



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIAS E
CONTABILIDADE
CURSO DE FINANÇAS

RAQUEL PEREIRA DE FREITAS

CRESCIMENTO E VOLATIDADE DO CRESCIMENTO: UMA ANÁLISE PARA A
ECONOMIA BRASILEIRA ENTRE 1995 E 2014

FORTALEZA
2018

RAQUEL PEREIRA DE FREITAS

CRESCIMENTO E VOLATIDADE DO CRESCIMENTO: UMA ANÁLISE PARA A
ECONOMIA BRASILEIRA ENTRE 1995 E 2014

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Finanças da Universidade Federal
do Ceará, como requisito à obtenção do título
de Bacharel em Finanças.

Orientador: Prof. Dr. Elano Ferreira Arruda.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- F938c Freitas, Raquel.
Crescimento e Volatilidade do Crescimento : Uma Análise para a Economia Brasileira entre 1995 e 2014 / Raquel Freitas. – 2018.
28 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Finanças, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Elano Ferreira Arruda.
1. Crescimento. 2. Volatilidade. 3. Ciclos de negócios. 4. GARCH-M. I. Título.

CDD 332

RAQUEL PEREIRA DE FREITAS

CRESCIMENTO E VOLATIDADE DO CRESCIMENTO: UMA ANÁLISE PARA A
ECONOMIA BRASILEIRA ENTRE 1995 E 2014

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Finanças da Universidade Federal
do Ceará, como requisito à obtenção do título
de Bacharel em Finanças.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Elano Ferreira Arruda (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Vitor Borges Monteiro
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Felipe de Sousa Bastos
Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE)

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me concedeu o dom da vida e é meu refúgio e minha fortaleza em tudo que me proponho a fazer. A Ele toda a honra e toda a glória.

Aos meus pais, cujo amor incondicional serviu de combustível durante esta caminhada, a eles, que tantas vezes renunciaram aos seus sonhos para que eu realizasse os meus, dedico esta conquista. Por vocês cheguei até aqui e para vocês seguirei em frente.

À minha irmã, que sempre torceu para que eu alcançasse os meus objetivos.

Ao meu irmão, que sempre me incentivou e, gentilmente, me cedeu o seu espaço de estudo para que eu produzisse este trabalho com o maior conforto possível.

Ao meu noivo, cujo apoio irrestrito e paciência foram fundamentais durante o processo de elaboração deste trabalho.

Ao professor orientador Elano Arruda, por todo conhecimento partilhado e assistência prestada durante esta jornada.

Aos demais professores, que contribuíram diretamente para a realização desta conquista.

Aos meus colegas de turma e a alguns servidores queridos, que facilitaram a vivência acadêmica.

A coisa mais importante que uma economia precisa para ter sucesso economicamente é impulsionar as habilidades, os talentos e o potencial de seus cidadãos.

James Robinson

RESUMO

A teoria macroeconômica por muito tempo tratou separadamente as questões associadas ao crescimento econômico de longo prazo e as flutuações dos ciclos de negócios. Após o trabalho de Ramey e Ramey (1995), que mostra que países que possuem maior volatilidade, ou maiores flutuações na atividade econômica em curto prazo, apresentam menor crescimento econômico de longo prazo, observou-se um importante esforço na literatura para analisar a integração entre as teorias do crescimento econômico e as teorias dos ciclos de negócios. Vale destacar que a direção dessa inter-relação se traduz em importantes consequências para a condução da política macroeconômica. Se, por exemplo, a volatilidade do crescimento em curto prazo afetar positivamente o crescimento econômico em longo prazo, políticas de estabilização em curto prazo seriam prejudiciais para o crescimento de longo prazo; ou seja, o governo enfrenta um *trade-off* entre a estabilidade de curto prazo e o crescimento econômico de longo prazo. O presente estudo tem como objetivo analisar a inter-relação entre o crescimento em longo prazo e sua volatilidade de curto prazo na economia brasileira com dados mensais entre janeiro de 1995 e dezembro de 2014 e aplicação de um modelo autoregressivo com heterocedasticidade condicional generalizada em média (GARCH-M). Os resultados indicam uma relação negativa entre volatilidade e crescimento econômico, não ocorrendo o *trade-off* entre estabilidade de curto prazo e crescimento de longo prazo para a economia brasileira no período analisado.

Palavras-chave: Crescimento. Volatilidade. Ciclos de negócios. GARCH-M.

ABSTRACT

The macroeconomic theory has long addressed the rules associated with economic growth and fluctuations in business cycles. After the paper of Ramey and Ramey (1995), which shows that countries that have greater volatility, greater proportions in short-term economic activity, lower economic growth of longer term, more prominence in literature to analyze the integration between growth theories economic and business cycle theories. It is worth emphasizing the importance of the prohibition of important causes for the conduct of macroeconomic policy. If, for example, short-term growth volatility has positively advanced long-term economic growth, long-term policies preceded long-term growth; that is, the ruler faces a trade between a long-term stage and a long-term model. The present study aims to analyze the interrelationship between long-term growth and its short-term volatility in the Brazilian economy with monthly data between January 1995 and December 2014 and application of an autoregressive model with generalized conditional heteroscedasticity on average (GARCH-M). The results indicate a negative relationship between volatility and economic growth. Therefore, there is no trade-off between short-term stability and long-term growth for the Brazilian economy in the period analyzed.

Keywords: Growth. Volatility. Business cycles. GARCH-M.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comparativo entre taxa de crescimento e volatilidade.....	21
--	----

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Tabela 01: Resultados Estimados.....	24
Figura 01: Correlograma dos Resíduos.....	25
Figura 02: Correlograma dos Resíduos Quadrados.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EUA	Estados Unidos da América
FGV	Fundação Getúlio Vargas
G7	Grupo dos sete países entre as maiores e mais industrializadas economias do mundo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGP-DI	Índice Geral de Preços – Dinâmica Interna
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PIB	Produto Interno Bruto
WDI	<i>World Development Indicators</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
3	ASPECTOS METODOLÓGICOS	21
3.1.	Descrição e Análise de Dados	21
3.2.	Estratégia Econométrica	22
4	DISCUSSÃO DE RESULTADOS	24
5	CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1 INTRODUÇÃO

A teoria macroeconômica por muito tempo tratou separadamente as questões associadas ao crescimento econômico de longo prazo e as flutuações dos ciclos de negócios. Entretanto, há muitas razões para acreditar que o crescimento e a volatilidade podem estar ligados positiva ou negativamente.

Em suas análises teóricas, Bernanke (1983) e Pindyck (1991) sugerem que, se houver irreversibilidade dos investimentos, então o aumento da volatilidade levará a uma redução destes e, conseqüentemente, a um menor crescimento econômico. Mirman (1971) aponta para uma relação positiva entre crescimento e volatilidade considerando a poupança por precaução. Ainda segundo este autor, se houver motivo para poupança por precaução, uma maior volatilidade levará a uma maior taxa de poupança e, conseqüentemente, haverá uma maior taxa de investimento e, portanto, crescimento econômico de longo prazo.

Recentemente, muita atenção tem sido direcionada para a questão de se a volatilidade macroeconômica afeta o desempenho econômico, particularmente para a relação entre o ciclo de negócios e a volatilidade e o crescimento econômico.

Tradicionalmente, os modelos de crescimento econômico e de ciclo econômico são tratados como doutrinas diferentes, no entanto, desde o influente trabalho de Ramey e Ramey (1995), ao indicar que os países com maior volatilidade de crescimento têm menor crescimento econômico, esforços consideráveis têm sido dedicados a uma análise de se e como o crescimento e a volatilidade estão interligados. Diversos autores contribuíram com a literatura, apresentando em seus trabalhos evidências empíricas da relação entre crescimento econômico e volatilidade do crescimento.

Lee (2009) encontrou em suas análises um relacionamento positivo entre volatilidade e crescimento econômico. Martin e Rogers (1998), por sua vez, analisaram o impacto da aprendizagem na relação entre volatilidade e crescimento econômico e encontraram resultados mistos: países desenvolvidos apresentaram relacionamento negativo entre volatilidade do crescimento e a atividade de longo prazo, enquanto países em desenvolvimento apresentaram relação positiva. Antagonicamente, Fatás (2002) encontrou, em seus estudos, evidências de que países com flutuações mais voláteis impactam em economias com menores taxas de crescimento econômico. Lin e Kim (2013) igualmente apresentaram evidências de que a volatilidade do crescimento tem impacto negativo sobre o crescimento econômico.

Alguns trabalhos analisaram ainda a relação entre volatilidade e crescimento

econômico para a economia brasileira. Em seu trabalho, Araújo, Carpena e Cunha (2007) analisaram a economia brasileira, porém não encontraram evidências estatisticamente significantes de que crescimento de longo prazo e volatilidade de curto prazo estivessem interligados. Por outro lado, estudos mais recentes como o de Arbache e Sarquis (2017) sugerem que uma alta volatilidade tem impacto negativo no crescimento do país.

O presente trabalho se propõe a averiguar a inter-relação entre crescimento de longo prazo e volatilidade de curto prazo na economia brasileira. Para tal, utilizar-se-á dados mensais entre janeiro de 1995 e dezembro de 2014 extraídos do Banco Central do Brasil, consideraremos ainda o IGP-DI (FGV/Conj. Econ. - IGP) transformado, tomando como base a média dos índices no ano de 2005 para deflacionar o PIB e, como metodologia, adotaremos o modelo GARCH-M que introduz variância condicional em sua modelagem.

O trabalho está disposto em cinco seções, das quais a presente introdução é a primeira, seguida da revisão de literatura que fundamenta a pesquisa aqui apresentada. A seção três discorrerá sobre aspectos metodológicos, seguida da análise e discussão dos resultados. Por fim, a quinta seção apresentará conclusão e considerações finais.

2 REVISÃO DE LITETARURA

Observa-se um esforço da literatura em produzir evidências que comprovem a relação entre crescimento econômico e volatilidade do crescimento. Esta seção se reserva a analisar as principais referências teóricas e evidências empíricas encontradas na literatura objetivando dar sustentação ao objeto deste trabalho.

Ramey e Ramey (1995) conduziram uma análise empírica contra a dicotomia padrão que separa a teoria dos ciclos de negócios e a teoria do crescimento econômico e encontraram uma ligação negativa entre crescimento e volatilidade. Para permear o estudo, os autores analisaram uma amostra composta por 92 países, com dados completos de 1960 a 1985 e uma segunda amostra composta por 24 países da OCDE com dados de 1950 a 1988. A justificativa para a escolha da segunda amostra era garantir um subconjunto de dados de melhor qualidade que possibilitassem menores erros de medição, bem como realizar um estudo de países que dispusessem de tecnologias de produção semelhantes.

Inicialmente, os autores realizaram o cálculo da correlação entre crescimento e volatilidade entre países. A amostra de 92 países retornou uma relação negativa e estatisticamente significativa entre crescimento e volatilidade. Já para a amostra de países da OCDE observou-se uma relação positiva, porém insignificante estatisticamente. Para esta primeira análise, na amostra de 92 países, há indícios de que os países com maior volatilidade nas taxas de crescimento tendem a possuir taxas de crescimento sistematicamente menores.

Os autores examinaram ainda a relação entre volatilidade e crescimento em modelos que medem outras características desses países, assim como a volatilidade de inovação. Para tal, foi introduzido no modelo econométrico um conjunto de quatro variáveis. São elas: fração de investimento médio do PIB, log inicial do PIB *per capita*; capital humano inicial e taxa média de crescimento da população. A inclusão destas variáveis fortaleceu o resultado de uma correlação negativa e significativa entre crescimento e volatilidade para os 92 países. Em se tratando da amostra de países da OCDE, a inclusão das variáveis tornou negativa a relação entre crescimento e volatilidade.

Posteriormente, os autores investigaram a relação entre crescimento e a variedade de inovações para uma equação de previsão para o crescimento. Para esta análise, também foi incluído um conjunto de variáveis, porém de naturezas distintas. A saber: fração do investimento no ano inicial da amostra e taxa de crescimento da população nos dois primeiros anos da amostra. Além de variáveis de previsão: duas defasagens do PIB *per capita*, uma tendência temporal, uma tendência temporal quadrada, uma tendência temporal iniciada em

1974 e uma variável *dummy* para 1974. Os resultados para a amostra de 92 países foi semelhante às estimativas anteriores, a amostra da OCDE, por sua vez, retornou um resultado muito mais robusto em relação aos cálculos anteriores. As estimativas mostraram que países com maior volatilidade da atividade econômica têm menores taxas de crescimento médio em longo prazo.

Finalmente, a fim de mensurar as implicações do investimento entre volatilidade e crescimento, os autores estimam uma regressão afetada pela variação da variável de participação do investimento. Os resultados desta análise corroboram com uma relação negativa entre volatilidade e crescimento, porém a presença do investimento exerce pouca relevância nesta ligação.

Seguindo a mesma hipótese de inter-relação entre volatilidade e crescimento econômico, Martin e Rogers (1998) avaliaram o impacto da aprendizagem na relação entre volatilidade e crescimento através de um estudo, utilizando séries temporais, realizado com três amostras com dados de regiões europeias e países da OCDE. A primeira amostra consiste em 90 regiões europeias com dados entre 1979 e 1992, a segunda amostra analisa 24 países industrializados com dados completos entre 1960 e 1988, a terceira amostra é constituída por 72 países não industrializados e não produtores de petróleo com dados de igual período à amostra anterior. Os dados para as regiões europeias foram extraídos do Eurostat e os dados para os 96 países são do Banco Mundial e de Barro e Lee (1993).

O estudo apresentou resultados mistos. Para os países desenvolvidos, as evidências apontam para uma relação negativa entre crescimento e ciclos de negócios se medido pelo desvio padrão do crescimento ou do desemprego. Por outro lado, esta relação não se aplica se avaliarmos o impacto da instabilidade de curto prazo no nível de investimento em países industrializados. Além disso, o estudo aponta que o crescimento somente é impulsionado pela aprendizagem em países com altos níveis de desenvolvimento.

Fatás (2002) explorou as ligações entre os ciclos de negócios e o crescimento de longo prazo apresentando evidências teóricas e empíricas. O autor apresentou um arcabouço teórico e analisou um modelo de crescimento endógeno simples para uma amostra de 98 países idêntica à utilizada em Bernanke e Gürkaynak (2001).

O autor apresenta evidências empíricas que sugerem que os ciclos de negócios têm efeitos permanentes na produção através da dinâmica do processo de crescimento. Durante os períodos de recessão, o crescimento diminui. No período de recuperação, a taxa de crescimento de volta à normalidade, em contrapartida, o nível de crescimento permanece abaixo da tendência seguida antes do período de recessão. Assim, países que possuem taxas

de crescimento maiores tendem a perder mais em períodos de recessão e exibem efeitos permanentes maiores dos ciclos de negócios.

A análise dos dados evidencia que países com flutuações mais voláteis apresentam menores taxas de crescimento em longo prazo. O estudo sugere ainda que o efeito de ciclos de negócios no crescimento é maior para os países pobres.

Araújo, Carpena e Cunha (2007) estudaram os ciclos de negócio do Brasil de 1850 a 2000 a fim de verificar consonância às estatísticas de alguns países desenvolvidos conforme relatado em Backus e Kehoe (1992). Igualmente, o estudo investiga se houveram quebras estruturais relevantes neste período e busca avaliar o impacto destas mudanças na relação entre as taxas de crescimento e volatilidade.

Os autores geraram a série de PIB para o período supracitado combinando dados de Goldsmith (1986), Haddad (1978) e IBGE (2003), em seguida utilizaram informações do IBGE (2003) para gerar uma série populacional. Utilizando esses dados, os autores construíram uma série de PIB per capita.

Em suma, o artigo apresenta evidências de que o comportamento da volatilidade do crescimento brasileiro de 1850 a 2000 foi bem diferente de suas contrapartes nos EUA e em algumas outras economias desenvolvidas e se mostrou praticamente constante durante o período. A análise também aponta para um crescimento nas oscilações da atividade econômica pós Segunda Guerra Mundial. Por outro lado, o estudo não encontrou evidências de que a volatilidade e o crescimento estivessem relacionados de maneira estatisticamente significativa. Essa conclusão sugere que uma política destinada a mitigar os ciclos de negócios dificilmente estimulará o crescimento de longo prazo.

Jim Lee (2009) realizou um estudo a fim de comprovar a associação entre crescimento da produção e volatilidade das inovações para o crescimento. A amostra utilizada para esta análise incluiu dados mensais de 1965 a 2007 dos países membros do G7 e a produção foi medida pelo logaritmo do índice de produção industrial. Suportado pela teoria, o autor utiliza a metodologia GARCH para um contexto de dados em painel. A justificativa é que os modelos GARCH de painel são mais eficientes nas estimativas de variância condicional e covariância, além de incorporar ao modelo informações relevantes sobre a heterogeneidade e interdependência entre as economias. A estimativa realizada suporta a hipótese de que uma elevação no crescimento da produção está associada a uma maior volatilidade das inovações para o crescimento, porém foram encontradas poucas evidências que comprovem que esse maior crescimento econômico leva a uma maior incerteza econômica.

Lin e Kim (2013) contribuíram com a literatura, fornecendo relevância empírica para a correlação entre crescimento e volatilidade através de um modelo de equações simultâneas (SEM). A amostra utilizada neste estudo foi composta por um painel de 158 países no período entre 1960 a 2010, cujo conjunto de dados foi extraído dos indicadores do Desenvolvimento mundial do Banco Mundial. O crescimento econômico é medido como uma taxa de crescimento médio do PIB real per capita ao longo dos períodos de 5 anos não sobrepostos. Em relação à volatilidade do crescimento, a volatilidade é medida por um desvio padrão (móvel) de uma variável.

O estudo produz evidências de que a volatilidade do crescimento tem um efeito negativo sobre o crescimento econômico, sugerindo que economias mais estáveis tendem a apresentar um crescimento econômico mais rapidamente. Por outro lado, os resultados apontam para uma relação positiva entre crescimento e volatilidade, sugestionando que o crescimento econômico facilita a instabilidade da economia. De modo geral, os resultados destacam a necessidade de esforços contínuos de estabilização para manter tanto o crescimento da produção quanto as menores flutuações econômicas.

Arbache e Sarquis (2017) realizaram uma análise da volatilidade do crescimento e seu impacto no desempenho de crescimento do Brasil. Os autores discorrem sobre o baixo crescimento do Brasil em relação ao alto potencial do país e atribuem este fenômeno à volatilidade excessiva e continua das taxas de crescimento do país.

Para explorar ainda mais os impactos da volatilidade no desempenho do crescimento, os autores simularam o que teria acontecido com o país em cenários hipotéticos de crescimento utilizando dados dos períodos de 1901 a 2015 (IBGE) e 1961 a 2015 (WDI). A primeira simulação substitui os piores anos de crescimento pela taxa de crescimento de longo prazo, como resultado a taxa de crescimento de longo prazo teria sido cerca de 1 ponto percentual maior. A segunda simulação substitui os melhores anos de crescimento pela taxa de crescimento de longo prazo, como resultado a taxa de crescimento de longo prazo teria sido cerca de 1 ponto percentual menor. Na terceira simulação, os melhores e piores anos de crescimento foram substituídos pela taxa de crescimento de longo prazo, como resultado a taxa de crescimento de longo prazo estaria próxima à taxa média real.

Estas simulações sugerem que a excessiva volatilidade induzida por altas e baixas taxas de crescimento tem, de fato, um impacto considerável do desempenho do crescimento. O estudo conclui ainda que o principal desafio econômico do Brasil não é alcançar altas taxas, mas sim crescer de forma mais estável e sustentada. As políticas econômicas devem ser direcionadas para frear o círculo de alta volatilidade e baixo crescimento.

O presente trabalho visa contribuir com a literatura, realizando uma análise da inter-relação entre crescimento de longo prazo e volatilidade do crescimento de curto prazo para a economia brasileira. Para tal, utilizar-se-á dados mensais de janeiro de 1995 a dezembro de 2014 e um modelo autoregressivo com heterocedasticidade condicional generalizada em média (GARCH-M).

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

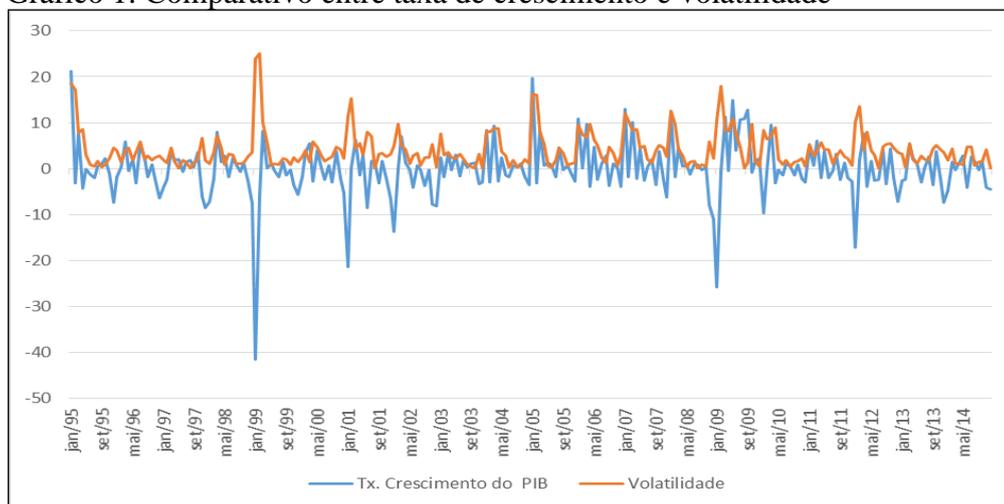
Esta seção se propõe a analisar a base de dados utilizada no presente estudo, bem como explicar sobre a estratégia econométrica a ser aplicada.

3.1. Descrição e Análise de Dados

Para examinar as relações investigadas neste trabalho, foi construída uma base de dados composta por uma série de PIB com dados mensais, extraídos do Banco Central do Brasil, entre janeiro de 1995 e dezembro de 2014. Considerou-se ainda uma série de igual período do Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI/FGV). Optou-se por utilizar este índice de preço por considerar apenas as variações de preços que afetam diretamente as atividades econômicas localizadas no território brasileiro. Na composição deste índice, não se considera as variações de preços dos produtos exportados. Realizou-se ainda uma transformação no IGP-DI (FGV) com base na média dos índices no ano de 2005 para deflacionar o PIB. O ano de 2005 foi escolhido por se tratar de um ano sem grandes flutuações econômicas. Por fim, foi calculada a taxa de crescimento do PIB, utilizando o PIB real deflacionado, e a volatilidade do crescimento para o período supracitado, seguindo a periodicidade utilizada nas demais séries.

A fim de subsidiar a análise econométrica aqui executada, foi realizada uma análise preliminar do impacto que a volatilidade de curto prazo causa sobre o crescimento de longo prazo. O gráfico abaixo apresenta um comparativo da taxas de crescimento e volatilidades do crescimento para economia brasileira no período supracitado.

Gráfico 1: Comparativo entre taxa de crescimento e volatilidade



Fonte: Elaboração própria

Realizando uma análise gráfica, é intuitivo crer que períodos com alta volatilidade apresentaram crescimento econômico negativo. Dentre os períodos que mais chamam a atenção, pode-se citar janeiro de 1999 cuja mudança na política cambial brasileira desencadeou em uma crise econômica e, conseqüentemente, à uma taxa de crescimento negativa. Outro período relevante é janeiro de 2001, ano em que a combinação de crise energética, altas taxas de juros e forte desaceleração econômica em todo o mundo derrubou a atividade econômica. Vale ressaltar ainda o início do ano de 2003, período de grande instabilidade econômica fruto da posse do então presidente Lula. O início de 2009 também foi marcado por um baixo crescimento econômico, período este em que o Brasil ainda sofria com os impactos da crise mundial de 2008.

Esta análise gráfica fortalece a hipótese de que crescimento econômico e volatilidade possui inter-relação, não devendo então serem tratados separadamente como dita a teoria macroeconômica clássica. Em se tratando da economia brasileira, esta análise preliminar aponta para uma relação negativa entre crescimento e volatilidade.

3.2. Estratégia Econométrica

A análise da inter-relação entre volatilidade de curto prazo e crescimento de longo prazo para a economia brasileira se dará através da aplicação do modelo autoregressivo de heterocedasticidade condicional generalizado em média (GARCH-M) que introduz variância condicional em sua modelagem.

Para compreensão da modelagem em GARCH-M, antes de mais nada, se faz necessário discorrer sobre a modelo GARCH, uma vez que este é precursor da estratégia econométrica proposta neste trabalho.

O modelo GARCH, proposto por Bollerslev (1986) é uma extensão do modelo ARCH de Engle (1982). Esta modelagem considera que a variância condicional do erro está relacionada também com variâncias condicionais passadas, obtendo, portanto, o modelo mais geral:

$$X_t = \sigma_t \varepsilon_t \quad (1)$$

onde, ε_t são variáveis aleatórias iid com média zero e variância igual a um e:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2 + \dots + \alpha_s X_{t-s}^2 + \phi_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \phi_r \sigma_{t-r}^2. \quad (2)$$

A equação (1) é conhecida como modelo autorregressivo de heterocedasticidade condicional generalizado de ordem (r,s) e representa-se por GARCH(r,s). Por se tratar de um modelo mais parcimonioso, geralmente é um modelo mais utilizado que o modelo ARCH.

Alguns estudo, porém, necessitam de um refinamento ainda maior do modelo GARCH. O retorno de uma série financeira, por exemplo, depende da volatilidade do processo, ou seja, da sua variância condicional. Para atender esta necessidade, foi desenvolvido um novo modelo, intitulado GARCH-M ou GARCH na média.

O modelo GARCH-M(1,1), por exemplo, é dado por:

$$X_t = \sigma_t \varepsilon_t \text{ com } r_t = \mu + c\sigma_t^2 + X_t \text{ e } \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1}^2 + \phi_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (3)$$

onde r_t designa retorno, μ e c são constantes e c indica o parâmetro de prêmio de risco. Se $c > 0$, então o retorno está positivamente relacionado com a volatilidade.

No contexto desse trabalho, será empregado um modelo nos moldes de Engle, Lilien e Robins (1987):

$$Y_t = X_t' \theta + \lambda \ln(\sigma_t^2) + \varepsilon_t \quad (4)$$

$$\sigma_t^2 = w + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + Z_t' \pi. \quad (5)$$

A equação (5) permite ainda a inclusão de regressores exógenos Z .

O modelo GARCH -M é, frequentemente, utilizado em aplicações financeiras, onde o retorno esperado em um ativo se relaciona com o risco de ativos esperado. O coeficiente estimado sobre o risco esperado é um medidor do *trade-off* de risco-retorno. Neste estudo, buscamos medir o *trade-off* entre a estabilidade de curto prazo e o crescimento econômico de longo prazo, desse modo é crível utilizar o modelo GARCH-M como estratégia econométrica.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O modelo que melhor se ajustou na presente análise foi o GARCH-M (2,2) com inclusão do crescimento, defasado em um período, na equação da variância. A tabela a seguir apresenta os resultados do modelo estimado.

Tabela 1: Resultados Estimados

Equação Média		Equação da Variância	
Variável	Coefficiente	Variável	Coefficiente
LOG(GARCH)	-4,883534** (-2,368872)	C	24,82791* (6,681277)
C	15,07851** (2,354954)	RESID(-1)^2	0,067727* (3,292480)
GY(-1)	-0,437369** (-2,018085)	RESID(-2)^2	-0,015474 (-1,002901)
GY(-2)	0,172091** 1,871898	GARCH(-1)	-0,090275 (-0,725144)
GY(-3)	-0,005409 (-0,51143)	GARCH(-2)	0,009348 (0,170272)
GY(-4)	-0,067899 (-1,156442)	GY(-1)	-1,755841* (-9,322900)
GY(-5)	0,020124 (0,334483)		
GY(-6)	-0,069531 (-1,099996)		
GY(-7)	-0,064765 (-0,995343)		
GY(-8)	-0,131037** (-2,267866)		
GY(-9)	-0,0272256 0,297671		
GY(-10)	0,018673 (0,229900)		
GY(-11)	-0,029781 (-0,434460)		
GY(-12)	0,334518* (7,704787)		

Fonte: Elaboração Própria. Estatística-Z em parênteses

* Significância Estatística a nível 1%

** Significância Estatística a nível 5%

*** Significância Estatística a nível 10%

De modo a contornar possíveis efeitos de autocorrelação no modelo foram incluídas até 12 defasagens na equação da média. Entre elas, observou-se significância estatística nas defasagens 1, 2, 8 e 12.

De forma a confirmar a inexistência de correlação nos resíduos de estimação, recorreu-se ao cálculo da FAC e FACP dos resíduos, tendo obtido o seguinte resultado:

Figura 01: Correlograma dos Resíduos

Autocorrelação	Correl. Parcial	AC	PAC	O-Stat	Prob	
		1	0.119	0.119	3.2611	0.071
		2	0.027	0.013	3.4260	0.180
		3	0.056	0.052	4.1548	0.245
		4	0.041	0.029	4.5536	0.336
		5	-0.031	-0.042	4.7815	0.443
		6	0.021	0.026	4.8875	0.558
		7	0.038	0.031	5.2342	0.631
		8	-0.040	-0.047	5.6120	0.691
		9	-0.078	-0.070	7.0694	0.630
		10	-0.012	-0.000	7.1062	0.715
		11	-0.012	-0.005	7.1424	0.787
		12	-0.030	-0.015	7.3536	0.833
		13	0.022	0.030	7.4739	0.876
		14	-0.004	-0.013	7.4770	0.915
		15	-0.165	-0.161	14.213	0.509
		16	0.023	0.066	14.342	0.573
		17	0.052	0.043	15.012	0.595
		18	0.080	0.084	16.600	0.551
		19	0.030	0.016	16.822	0.602
		20	0.143	0.118	21.990	0.341
		21	-0.055	-0.097	22.763	0.357
		22	0.003	0.026	22.765	0.415
		23	0.118	0.101	26.309	0.286
		24	0.154	0.112	32.413	0.117

Fonte: Elaboração Própria

Verifica-se que, para um nível de significância de 5%, ambas as funções são estatisticamente nulas em todas as defasagens, tendo obtido Q-Stat. = 32,413 e um p-valor de 0,117. Assim, não se rejeita a hipótese de que ambas as funções sejam nulas até a defasagem 24 e, portanto, conclui-se que os resíduos não são correlacionados.

E, ainda, para a verificar se os resíduos são desprovidos de qualquer efeito ARCH, calculou-se FAC e a FACP do quadrado da série dos resíduos. Cujos resultados podem ser observados abaixo:

Figura 02: Correlograma dos Resíduos Quadrados

Autocorrelação	Correl. Parcial	AC	PAC	O-Stat	Prob	
		1	0.013	0.013	0.0398	0.842
		2	-0.009	-0.009	0.0583	0.971
		3	-0.023	-0.023	0.1816	0.981
		4	0.011	0.011	0.2082	0.995
		5	-0.022	-0.023	0.3269	0.997
		6	-0.002	-0.002	0.3276	0.999
		7	-0.015	-0.015	0.3844	1.000
		8	0.060	0.059	1.2324	0.996
		9	-0.013	-0.014	1.2717	0.999
		10	0.004	0.005	1.2766	0.999
		11	0.003	0.005	1.2786	1.000
		12	0.083	0.081	2.9707	0.996
		13	0.000	0.001	2.9707	0.998
		14	0.008	0.010	2.9882	0.999
		15	-0.016	-0.011	3.0510	1.000
		16	-0.021	-0.026	3.1611	1.000
		17	-0.053	-0.048	3.8704	1.000
		18	-0.052	-0.053	4.5395	0.999
		19	-0.061	-0.060	5.4641	0.999
		20	-0.031	-0.044	5.7136	0.999
		21	-0.038	-0.041	6.0868	0.999
		22	-0.022	-0.029	6.2073	1.000
		23	-0.027	-0.032	6.3964	1.000
		24	0.211	0.206	17.807	0.812

Fonte: Elaboração Própria

Constatou-se que ambas as funções são estatisticamente nulas e, portanto, não apresentam qualquer efeito ARCH, visto que para 24 defasagens e a um nível de significância de 5%, verificou-se Q-Stat. = 17,807 e um p-valor de 0,812. Desse modo, não se rejeita, portanto, a hipótese nula de ausência qualquer efeito ARCH adicional.

Analisando as variáveis de interesse da pesquisa, os resultados apontam para um relacionamento negativo e estatisticamente significativo entre volatilidade e crescimento econômico; ou seja, um ambiente conjuntural mais estável pode propiciar um maior crescimento econômico. Na linha de Bernanke (1983) e Pindyck (1991), essa evidência parece sugerir a validade da hipótese de irreversibilidade dos investimentos, onde uma maior volatilidade produz uma redução destes o que, *ceteris paribus*, reduz o crescimento econômico. Vale destacar que Arbache e Sarquis (2017) também observam efeitos semelhantes.

Ao analisar a equação da volatilidade, observa-se que o crescimento econômico apresenta impacto negativo e estatisticamente significativo sobre a volatilidade. Evidências nessa linha podem indicar um processo rápido de convergência na atividade econômica para o estado estacionário.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente monografia analisou a inter-relação entre crescimento econômico e sua volatilidade de curto prazo para a economia brasileira utilizando dados mensais entre janeiro de 1995 e dezembro de 2014 e um modelo Autorregressivo de Heterocedasticidade Condicional Generalizado em Média (GARCH-M).

Os resultados observados apontam para uma relação negativa entre volatilidade e crescimento econômico. Em um ambiente de instabilidade política, por exemplo, o crescimento econômico seria impactado de maneira negativa. Esta evidência fortalece a intuição obtida a partir das análises gráficas preliminares realizadas.

Os resultados obtidos neste estudo trazem uma importante consequência para a política macroeconômica. Neste cenário, é interessante para o governo buscar seguir regras claras em sua política macroeconômica, evitando a tomada de medidas abruptas e discricionárias, de modo a produzir estabilidade econômica e menos incertezas. Portanto, não parece ocorrer o *trade-off* entre estabilidade de curto prazo e crescimento de longo prazo para a economia brasileira no período analisado.

Ao analisar a implicação do crescimento econômico na volatilidade, também se observa um resultado negativo, que pode ser explicado pela aceleração da velocidade de convergência. Neste cenário, a economia transitaria com maior velocidade para o novo estado estacionário, reduzindo a sua volatilidade de curto prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Eurilton; CARPENA, Luciane; CUNHA, Alexandre B. **Brazilian business cycles and growth from 1850 to 2000**. Estudos Econômicos (São Paulo), [s.l.], v. 38, n. 3, p.557-581, set. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-41612008000300005>.

ARBACHE, Jorge; SARQUIS, Sarquis J. B.. **Growth Volatility and Economic Growth in Brazil**. Oxford Handbooks Online, [s.l.], v. 1, n. 1, p.1-25, 8 ago. 2018. Oxford University Press. <http://dx.doi.org/10.1093/oxfordhb/9780190499983.013.17>.

BRASIL, Banco Central do (Org.). **Série temporal PIB Real**. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/sgspub/consultarvalores/consultarValoresSeries.do?method=consultarValores>>. Acesso em: 28 out. 2018.

FATÁS, Antonio. **The Effects Of Business Cycles On Growth**. Working Papers Of The Central Bank Of Chile, Santiago, v. 156, n. 156, p.1-32, 01 jan. 2002. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/p/chb/bcchwp/156.html>>. Acesso em: 07 out. 2018.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (Org.). **Série temporal IGP-DI**. Disponível em: <<http://www14.fgv.br/fgvdados20/visualizaconsulta.aspx>>. Acesso em: 28 out. 2018.

FURRIEL, Ana Margarida Queirós Sepúlveda. **Modelos Heterocedásticos - ARCH e GARCH**. 2011. 69 f. Tese (Mestrado) - Curso de Métodos Quantitativos Para Economia e Gestão, Universidade de Porto, Porto, 2011. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/57365/2/TeseMestradoMargaridaSepulveda.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2018.

LEE, Jim. **The link between output growth and volatility: Evidence from a GARCH model with panel data**. Economics Letters, [s.l.], v. 106, n. 2, p.143-145, fev. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.econlet.2009.11.008>.

LIN, Shu-chin; KIM, Dong-hyeon. **The link between economic growth and growth volatility.** Empirical Economics, [s.l.], v. 46, n. 1, p.43-63, 2 mar. 2013. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s00181-013-0680-y>.

MARTIN, Philippe; ROGERS, Carol Ann. **Long-term growth and short-term economic instability.** European Economic Review, Amesterdã, v. 44, n. 44, p.359-381, 01 maio 2000. Disponível em: <<http://www.enpc.fr/ceras/martin/REVISED4.pdf>>. Acesso em: 04 dez. 2018.

RAMEY, Garey; RAMEY, Valerie. **Cross-Country Evidence on the Link Between Volatility and Growth.** American Economic Association, [s.l.], v. 85, n. 5, p.1138-1151, 01 dez. 1995. National Bureau of Economic Research. <http://dx.doi.org/10.3386/w4959>.