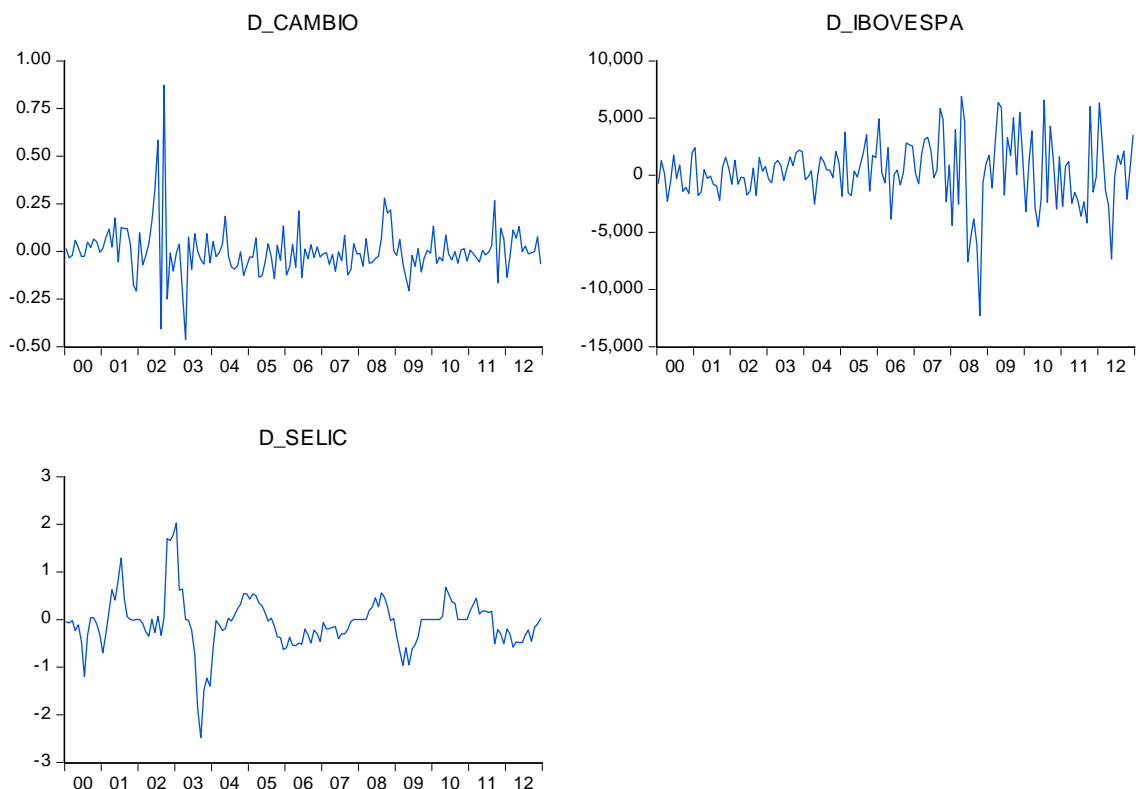
t-Statistic	Câmbio	Anál.	Ibovespa	Anál.	IPCA	Anál.	Selic	Anál.
	<b>-1,7648</b>	Hipótese	<b>-0,9429</b>	Hipótese	<b>-2,9071</b>	Hipótese	<b>-2,2181</b>	Hipótese
<b>1% level</b>	-3,4728	Aceita H0	-3,4761	Aceita H0	-3,4765	Aceita H0	-3,4765	Aceita H0
<b>5% level</b>	-2,8818	Aceita H0	-2,8815	Aceita H0	-2,8817	Recusa H0	-2,8817	Aceita H0
<b>10% level</b>	-2,5777	Aceita H0	-2,5775	Aceita H0	-2,5776	Recusa H0	-2,5776	Aceita H0

Fonte: elaborado pelo autor

Considerando os valores de *t-Statistic* apresentados pelas séries e o nível de confiança adotado para a avaliação, a única série para a qual é possível rejeitar a hipótese de que não existe raiz unitária ao nível de 5% é o IPCA, em todas as demais não é possível rejeitar a hipótese de que a série apresente raiz unitária.

Deste modo, para tentar corrigir o problema de estacionariedade para as séries de câmbio, Ibovespa e Selic, foi realizado o cálculo da 1ª diferença das séries, com o uso do *software* Eviews 7.0, sendo que o resultado pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 - Séries em 1ª diferença



Fonte: elaborado pelo autor

Mediante o desempenho das séries em 1ª diferença é possível observar uma maior estabilidade em torno de uma média e uma variância mais constante ao longo do tempo, o que são indícios de séries estacionárias. Para confirmar esse resultado foi realizado o teste de raiz

unitária para as séries em 1ª diferença, da mesma forma que fora realizado para as séries em nível. O resultado pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2 – Teste *Augmented Dickey-Fuller* das séries em 1ª diferença

<b>t-Statistic</b>	<b>Câmbio</b>	<b>Anál.</b>	<b>Ibovespa</b>	<b>Anál.</b>	<b>Selic</b>	<b>Anál.</b>
	<b>-6,88</b>	<b>Hipótese</b>	<b>-9,9038</b>	<b>Hipótese</b>	<b>-5,0538</b>	<b>Hipótese</b>
<b>1% level</b>	-3,4768	Recusa H0	-3,4765	Recusa H0	-3,4775	Recusa H0
<b>5% level</b>	-2,8818	Recusa H0	-2,8817	Recusa H0	-2,8821	Recusa H0
<b>10% level</b>	-2,5777	Recusa H0	-2,5776	Recusa H0	-2,5778	Recusa H0

Fonte: elaborado pelo autor

Analisando os valores de *t-Statistic* apresentado pelas séries em 1ª diferença e o nível de confiança adotado para a avaliação, é possível observar que as séries câmbio, Ibovespa e Selic rejeitam a hipótese de existência de raiz unitária, o que demonstra que o cálculo em 1ª diferença das séries foi suficiente para torná-las estacionárias.

Assim, temos que ao nível de 5%, a série IPCA é estacionária em nível e as séries câmbio, Ibovespa e Selic são estacionárias em 1ª diferença.

Agora, com as séries estacionárias é possível dar prosseguimento ao método Box-Jenkins.

## 4.2 IDENTIFICAÇÃO

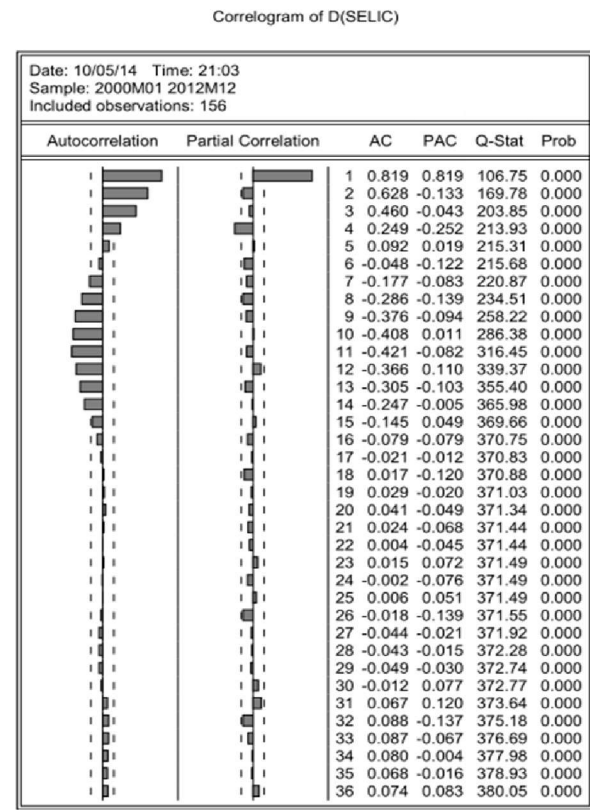
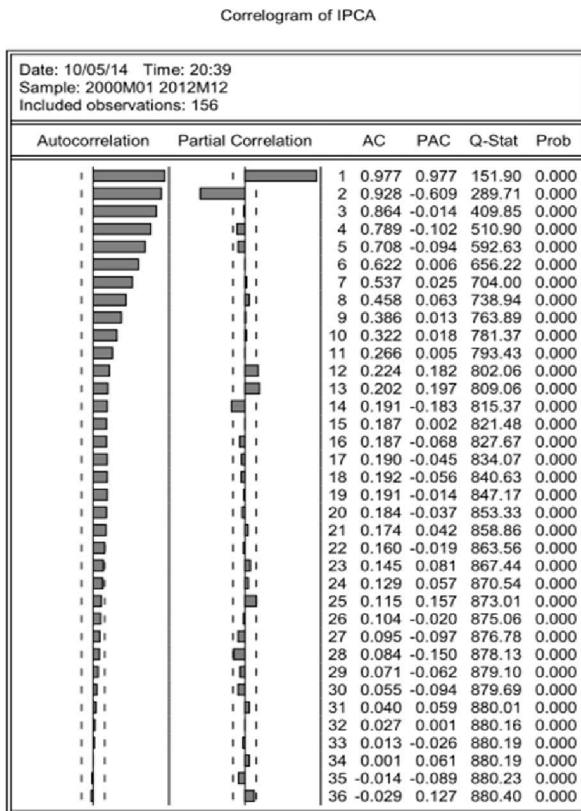
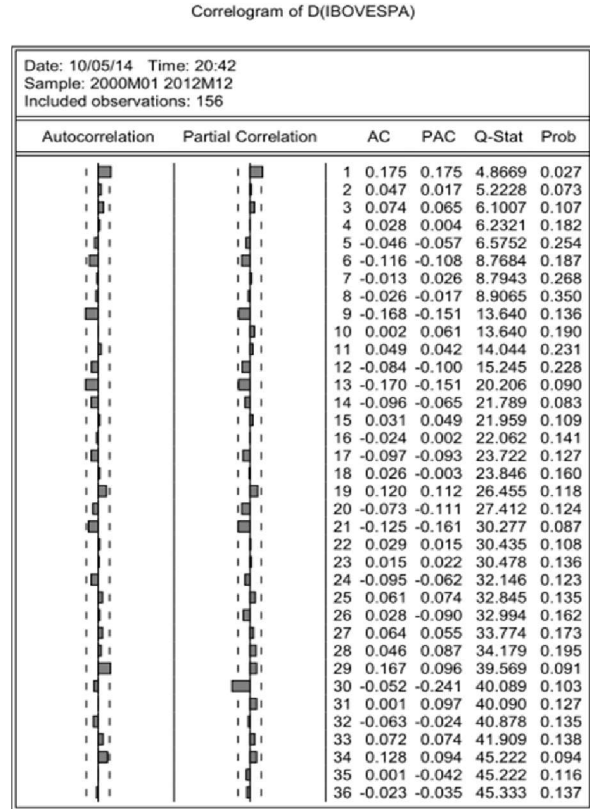
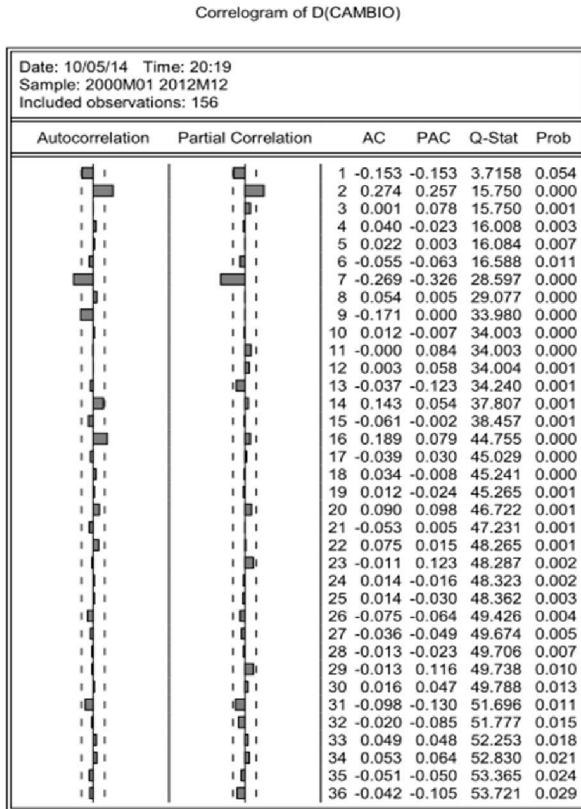
Como já dito anteriormente, esta etapa é a fase em que se procura identificar quais são os processos (AR, MA ou conjunto) que formam o modelo, que irão aproximar-se da série original.

Para tanto, são utilizadas a FAC (função de autocorrelação) e a FACP (função de autocorrelação parcial) e seus correlogramas para realizar a identificação do modelo.

Foram utilizados os correlogramas em 1ª diferença para as séries de câmbio, Ibovespa e Selic e em nível para o IPCA, considerando a necessidade das séries serem estacionárias.

A Figura 4 apresenta as funções de autocorrelação (FAC) e funções de autocorrelação parcial (FACP) para todas as séries analisadas.

Figura 4 - Correlograma das séries



Fonte: elaborado pelo autor com o software Eviews 7.0

Analisando os coeficientes apresentados nos correlogramas foi possível identificar os seguintes modelos para as séries:

Quadro 3 – Modelos ARIMA identificados

	AR	I	MA
Câmbio	7	1	16
Ibovespa	1	1	13
IPCA	14	0	4
Selic	8	1	12

Fonte: elaborado pelo autor

### 4.3 ESTIMAÇÃO

Identificados os parâmetros AR e/ou MA que influenciam as séries analisadas, o passo seguinte é realizar a estimação destes parâmetros.

Como citado na descrição das etapas, o método utilizado para a realização das estimativas é o dos mínimos quadrados. Os resultados obtidos nas estimativas apresentam-se no Quadro 4.

Quadro 4 – Equações Estimadas das Séries

SÉRIE	EQUAÇÃO ESTIMADA
Câmbio	$câmbio = 0,283577câmbio_{t-2} - 0,276995câmbio_{t-7} + 0,189902\varepsilon_{t-16}$
Ibovespa	$Ibovespa = 0,180795Ibovespa_{t-1} - 0,145142\varepsilon_{t-9} - 0,130435\varepsilon_{t-13}$
IPCA	$IPCA = 1,693655IPCA_{t-1} - 0,724799IPCA_{t-2} + 0,027575IPCA_{t-14} - 0,178177\varepsilon_{t-4}$
Selic	$Selic = 0,844849Selic_{t-1} - 0,133392Selic_{t-8} - 0,155747\varepsilon_{t-4} - 0,229987\varepsilon_{t-11} + 0,211910\varepsilon_{t-12}$

Fonte: elaborado pelo autor

Para avaliar se as equações estimadas são apropriadas é necessário observar se os parâmetros adotados nas equações possuem significância estatística. Para realização dessa análise foram considerados os resultado gerados pelo *software* Eviews 7.0, apresentados na Figura 5.

É possível observar que os parâmetros adotados para cada uma das séries apresentou significância estatística a um nível de confiança de 95%, de forma que rejeita-se a hipótese de que o coeficiente é estatisticamente igual a zero. Além dos coeficientes apresentarem significância estatística, os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) de IPCA (0,983) e Selic (0,737) demonstram que o modelo possui um bom ajuste em relação a série original. Contudo, câmbio e Ibovespa apresentaram um ajuste menor, 0,178 e 0,066 respectivamente, o que demonstra que os modelos somente conseguem explicar 17,8% e 6,6% das variações apresentadas pela série. Os resultados apresentados podem ser observados na Figura 5.

Figura 5 – Estimação dos Modelos Indicados

Dependent Variable: D(CAMBIO)					Dependent Variable: D(BOVESPA)				
Method: Least Squares					Method: Least Squares				
Date: 10/11/14 Time: 12:35					Date: 10/11/14 Time: 16:23				
Sample (adjusted): 2000M09 2012M12					Sample (adjusted): 2000M03 2012M12				
Included observations: 148 after adjustments					Included observations: 154 after adjustments				
Convergence achieved after 8 iterations					Convergence achieved after 4 iterations				
MA Backcast: 1999M05 2000M08					MA Backcast: 1999M02 2000M02				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(2)	0.283577	0.077320	3.667559	0.0003	AR(1)	0.180795	0.080472	2.246673	0.0261
AR(7)	-0.267135	0.077735	-3.436482	0.0008	MA(9)	-0.145142	0.083281	-1.742793	0.0834
MA(16)	0.189902	0.085731	2.215097	0.0283	MA(13)	-0.130435	0.085361	-1.528027	0.1286
R-squared	0.178188	Mean dependent var	0.001487		R-squared	0.066764	Mean dependent var	281.1169	
Adjusted R-squared	0.166852	S.D. dependent var	0.138017		Adjusted R-squared	0.054404	S.D. dependent var	2831.062	
S.E. of regression	0.125978	Akaike info criterion	-1.285356		S.E. of regression	2752.975	Akaike info criterion	18.69804	
Sum squared resid	2.301219	Schwarz criterion	-1.224601		Sum squared resid	1.14E+09	Schwarz criterion	18.75720	
Log likelihood	98.11632	Hannan-Quinn criter.	-1.260671		Log likelihood	-1436.749	Hannan-Quinn criter.	18.72207	
Durbin-Watson stat	2.313508				Durbin-Watson stat	2.011552			
Inverted AR Roots	.79+.33i	.79-.33i	.19+.76i	.19-.76i	Inverted AR Roots	.18			
	-.54+.61i	-.54-.61i	-.88		Inverted MA Roots	.89	.73-.43i	.73+.43i	-.49-.66i
Inverted MA Roots	.88+.18i	.88-.18i	.75+.50i	.75-.50i		.49+.66i	.12-.88i	.12+.88i	-.34-.79i
	.50+.75i	.50-.75i	.18+.88i	.18-.88i		-.34+.79i	-.60-.55i	-.60+.55i	-.85-.24i
	-.18+.88i	-.18-.88i	-.50-.75i	-.50+.75i		-.85+.24i			
	-.75+.50i	-.75-.50i	-.88+.18i	-.88-.18i					

Dependent Variable: IPCA					Dependent Variable: D(SELIC)				
Method: Least Squares					Method: Least Squares				
Date: 10/11/14 Time: 16:41					Date: 10/11/14 Time: 16:53				
Sample (adjusted): 2001M03 2012M12					Sample (adjusted): 2000M10 2012M12				
Included observations: 142 after adjustments					Included observations: 147 after adjustments				
Convergence achieved after 6 iterations					Convergence achieved after 11 iterations				
MA Backcast: 2000M11 2001M02					MA Backcast: 1999M10 2000M09				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	1.693655	0.059027	28.69273	0.0000	AR(1)	0.844849	0.046078	18.33531	0.0000
AR(2)	-0.724799	0.059653	-12.15030	0.0000	AR(8)	-0.133392	0.042746	-3.120540	0.0022
AR(14)	0.027575	0.010138	2.719862	0.0074	MA(4)	-0.155747	0.075957	-2.050476	0.0422
MA(4)	0.178177	0.002682	66.42532	0.0000	MA(11)	-0.229987	0.066116	-3.478517	0.0007
R-squared	0.983298	Mean dependent var	6.590775		MA(12)	0.211910	0.070064	3.024508	0.0030
Adjusted R-squared	0.982935	S.D. dependent var	2.978341		R-squared	0.737242	Mean dependent var	-0.063946	
S.E. of regression	0.389072	Akaike info criterion	0.977662		Adjusted R-squared	0.729840	S.D. dependent var	0.568036	
Sum squared resid	20.89007	Schwarz criterion	1.060925		S.E. of regression	0.295248	Akaike info criterion	0.431417	
Log likelihood	-65.41400	Hannan-Quinn criter.	1.011497		Sum squared resid	12.37831	Schwarz criterion	0.533133	
Durbin-Watson stat	1.913211				Log likelihood	-26.70918	Hannan-Quinn criter.	0.472745	
Durbin-Watson stat					Durbin-Watson stat	1.857726			
Inverted AR Roots	.99	.89+.27i	.89-.27i	.61+.53i	Inverted AR Roots	.89-.23i	.89+.23i	.39-.67i	.39+.67i
	.61-.53i	.28-.70i	.28+.70i	-.08-.72i		-.22-.69i	-.22+.69i	-.64-.29i	-.64+.29i
	-.08+.72i	-.39+.58i	-.39-.58i	-.61+.32i	Inverted MA Roots	.78-.13i	.78+.13i	.64-.53i	.64+.53i
Inverted MA Roots	-.61-.32i	-.69				.28+.85i	.28-.85i	-.17+.91i	-.17-.91i
	.46-.46i	.46+.46i	-.46+.46i	-.46+.46i		-.62-.66i	-.62+.66i	-.91+.24i	-.91-.24i

Fonte: elaborado pelo autor

#### 4.4 VERIFICAÇÃO DO DIAGNÓSTICO

Esta é a etapa onde ocorre a verificação do modelo, isto é, se o modelo identificado representa a série adequadamente ou não. Caso constate-se que o modelo escolhido não a represente adequadamente, outra especificação deverá ser realizada para a modelagem da série.

Para a verificação da série e confirmação da eficiência do modelo identificado, realiza-se um processo dividido em duas etapas:

- 1) **Análise dos resíduos:** o objetivo de se analisar os resíduos é para constatar se estes se comportam como um ruído branco. Portanto, os resíduos devem apresentar uma distribuição normal com média zero e variância constante. A

análise realizada nesta etapa do processo é essencial na realização de qualquer regressão, visto que os resíduos são a representação de tudo que o modelo construído não pode explicar. A presença de correlação serial entre os resíduos seria indício de que o acréscimo de outras defasagens poderia ainda influenciar a série.

As análises dos resíduos das séries estimadas apresentam comportamento de ruído branco, o que corrobora com a escolha dos modelos propostos.

**2) Avaliação de ordem do modelo:** a intenção aqui é verificar se o modelo não está superespecificado ou subespecificado, isto é, se os parâmetros AR ( $p$ ) ou MA ( $q$ ) não se apresentam maiores ou menores do que deveriam.

Para avaliar se os modelos escolhidos apresentam um número satisfatório de defasagens foram realizados comparativos entre os modelos escolhidos e outros modelos por meio dos critérios de informação de Akaike, Schwarz e Hannan-Quinn, que alertam para o acesso de parâmetros no modelo.

No Quadro 5, é possível observar por meio dos critérios de informação que os modelos adotados aparentam ser os mais adequados dentro das comparações realizadas, visto que são os que produziram, em sua maioria, os melhores valores dos critérios de informação.

Quadro 5 – Modelos comparados

	Modelo	R <sup>2</sup>	Akaike	Schwarz	Hannan-Quinn
Câmbio	(7,1,16)	0.178188	-1.285356	-1.224601	-1.260671
	(7,1,0)	0.073038	-1.191982	-1.17173	-1.183754
	(7,1,2)	0.13766	-1.250732	-1.210229	-1.234276
Ibovespa	(1,1,13)	0.066764	18.69804	18.7572	18.72207
	(9,1,0)	0.052535	18.70019	18.73963	18.71621
	(1,1,0)	0.024415	18.71645	18.73617	18.72446
IPCA	(14,0,4)	0.983298	0.977662	1.060925	1.011497
	(2,0,4)	0,980090	1.058601	1.117762	1.082632
	(2,0,0)	0.979644	1.067744	1.107185	1.083765
Selic	(8,1,12)	0.737242	0.431417	0.533133	0.472745
	(1,1,0)	0.670895	0.58683	0.606551	0.59484
	(1,1,4)	0.676111	0.583841	0.623282	0.599862

Fonte: elaborado pelo autor



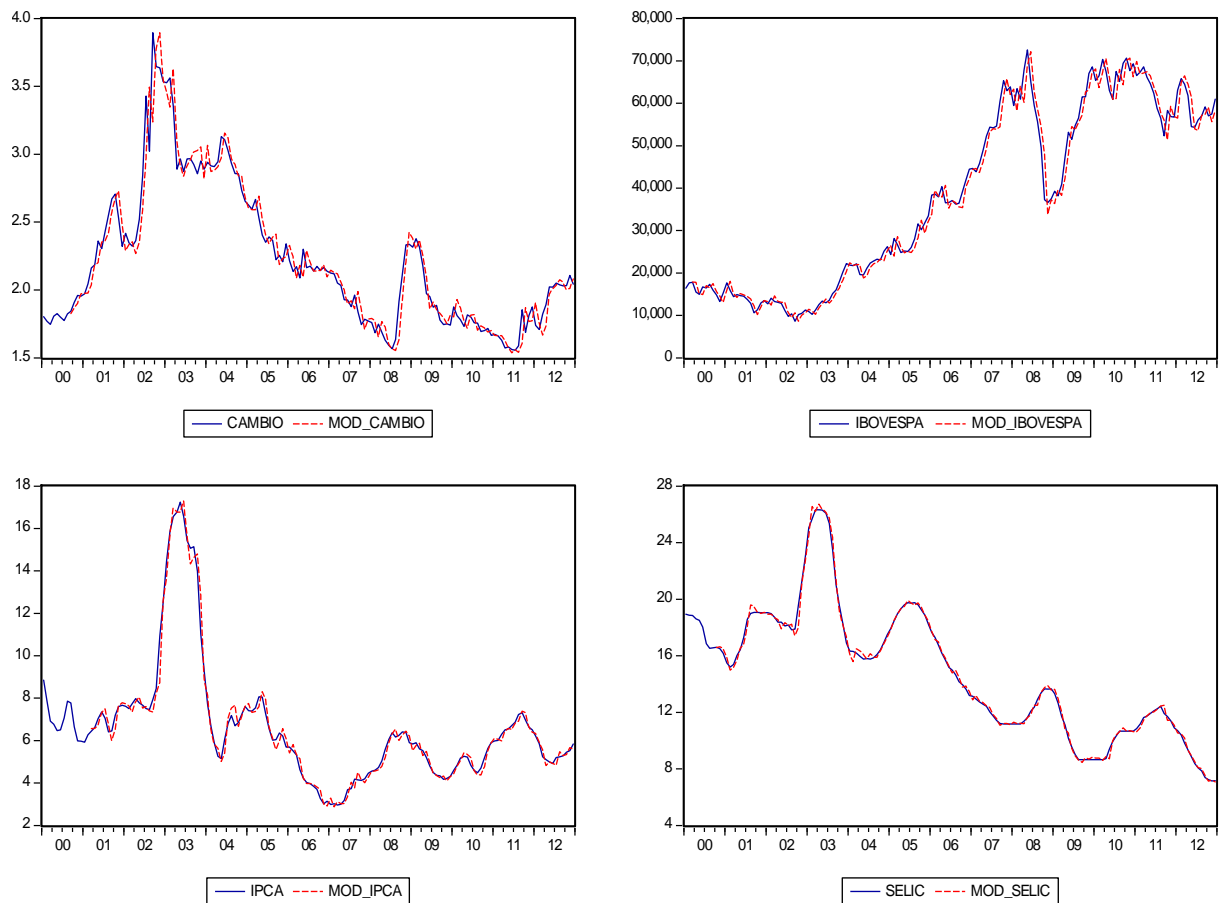
## 4.6 PREVISÃO

Finalizado o processo de identificação do modelo e de sua validação o próximo passo é realizar a projeção da série com o modelo estimado. Contudo, antes de realizar a projeção do modelo, foi realizado um comparativo entre a série original e a série ajustada no período que antecede a previsão.

O comparativo serve como base para avaliar o quão ajustado o modelo estimado está em relação à série original, demonstrando assim a eficiência esperada quando a previsão for realizada.

O resultado pode ser observado na Figura 6.

Figura 6 – Modelo estimado vs série original



Fonte: elaborado pelo autor

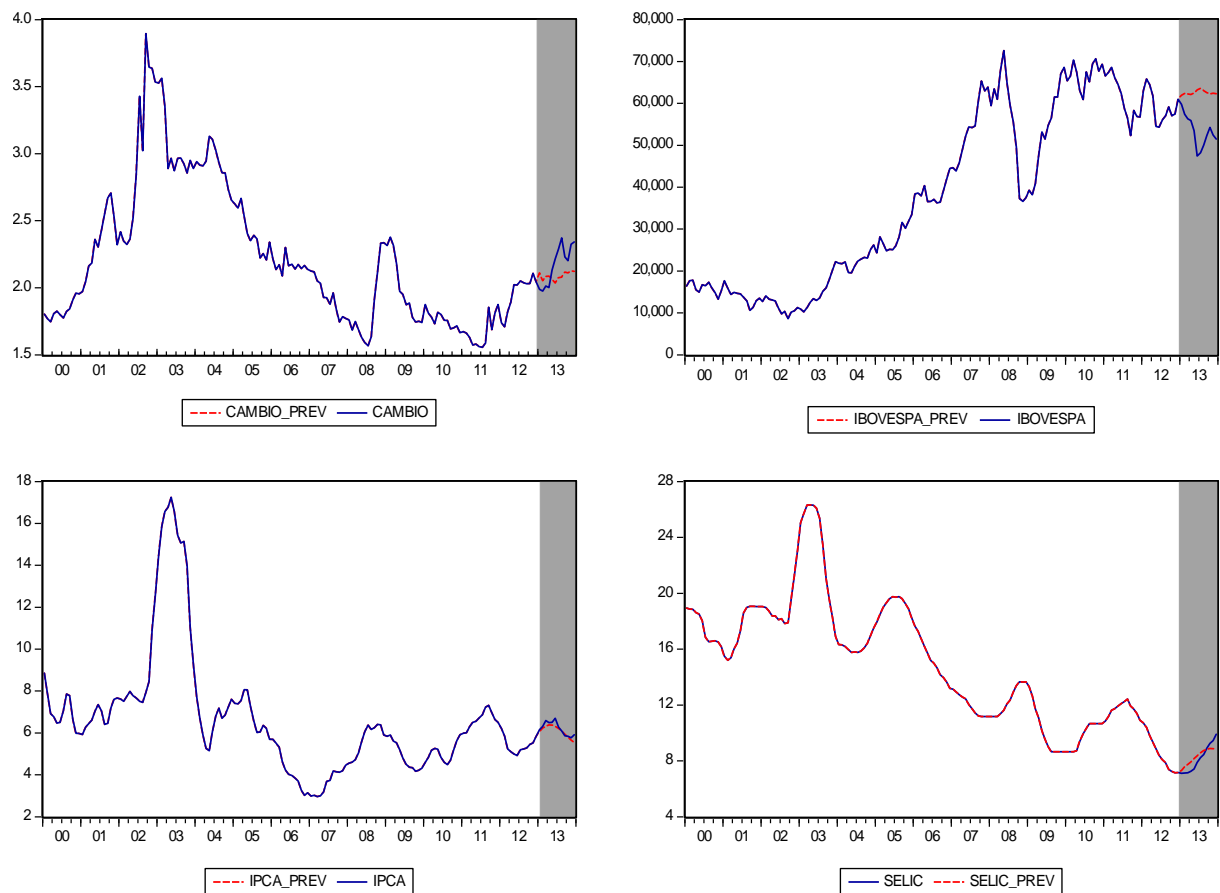
Observa-se que, de forma geral, os modelos apresentam ajuste significativo em relação à série original, com destaque para aderência apresentada nos modelos da Selic e do IPCA. A maior correlação entre estes modelos e a série original é resultante do elevado coeficiente de determinação apresentado por eles. No caso dos modelos de Ibovespa e câmbio seus coeficientes de determinação foram menores, o que explica o descolamento do modelo em relação à série original.

Assim, mesmo apresentando algumas distorções, os modelos estimados conseguem replicar as séries originais, o que demonstra que podem ser utilizados para realizar previsões do comportamento futuro das séries analisadas.

Dessa forma, foram realizadas projeções de 12 meses à frente, considerando como data base dezembro/2012, estimando qual seriam os níveis das séries em dezembro de 2013.

Os resultados podem ser observados na Figura 7.

Figura 7 – Previsão das séries para 12 meses



Fonte: elaborado pelo autor

Os resultados obtidos com as previsões apresentaram valores variados.

O destaque ficou por conta da previsão do Ibovespa, que entre o previsto pelo modelo e o realizado apresentou uma diferença positiva de quase 21%, seguido pela previsão da Selic com uma divergência negativa de 10,40%. As demais variáveis apresentaram diferenças inferiores a 10% entre o previsto e realizado.

Os valores previsto e realizado e suas divergências, considerando a data base e a projeção de 12 meses, encontram-se no Quadro 6.

Quadro 6 – Comparação Realizado x Previsto

	Data Base 12/2012	Realizado 12/2013	Previsto 12/2013	Realizado x Previsto
Cambio	2.0435	2.3426	2.1218	-9.43%
Ibovespa	60952	51507	62241	20.84%
IPCA	5.84	5.91	5.53	-6.45%
Selic	7.16	9.90	8.87	-10.40%

Fonte: elaborado pelo autor

As divergências apresentadas entre previsto e realizado, apesar de expressivas em alguns modelos, não invalidam o estudo.

É importante ressaltar que o método de previsão aqui adotado é univariado e é construído considerando exclusivamente os valores passados da série, isto é, as previsões obtidas por meio dessa metodologia são extrapolações dos dados observados até a data inicial da previsão.

Outro ponto a ser considerado é que o processo de previsão não pode ser estático e deve ser revisto constantemente, principalmente quando o método escolhido considera os valores passados para realizar suas projeções, já que as novas entradas contribuirão para direcionar as previsões, aumentando seu potencial de estimativa.

## 5. CONCLUSÃO

Ao analisar os valores apresentados nas previsões, desconsiderando a relação entre realizado e previsto, e o comportamento dos ativos de renda fixa e renda variável apresentados na seção de indicadores, seria possível chegar à conclusão de alguns movimentos possíveis a serem realizados em uma carteira de investimentos com a intenção de proteger as aplicações de uma possível desvalorização.

O cenário estimado entre o fechamento de 2012 e a projeção de 12 meses para o encerramento de 2013 encontram-se no Quadro 7.

Quadro 7 – Cenário estimado

	Data Base 12/2012	Previsão 12/2013	Varição
Cambio	2.0435	2.1218	3.83%
Ibovespa	60952	62241	2.11%
IPCA	5.84	5.53	-5.33%
Selic	7.16	8.87	23.89%

Fonte: elaborado pelo autor

Baseado nos resultados apresentados no Quadro 7, as movimentações sugeridas seriam:

- a) **Títulos pré-fixados:** apesar da previsão apontar para uma redução da inflação, que favorece os títulos dessa categoria aumentando seu retorno real esperado, a previsão também indica um aumento da taxa de juros, que como visto, tende a reduzir os rendimentos dos títulos pré-fixados. Tendo estes fatores considerados, o movimento seria uma redução ou liquidação da posição em títulos pré-fixados já que o aumento da taxa de juros diminuiria o preço destes títulos.
- b) **Títulos pós-fixados:** são os títulos que podem ser considerados como a principal aposta para a carteira no segmento de renda fixa. A redução da inflação (que favorece o rendimento real) aliada a um aumento da taxa de juros (os títulos pós-fixados são impactados diretamente pelas variações das taxas de juros) potencializaria os efeitos esperados deste título. A indicação seria um aumento de exposição em ativos desta categoria ou compra caso estes ainda não façam parte da carteira.
- c) **Títulos indexados:** apesar de ser uma defesa natural contra a inflação (devido à indexação a um índice de preços) estes títulos também possuem o pagamento de um prêmio fixo, que pode ser considerado como uma parte pré-fixada do título. Assim, como os títulos pré-fixados, acabam por sofrer com o aumento da taxa de juros que tende a espremer os prêmios pagos pelos títulos forçando o valor dos títulos para baixo. Com esse cenário, seria prudente acompanhar a atual composição da carteira sem novas inclusões de títulos, podendo até mesmo realizar a venda de parte destes títulos.
- d) **Títulos de renda variável:** os títulos desta categoria representados pela variação do Ibovespa apontam para um crescimento, o que indicaria compra ou aumento de exposição no segmento. Contudo, o resultado apresentado pelo câmbio apontam para uma valorização do dólar frente ao real, isso indica que existe a possibilidade de saída de recursos dos investidores estrangeiros que são um dos principais investidores da bolsa de valores brasileira. Dessa forma, considerando estas informações divergentes, a indicação seria a manutenção da atual posição, caso esta já exista, sem novas aplicações.

As sugestões foram baseadas nas previsões realizadas. Contudo, quando se compara as sugestões com os resultados obtidos no Quadro 6 (realizado x previsto) as indicações acabam apresentando algumas distorções:

- a) **Títulos de renda fixa:** apesar dos resultados previstos apresentarem diferenças dos resultados realizados, as indicações para os títulos desse segmento seriam

pouco impactados, já que o aumento da inflação e da taxa de juros acabaria por beneficiar os títulos pós-fixados e prejudicar os pré-fixados e os indexados.

**b) Títulos de renda variável:** seria a indicação mais prejudicada. A previsão indicava um aumento de 2,11% no Ibovespa, sendo que o efetivo foi uma desvalorização de 15,5%, movimento que foi acompanhado com a valorização do dólar frente o real, que confirmou a indicação apontada pela previsão de uma possível saída de recursos de capital estrangeiro, impactando no resultado do Ibovespa.

Apesar das previsões apresentarem distorções expressivas em alguns índices, de forma geral os modelos estimados mostraram-se eficazes na previsão, principalmente quando estes forem utilizados em conjunto, já que as movimentações dos índices tendem a influenciar uns aos outros.

## **BIBLIOGRAFIA**

- BONOMO, Marco. **Finanças Aplicadas ao Brasil**. 2 ed, Rio de Janeiro/RJ, Editora FGV, 2004.
- BOX, George E. P., JENKINS, Gwilym M., REINSEL, Gregory C., **Time series analysis: forecasting and control**. 4 ed, Hoboken/New Jersey, John Wiley & Sons, 2008.
- CHOUDHRY, Moorad. **The Bond and Money Markets: Strategy, Trading, Analysis**. Woburn/ Massachusetts, Butterworth-Heinemann, 2001.
- EITEMAN, David K., STONEHILL, Arthur I., MOFFETT, Michel H. **Administração Financeira Internacional**. Porto Alegre/RS, Bookman, 2010.
- FABOZZI , Frank J. **The Handbook of Fixed Income Securities**. 7ª ed, PDF, McGraw-Hill, 2005.
- FRANKENBERG, Louis. **Seu futuro financeiro**, 13ª ed, Rio de Janeiro/RJ, Campus, 1999.
- FONSECA, José Wladimir da, **Mercado de Capitais**, Curitiba/PR, IESDE Brasil S.A., 2009.
- GUJARATI, Damodar N., **Econometria Básica**, 5ª Ed, Porto Alegre/RS, McGraw-Hill, 2012.
- HEJI, Christiaan. et al, **Econometric Methods with Applications in Business and Economics**, Oxford/New York, Oxford University Press, 2004.
- HIGGINS, Robert C., **Análise para Administração Financeira**, 10ª ed, Rio de Janeiro, Ed. McGraw Hill, 2014.
- LEITE, Antonio Dias, **A economia brasileira: de onde viemos e onde estamos**, Rio de Janeiro/RJ, Elsevier, 2ª ed, 2011.
- PAZ, Leandro e BASTOS, Marcos, **Mercados Futuros – Como vencer operando futuros**, Rio de Janeiro/RJ, Elsevier Editora, 2012.

PINHO, Diva Benevides, VASCONCELLOS, Marco Antônio (org.). **Manual de economia - equipe dos professores da USP**, 4ª ed. São Paulo/SP. Saraiva, 2003.

REILLY, Frank K. **Investimentos**, 7ª ed, São Paulo/SP, Cengage Learning, 2008.

SANDRONI, Paulo, **Novíssimo Dicionário de Economia**, São Paulo/SP, Editora Best Seller, 1999.

SUNDARESAN, Suresh. **Fixed Income Markets and Their Derivatives**. San Diego/California, Elsevier, 3ª ed, 2009.