



Marcelle Cerqueira de Araujo

**Estudo da relação dinâmica entre variáveis
macroeconômicas no Brasil através da aplicação dos
modelos VAR e FIAPARCH**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração de Empresas da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Administração de Empresas

Orientadora: Prof. Antonio Carlos Figueiredo Pinto

Rio de Janeiro
Março de 2016



Marcelle Cerqueira de Araujo

**Estudo da relação dinâmica entre
variáveis macroeconômicas no Brasil
através da aplicação dos modelos
VAR e FIAPARCH**

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-
Graduação em Administração de Empresas do
Departamento de Administração da PUC-Rio.
Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo
assinada.

Prof. Antonio Carlos Figueiredo Pinto

Orientador

Departamento de Administração – PUC-Rio

Prof. Marcelo Cabus Klotzle

Departamento de Administração - PUC-Rio

Prof. André Barreira da Silva Rocha

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof^a. Mônica Herz

Vice-Decana de Pós-Graduação do CCS – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 09 de março de 2016

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

Marcelle Cerqueira de Araujo

Formada em Administração de empresas na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro no ano de 2013.

Ficha Catalográfica

Araujo, Marcelle Cerqueira de

Estudo da relação dinâmica entre variáveis macroeconômicas no Brasil através da aplicação dos modelos VAR e FIAPARCH / Marcelle Cerqueira de Araujo ; orientador: Antonio Carlos Figueiredo Pinto. – 2016.

45 f. : il.(color.) ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Administração, 2016.

Inclui bibliografia

1. Administração – Teses. 2. Juros. 3. Câmbio. 4. IBOVESPA. 5. VAR. 6. FIAPARCH. 7. Econometria. I. Pinto, Antonio Carlos Figueiredo. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Administração. III. Título.

CDD: 658

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus por me proporcionar a oportunidade e o conhecimento necessário para participar do programa de mestrado aproveitando ao máximo cada conteúdo assistido durante os dois anos do programa.

Agradeço à minha família, ao meu irmão e a minha mãe que me apoiaram e que foram meus alicerces para enfrentar cada obstáculo, e ao meu pai, que ao mesmo tempo em que tornou o período final do mestrado e o momento de estudo para a dissertação mais conturbado, foi também o principal motivo por eu ter lutado para conseguir finalizar este estudo de forma que no futuro eu fosse um grande motivo de orgulho e motivação para a luta contra seus problemas de saúde.

Agradeço aos meus amigos do mestrado, que foram meus companheiros durante esta jornada e com quem eu pude compartilhar experiências e conhecimentos, em especial a Adele Braz Magalhaes e Maria Thereza Barquet, que se tornaram grandes amigas e conselheiras para a vida.

Agradeço também ao meu orientador, Antonio Carlos Figueiredo Pinto, que me apoiou na escolha do tema, nas pesquisas de artigos e fontes bibliográficas e que me aconselhou sobre a aplicação dos modelos econométricos neste estudo e ao professor Marcelo Cabus Klotzle, que se envolveu no tema, me proporcionou aulas de econometria e contribuiu com o desenvolvimento da análise dos resultados.

Resumo

Araujo, Marcelle Cerqueira; Figueiredo, Antonio Carlos. **Estudo da relação dinâmica entre variáveis macroeconômicas no Brasil através da aplicação dos modelos VAR e FIAPARCH**. Rio de Janeiro, 2016. 45p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este estudo buscou analisar a relação dinâmica entre três variáveis macroeconômicas no Brasil: Taxa de juros, Taxa de câmbio e Índice Ibovespa. A primeira variável analisada foi a taxa de juros, utilizando-se os preços de contratos futuros de taxas CDI negociados na BM&F Bovespa com vencimento em 360 dias e levantados através da plataforma Bloomberg. A segunda variável analisada foi a taxa de câmbio R\$/US\$ real histórica fornecida pelo Banco Central do Brasil. A terceira variável analisada foi o Índice Ibovespa levantado pelo programa Economática. Para este estudo, foram coletados dados diários para as três variáveis do período de 04 de janeiro de 1999 a 04 de setembro de 2015 com o objetivo de se estudar a relação dinâmica entre as variáveis e a existência da memória longa e análise dos choques de volatilidade através da aplicação de modelos econométricos. O modelo VAR foi aplicado com 13 lags para a análise da relação dinâmica com o objetivo de estudar o poder explanatório entre as três variáveis. O modelo FIAPARCH foi aplicado para testar a existência da memória longa e analisar os impactos dos choques de volatilidade nas variáveis. Os resultados foram significativos e mostraram um maior poder explanatório da taxa de câmbio sobre as demais variáveis, a existência da memória longa e que a volatilidade condicional é mais afetada por choques positivos para o índice Ibovespa e mais afetada por choques negativos para a taxa de câmbio e para a taxa de juros. Este estudo é importante para que profissionais de empresas e do governo planejem suas ações de curto e longo prazo para controle e planejamento da economia e para contribuir com os demais estudos sobre este tema.

Palavras-chave

Juros; Câmbio; IBOVESPA; VAR; FIAPARCH; Econometria.

Abstract

Araujo, Marcelle Cerqueira; Figueiredo, Antonio Carlos (Advisor). **Study of dynamic relationship between macroeconomic variables in Brazil by applying the models VAR and FIAPARCH**. Rio de Janeiro, 2016. 45 p. MSc. Dissertation – Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This study investigates the dynamic relationship between three macroeconomic variables in Brazil: Interest rate, exchange rate and Ibovespa index. The first variable analyzed was the interest rate, using the prices of futures contracts CDI traded on the BM&F Bovespa maturing in 360 days and raised through the Bloomberg platform. The second variable analyzed was the exchange rate R\$/US\$ real historic provided by the Central Bank of Brazil. The third variable analyzed was the Ibovespa index raised by Economática program. For this study were collected daily data for the three variables between January 4, 1999 to September 4, 2015 in order to study the dynamic relationship between the variables and the existence of long-term memory and analysis of shocks volatility by applying econometric models. The VAR model was applied with 13 lags for the analysis of the dynamics related to study the explanatory power between the three variables. The FIAPARCH model was applied to test the existence of long memory and analyze the impacts of volatility shocks in the variables. The results were significant and showed a greater explanatory power of the exchange rate on the remaining variables, the existence of long memory and that the conditional volatility is more affected by positive shocks to the Ibovespa index and more affected by negative shocks to the exchange rate and the interest rate. This study is important for professionals in business and government to plan their short and long term actions to control and planning of the economy and to contribute for others studies of this topic.

Keywords

Interest rate; Exchange rate; stock market; VAR; FIAPARCH; Econometric.

Sumário

1 O problema	11
1.1. Introdução	11
1.2. Objetivo final	15
1.3. Objetivos Intermediários	16
1.4. Delimitação do estudo	17
1.5. Relevância do estudo	18
2 Referencial teórico	20
2.1. Estudos relacionados ao tema – Estudo de Grôppo (2006)	20
2.2. Estudos relacionados ao tema – Estudo de Sicsú (2002)	21
2.3. Estudos relacionados ao tema – Estudo de Souza et al (2006)	21
2.4. Estudos relacionados ao tema – Estudo de Sensoy (2014)	22
3 Metodologia	23
3.1. Tipos de pesquisa (Design da Pesquisa)	23
3.1.1. Quanto aos fins	24
3.1.2. Quanto aos meios	24
3.2. Universo e amostra	24
3.3. Procedimentos e Instrumentos de Coleta de Dados	27
3.4. Tratamento dos dados	27
3.4.1.1. Modelos Econométricos: VAR	30
3.4.1.2. Modelos Econométricos: ARCH	32
3.5. Limitações do estudo (Limitações do método)	33
4 Análise e Interpretação dos Resultados	34
4.1. Análise dos Resultados do Modelo VAR	34
4.2. Análise dos Resultados do Modelo FIAPARCH	40
5 Conclusão	43
6 Referências Bibliográficas	45

Lista de figuras

Gráfico 1: Dados diários – Taxa de Juros	25
Gráfico 2: Dados diários – Índice Ibovespa.....	26
Gráfico 3: Dados diários – Taxa de Câmbio R\$/US\$	26
Gráfico 4: Variação diária – Taxa de Juros	28
Gráfico 5: Retorno diário – Índice Ibovespa	29
Gráfico 6: Retorno diário – Taxa de Câmbio R\$/US\$.....	29

Lista de tabelas

Tabela 1: Estatística Descritiva dos Dados.	25
Tabela 2: Teste de Dickey-Fuller.....	35
Tabela 3: Teste de seleção do critério de <i>lags</i>	36
Tabela 4: Modelo VAR (13 <i>lags</i>)	39
Tabela 5: Modelo FIAPARCH.....	40

Lista de equações

Equação 1: Método de Retorno Simples	27
Equação 2: Variação Diária Simples	28
Equação 3: Teste de Dickey Fuller.....	30
Equação 4: Critério AIC para seleção do nº de lags	31
Equação 5: Modelo VAR	31
Equação 6: Modelo FIAPARCH	33

1

O problema

Esse capítulo volta-se à apresentação do tema do estudo que se pretende desenvolver. Assim, apresenta-se o problema que suscitou a proposta de investigação e respectivos objetivos de pesquisa. Na sequência, são indicadas as suposições e as hipóteses e se informa a relevância e a delimitação do estudo.

1.1. Introdução

Em um ambiente em que os negócios são fortemente impactados por variáveis macroeconômicas, governo e empresas buscam entender como estas variáveis se comportam e quais os métodos existentes para estimá-las, controlá-las ou se proteger de suas flutuações. Tais flutuações imprevistas e com alta volatilidade podem impactar os planos do governo e de empresas, traçando uma rota que se distancia do movimento esperado. Além disso, ações mal planejadas por desconhecimento do comportamento das variáveis podem causar maiores imprevistos na trajetória futura das mesmas.

Tais variáveis são dependentes da conjuntura internacional e normalmente indicam a situação econômica do país, permitindo analisar se o país está em fase de crescimento, estabilidade ou de recessão. Desta forma, é importante que os gestores estejam preparados para realizar o planejamento de suas ações visando mitigar os possíveis riscos decorrentes das movimentações na economia internacional que impactem a economia interna de um país. O Brasil é um país que possui alto risco frente ao cenário internacional, sendo altamente influenciado por este.

Neste sentido, este estudo buscou focar nos três maiores mercados financeiros no âmbito brasileiro de grande impacto para a economia do país e que muitas vezes representam a situação econômica em que o país se situa: mercado cambial, mercado de juros e mercado de ações. Estudos realizados no Brasil e em outros países costumam focar nestes três mercados, sendo este focado em estudo de Sensoy (2014) na Turquia. As variáveis estudadas foram a

taxa de câmbio R\$/US\$, a taxa de juros de longo prazo representada pelos contratos futuros DI x Pré e o Índice Ibovespa.

A taxa de câmbio, a taxa de juros e o mercado de ações são variáveis destes mercados impactados por diversos mecanismos e por outras variáveis externas como inflação e também por movimentos especulatórios e ações governamentais.

Desta forma, foram analisados os três mercados, seu funcionamento, e as formas de regulação para identificar como estão teoricamente relacionados.

O Mercado Cambial é aquele em que são feitas as negociações que envolvem moedas estrangeiras e que tem como participantes, as pessoas, físicas ou jurídicas, interessadas em realizar a movimentação dessas moedas (Fortuna, 2002).

De acordo com Fortuna (2002), o Mercado Cambial Brasileiro está dividido em dois mercados:

- Mercado de Câmbio de Taxas Livres (Dólar Comercial). Este mercado foi instituído pela Resolução nº 1690 do Conselho Monetário Nacional no ano de 1990, e é destinado às operações de câmbio em geral.
- Mercado de Câmbio de Taxas Flutuantes (Dólar Flutuante). Este mercado foi instituído pela Resolução nº 1552 do Conselho Monetário Nacional no ano de 1988. Este mercado era considerado ilegal até ser feita a regulamentação, e nele estão enquadradas, entre outras operações, a compra e venda de câmbio a clientes e transferências unilaterais.

A taxa de câmbio representa a relação entre o valor de duas moedas. No Brasil, essa taxa é livre e flutuante, portanto não está ligada a nenhuma regulamentação oficial, porém há formas de intervenção indireta na taxa para garantia de seu equilíbrio frente ao mercado internacional.

As operações possíveis de serem realizadas no mercado de câmbio, segundo Fortuna (2002), são:

- Compra: operação simples em que uma empresa entrega certa quantidade de moeda local em troca do recebimento de uma quantidade diferente, definida de acordo com a taxa de câmbio, de uma moeda estrangeira;
- Venda: é a operação inversa da compra, em que se vende uma moeda estrangeira em troca do recebimento de uma moeda local e;

- Arbitragem: neste tipo de operação há a troca de uma moeda estrangeira por outra moeda estrangeira, visando o aproveitamento de ganhos com os cupons cambiais das moedas envolvidas.

Neste estudo, foi utilizada a taxa de câmbio de venda diária R\$/US\$ divulgada pelo Banco Central do Brasil.

Para o equilíbrio do funcionamento do Mercado Cambial é necessária a intervenção de um órgão regulador para a garantia da exequibilidade das operações.

Esta regulação é feita pelo Banco Central do Brasil, sendo uma de suas principais funções, o controle do fluxo de capitais estrangeiros. Este órgão age através de operações via ouro, moeda ou operações de crédito no exterior, sendo considerado como um meio de intervenção do Estado no mercado financeiro e na economia (Fortuna, 2002).

O Banco Central, como órgão representante dos objetivos do Estado, pratica uma política cambial favorável aos interesses do governo e ao desenvolvimento da economia. Entende-se por Política Cambial, a administração baseada nas taxas de câmbio e no controle das operações cambiais. De acordo com Fortuna (2002), no Brasil, uma boa política deve permitir o elevado fluxo de operações de moeda local com o exterior, que ocorre através de operações de exportação, importação, compras e vendas financeiras.

Desta forma, atuando-se com este objetivo, o Banco Central busca garantir que os déficits que possam existir nas transações correntes sejam contrabalanceados com o conjunto dos financiamentos externos, através de investimentos diretos, nas multinacionais, linhas de crédito de exportação/importação, ou crédito de fornecedores.

Uma das práticas comuns utilizada no Brasil pelo Banco Central é a tentativa de redução de uma expectativa de volatilidade do câmbio através do controle das taxas de juros. O Banco busca aumentar os juros internos quando a economia mostra uma perspectiva de depreciação do real frente ao dólar. Logo, pode-se inferir que a formação da taxa de juros no Brasil se deve em certa parcela a taxa de câmbio e suas expectativas diante do mercado internacional. Em seu estudo, Sicsú (2002) sugere que o Banco Central do Brasil tem reagido elevando a taxa de juros quando o câmbio apresenta movimentos prévios de elevação da sua volatilidade, ou seja, utiliza-se das taxas de juros para controlar movimentos cambiais.

Portanto, é de grande relevância o estudo do poder explanatório que pode ser apresentado entre tais variáveis, tendo em vista o impacto de uma variável

na formação de outra. A análise do poder explanatório que indica esta relação de uma variável na formação da outra foi realizada neste estudo através da aplicação e análise de modelo de vetor auto regressivo, conhecido como modelo VAR.

Neste estudo, pretende-se contribuir para entender melhor as variáveis que demonstram a situação econômica de um país. Neste sentido, o índice IBOVESPA, formado pelas ações das principais empresas no país, tem também o poder de tornar visível para as outras economias a situação econômica do país e frequentemente é mencionado em análises do mercado internacional. Portanto, neste estudo, é importante identificar como as duas primeiras variáveis, juros e câmbio, se relacionam com o mercado de ações.

Os movimentos no mercado de ações são diversas vezes atribuídos às expectativas de distribuição de dividendos futuros ou ainda a mudanças na taxa de desconto do fluxo de distribuição dos dividendos (Grossman et al, 1980). A taxa de desconto desses fluxos é definida de acordo com a expectativa de retorno do acionista, que, segundo o modelo CAPM, possui em sua formação a taxa de juros livre de risco do país. Logo, pode-se presumir uma relação entre a taxa de juros e o preço no mercado de ações. A relação entre ações e juros usualmente é negativa, pois a taxa de juros está relacionada a taxa de desconto dos dividendos utilizada para precificação das ações, conforme observado em estudo de Sensoy (2014). Portanto, o fato de a taxa de juros indicar um aumento ou redução na taxa de desconto dos dividendos, impacta o preço dos ativos no mercado de ações e, portanto, sugere uma relação entre a taxa de juros no país e o preço no mercado de ações. Esta relação será observada através da análise do poder explanatório entre as variáveis através do modelo VAR.

Estas três variáveis são as mais discutidas quando se tenta analisar a situação econômica de um país, portanto, é de grande importância entender seu comportamento para a gestão econômica do país, definição das políticas monetárias e planejamento.

Diversos estudos foram realizados nesta área em que se buscou estudar a relação entre as variáveis citadas, a serem abordados no capítulo 2.

Para este estudo, foram levantadas as séries históricas das variáveis, conhecidas como séries de tempo, que são aquelas que seguem uma trajetória temporal. Seus valores são gerados e ordenados sequencialmente no tempo (Vasconcellos et al, 2000).

Séries temporais univariadas são aquelas em que são utilizados apenas os dados históricos dos erros para modelagem ou previsão das variáveis

financeiras (Brooks, 2008). Neste estudo, as séries temporais das variáveis serão utilizadas conforme esta definição, em que os dados históricos serão usados para modelagem do VAR e FIAPARCH. Inicialmente será estudado o poder explanatório entre as variáveis através da aplicação do Modelo de Vetor Auto Regressivo, VAR. Após as conclusões a partir deste modelo, será aplicado o modelo FIAPARCH para identificar a existência de memória longa e o impacto e previsibilidade da volatilidade na previsão das variáveis.

Os modelos auto regressivos abordados tem como principal característica a utilização de dados históricos para previsão, logo, é importante a detecção da memória longa nos modelos. De acordo com Gavin (1989), a correlação entre câmbio, juros e preço das ações no mercado americano depende do distúrbio gerado no movimento do preço. Neste estudo, busca-se estudar esta relação no Brasil através dos modelos auto regressivos.

O foco deste estudo será a relação entre as três variáveis no Brasil e o poder explanatório entre elas. Com este objetivo, será utilizada a taxa de câmbio diária R\$/US\$ divulgada pelo Banco Central do Brasil, as expectativas diárias para as taxas de juros CDI representada pelos valores dos contratos futuros de CDI x Pré com vencimento para 360 dias negociados na Bolsa de Valores e Mercadorias de São Paulo (BM&F Bovespa), e os valores diários para o índice de Ibovespa, que agrupa as ações das principais empresas listadas na Bolsa de Mercadorias de São Paulo (BM&F Bovespa).

Os dados utilizados no estudo são diários e compreendem o período de 04 de janeiro de 1999 a 04 de setembro de 2015. Para aplicação dos modelos foram utilizadas as variações e retornos diários conforme será apresentado no capítulo 2.

Desta forma, esta pesquisa se propõe a responder:

Como os modelos VAR e FIAPARCH podem ser utilizados para explicar o poder explanatório e a previsão da volatilidade condicional entre as variáveis: taxa de câmbio R\$/US\$, taxa de juros e o índice IBOVESPA?

1.2.

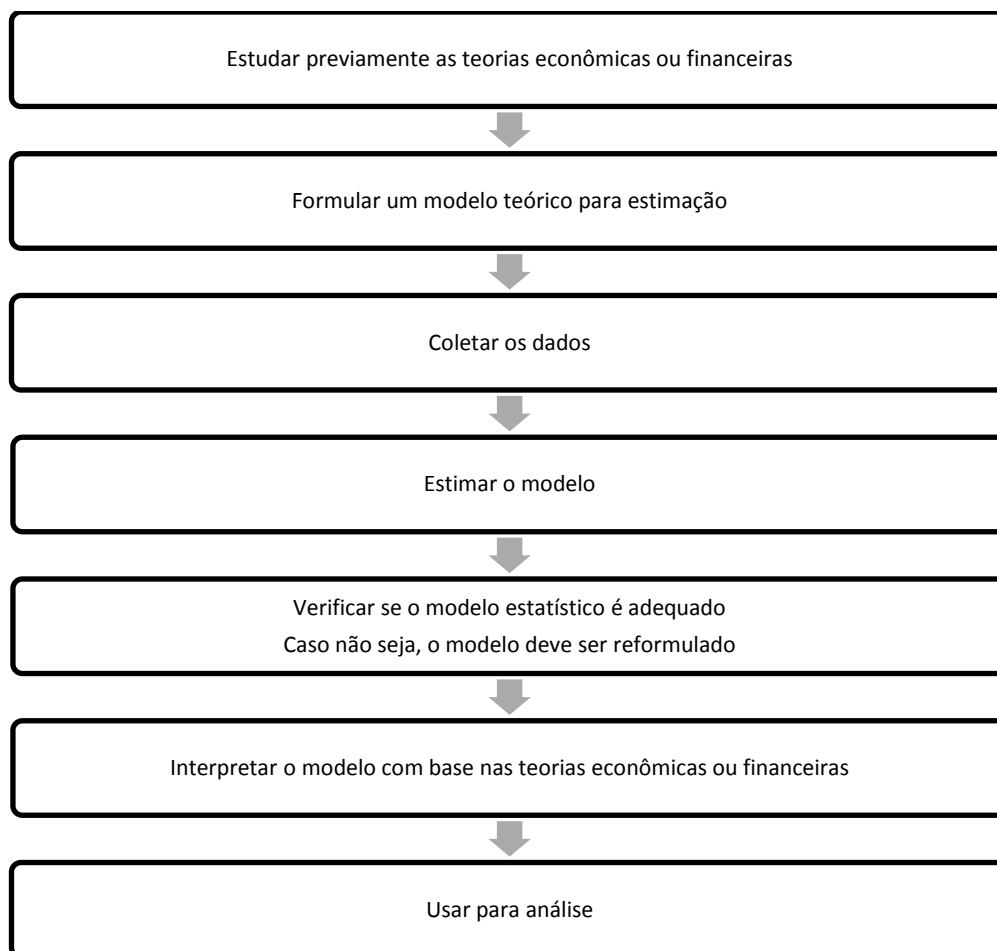
Objetivo final

Portanto este trabalho pretende contribuir para entender as premissas para aplicação dos modelos VAR e FIAPARCH e como estes podem ser utilizados para explicar o poder explanatório e previsão da volatilidade condicional entre as

variáveis: taxa de câmbio R\$/US\$, taxa de juros e o índice IBOVESPA, identificando o impacto dos choques de volatilidade nas três variáveis.

1.3. Objetivos Intermediários

Brooks (2008) apresentou as seguintes etapas que devem ser seguidas para se formular um modelo econométrico:



Para se atingir o objetivo final proposto essas etapas serão seguidas como orientação neste estudo que prevê, como objetivos intermediários a serem alcançados:

- ✓ Analisar o mercado de câmbio, buscando entender seu funcionamento, regulação, impacto das especulações do mercado e riscos e impactos causados pela variação cambial.

- ✓ Analisar o mercado econômico, buscando entender a movimentação das taxas de juros e como estas impactam e são impactadas pelo mercado e por outras variáveis.
- ✓ Analisar o mercado de ações, buscando entender a volatilidade deste mercado, regulação e seu funcionamento.
- ✓ Levantar os dados históricos das taxas de juros através da base de preços dos contratos futuros de CDI, taxas de câmbio e preços históricos do índice Ibovespa.
- ✓ Calcular as variações diárias para a taxa de juros e o retorno diário para o índice IBOVESPA e o câmbio R\$/US\$
- ✓ Aplicar os modelos econométricos VAR e FIAPARCH para entender a relação entre as variáveis e a possibilidade de previsão da volatilidade condicional.

1.4. Delimitação do estudo

Este estudo volta-se mais especificamente para analisar se os modelos VAR e FIAPARCH podem ser utilizados para previsão da volatilidade e o poder explanatório existente entre taxa de câmbio R\$/US\$, taxa de juros e o índice IBOVESPA buscando identificar a relação existente entre as variáveis no Brasil.

Para o câmbio, serão utilizados dados diários do câmbio de venda divulgado pelo Banco Central do Brasil. Para as taxas de juros, serão utilizados os preços diários de fechamento dos contratos futuros de DI x Pré com vencimento em 360 dias coletados através da plataforma Bloomberg, pois estes demonstram a expectativa do mercado acerca da taxa de juros de longo prazo. Para o índice IBOVESPA, serão utilizados os valores de fechamento diário do índice que representa a situação do mercado de ações brasileiro, por ser composto pelas ações das principais empresas negociadas na Bolsa de Valores e Mercadorias de São Paulo, a BM&F Bovespa.

Dentre os modelos econométricos a serem estudados pretendem ser explorados neste estudo o VAR e o FIAPARCH, pois estes conseguem, respectivamente, capturar o poder explanatório entre as variáveis e permitir a análise da existência da memória longa e da assimetria da volatilidade.

Os dados a serem utilizados serão diários compreendendo o período de 04 de janeiro de 1999 a 04 de setembro de 2015. Tais dados são séries temporais, ou seja, são organizados e orientados seguindo uma sequência cronológica.

Depois de identificados os dados, serão aplicadas as metodologias adequadas para cálculo do retorno diário a serem abordadas detalhadamente no capítulo 2.

O modelo a ser utilizado é auto regressivo e busca identificar a relação entre as variáveis através da regressão dos dados históricos das próprias variáveis, não sendo abordada a questão da causalidade entre elas. Desta forma, o estudo não pode ser utilizado diretamente para inferir sobre a causalidade entre as variáveis analisadas, embora este tipo de análise possa ser interessante em estudos futuros.

1.5. Relevância do estudo

As informações desse estudo são interessantes para empresas e governo que buscam entender a relação dinâmica existente entre taxa de câmbio R\$/US\$, taxa de juros e o índice IBOVESPA e que precisam tomar ações para administrá-las dentro da economia do país e para concluir sobre a possibilidade de utilização de modelos econométricos que utilizem memória longa para previsão da volatilidade condicional. É importante estudar a existência da memória longa pois esta indica se os valores de retorno e volatilidade em lags distantes estão correlacionados entre si.

Além disso, o estudo é interessante, pois busca ampliar os conhecimentos existentes sobre os três mercados e como as variáveis descritas são impactadas pelos choques de volatilidade, focando na análise da resposta em relação aos choques positivos ou negativos (assimetria da volatilidade). É importante estudar a assimetria da volatilidade pois esta indica como as variáveis de comportam diante dos choques de volatilidade. A assimetria da volatilidade existe quando se percebe através da análise da série histórica que a volatilidade da variável reage de forma diferente se comparados os choques negativos ou positivos da volatilidade. Ou seja, a assimetria da volatilidade existe se a volatilidade da variável responde com maior intensidade aos choques positivos do que aos choques negativos da volatilidade, ou vice-versa.

De acordo com Lopes (2011), o Brasil em 2011 estava acumulando crescimento e riqueza, criando uma bolha especulativa que estaria prestes a estourar, o que significaria na apreciação do dólar em relação ao real. Desta forma, diante de uma ameaça real, o Brasil teria que frear seu crescimento para controlar o câmbio. Tal mecanismo adotado pelo governo pôde ser percebido no

a partir do final do ano de 2014 e que deve continuar até o ano de 2017 de acordo com as previsões do Banco Central divulgadas através do relatório Focus do dia 18 de dezembro de 2015. Este é um ponto de grande preocupação para as empresas e para a economia do Brasil que pode ter grandes consequências negativas, tanto para o seu crescimento frente ao mercado internacional, para as pessoas que o residem.

Este estudo também é relevante para investidores, pois estudar a estrutura de relação entre os três mercados podem auxiliar na construção de estratégias de portfólio que visem mitigar os riscos e aumentar o retorno.

O estudo de Grôppo (2006) buscou estudar através da aplicação do método SVAR desenvolvido por Bernanke, o poder explanatório de variáveis econômicas no Ibovespa ressaltando a relação causal entre elas. O estudo de Sicsú (2002) analisou a relação entre a taxa de juros de curto prazo (Selic) e a taxa de câmbio, com base em dados diários de janeiro de 1999 a abril de 2002. Este estudo é relevante pois irá analisar o poder explanatório e relação entre as variáveis taxa de juros, taxa de câmbio e índice Ibovespa ampliando os estudos existentes para o Brasil e com dados históricos diários de Janeiro de 1999 a Setembro de 2015 aplicando as análises utilizadas no estudo de Sensoy (2014) sobre a Turquia. Os outliers identificados nas séries de dados utilizadas não foram excluídos para a aplicação do modelo, pois nestes é possível capturar os choques de volatilidade e estudar a reação das variáveis nos choques positivos e negativos de volatilidade e concluir em relação a existência da assimetria de volatilidade. Não há outro estudo no Brasil que tenha realizada a análise para identificação da memória longa das três variáveis, análise da assimetria da volatilidade e análise do poder explanatório entre as variáveis.

Os resultados alcançados também podem ser úteis para corroborar a possibilidade de utilização do modelo VAR para explicar o poder explanatório entre as variáveis e do modelo FIAPARCH para testar a existência da memória longa e para inferir sobre o impacto dos choques de volatilidade positivos e negativos e poder de previsão da volatilidade para períodos futuros.

2

Referencial teórico

Neste capítulo são apresentados estudos relacionados ao tema em investigação e que servirão de base para a análise realizada, conforme os autores Grôppo (2006), Sicsú (2002), Sensoy (2014).

2.1.

Estudos relacionados ao tema – Estudo de Grôppo (2006)

O estudo de Grôppo (2006) buscou analisar através da aplicação do método SVAR desenvolvido por Bernanke, o poder explanatório de variáveis econômicas no Ibovespa ressaltando a relação causal entre elas.

As variáveis econômicas que compõem este estudo são o índice médio mensal de ações da Bolsa de São Paulo (IBOV), a taxa de juros de curto prazo representada pela SELIC, a taxa de juros de longo prazo representada pela TJLP e a taxa de câmbio efetiva real (IPA-OG). Os dados compreendem o período de janeiro de 1995 a julho de 2005.

Neste estudo foram obtidos os resultados a seguir:

- Um aumento de 10% na taxa de juros de curto prazo leva a uma redução de 4,7% no índice Ibovespa;
- Um aumento de 10% na taxa de juros de longo prazo leva a uma queda 2,7% no índice Ibovespa;
- Um aumento de 10% na taxa de câmbio leva a uma queda de 11,6% no índice Ibovespa;
- Um aumento de 1% na Selic afeta a TJLP em 0,17%;
- Um aumento de 10% na Selic causa uma apreciação no câmbio de 1,1%.

Portanto, este estudo conclui que:

- A taxa de juros de curto prazo é o principal instrumento da política monetária e é formadora de todas as demais taxas da economia;
- As taxas de juros de curto e longo prazo impactam o Ibovespa, sendo o câmbio a variável de maior poder explanatório sobre as demais.

2.2.

Estudos relacionados ao tema – Estudo de Sicsú (2002)

O estudo de Sicsú (2002) analisou a relação entre a taxa de juros de curto prazo (Selic) e a taxa de câmbio, com base em dados diários de janeiro de 1999 a abril de 2002. O estudo de Sicsú utilizou dados a partir de 1999 pois foi o período em que foi instaurado o regime de câmbio flutuante no Brasil. Pelo mesmo motivo apontado por Sicsú (2002), este estudo também utiliza dados a partir de 1999.

No estudo de Sicsú (2002) foi aplicada a análise gráfica dos retornos diários em que foi possível verificar a relação entre o aumento da volatilidade positiva da taxa de câmbio e a variação positiva da taxa de juros, ou seja, diante da expectativa de aumento da volatilidade da taxa de câmbio, haveria um aumento da taxa de juros. Apesar de haver clara correlação, não existe nenhuma indicação estatística de causalidade entre as variáveis analisadas.

Sicsú (2002) aborda que o regime cambial no Brasil é flutuante administrado e que o principal instrumento de política monetária utilizado para promover tal administração é a taxa de juros de curto prazo.

2.3.

Estudos relacionados ao tema – Estudo de Souza et al (2006)

Souza et al (2006) buscou estudar a memória de longo prazo para verificar se os valores observados de retorno e volatilidade em lags distantes de tempo estão correlacionados entre si.

A identificação de memória de longo prazo nas séries de retorno e volatilidade das taxas de câmbio resulta na possibilidade da melhoria das previsões que podem ser feitas por meio de modelos econométricos que levam em conta a ocorrência de memória de longo prazo.

Uma série de observações apresenta memória de longo prazo quando os valores observados em lags distantes são correlacionados entre si, ou ainda, se o efeito de um evento ocorrido em um instante pode ser detectado muitos lags depois.

Neste estudo, Souza et al (2006) conclui que há a existência de memória longa para a série histórica de taxa de câmbio no Brasil.

2.4.

Estudos relacionados ao tema – Estudo de Sensoy (2014)

O estudo de Sensoy (2014) buscou estudar a relação dinâmica entre o mercado cambial, o mercado de ações e o mercado de juros na Turquia e identificar como os choques de volatilidade impactam a correlação entre as variáveis.

Sensoy afirma em seu estudo que muitos investidores são atraídos pelo aumento no preço das ações decorrentes da apreciação ou depreciação da moeda local, mostrando uma possível relação entre os mercados.

Seu estudo teve como resultados que o mercado cambial tem grande poder explanatório sobre as demais variáveis e que em períodos de alta volatilidade a correlação entre os mercados varia apenas no curto prazo, não permanecendo em longo prazo, concluindo que são desnecessárias ações governamentais que visem manter a normalidade da correlação entre as variáveis durante períodos de alta volatilidade.

Além disso, através da aplicação do modelo FIAPARCH, comprovou que as séries estudadas para as três variáveis apresentam memória longa e que há reações diferentes em cada variável em relação aos choques de volatilidade positivos ou negativos, representando a existência da assimetria da volatilidade.

De acordo com o estudo de Sensoy (2014) foi verificado que a volatilidade condicional é mais afetada por choques negativos para a taxa de câmbio e para a taxa de juros, e por choques positivos, para o índice Ibovespa, resultado este apresentado que comprova a assimetria de volatilidade.

Portanto, além da análise da relação dinâmica entre as variáveis, conforme realizado no estudo de Sensoy (2014), este estudo também irá investigar a existência da memória longa e os impactos da assimetria da volatilidade através da aplicação do modelo FIAPARCH nas séries temporais levantadas.

3

Metodologia

Este capítulo pretende informar sobre as diversas decisões acerca da forma como este estudo foi realizado.

Está dividido em cinco seções que informam, respectivamente, sobre as etapas de coleta de dados do estudo realizado, sobre as fontes de informação selecionadas para coleta de informações neste estudo. Na sequência, informa-se sobre os processos e instrumentos de coleta de dados realizados em cada etapa, com respectivas justificativas, sobre as formas escolhidas para tratar e analisar os dados coletados, definindo os modelos econométricos utilizados para análise e, por fim, sobre as possíveis repercussões que as decisões sobre como realizar o estudo impuseram aos resultados assim obtidos.

3.1.

Tipos de pesquisa (Design da Pesquisa)

Este trabalho possui três etapas de coleta de dados no campo.

Os dados são secundários e foram obtidos através das plataformas de divulgação oficial existentes no Brasil. Neste caso, o Banco Central e a BM&F Bovespa.

A primeira etapa consistiu na coleta de dados sobre a taxa de câmbio de venda diária R\$/US\$.

A segunda etapa foi composta por coleta dos dados diários dos valores de fechamento dos contratos futuros de CDI x Pré negociados na BM&F Bovespa com vencimento em 360 dias, que representam as expectativas para a taxa de juros no país.

Finalmente a terceira etapa englobou a coleta dos valores diários de fechamento do índice IBOVESPA no período de Janeiro de 1999 a Julho de 2015 que representam a situação no mercado de ações das principais empresas listadas na Bolsa de Valores de São Paulo.

Os dados para as três variáveis são diários e compreendem o período de 04 de janeiro de 1999 a 04 de setembro de 2015, representando uma amostra de 4056 observações por variável.

3.1.1. Quanto aos fins

Na primeira etapa buscaram-se informações do câmbio R\$/US\$ de venda diário, pois representam as cotações da operação de vendas diária divulgadas pelo Banco Central para cada data de fechamento.

Na segunda etapa buscou-se identificar os valores dos contratos futuros de CDI x Pré com vencimento em 360 dias, pois estes representam as expectativas do mercado em relação a taxa de juros do país com objetivo de se obter o retorno diário para aplicação nos modelos econométricos.

Na terceira etapa, utilizaram-se os dados diários de fechamento do índice IBOVESPA negociado na BM&F Bovespa, pois estes representam os preços das ações das principais empresas que compõem o índice.

3.1.2. Quanto aos meios

Na primeira etapa as informações foram colhidas utilizando-se das informações disponibilizadas pelo Banco Central do Brasil em seu portal.

O controle através de planilha eletrônica foi construído para se obter a variação diária da taxa de câmbio.

Na segunda etapa as informações sobre os contratos futuros foram coletadas através da plataforma Bloomberg e reflete os valores de fechamento diário dos contratos negociados na BM&F Bovespa. Para este tipo de dado foi utilizado o cálculo do retorno diário conforme abordado neste capítulo.

Finalmente, na terceira etapa a coleta ocorreu por meio do programa Economática.

3.2. Universo e amostra

O universo desta pesquisa é composto por 12.168 dados, 4.056 dados de cada variável do estudo.

O processo de amostragem privilegiou amostras a partir de 1999, pois foi o momento da adoção da taxa de câmbio flutuante no Brasil, até a última data de valores divulgados antes do fechamento dos dados para análise dos modelos,

logo, os últimos dados extraídos das fontes utilizadas foram referentes ao dia 04 de setembro de 2015.

A estatística descritiva dos dados é apresentada na Tabela 1 – Estatística Descritiva dos Dados:

	Juros DI x Pré	Ibovespa	Taxa de Câmbio R\$/US\$
Média	-0.003878	0.000646	0.000365
Mediana	-0.005000	0.000699	-5.36E-05
Máximo	5.919000	0.333992	0.427410
Mínimo	-9.937.000	-0.113931	-0.303618
Desvio Padrão	0.441344	0.019460	0.013121
Assimetria	-3.185.589	1.273586	5.759732
Curtoses	135.8297	26.92975	351.1661
Observações	4056	4056	4056

Tabela 1: Estatística Descritiva dos Dados.

O universo desta pesquisa é representado pelos gráficos a seguir:

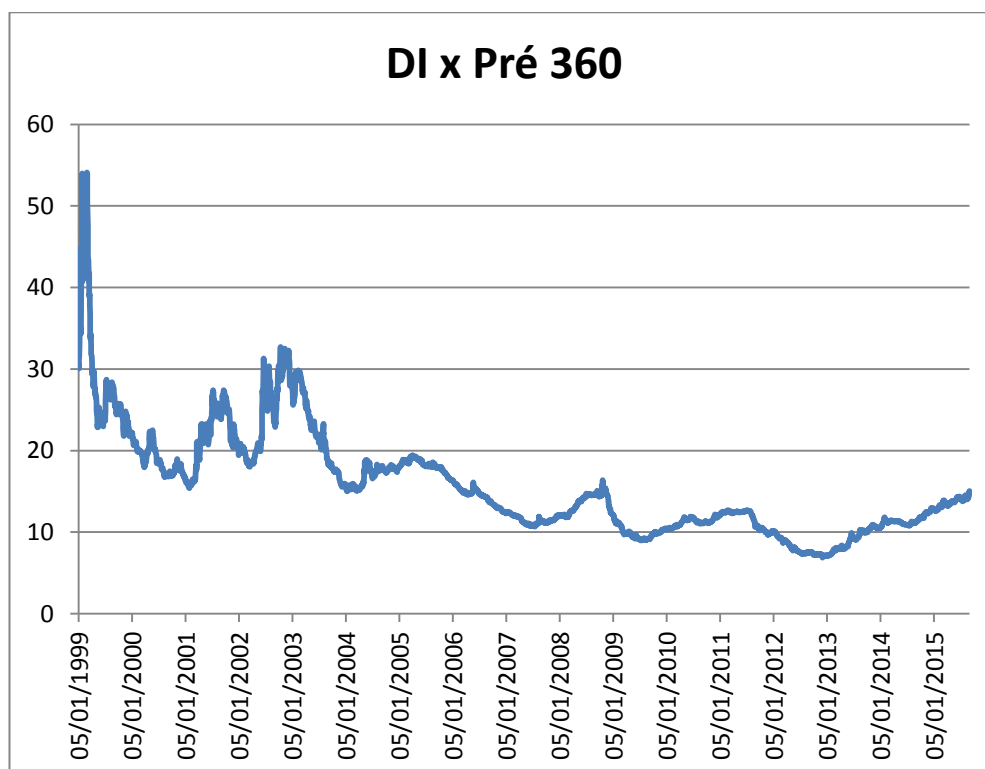


Gráfico 1: Dados diários – Taxa de Juros

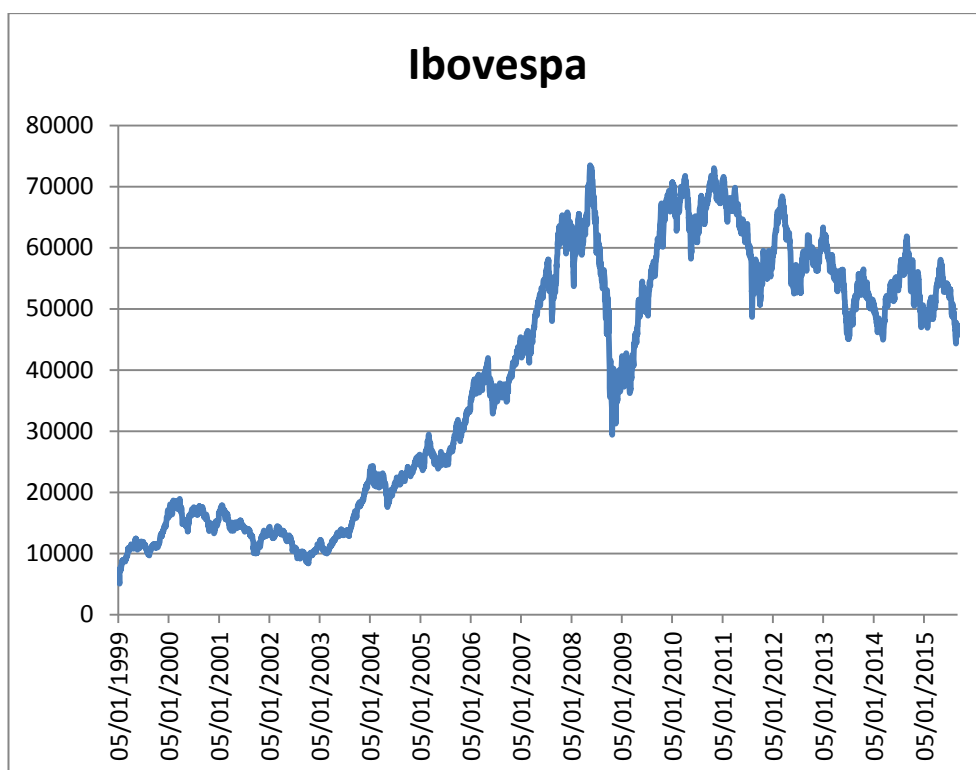


Gráfico 2: Dados diários – Índice Ibovespa

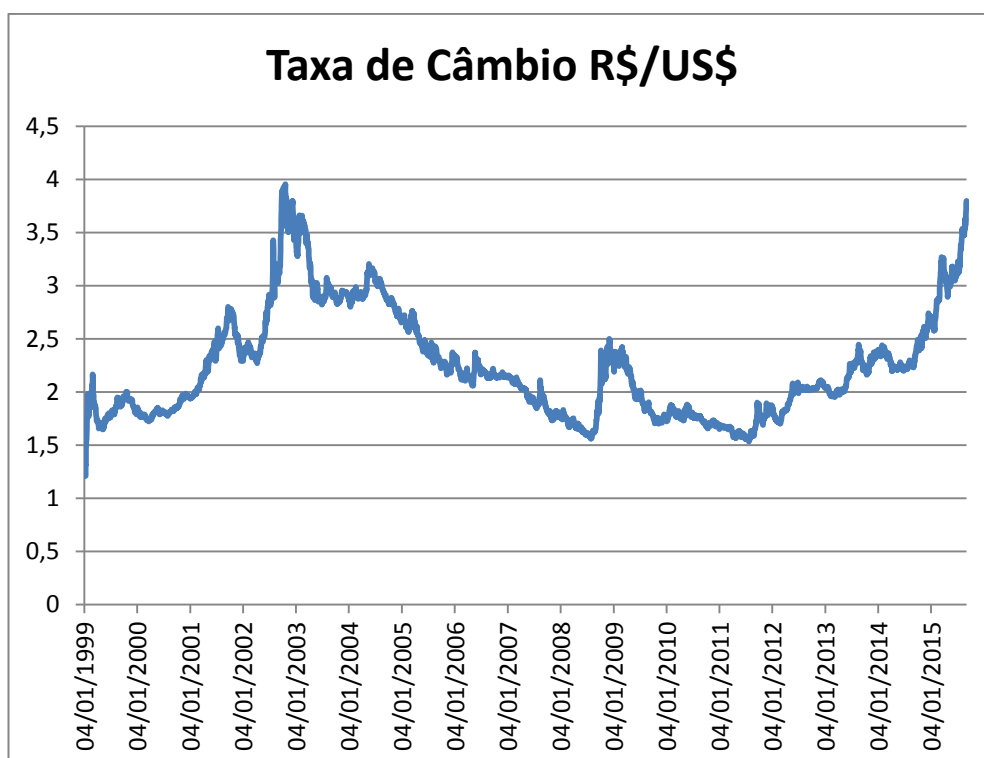


Gráfico 3: Dados diários – Taxa de Câmbio R\$/US\$

3.3.

Procedimentos e Instrumentos de Coleta de Dados

Na primeira etapa, coleta dos dados diários de taxa de câmbio, os dados foram obtidos no site do Banco Central.

Na segunda etapa as informações sobre as cotações do preço de fechamento diário dos contratos futuros de DI x Pré foram extraídos através da plataforma Bloomberg e refletem os dados divulgados pela Bolsa de Mercadorias e Futuros, BM&F Bovespa.

Finalmente, na terceira etapa, para os valores do índice IBOVESPA diários, os dados foram extraídos do Economática, programa onde estão concentrados todos os dados diários dos preços das ações e índices da bolsa de valores de diversos países. Tais dados reportam os valores de fechamento divulgados pelo BM&F Bovespa.

3.4.

Tratamento dos dados

Nesta seção serão abordados os tratamentos das séries históricas das variáveis analisadas e os modelos econométricos aplicados.

Geralmente para análise estatística de séries temporais, é utilizado o retorno, ao invés do próprio valor da série (Brooks, 2008). Desta forma, para a primeira etapa, taxas de câmbio diárias, e para a terceira etapa, índice Ibovespa, os valores das variáveis foram colocados em sequência cronológica em planilha eletrônica e foi calculado o retorno diário para aplicação dos modelos VAR e FIAPARCH. Este cálculo foi utilizado para estas variáveis pois representam o retorno diário do ativo no tempo t em relação ao preço do ativo no tempo $t-1$.

O método utilizado para cálculo deste retorno foi o método de retorno simples abordado por Brooks (2008), conforme a fórmula descrita na Equação 1:

Equação 1: Método de Retorno Simples

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \times 100\%$$

Em que:

R_t é o retorno do ativo no dia t

P_t : é o preço do ativo no dia t

P_{t-1} : é o preço do ativo no dia $t - 1$

Para a segunda etapa, referente aos valores diários dos contratos futuros DI x Pré, foram calculadas as variações diárias simples, conforme fórmula descrita na Equação 2:

Equação 2: Variação Diária Simples

$$\Delta_t = P_t - P_{t-1}$$

Em que:

Δ_t é a variação do ativo no dia t

P_t : é o preço do ativo no dia t

P_{t-1} : é o preço do ativo no dia t – 1

Para os contratos futuros de DI x PRÉ, foram utilizadas as variações diárias simples das taxas apresentadas para o fechamento dos contratos futuros sem aplicar a fórmula de Brooks (2008) para cálculo do retorno, pois a variação da taxa percentual refere-se ao retorno diário do contrato futuro no tempo t em relação ao preço do contrato futuro no tempo t-1.

Após o tratamento dos dados para cálculo das variações e retornos diários, foram obtidos os dados para aplicação dos modelos econométricos. Tais dados podem ser observados nos gráficos a seguir:

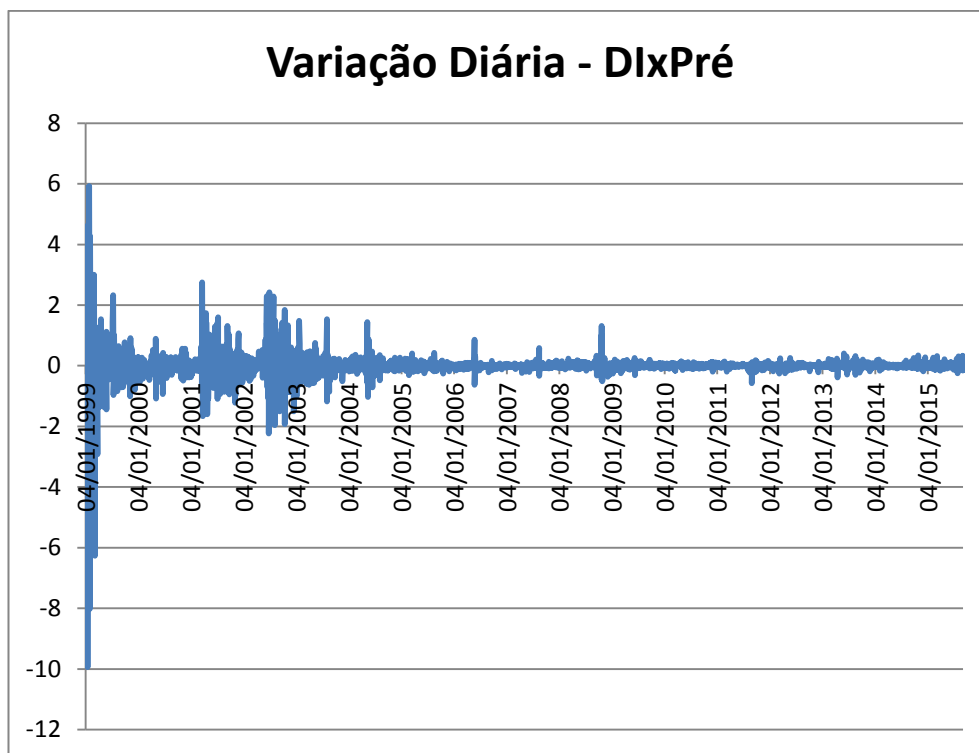


Gráfico 4: Variação diária – Taxa de Juros

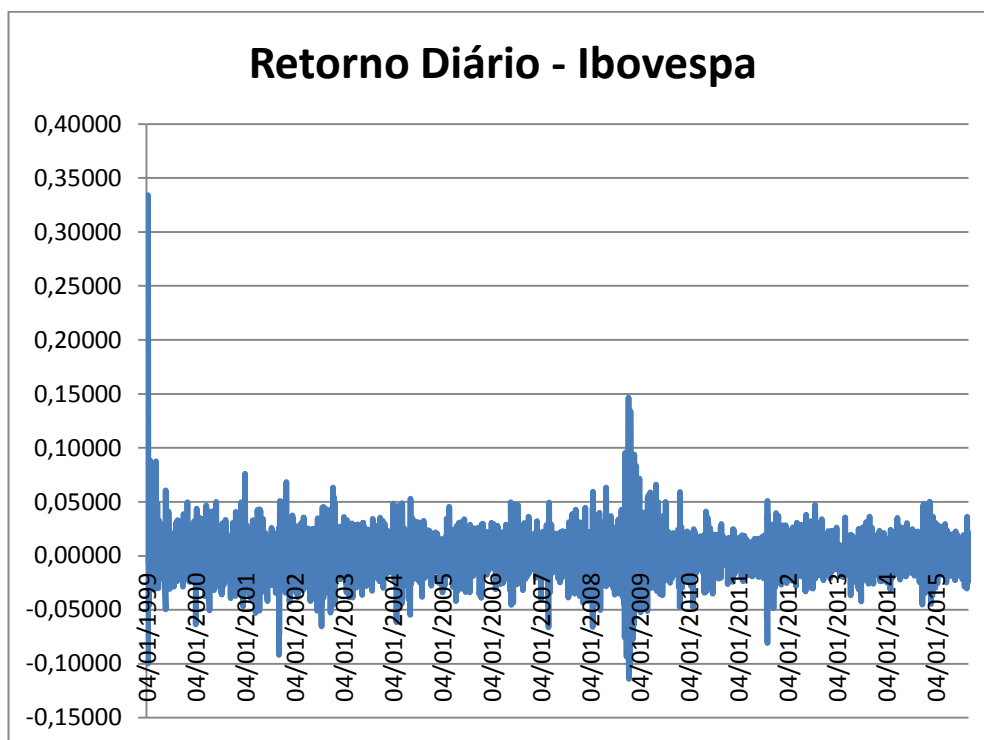


Gráfico 5: Retorno diário – Índice Ibovespa

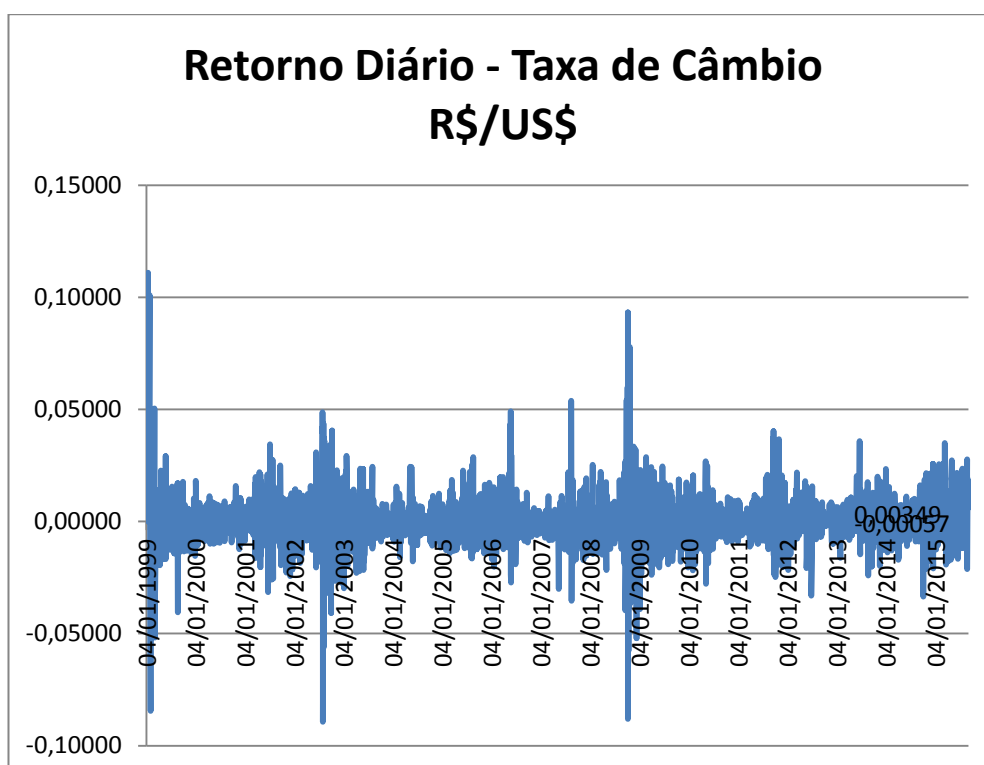


Gráfico 6: Retorno diário – Taxa de Câmbio R\$/US\$

3.4.1.1.

Modelos Econométricos: VAR

Um modelo auto regressivo é aquele em que o valor atual de uma variável y depende somente dos valores observados para esta variável em períodos passados, acrescido de um termo de erro (Brooks, 2008). Portanto, estes modelos se apresentam indicados para análise dos dados de séries temporais, foco deste estudo.

Os modelos de auto regressão vetorial possuem como principal característica o tratamento simétrico das variáveis, ou seja, a questão relativa de dependência ou independência deixa de existir. São indicados para análise de séries temporais, pois são modelos de auto regressão que utilizam somente as regularidades e padrões passados de dados históricos como base para previsão. Estes modelos permitem avaliar os choques individuais e seu impacto no comportamento das variáveis (Grôppo, 2006).

Uma das pré-condições para o uso dos modelos de auto regressão vetorial (VAR) é que as séries de dados a serem analisadas sejam estacionárias. Uma série é estacionária quando as distribuições de probabilidades são estáveis no decorrer do tempo, no sentido de, se uma coleção de dados for deslocada para um período seguinte, a distribuição de probabilidade conjunta deve permanecer inalterada (Wooldridge, 2013).

O teste indicado para testar se uma série é estacionária é o teste de Dickey-Fuller, que permite analisar a existência da raiz unitária (Vasconcellos et al, 2000). Este teste tem como hipótese nula a existência da raiz unitária. Portanto, este teste foi utilizado para verificar se as três séries usadas neste estudo são séries estacionárias.

O teste de Dickey Fuller para raiz unitária é representado pela Equação 3 – Teste de Dickey Fuller:

Equação 3: Teste de Dickey Fuller

$$y_t = py_{t-1} + u_t$$

Onde:

y_t : é a variável de interesse

p : é um coeficiente

t : é o tempo

u_t : é o termo de erro

Neste teste, se $p=1$, há a existência da raiz unitária, logo, a hipótese nula é a existência da raiz unitária. Para que o processo seja classificado como estacionário, o mesmo não deve possuir raiz unitária. Desta forma, para que a série atenda a premissa de estacionariedade do modelo VAR, é necessário que a hipótese nula seja rejeitada. Para tanto, deve ser analisada a estatística t de Student, distribuição que possui formato similar a da normal e o p valor do teste. A distribuição t tende a normal a medida que se aumenta o número de graus de liberdade (Vasconcellos et al, 2000). Como neste estudo, a amostra é grande, de 4.056 dados por variável, pode se concluir que o número de graus de liberdade faz com que a distribuição t observada tenda a normal.

Após a premissa de estacionariedade ser atendida, o modelo VAR deve ser rodado para diferentes números de lags. Para definição do número de *lags* ótimo para o modelo, foi utilizado o teste de *lags com base no critério Akaike* definido pela Equação 4 – Critério de seleção do número de lags:

Equação 4: Critério AIC para seleção do nº de lags

$$AIC = 2k - 2\ln(L)$$

Onde:

L: é o valor máximo da função probabilidade do modelo

K: é o número de parâmetros estimados

O critério Akaike (AIC) mede a qualidade do modelo estatístico para uma série de dados. O teste visa definir a quantidade de lags que contribui para uma melhor qualidade do modelo. O melhor modelo é aquele que apresenta menor AIC.

Para captar a relação dinâmica entre as variáveis, foi estimado o modelo VAR descrita na Equação 5: Modelo VAR, abordada por Brooks (2008):

Equação 5: Modelo VAR

$$y_t = M + \Phi_1 y_{t-1} + \Phi_2 y_{t-2} + \dots + \Phi_p y_{t-p} + u_t$$

Em que:

y_t é o vetor de n retornos de ativos

M é o vetor de constantes com comprimento n

Φ são os vetores de coeficientes

u_t é o termo de erro dos resíduos do VAR

n = 4056

O modelo VAR permite a decomposição histórica da variância do erro de previsão de n períodos à frente, em porcentagens a serem distribuídas a cada variável componente do sistema. Desse modo, há a possibilidade de fazer inferência do poder explanatório de cada uma das variáveis sobre as demais.

3.4.1.2.

Modelos Econométricos: ARCH

Os modelos ARCH são modelos de heterocedasticidade condicional auto regressivo, portanto deve ser observada a heterocedasticidade para aplicação do modelo. Esta pode ser observada através da análise dos gráficos de retorno diários. Estes modelos tiveram sua origem em estudos de Engle (1982) para expressar a variância condicional através dos retornos passados. Esta variância apenas pode ser prevista por modelos ARCH se comprovada a existência da memória longa. Logo, a volatilidade depende dos retornos passados comprovados em teste pela existência da memória longa.

O modelo FIAPARCH foi desenvolvido por Tse (1998), e representa uma junção do modelo ARCH com o modelo APARCH. Este modelo é utilizado para capturar a assimetria da volatilidade, permitindo a análise da resposta assimétrica dos choques de volatilidade positivo ou negativo e o teste da existência da memória longa para previsão da volatilidade (Conrad, 2003). Este modelo tem como premissa que os impactos diferenciam entre choques positivos e negativos da volatilidade (Sensoy, 2014) e, por este motivo, foi escolhido para análise das séries temporais deste estudo.

O modelo FIAPARCH neste estudo será utilizado para identificar a existência da memória longa nas séries temporais das três variáveis e analisar a resposta em relação aos choques positivos e negativos da volatilidade (assimetria da volatilidade).

O objetivo em se identificar a memória longa é verificar se os valores observados de retorno e volatilidade em *lags* distantes estão correlacionados entre si, resultando na possibilidade de melhoria de previsão por meio do modelo econométrico que considere a existência da memória longa (Souza et al, 2006).

O modelo FIAPARCH (1,d,1) utilizado foi desenvolvido por Tse(1998) conforme Equação 6:

Equação 6: Modelo FIAPARCH

$$h_{i,t}^{\delta/2} = \omega + \{1 - [1 - \beta L]^{-1}(1 - \phi L)(1 - L)^d\}(|\varepsilon_{i,t}| - \gamma \varepsilon_{i,t})^\delta$$

Em que:

$\omega \in (0, \infty)$

$|\beta|e|\phi| < 1$

$0 \leq d \leq 1$

γ são os coeficientes de alavancagem

δ parâmetro para o poder do termo, com valores finitos

$(1-L)^d$ é o operador de diferenciação financeiro expresso em função hiper-geométrica

3.5.**Limitações do estudo (Limitações do método)**

Os métodos escolhidos VAR e FIAPARCH se, por um lado, permite identificar o poder explanatório entre as variáveis e o poder de previsão da volatilidade futura, por outro lado, não é adequado para concluir sobre a relação de causalidade entre as variáveis. Deste modo sua aplicação e escolha devem-se ao objetivo de ampliar o conhecimento sobre as variáveis a partir dos dados históricos inferindo sobre a relação existente entre elas e comprovar a possibilidade de aplicação do modelo FIAPARCH para a previsão da volatilidade das variáveis.

4

Análise e Interpretação dos Resultados

Este capítulo, organizado em 2 seções apresenta e discute os principais resultados alcançados baseados em análise equivalente às realizadas por Sensoy (2014) em seu estudo sobre as variáveis macroeconômicas na Turquia, porém aplicadas ao mercado brasileiro, discute suas implicações e produz sugestões sobre o problema de pesquisa previamente selecionado.

A primeira seção apresenta os resultados alcançados a partir da aplicação do modelo VAR buscando identificar o poder explanatório entre as três variáveis em estudo

A seção seguinte discute e analisa a aplicação do modelo FIAPARCH buscando-se identificar a existência da memória longa para as três variáveis e a resposta aos choques de volatilidade positivos ou negativos.

4.1.

Análise dos Resultados do Modelo VAR

A primeira premissa do modelo VAR que deve ser atendida é a premissa de que a série histórica utilizada seja estacionária.

Primeiramente foi realizado o teste de Dickey-Fuller para verificar se a série é estacionária. Neste teste, a hipótese nula é a existência da raiz unitária. Conforme descrito no capítulo 2 deste estudo, para que o processo seja classificado como estacionário, o mesmo não deve possuir raiz unitária. Sendo assim, para que a série atenda ao modelo, é necessário que a hipótese nula seja rejeitada.

Desta forma, foram realizados os testes para as três variáveis de estudo, apresentados na tabela 2:

Hipóteses do teste:

H_0 : Existe raiz unitária

H_a : Não existe raiz unitária

Teste de Dickey-Fuller		
Hipótese nula: série Di x Pré tem raiz unitária		
Valores críticos	Estatística T	P valor
Teste estatístico aumentado Dickey-Fuller	-11,20042	0,0000
nível de significância: 1%	-3,431770	
nível de significância: 5%	-2,862053	
nível de significância: 10%	-2,567086	
Hipótese nula: série Taxa de Câmbio R\$/US\$ tem raiz unitária		
Valores críticos	Estatística T	P valor
Teste estatístico aumentado Dickey-Fuller	-72,36547	0,0001
nível de significância: 1%	-3,431760	
nível de significância: 5%	-2,862048	
nível de significância: 10%	-2,567084	
Hipótese nula: série Ibovespa tem raiz unitária		
Valores críticos	Estatística T	P valor
Teste estatístico aumentado Dickey-Fuller	-63,69298	0,0001
nível de significância: 1%	-3,431760	
nível de significância: 5%	-2,862048	
nível de significância: 10%	-2,567084	

Tabela 2: Teste de Dickey-Fuller

A partir da análise da Tabela 1, podemos observar o p-valor apresentado em cada teste para cada variável. Com base nesta análise, é possível concluir para as três variáveis que, a um nível de significância de 99%, a hipótese nula pode ser rejeitada, ou seja, nenhuma das três séries apresentadas possui raiz unitária, logo, atendem a premissa do modelo VAR de que as séries históricas analisadas são estacionárias.

Após o atendimento a esta premissa, foi rodado o teste de seleção do número de lags a ser utilizado no modelo VAR com base na equação 4, abordada no capítulo 3 deste estudo, obtendo-se a Tabela 3 de resultados.

VAR Seleção do critério de <i>lags</i> Variáveis endógenas: DlxPre - Ibovespa - Câmbio R\$/US\$ Variáveis exógenas: C Amostra: 1 4106 Observações incluídas: 4056						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	20.710,940	N/A	7,38E-09	-10,21102	-10,20635	-10,20936
1	20.996,400	570,35960	6,44E-09	-10,34734	-10,32868	-10,34073
2	21.096,000	198,85760	6,16E-09	-10,39201	-10,35935*	-10,38044
3	21.116,400	40,68345	6,12E-09	-10,93763	-10,35097	-10,38110
4	21.121,730	10,63451	6,13E-09	-10,39582	-10,33517	-10,37434
5	21.126,710	9,91412	6,15E-09	-10,39384	-10,31919	-10,36740
6	21.150,460	47,28304	6,10E-09	-10,40111	-10,31247	-10,36971
7	21.181,320	61,38964	6,04E-09	-10,41189	-10,30925	-10,37554
8	21.198,740	34,62584	6,01E-09	-10,41605	-10,29940	-10,37473
9	21.206,190	14,78669	6,02E-09	-10,41528	-10,28464	-10,36900
10	21.309,080	204,20980	5,74E-09	-10,46158	-10,31694	-10,41034
11	21.333,370	48,17311	5,70E-09	-10,46912	-10,31048	-10,41292
12	21.363,350	59,42080	5,64E-09	-10,47946	-10,30683	-10,41831*
13	21.376,040	25,11999	5,63e-09*	-10,48128*	-10,29465	-10,41517
14	21.380,480	8,78614	5,64E-09	-10,47903	-10,27841	-10,40797
15	21.392,180	23,13881*	5,64E-09	-10,48036	-10,26574	-10,40434
* indica o número de <i>lags</i> para como critério de seleção LR: estatística sequencial do teste LR modificado (cada teste ao nível de 5%) FPE: Erro de Predição Final AIC: critério Akaike SC: critério Schwarz HQ: critério Hannan-Quinn						

Tabela 3: Teste de seleção do critério de *lags*

A Tabela 3 nos mostra o número de *lags* que possui maior poder de explicação para o modelo de acordo com diversos critérios. Neste teste, o objetivo é escolher o número de *lags* que minimiza AIC(m), e que é representado pela coluna AIC com *. Para este estudo, foi utilizado o critério Akaike (AIC) apresentado na 4ª coluna da tabela.

Por este critério, o número ideal para o modelo VAR que englobasse as séries históricas das três variáveis seria de 13 *lags* para uso no modelo VAR sobre as séries de dados informadas.

Após a definição do número de *lags*, o modelo VAR para identificar o poder explanatório entre as variáveis foi estimado obtendo-se os resultados apresentados na Tabela 4:

Estimação do Vetor Auto Regressivo (VAR)									
Amostra (ajustada): 4106 Observações incluídas: 4062 após ajustes									
	DlxPre			Ibovespa			R\$/US\$		
	Coeficiente	Desv Pad	Estatística T	Coeficiente	Desv Pad	Estatística T	Coeficiente	Desv Pad	Estatística T
DlxPre (t-1)	0,1984	0,0165	12,0526	0,0002	0,0008	0,2236	0,0056	0,0006	10,1024
DlxPre (t-2)	-	0,0168	-	0,0019	0,0009	2,1787	0,0006	0,0006	0,9703
DlxPre (t-3)	0,0117	0,0170	0,6932	-	0,0009	0,3352	-	0,0006	-
DlxPre (t-4)	-	0,0166	-	-	0,0009	0,5447	-	0,0006	-
DlxPre (t-5)	-	0,0154	-	-	0,0008	1,2287	-	0,0005	-
DlxPre (t-6)	0,0789	0,0150	5,2512	0,0006	0,0008	0,7498	0,0009	0,0005	1,7870
DlxPre (t-7)	-	0,0150	-	-	0,0008	1,2033	-	0,0005	-
DlxPre (t-8)	-	0,0148	-	-	0,0008	1,3345	-	0,0005	-
DlxPre (t-9)	0,0038	0,0148	0,2563	0,0005	0,0008	0,6939	0,0001	0,0005	0,1667
DlxPre (t-10)	0,1263	0,0147	8,5854	0,0009	0,0008	1,1352	0,0001	0,0005	0,1027
DlxPre (t-11)	0,0428	0,0148	2,8994	0,0015	0,0008	1,9189	0,0010	0,0005	1,9902
DlxPre (t-12)	-	0,0147	-	-	0,0008	0,3903	0,0009	0,0005	1,7348
DlxPre (t-13)	-	0,0147	-	0,0008	0,0008	1,0167	-	0,0005	-
Ibovespa (t-1)	-	0,3279	-	-	0,0168	0,3206	-	-	-
Ibovespa (t-2)	0,1853	0,3339	0,4742	0,0432	0,0171	2,5280	0,0172	0,0113	1,5176

Ibovespa (t-3)	-	0,33	-	-	-	-	-	-	-
	0,2998	33	0,8993	0,0545	0,0171	3,1921	0,0050	0,0113	0,4473
Ibovespa (t-4)		0,33		-		-	-		-
	0,3248	10	0,9812	0,0141	0,0170	0,8311	0,0130	0,0112	1,1596
Ibovespa (t-5)	-	0,32	-	-		-			
	0,4423	27	1,3705	0,0107	0,0165	0,6451	0,0139	0,0191	1,2762
Ibovespa (t-6)		0,32							
	1,1563	23	3,5871	0,0053	0,0165	0,3228	0,0160	0,0109	1,4641
Ibovespa (t-7)		0,32		-		-			
	1,2355	26	3,8294	0,0114	0,0165	0,6873	0,0056	0,0109	0,5091
Ibovespa (t-8)		0,32					-		-
	0,1957	19	0,6079	0,0260	0,0165	1,5802	0,0131	0,0109	1,2053
Ibovespa (t-9)		0,32							
	0,2711	20	0,8420	0,0056	0,0165	0,3420	0,0066	0,0109	0,6039
Ibovespa (t-10)	-	0,32	-						
	2,0880	16	6,4928	0,0477	0,0165	2,8953	0,0038	0,0109	0,3491
Ibovespa (t-11)	-	0,32	-				-		-
	1,1581	31	3,5837	0,0063	0,0165	0,3790	0,0149	0,0109	1,3589
Ibovespa (t-12)		0,32							
	0,2528	35	0,7816	0,0102	0,0166	0,6180	0,0010	0,0110	0,0905
Ibovespa (t-13)	-	0,32	-				-		-
	0,7919	16	2,4622	0,0151	0,0165	0,9170	0,0280	0,0109	2,5749
R\$/US\$ (t-1)		0,48		-		-	-		-
	0,1994	73	0,4092	0,0399	0,0250	1,5990	0,2445	0,0165	14,8194
R\$/US\$ (t-2)		0,50		-		-	-		-
	2,5123	17	5,0080	0,0843	0,0257	3,2814	0,0547	0,0170	3,2211
R\$/US\$ (t-3)		0,50		-		-	-		-
	1,4733	24	2,9325	0,0443	0,0257	1,7224	0,0212	0,0170	1,2435
R\$/US\$ (t-4)	-	0,49	-						
	0,2959	21	0,6013	0,0301	0,0252	1,1960	0,0019	0,0167	0,1149
R\$/US\$ (t-5)	-	0,47	-						
	0,2668	62	0,5603	0,0111	0,0244	0,4560	0,0167	0,0161	1,0363
R\$/US\$ (t-6)		0,47							
	2,0471	62	4,2985	0,0995	0,0244	4,0801	0,0242	0,0161	1,5028
R\$/US\$ (t-7)		0,47		-		-			
	2,2778	88	4,7579	0,0008	0,0245	0,0342	0,0142	0,0162	0,8735
R\$/US\$ (t-8)		0,48							
	1,7408	00	3,6263	0,0584	0,0246	2,3754	0,0176	0,0163	1,0818
R\$/US\$ (t-9)	-	0,48	-						
	1,1637	03	2,4228	0,0582	0,0246	2,3647	0,0075	0,0163	0,4638
R\$/US\$ (t-10)	-	0,48	-						
	2,7020	01	5,6284	0,0294	0,0246	1,1951	0,0110	0,0163	0,6757

R\$/US\$ (t-11)	-	0,48	-	-	-	-	-	-
	0,4867	21	1,0097	0,0122	0,0247	0,4940	0,0098	0,0163
R\$/US\$ (t-12)	-	0,48	-	-	-	-	-	-
	0,0960	10	0,1997	0,0028	0,0246	0,0926	0,0134	0,0163
R\$/US\$ (t-13)	-	0,45	-	-	-	-	-	-
	0,9755	79	2,1304	0,0494	0,0234	2,1075	0,0122	0,0155
C	-	0,00	-	-	-	-	-	-
	0,0061	58	1,0474	0,0006	0,0003	2,0115	0,0005	0,0002

Tabela 4: Modelo VAR (13 lags)

A hipótese nula neste modelo é que não há relação entre as variáveis, ou seja, o coeficiente de correlação é igual à zero. Portanto, para que seja aceita a relação entre as variáveis e a inferência quanto ao poder explanatório de uma variável em relação às demais, é necessário que a hipótese nula seja rejeitada.

A análise da Tabela 3 foi realizada com base na estatística t de Student. Com base na tabela de Student, o valor crítico para que a hipótese nula seja rejeitada é de 1,645 com nível de significância de 5%.

Esta análise leva em consideração os valores de teste apresentados na 3ª coluna de cada variável analisada em comparação a linha de cada variável em ordem de lags. Quando o valor de teste é maior que 1,645, o p-valor é menor que 5%, a hipótese nula é rejeitada e pode-se concluir que há maior poder de explicação entre as variáveis no modelo VAR estimado para cada *lag* de tempo.

A partir desta análise, pode-se concluir que:

- i) a taxa de juros apresenta forte poder explanatório sobre a taxa de câmbio e sobre o Ibovespa;
- ii) O Índice Ibovespa tem fraco poder explanatório sobre as demais variáveis e;
- iii) A taxa de câmbio R\$/US\$ apresentou o maior poder explanatório sobre as demais variáveis.

Conclui-se, portanto que, entre as três variáveis de estudo, a taxa de câmbio R\$/US\$ é a variável que possui maior poder explanatório sobre as demais, assim como encontrado no estudo de Grôppo(2012) no Brasil e no estudo de Sensoy (2014) na Turquia. Ou seja, sua série histórica demonstra que possui maior influência na formação da série histórica das demais variáveis, mostrando, portanto, a exposição do mercado de ações e da economia brasileira às flutuações da taxa de câmbio.

Além disso, podemos concluir também que a taxa de juros tem forte poder explanatório sobre Índice Ibovespa comprovando a teoria inicial de sua influência sobre a taxa de desconto dos dividendos utilizado na precificação no mercado de ações.

4.2.

Análise dos Resultados do Modelo FIAPARCH

O modelo FIAPARCH foi estimado para cada variável de estudo em que foram obtidos os resultados apresentados na tabela 5.

FIAPARCH (1,d,1) Variável: Câmbio R\$/US\$				
	Coeficiente	Desvio Padrão	Valor t	Prob t
d-Figarch	0,699476	0,17127	4,084	0,0000
ARCH (Phi)	-0,736602	0,26624	-2,767	0,0057
GARCH (Beta)	-0,083754	0,10528	-0,7956	0,4263
APARCH (Gamma)	-0,819463	0,26887	-3,048	0,0023
APARCH (Delta)	1,463653	0,81334	1,800	0,072
Variável: Ibovespa				
	Coeficiente	Desvio Padrão	Valor t	Prob t
d-Figarch	0,271465	0,051438	5,277	0,0000
ARCH (Phi)	0,120188	0,08673	1,386	0,1659
GARCH (Beta)	0,327096	0,10743	3,045	0,0023
APARCH (Gamma)	0,580621	0,12003	4,837	0,0000
APARCH (Delta)	1,663022	0,11826	14,06	0,0000
Variável: Juros DI x Pré				
	Coeficiente	Desvio Padrão	Valor t	Prob t
d-Figarch	0,823995	0,10251	8,038	0,0000
ARCH (Phi)	0,266412	0,098384	2,708	0,0068
GARCH (Beta)	0,821158	0,071799	11,44	0,0000
APARCH (Gamma)	-0,228888	0,070510	-3,246	0,0012
APARCH (Delta)	1,866480	0,083752	22,29	0,0000

Tabela 5: Modelo FIAPARCH

A análise do modelo FIAPARCH foi realizada de forma individual para cada variável de estudo buscando identificar a existência da memória longa, o impacto

dos choques de volatilidade (assimetria da volatilidade) e o poder de previsão dos retornos da volatilidade com base na série histórica.

A primeira variável analisada foi a taxa de câmbio R\$/US\$.

A existência da memória longa foi comprovada através da primeira linha da tabela, d-FIGARCH, que apresenta probabilidade t, ou seja, valor p significativo a 1%, demonstrando a possibilidade de melhoria do modelo de previsão através de modelos econométricos que utilizem a memória longa.

A análise da assimetria da volatilidade foi identificada por meio da análise do sinal do coeficiente do Gamma. Para o câmbio, o coeficiente é negativo, o que indica que a volatilidade condicional é mais impactada por choques negativos da volatilidade do que por choques positivos.

A análise do poder de previsão dos retornos da volatilidade com base na série histórica foi identificando através da análise do Delta com base na probabilidade t que representa o p valor do teste, indicando para o câmbio que o teste é significativo a 10%, ou seja, podemos afirmar com 90% de confiança que o modelo tem alto poder de previsão dos retornos de volatilidade com base na série histórica.

A segunda variável analisada foi o índice Ibovespa

A existência da memória longa foi comprovada através da primeira linha da tabela, d-FIGARCH, que apresenta a probabilidade t, ou seja, o valor p significativo a 1%, demonstrando a possibilidade de melhoria do modelo de previsão através de modelos econométricos que utilizem a memória longa.

A análise da assimetria da volatilidade foi identificada por meio da análise do sinal do coeficiente do Gamma. Para o índice Ibovespa o coeficiente é positivo, o que indica que a volatilidade condicional é mais impactada por choques positivos da volatilidade do que por choques negativos.

A análise do poder de previsão dos retornos da volatilidade com base na série histórica foi identificando através da análise do Delta com base na probabilidade t que representa o p valor do teste, indicando para o índice Ibovespa que o teste é significativo a 1%, ou seja, podemos afirmar com 99% de confiança que o modelo tem alto poder de previsão dos retornos de volatilidade com base na série histórica.

A terceira variável analisada foi a taxa de juros.

A existência da memória longa foi comprovada através da primeira linha da tabela, d-FIGARCH, que apresenta estatística t, ou seja, valor p significativo a 1%, demonstrando a possibilidade de melhoria do modelo de previsão através de modelos econométricos que utilizem a memória longa.

A análise da assimetria da volatilidade foi identificada por meio da análise do sinal do coeficiente do Gamma. Para a taxa de juros o coeficiente é negativo, o que indica que a volatilidade condicional é mais impactada por choques negativos da volatilidade do que por choques positivos.

A análise do poder de previsão dos retornos da volatilidade com base na série histórica foi identificando através da análise do Delta com base na probabilidade t que representa o p valor do teste, indicando para a taxa de juros que é significativo a 1%, ou seja, podemos afirmar com 99% de confiança que o modelo tem alto poder de previsão dos retornos de volatilidade com base na série histórica.

Com base nos resultados obtidos na Tabela 4, podemos concluir que as três variáveis do estudo, taxa de câmbio R\$/US\$, taxa de juros e índice Ibovespa possuem memória longa indicando a possibilidade de utilização de modelos econométricos que considerem a memória longa para a previsibilidade da volatilidade, como por exemplo, o modelo FIAPARCH.

Tal resultado também foi encontrado no estudo de Sensoy (2014) para as três variáveis na Turquia e no estudo de Souza (2006) para análise da existência da memória longa para a série de taxa de câmbio no Brasil.

A existência da memória longa contribuiu e pôde ser comprovada na análise do Delta, que indicou para as três variáveis um alto poder de previsão dos retornos de volatilidade com base na série histórica. Este resultado é importante para ressaltar a melhoria que os modelos econométricos que consideram a memória longa podem oferecer na previsão da volatilidade.

Em relação a assimetria da volatilidade, podemos concluir com base neste estudo que a volatilidade condicional esperada para as três variáveis sofrem impactos dos choques de volatilidade, sendo auferidos efeitos diversos. Foi verificado que a volatilidade condicional é mais afetada por choques negativos para a taxa de câmbio e para a taxa de juros, e por choques positivos, para o índice Ibovespa, mesmo resultado observado para estas variáveis na Turquia, abordado no estudo de Sensoy (2014).

5 Conclusão

Esse trabalho pretendeu investigar a relação dinâmica entre os três principais mercados financeiros: mercado cambial, mercado de juros e mercado de ações e realizar análise sobre a previsão do impacto dos choques de volatilidade e da existência da memória longa.

O foco do estudo recaiu sobre os dados diários de taxa de câmbio R\$/US\$, taxa de juros e Índice Ibovespa.

A análise buscou identificar o poder explanatório entre as variáveis a partir da estimação de modelo auto regressivo VAR. Tal questão se mostra importante na medida em que corroborou a ideia inicial de influência de uma variável na formação das outras.

Com base no modelo VAR, foi concluído que a taxa de câmbio possui maior poder explanatório sobre as demais variáveis.

O forte poder explanatório da taxa de câmbio sobre a taxa de juros é esperado, pois o governo utiliza a taxa de juros para controlar o câmbio e aplicar a política monetária do país.

O forte poder explanatório da taxa de câmbio em relação ao Índice Ibovespa é esperado, já que o fluxo das empresas das transações em dólares impactam o fluxo de caixa futuro e as perspectivas de resultado e de pagamento de dividendos.

Além disso, a taxa de juros também apresentou alto poder explanatório sobre o Índice Ibovespa, contribuindo para ressaltar a importância das expectativas da taxa de juros sobre a taxa de desconto de dividendos utilizada pelos investidores para a precificação das ações no mercado brasileiro.

A análise do modelo FIAPARCH foi significativa e atendeu aos objetivos iniciais do estudo. Os resultados foram conclusivos e contribuíram para comprovar a existência da memória longa para as três variáveis, o alto poder de previsão dos retornos de volatilidade com base na série histórica e a existência da assimetria da volatilidade.

A análise da assimetria da volatilidade indicou que a volatilidade condicional da taxa de câmbio e da taxa de juros é mais impactada por choques negativos do que por choques positivos de volatilidade e que a volatilidade

condicional do índice Ibovespa é mais impactada por choques positivos do que por choques negativos da volatilidade.

Como desdobramentos futuros, essa linha de pesquisa pode ser estendida através de investigação sobre a correlação entre as variáveis buscando identificar como esta se comportam em períodos de choques de volatilidade, analisando os impactos da assimetria da volatilidade identificada e verificando se os efeitos dos choques são de curta ou longa duração, assim como estudo realizado por Sensoy (2014) na Turquia.

Este estudo analisou o poder explanatório entre as variáveis, não abordando a causalidade entre elas. Seria interessante para estudos futuros a análise de causalidade entre as três variáveis com base na mesma série histórica.

Neste estudo foram abordadas as três variáveis que costumam ser mais estudadas para se entender a situação econômica de um país, que representam a situação dos mercados de câmbio, de juros e de ações. Porém, outras variáveis podem ser interessantes de serem abordadas em estudos futuros, como por exemplo, a inflação e a taxa de crescimento do PIB.

6

Referências Bibliográficas

BROOKS, Chris. **Introductory econometrics for finance** – 2nd edn. 2008. Cambridge University Press.

CONRAD, C.; JIANG, F.; KARANASOS, M. Modelling and predicting Exchange rate volatility via power ARCH models: the role of long-memory. **Univesity Mannheim, Germany, University of York, UK**. December, 2003.

ENGLE, R.F.. Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. **Econometrica**, v50, n4, p. 987-1007, 1982.

FORTUNA, Eduardo. **Mercado financeiro: produtos e serviços**. 15. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

GAVIN, Michael. The stock Market and Exchange rate dynamics. **Journal of International Money and Finance**, 8 , 181-200. 1989.

GRÔPPO, Gustavo de Souza. Relação dinâmica entre IBOVESPA e variáveis de política monetária. **Revista de Administração de Empresas** – Fundação Getúlio Vargas. Edição Especial. Minas Gerais. Vol.46. 2006.

GROSSMAN, Sanford J.; SHILLER, Robert J. The determinants of the variability of sotck Market price. **National Bureau of Economic Research**. Working Paper nº 564. October 1980.

LOPES, F. **Sobre risco cambial, besouros e borboletas**. Valor. 15 jun. 2011.

SENSOY, Ahmet; SOBACI, Cihat. Effect of volatility shocks on the dynamics linkages between Exchange rate, interest rate and the stock Market: The case of Turkey. **Economic Modelling**. Elsevier. 2014

SICSÚ, João. **Flutuação Cambial e Taxa de Juros no Brasil**. 2002.

SOUZA, Sergio R.S; TABAK, Benjamin M.; CAJUEIRO, Daniel O. Investiga  o da Memória longa na Taxa de Câmbio no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v.60 n2 p. 193-209, Abr – Jun 2006.

TSE, Y. K. The conditional heteroscedasticity of the yen-dollar Exchange rate. **Journal of Applied Econometrics** 13, 49-55, 1998.

VASCONCELLOS, Marco Antonio S.; ALVES, Denisard. **Manual de Econometria: nível intermediário**. São Paulo – Atlas – 2000.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Introdu  o    Econometria: uma abordagem moderna**. Tradução: José Antonio Ferreira. Revisão técnica: Gab Carlos Lopes Noriega. São Paulo: Engage Learning, 2013.