

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ORGANIZAÇÕES E MERCADOS



Angelo Salton

**Incerteza e crescimento econômico: evidências em
países emergentes e desenvolvidos**

Pelotas

2016

Angelo Salton

**Incerteza e crescimento econômico: evidências em países
emergentes e desenvolvidos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Organizações e Mercados da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia Aplicada.

Universidade Federal de Pelotas

Departamento de Economia

Programa de Pós-Graduação em Organizações e Mercados

Orientador: Prof. Dr. Regis Augusto Ely

Pelotas

2016

Angelo Salton

Incerteza e crescimento econômico: evidências em países emergentes e desenvolvidos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Organizações e Mercados da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia Aplicada.

Pelotas, 31 de março de 2016. Banca examinadora:

Prof. Dr. Regis Augusto Ely

Orientador
(PPGOM-UFPel)

Prof. Dr. Claudio Djissey Shikida

(PPGOM-UFPel)

Prof. Dr. Reginaldo Pinto Nogueira Júnior

(IBMEC-MG)

Pelotas

2016

Agradecimentos

Agradeço a meus pais, que são minhas referências, e meus irmãos, por todo o apoio e confiança, não só por este período, mas ao longo de toda a vida.

A Andressa Mielke Vasconcelos e sua família, por todo amor, confiança, cuidado e companheirismo, em todos os momentos. Felicidade é poder estar ao lado de vocês, sempre.

Ao Prof. Dr. Regis Augusto Ely pela orientação sempre solícita e pela ajuda, que já se estende por alguns anos. Ao Prof. Dr. Felipe Garcia pela confiança depositada no período de estágio-docência. Estendo este agradecimentos aos demais professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Organizações e Mercados. Agradeço aos meus amigos de sempre e colegas pela boa convivência e pelo aprendizado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior pelo fundamental apoio financeiro ao longo deste curso.

Por fim, agradeço a Jim Lee (*Texas A&M University*) e Thomas A. Doan (*Estima, Inc.*) pelas dúvidas sanadas e esclarecimentos. Agradeço também a todos os desenvolvedores e colaboradores que investem seu tempo em alternativas de *software* livre de qualidade. Este trabalho foi desenvolvido em sua (quase!) totalidade com estas ferramentas.

*"Acredito que vale a pena tentar descobrir mais a respeito do mundo,
mesmo que isso apenas nos mostre o quão pouco sabemos.
Poderá nos fazer bem lembrar de tempos em tempos,
por mais especialistas que sejamos em algum assunto,
de que em nossa infinita ignorância somos todos iguais."*

Karl Popper

Resumo

SALTON, A. **Incerteza e crescimento econômico: evidências em países emergentes e desenvolvidos**. 2016. 32f. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Organizações e Mercados, Departamento de Economia, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2016.

O objetivo deste trabalho é investigar as teorias que associam a incerteza e o crescimento macroeconômico, em economias emergentes e desenvolvidas. Estas economias apresentam condições conjunturais diferentes sobretudo no lado monetário e no ambiente de negócios. Nossa hipótese é de que a correlação entre o crescimento econômico e a sua volatilidade é negativa nos países emergentes e positiva nos países desenvolvidos, utilizando dados mensais de produção industrial do banco de dados *Main Economic Indicators* da OCDE, de 1961 a 2014. Modelos EGARCH-M em cortes transversais são construídos para testar empiricamente esta hipótese, que é corroborada em 4 de 7 casos nos países emergentes, e em 5 de 7 casos nos países desenvolvidos. Adicionalmente, um modelo GARCH-M em painel é construído, e nossa hipótese também não é rejeitada em 3 das 4 especificações testadas. A implicação teórica é de que podem coexistir diferentes explicações sobre o tema. Além disso, o fato de que estudos futuros sobre o tema devem levar em conta indicadores sobre o desenvolvimento financeiro e institucional das economias.

Palavras-chave: Incerteza, volatilidade, crescimento, desenvolvimento. **Códigos JEL:** O16, O33, E32.

Abstract

SALTON, A. **Uncertainty and economic growth: evidence in emerging and developed countries**. 2016. 32p. Master's thesis, Graduate Program in Organizations and Markets (Applied economics), Department of Economics, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2016.

This work aims to investigate theories that associate macroeconomic uncertainty and growth, in emerging and developed economies. These economies have different conditions in the monetary aspects and in the ease of doing business. We argue that the correlation between economic growth and its own volatility is negative in emerging economies and positive in developed economies, using monthly industrial production data from OECD's *Main Economic Indicators* database, from 1961 to 2014. Cross-sectional EGARCH-M models are built to test this hypothesis, which is not rejected in 4 of 7 cases, in emerging countries, and in 5 of 7 cases in developed countries. In addition, a panel GARCH-M model is built, and our hypothesis is also not rejected in 3 of 4 specifications tested. The theoretical implication is that different theories about the subject can coexist. Also, the fact that future studies on the subject should take into account indicators of financial and institutional development of the economies.

Keywords: Uncertainty, volatility, growth, development. **JEL Codes:** O16, O33, E32.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Volatilidade do crescimento econômico dos países da OCDE.	10
Figura 2 – Médias e desvios-padrão de $\Delta \ln(IP_{it})$	13

Lista de tabelas

Tabela 1 – Medidas de crédito e poupança em parcela do PIB: média 1961-2013	12
Tabela 2 – Estatísticas descritivas	16
Tabela 3 – Resultados dos modelos EGARCH-M	21
Tabela 4 – Resultados dos modelos GARCH-M em painel	22
Tabela A1 – Teste Dickey-Fuller aumentado de raiz unitária	27
Tabela A2 – Modelos EGARCH-M: Teste de Ljung-Box	27
Tabela A3 – Modelos EGARCH-M em cortes transversais: Teste LM	28
Tabela A4 – Resultados para a equação da média - modelos GARCH-M em painel	29

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1	Referencial teórico	3
2.2	Evidências empíricas	6
2.3	Medidas de incerteza econômica	12
3	METODOLOGIA	15
3.1	Dados	15
3.2	Modelo EGARCH-M	16
3.3	Modelo GARCH-M em painel	17
4	RESULTADOS	20
4.1	Modelos em cortes transversais	20
4.2	Modelos em painel	22
5	CONCLUSÕES	24
	REFERÊNCIAS	26

1 Introdução

A discussão entre as possíveis relações entre o crescimento econômico com a sua incerteza (sua variabilidade ao longo do tempo) é objeto de curiosidade dos economistas e formuladores de política pública. O foco das pesquisas iniciais sobre o tema foi remediar a lacuna existente na macroeconomia e teorias de crescimento clássicas, e o principal avanço destas investigações foi confrontar a hipótese de que mudanças tecnológicas e choques de produtividade eram a fonte exclusiva de variações no produto das economias modernas.

Teoricamente, podemos ter dois resultados. O resultado mais observado é de que momentos de maior incerteza dos agentes afetam negativamente o crescimento econômico (?????). De maneira simplificada, a hipótese é de que a presença de maiores oscilações na atividade econômica afete as decisões de investimento, de modo que os agentes já não avaliam com exatidão os retornos de suas aplicações. Por esse ponto de vista, imaginamos que os agentes econômicos são, em média, avessos ao risco. Por outro lado, alguns trabalhos também apresentam relação positiva (????). A ideia é que atividades inovadoras ou intensivas em capital são naturalmente mais arriscadas, então teremos taxas de crescimento mais elevadas. As teorias avançaram à medida que trabalhos se preocuparam em decompor a incerteza sobre o crescimento econômico em vários fatores (????). Assim, o sentido da relação dependeria da origem dos choques. Nesse contexto, devemos entender como se comportam as economias em diferentes estágios de desenvolvimento. Um fato estilizado importante é de que economias emergentes geralmente experimentam risco soberano e maior restrição ao crédito do que economias desenvolvidas, como observado por ??, p. 269).

Em geral, estudos empíricos sobre o tema usam dados macroeconômicos de blocos econômicos, com características conjunturais similares, submetidas a um tratamento metodológico comum. Contudo, testar hipóteses nessas condições implica em pressupor que as teorias valham (em média) para economias em diferentes estágios de desenvolvimento (e por consequência diferentes níveis de inflação, salários, investimento privado, gastos públicos, acesso ao crédito, respeito a contratos). Relaxar essa hipótese significa entender melhor como os agentes reagem em momentos de maior incerteza, de acordo com as condições que cada país se defronta. Quaisquer resultados encontrados podem ser observados à luz de diferentes corpos teóricos, dentre os quais aqueles que: (i) associam as decisões de consumo e investimento/poupança com a incerteza; (ii)

explicam a incerteza econômica através dos ciclos reais de negócios e (iii) atribuem esse tipo de comportamento à causas institucionais.

O principal objetivo deste trabalho é analisar a relação entre incerteza e crescimento econômico entre países emergentes e desenvolvidos, onde nossa medida de incerteza é uma volatilidade construída a partir dos desvios da produção industrial média de cada país, que possuirá uma natureza dinâmica. A hipótese é de que a correlação entre crescimento econômico e volatilidade é *negativa* para países emergentes e *positiva* para os países desenvolvidos da nossa amostra. Para tanto, é usado como variável *proxy* para o crescimento econômico o Índice de Produção Industrial da OCDE, contendo 7 países emergentes (Brasil, Chile, Estônia, Índia, México, Rússia e Turquia) e 7 países desenvolvidos (Alemanha, Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Japão e Reino Unido). A natureza inconstante da incerteza econômica torna favorável o emprego de modelos com heterocedasticidade condicional para a determinação de uma medida de volatilidade macroeconômica. Assim, a estratégia empírica consiste de dois modelos: o primeiro é um modelo EGARCH-M (*GARCH-in-mean exponencial*) aplicado à cada país. O segundo é um modelo GARCH-M em painel com efeitos fixos individuais, com base no trabalho de ??), aplicado a 4 países emergentes (Brasil, Chile, México e Rússia) e 4 países desenvolvidos (Alemanha, Estados Unidos, Japão e Reino Unido). No primeiro modelo, nossa hipótese é aceita para 4 dos 7 países emergentes da amostra, e para 5 dos 7 países desenvolvidos. No segundo modelo, com dados em painel, a hipótese é aceita em 3 de 4 especificações propostas. Portanto, a contribuição fundamental deste trabalho está no fato de que as características particulares dessas economias também influenciam a interpretação das relações entre incerteza e crescimento econômico, com implicações (discutidas ao longo do texto) teóricas e de formulação de política pública.

A organização do trabalho possui o seguinte formato: na [Revisão de Literatura](#), são apresentadas e discutidas as principais teorias que buscam explicar as relações entre incerteza e crescimento econômico. Em seguida, uma série de descobertas empíricas são expostas e comentadas. Na [Metodologia](#), a fonte de dados, os modelos de cortes transversais e com dados em painel são apresentados, tendo como formalização da hipótese de pesquisa. Na Seção de [Resultados](#), mostramos as estimativas para os modelos, e descrevemos brevemente o sentido econômico dos parâmetros estimados. Na Seção de [Conclusões](#), os resultados encontrados são discutidos, bem como as contribuições deste trabalho no campo teórico e pesquisas futuras.

2 Revisão de Literatura

A literatura sobre o tema discute em primeiro lugar se há correlação entre volatilidade e crescimento, podendo ser positiva ou negativa, e a partir daí, investiga quais são os canais que afetam estas relações. Veremos que a evidência encontrada pelos autores é diversa. Existem diferentes referenciais teóricos para o tema, portanto esta Seção deve identificar as teorias que norteiam as hipóteses que serão testadas neste trabalho. Mais adiante, vamos apresentar uma série de resultados empíricos sobre o tema.

2.1 Referencial teórico

Para compreender as forças que desviam o crescimento das economias de uma trajetória suave, apresentam-se algumas teorias para explicá-las. É natural pensar que as flutuações econômicas sejam resultado das ações descentralizadas e aparentemente descoordenadas dos agentes em economias de mercado, ou mesmo de inovações tecnológicas, choques climáticos e outros fatores, originando os ciclos de negócios. A variância do crescimento, porém, não é variável relevante nos modelos clássicos de crescimento econômico.

??) traz luz ao tema formalizando o comportamento de agentes que tomam decisões de investimento com base em um trade-off entre investir no presente e garantir retornos - num ambiente de incerteza - ou aguardar, em busca de informação extra. Assumindo que as decisões de investimento são irreversíveis, e que as informações sobre projetos de longo prazo se distribuem ao longo do tempo, o problema do agente é dinâmico. Neste contexto, a evidência é de que a crescente incerteza (modelada por um termo estocástico dinamicamente atualizado por uma lei de movimento) faz com que as decisões de investimento sejam retardadas até que os desvios passados sejam incorporados, gerando ciclos de investimento. A incerteza sobre o produto e os preços futuros significa incerteza sobre os lucros das firmas. Esta hipótese é compatível com modelos de ciclos reais de negócios que admitem rigidez no investimento, como em ??). ??) complementa o problema da incerteza e da irreversibilidade, e aponta que existe um custo de oportunidade associado a cada decisão de investimento.

??) sintetizam a abordagem de investimento sob incerteza e irreversibilidade através de fatos estilizados, e classificam as teorias de investimento sob incerteza entre aquelas que

observam a firma individualmente, analisando a variância de algum canal no ambiente da firma; e as teorias que observam as firmas interagindo entre si. No primeiro caso, a incerteza deve afetar as decisões de investimento, no segundo caso só será relevante se houver impacto nos retornos correlacionados (projetos de investimento) entre as firmas. A partir deste referencial teórico, como o presente trabalho é um estudo agregado do ponto de vista macroeconômico, e por consequência, do ponto de vista das firmas, podemos deduzir que o risco idiossincrático não afeta as decisões de longo prazo das empresas, mas pode haver sim ciclos de investimento, resultado semelhante à ??).

Ainda na literatura de investimentos, o trabalho de ??) trata da questão das restrições de crédito com mais atenção, em um modelo onde os investimentos podem ser de *curto* ou *longo* prazo. O primeiro gera produto num espaço de tempo menor, e o segundo contribui para o aumento da produtividade. Onde o acesso ao crédito é perfeito, investimentos de longo prazo caminham a favor dos ciclos econômicos. Mas quando há restrições no mercado de crédito, os agentes antecipam risco e escolhem investimentos de curto prazo. Mas como estes não elevam a produtividade, os autores concluem que restrições ao crédito reduzem o crescimento de longo prazo. ??) encontram evidências empíricas apontando que a maior incerteza afeta negativamente o investimento privado em países em desenvolvimento. Quando tomamos estas conclusões e observamos economias emergentes e grandes potências mundiais sabendo que o acesso ao crédito é mais restrito nas economias emergentes, onde os mercados financeiros são menos desenvolvidos, conjecturamos que a composição dos investimentos exercerá forças com intensidades diferentes na volatilidade do crescimento, de acordo com o estágio de desenvolvimento de cada mercado. Somado isso à abordagem empírica de ??), aparentemente o impacto (negativo) da volatilidade no crescimento é maior em países com mercados financeiros menos desenvolvidos.

É sabido que arranjos politicamente instáveis (localidades com altos índices de homicídios, tentativas de golpes de estado) desfavorecem o crescimento econômico (??). Na literatura de instituições, ??) constróem o seguinte argumento: países que adotaram política macroeconômica errática, grandes déficits públicos e *spread* na estrutura à termo da taxa de juros (comportamento associado a países em desenvolvimento) apresentaram maior volatilidade e menor crescimento no período pós-guerra, atribuindo esse comportamento ao conjunto de instituições (que podem ser, nos termos dos autores, *inclusivas* ou *extrativas*) de cada país, que diz respeito também ao cenário político, legislativo. Isto quer dizer que países cuja política econômica não teve como objetivo elevar o bem-estar de todos os agentes econômicos experimentaram maior instabilidade

na atividade econômica. Portanto, as instituições e conseqüentemente o desempenho das economias se desenham através de um processo difícil de ser revertido (*path dependance*). Sob esse espectro, os autores encontram correlação negativa entre o crescimento e sua incerteza. O artigo de ??) argumenta que existe um canal indireto de transmissão de volatilidade que é dado pelo tamanho e estrutura dos governos nas economias mundiais: em períodos de grande incerteza os agentes demandam gasto público, na forma de políticas anticíclicas. Entretanto, isto vale para democracias. Em regimes autoritários, os agentes têm menos poder para determinar política econômica. Assim, este trabalho mostra que o tamanho do governo (na forma de parcela de gasto público do PIB) é uma variável a ser considerada em estudos empíricos em nosso tema. Ainda, governos maiores podem reduzir o crescimento econômico no curto prazo.

????) estudam a hipótese de *precautionary savings*. De maneira simplificada, a ideia é de que períodos de crescente incerteza afetam as decisões de investimento de modo a elevar os níveis de poupança, gerando crescimento futuro. Neste cenário, os agentes se comportam de maneira a suavizar consumo. Desse modo, existe uma correlação positiva entre volatilidade e crescimento. Num modelo cujo ambiente de risco puramente idiossincrático (ou seja, a incerteza é composta apenas por um componente imprevisível), em nível agregado, a poupança por precaução é moderada, mas pode aumentar à medida que a variabilidade e os ganhos persistentes aumentam. O autor também observa que a composição de carteiras muda de acordo com a renda das famílias nos EUA, com famílias de menor renda preferindo ativos de baixo risco e maior liquidez, o que é uma evidência de heterogeneidade entre os agentes em termos de aversão ao risco. Esta evidência pode ser importante quando observarmos países em desenvolvimento, onde as taxas de poupança são, em geral, inferiores aos países desenvolvidos. A ideia de *precautionary savings* está intimamente ligada aos modelos clássicos de crescimento, onde a taxa de poupança é um dos motores do crescimento de longo prazo.

A hipótese entre correlação positiva entre crescimento econômico e volatilidade existe também pela ótica do investimento. Segundo ??), os agentes optam por investimentos ou tecnologias mais ou menos arriscadas, corroborando assim a hipótese tradicional de risco e retorno das finanças. Ou ainda, investimentos com maior risco associado levariam a médias de crescimento mais elevadas. Em geral, investimentos de maior risco estão associados à atividade inovadora, portanto esta hipótese está associada ao paradigma de destruição criativa ou inovadora. Introduzir medidas de risco e incerteza dos agentes têm trazido contribuições significativas, novas respostas, e por conseqüência novas perguntas.

2.2 Evidências empíricas

Em trabalhos empíricos, o problema principal é contornar os problemas de endogeneidade, afinal os processos que descrevem tanto o crescimento quanto a incerteza são conjuntamente determinados, e existem autores que atribuem à isso a variedade dos resultados empíricos (??). Encontrar as variáveis que determinam o crescimento econômico das nações, por si só, já é um esforço que motiva uma grande literatura científica. Ao longo desta Subseção, devemos identificar variáveis que ajudem a explicar tanto a média quanto a variância das observações de crescimento econômico. Um outro problema diz respeito à questão da causalidade reversa. Ou seja, a resposta da volatilidade frente ao crescimento econômico. Portanto, a hipótese de que um crescimento realizado acima ou abaixo das expectativas faça com que os agentes mudem suas decisões de consumo e investimento, e assim influenciando a volatilidade futura. Poderíamos inclusive supôr que uma taxa de crescimento muito diferente daquela esperada pelos agentes aumente a volatilidade, sendo que essas expectativas podem ser de curto ou longo prazo. Na prática, estudos como o de ??) investigam esse sentido da correlação entre esses dois processos, encontrando relação positiva entre a incerteza e o crescimento para dois de uma amostra de três países.

O trabalho de ??) dá uma contribuição importante para o tema, à medida que discute o estado da teoria macroeconômica à época e constrói uma abordagem empírica bastante abrangente. Em duas amostras, uma com 92 países de cinco continentes - e outra com 24 países membros da OCDE, encontram uma relação negativa significativa entre volatilidade e crescimento, dentro da metodologia de dados em painel simples. A dupla argumenta que este efeito negativo deriva principalmente das inovações no crescimento do PIB, segundo eles um reflexo de incerteza. Podemos observar o trabalho de ??) mais de perto à medida que ele aprofunda sua análise em termos de: (i) média e volatilidade do crescimento; (ii) variância das inovações e crescimento; (iii) volatilidade e investimentos. No primeiro ponto, os resultados preliminares já sugerem correlação negativa entre volatilidade e crescimento, com estatísticas significantes. No segundo, é construída uma previsão para o crescimento, observando o coeficiente ligado a choques de um desvio padrão, concluindo que países com variâncias maiores crescem condicionalmente a taxas médias inferiores, mas ressaltam que existem movimentos previsíveis e imprevisíveis ligados à volatilidade. Finalmente, no terceiro ponto os autores concluem que as variáveis relacionadas ao investimento afetam fracamente as estimativas.

??) buscam em ??) um conjunto de variáveis de controle relevantes em estimativas de crescimento em corte transversal, sendo elas: (i) a parcela média do investimento no PIB; (ii) o PIB per capita inicial em logaritmo; (iii) o capital humano inicial e (iv) a taxa de crescimento médio da população. ??) estudam a literatura empírica sobre crescimento de longo prazo, mais precisamente com foco nas variáveis usadas para explicar o crescimento, testando sua sensibilidade a pequenas alterações no conjunto de dados. As variáveis mais robustas são aquelas anunciadas anteriormente. Além disso, não verificam correlação entre variáveis associadas a indicadores monetários (taxa média de inflação, acesso a crédito e suas medidas de variação) e o crescimento econômico. O mesmo foi constatado quanto às variáveis fiscais (razão dívida/PIB, participação do governo na economia, taxas de crescimento do endividamento público).

Em contraponto, existem trabalhos que apontam que a política fiscal tem efeitos significativos sobre as nossas variáveis de estudo que devem ser considerados. Os estudos de ??) concluem que o nível de tributação, além de ser uma variável de controle importante, tem influência sobre o comportamento da volatilidade. Em consonância, ??) aponta que o tamanho do governo têm efeito sobre a volatilidade, e esse efeito pode ser decomposto de modo que uma *maior* incerteza estaria relacionada a um *menor* crescimento, quanto *maior* a presença do governo na economia. Por fim, argumentam que o efeito negativo sobre a volatilidade é menor em regimes autoritários, regimes estes que fazem parte do passado de muitas economias emergentes.

Ainda sobre política fiscal e variáveis de controle, ??) concordam que incerteza e crescimento sejam conjuntamente determinados, mas advogam pela ausência de sentidos causais devido ao fato de haver endogeneidade nas medidas existentes. Logo, concluem que controles devem ser incluídos também na equação de *variância* condicional (ex.: níveis de tributos). Através de um modelo DSGE, os autores apontam que parâmetros estruturais afetam essas medidas, tomando a estrutura da tributação como exemplo. Mais explicitamente, a incerteza é determinada no modelo pela velocidade de convergência dos ciclos, pela magnitude dos choques e pela velocidade com que surgem novas tecnologias (que resultam de projetos de P&D bem sucedidos). O resultado mais interessante é de que taxaço sobre atividades de pesquisa deprimem os ciclos gerados por inovação, impactando negativamente o crescimento econômico e a incerteza. Ou ainda, se a taxaço sobre a renda é empregada para incentivar P&D, a correlação será positiva, e o contrário pode acontecer se o incentivo for no sentido de acumulação de capital físico.

O artigo de ??) ajusta um modelo de equações simultâneas para mais de 150 países

entre os anos 1960 e 2010, com o propósito de que parâmetros associados ao crescimento e a incerteza econômica pudessem ser conjuntamente (e contemporaneamente) estimados, além de permitir dependências entre diferentes cortes transversais (países). Com isto, puderam investigar ambos sentidos causais. Como resultados, apontam que a incerteza tem efeito negativo sobre o crescimento, e este por sua vez resulta em uma menor incerteza econômica.

O trabalho de ??) testa a relação entre crescimento e a incerteza sobre o mesmo, em dados do Japão, EUA e Alemanha. A variância condicional de choques ao crescimento do produto é *proxy* para a incerteza. Dentre as conclusões, (i) maior incerteza sobre o crescimento do produto leva a taxas maiores de crescimento em dois países da amostra; (ii) Também para dois países o crescimento do produto foi acompanhado de uma redução da incerteza. Os autores também investigam o sentido inverso da causalidade, porém os resultados não são robustos para todos os cortes transversais de países. Já no modelo de ??), são construídas *proxies* para variáveis do lado monetário como inflação, taxas de juros e câmbio. Além disso, observam também o desenvolvimento dos mercados, como a participação de capital e a presença do setor externo no produto.

??) restringem a análise para países em desenvolvimento, especialmente aqueles com risco soberano e restrições ao crédito, onde geralmente há política expansionista além de um “prêmio” oferecido às economias externas pelo risco associado. O argumento para essa análise é de que em economias desenvolvidas, o risco não-sistemático é reduzido e a política fiscal é mais sólida. Os autores constroem um modelo dinâmico que representa uma economia aberta com agente representativo que consome dois bens (um produzindo domesticamente e outro importado) e calibram os parâmetros para obter soluções analíticas, além de investigações empíricas. A partir do modelo, concluem que os principais canais negativos no crescimento de equilíbrio são a volatilidade nos termos de troca e nos gastos do governo, especialmente em economias mais voláteis, como esperado. Além destes resultados, outros comportamentos são observados no modelo simulado: (i) choques na volatilidade do crescimento afetam a taxa média de crescimento de acordo com a volatilidade nos termos de troca - efeito amplificado pela medida de aversão ao risco; (ii) um aumento na volatilidade dos termos de troca afetam negativamente o crescimento (*portfolio effect* no problema de maximização do agente representativo); (iii) choques na volatilidade do crescimento diminuem a medida de bem-estar, com magnitude dada entre os retornos do capital doméstico e externo.

??) estudam empiricamente o tema pelo lado monetário, através de um modelo que

simula choques reais e nominais (determinados pela relação entre preços e salários, onde estes últimos apresentam rigidez). Teoricamente, o estudo se embasa na relação entre volatilidade de curto prazo e crescimento de longo prazo, especialmente através dos mecanismos que governam mudança tecnológica e a incerteza. Dentre as relações encontradas, destacam-se: (i) a parcela do consumo é função decrescente da variância de choques reais de demanda (pelo lado das preferências); (ii) o investimento se comporta de maneira inversa, corroborando a hipótese de *precautionary savings*. A principal conclusão do trabalho se dá na hipótese de que a correlação entre volatilidade e crescimento depende da origem dos choques estocásticos: choques no lado monetário (oferta de moeda/inflação) afetam negativamente o crescimento, enquanto choques reais afetam positivamente.

O estudo de ??) leva esse raciocínio adiante e aponta que, apesar da teoria tender para uma correlação negativa entre volatilidade e crescimento entre as economias, há uma correlação positiva quando se observam dados setoriais. A ideia é desagregar os dados, argumentando que dentro de toda a economia pode haver setores mais e menos voláteis interagindo entre si. Mais precisamente, estimativas agregadas devem capturar a covariância entre o crescimento dos setores e o componente da variância específico de cada país. Já os dados setoriais isolam um componente de volatilidade específico de cada setor, geralmente associado à taxas maiores de crescimento. Ainda pelo lado monetário, o artigo de ??) encontra nas taxas reais de câmbio uma variável importante para explicar o comportamento dos ciclos reais de negócios, estudando o caso da União Européia. A hipótese é de que o câmbio afeta as decisões de investimento, afinal fica mais difícil avaliar retornos de projetos de longo prazo. Isso acontece através de três canais: (i) a relação entre a inflação das cestas de bens domésticas e estrangeiras; (ii) as taxas nominais de câmbio e (iii) o padrão de comércio internacional.

À respeito da volatilidade nos países desenvolvidos, especialmente nos Estados Unidos, observou-se nos anos 1980 uma grande redução na variabilidade do crescimento econômico, o chamado *Great Moderation*. Em busca de explicações para esse fato, ??) identificam na literatura diferentes hipóteses: (i) mudanças estruturais na economia, que podem resultar de inovações tecnológicas que melhoraram a gestão das firmas, ou de um maior desenvolvimento dos mercados financeiros ou ainda de mudanças na proporção entre bens e serviços no produto; (ii) política monetária mais eficiente e (iii) choques estruturais exógenos mais moderados. A hipótese mais aceita no trabalho empírico de ??) é aquela que associa a queda na volatilidade a uma política monetária mais eficiente, o que significa no caso norte-americano uma resposta mais enérgica à

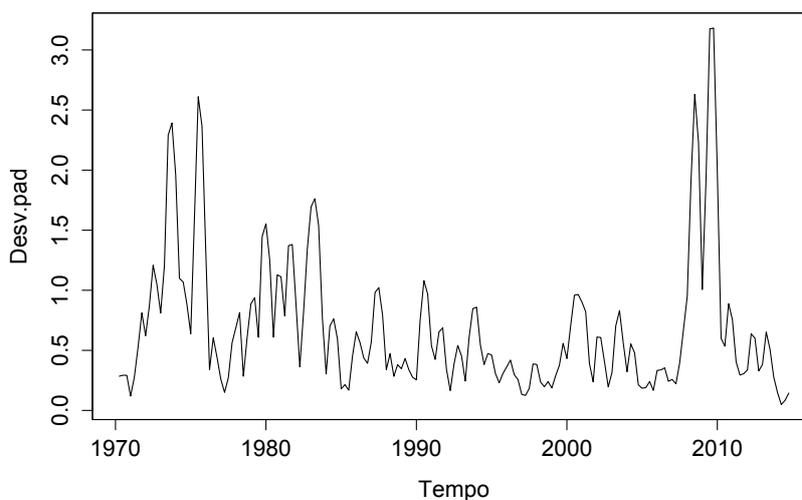


Figura 1 – Volatilidade do crescimento econômico dos países da OCDE.

Fonte: ??).

inflação, enquanto as outras hipóteses estão associadas à movimentos de curto prazo. A principal dificuldade nas abordagens empíricas é determinar o componente exógeno na determinação da volatilidade macroeconômica. A Figura 1 mostra os efeitos do Great Moderation durante as décadas de 1980 e 1990, além do *crash* de 2008.

Quanto ao impacto de oscilações da inflação e da incerteza a respeito do produto, ??, p.564, tradução nossa) aponta que "a resposta dos choques é assimétrica em respeito à inovações em defasagens". Isto significa que perturbações positivas e negativas afetam de maneiras diferentes o crescimento econômico, bem como a magnitude delas. Ademais, os autores identificam transmissão de volatilidade entre as séries de inflação e produto. Para a América Latina, ??) constroem um modelo dinâmico em painel, empregando um método para contornar o viés causado pela presença de *outliers* em suas amostras, agrupando essas observações em um *cluster* à parte, além de construir outros *clusters* para países com diferentes níveis de renda. Dentre os principais resultados, está o fato de que o efeito da volatilidade é diverso quando a inflação é baixa ou alta.

Dos trabalhos anteriores, temos evidência de que deve-se considerar a política econômica adotada em cada país, pois estes afetam a volatilidade do crescimento, tanto pela política fiscal (os governos podem adotar políticas anticíclicas na tentativa de suavizar as oscilações) quanto pela monetária (acesso a crédito e inflação). A incerteza sobre a inflação futura (na ótica de expectativas racionais) é uma variável muito estudada nessa linha de pesquisa (??????). Quando

observamos efeitos isolados, o principal resultado é de que essa incerteza afeta negativamente o crescimento econômico.

Podemos tomar medidas de poupança e tomada de crédito como indicadores de desenvolvimento de mercados financeiros entre as diferentes economias. A Tabela 1 apresenta alguns dados sobre o desenvolvimento financeiro dos países estudados. Vemos que a medida de crédito ao setor privado torna mais explícita as diferenças entre os mercados financeiros. Estes números não descrevem os comportamentos cíclicos de curto prazo que as economias enfrentam, mas nos mostram que: (i) a volatilidade não poderia estar ligada à formação de poupança de longo prazo; e (ii) a oferta de crédito privado é notadamente superior nas economias desenvolvidas. Nos países emergentes o ajustamento dos agentes econômicos a um cenário mais volátil será menos suave, as decisões de investimento serão postergadas devido às restrições de crédito e medidas anticíclicas terão de ser mais enérgicas: "Quando o risco idiossincrático aumenta com a volatilidade, o efeito causal da volatilidade no crescimento será negativamente mais intenso quanto maiores as restrições de crédito" (??, p.264, tradução nossa). ??) estudam mercados financeiros europeus (Alemanha, Áustria, Polônia, Rússia, Turquia) para responder se existem e como são as transmissões de volatilidade entre eles, e encontram evidências significativas de que a integração dos mercados mais desenvolvidos faz com que os investidores diversifiquem com facilidade, dissipando os choques entre eles. De maneira análoga, verificam que mercados menos integrados são mais voláteis, mas também verificam que esses desvios são rapidamente corrigidos.

A hipótese é de que os investimentos de *longo* prazo têm maior probabilidade de serem afetados por choques de liquidez, então a previsão desse risco pelos agentes faz com que esse tipo de investimento seja postergado, deprimindo assim o crescimento econômico sustentado, assim ele será componente *aditivo* da volatilidade, ou seja, acentua os ciclos econômicos. Consequentemente, a resposta do investimento total a choques exógenos (inovações) seria negativamente maior quanto maiores as restrições. Esta hipótese é mais um motivo para analisarmos o tema à ótica de países emergentes e desenvolvidos, afinal, esperamos que se o mercado financeiro de uma determinada economia seja amplo o suficiente, observaríamos uma relação positiva entre volatilidade e crescimento econômico.

Ao longo desta Seção, portanto, vemos que variáveis associadas às políticas fiscal e monetária, bem como as características de cada economia afetam não somente o crescimento econômico, mas também a variabilidade da mesma. Sob a hipótese de correlação negativa entre

Tabela 1 – Medidas de crédito e poupança em parcela do PIB: média 1961-2013

País	Crédito privado	Poupança doméstica
Países emergentes		
Brasil	44,98	20,08
Chile	49,78	21,80
Estônia	59,75	26,24
Índia	24,25	21,56
México	21,92	21,11
Rússia	26,06	32,21
Turquia	21,74	15,43
Países desenvolvidos		
Alemanha	89,09	24,20
Canadá	79,78	23,89
EUA	124,54	20,99
França	81,95	23,12
Itália	68,34	22,74
Japão	153,48	29,20
Reino Unido	81,87	19,41

Fonte: ??).

volatilidade e crescimento, a adoção de política econômica que suavize os ciclos econômicos levaria a um crescimento de longo prazo superior. Mas sabemos que tanto essas características quanto a condução da política econômica divergem quando olhamos países emergentes e desenvolvidos. Nesse sentido, a diferença mais evidente pode ser observada no quesito institucional. A preferência por políticas de curto prazo praticadas nos países emergentes está associada ao cumprimento das necessidades mais básicas demandadas pela população e o desenvolvimento econômico. Com uma política econômica flexível, essas medidas trazem elevação da dívida e inflação. Frente a um cenário de incerteza, os agentes se relacionam e tomam decisões nos mercados financeiros, o que nos leva a outro ponto determinante, que é a diferença entre o acesso a esses mercados em países emergentes e desenvolvidos. Países emergentes se defrontam com mercados financeiros menos desenvolvidos - isto significa que os agentes estarão menos protegidos em momentos de incerteza, de alta volatilidade, pois têm acesso mais restrito a ativos financeiros.

2.3 Medidas de incerteza econômica

Em termos metodológicos, na literatura observa-se tanto o emprego da econometria, expressando a volatilidade através de um padrão ou forma funcional – como também formular problemas de programação dinâmica, construindo economias simuladas por meio da estratégia de

calibragem, com resultados interessantes, além da possibilidade de observar efeitos de choques (reais ou monetários) na economia através das análises de impulso-resposta. Os problemas de programação dinâmica são bastante úteis para estática comparativa, de modo que podemos testar o efeito de choques e deslocamento em parâmetros na variável dependente. Entretanto, este trabalho se concentra em testar hipóteses e investigar correlações entre as variáveis de interesse, assim a econometria serve melhor aos nossos propósitos. A Figura 2 mostra uma relação preliminar entre crescimento e incerteza econômica, através de uma medida estática de volatilidade, como em ??), usando os nossos dados. A partir desta medida, é possível observar um padrão para os países desenvolvidos. Entretanto, o mesmo não ocorre nos países emergentes, onde a dispersão é maior.

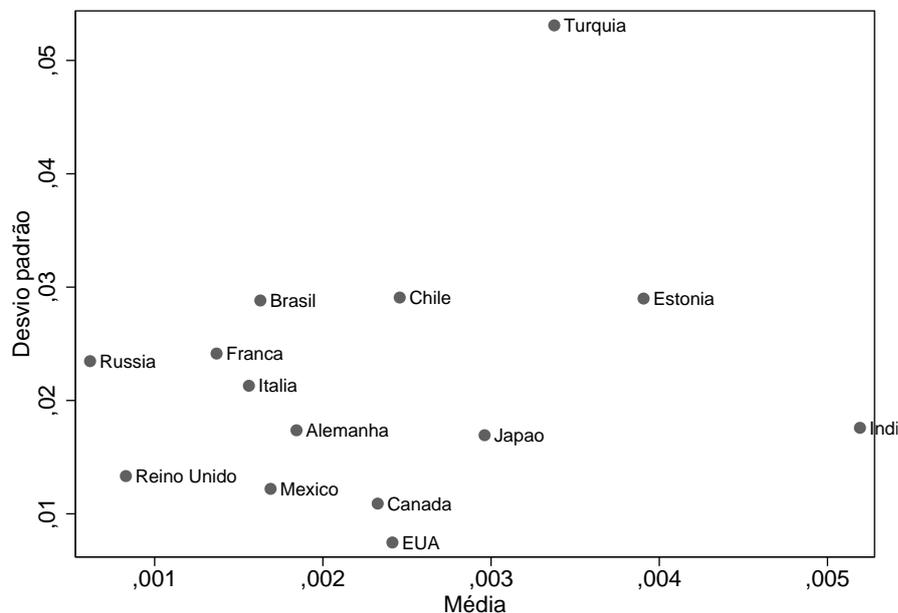


Figura 2 – Médias e desvios-padrão de $\Delta \ln(IP_{it})$.

Fonte: ??).

O estimador de mínimos quadrados ordinários pressupõe que a sua variância seja constante, incondicional no tempo. Nesta literatura, o principal objetivo da metodologia é observar as variâncias condicionais e covariâncias de variáveis de interesse, seja em séries de tempo ou dados em painel. Sabemos da presença de heterocedasticidade nas séries temporais de crescimento, então devemos permitir que a volatilidade não seja constante no tempo, portanto o próximo passo é construir um processo que descreva esse comportamento. Portanto, os modelos autorregressivos com heterocedasticidade condicional são úteis nestes casos, onde é construída uma equação da média para a variável dependente e uma equação que descreve o comportamento da variância,

que será condicional no tempo, tendo assim um ganho de eficiência em relação ao estimador de mínimos quadrados ordinários.

??) introduz e ??) generaliza os modelos autorregressivos com heterocedasticidade condicional. A ideia principal é de que não há correlação serial na variável dependente, mas a sua volatilidade - a variância condicional - depende de observações passadas, e essa relação será *não-linear*. ??) investigam a relação entre incerteza sobre a inflação e o crescimento do produto para os EUA, construindo uma medida de incerteza com a metodologia de modelos GARCH. Os autores argumentam que esta técnica permite construir um modelo da variância de *inovações* imprevisíveis em uma variável, ao invés de simplesmente observar a variância de observações passadas. Sem esse tratamento, por exemplo, mudanças no ambiente econômico totalmente previstas pelos agentes seriam tratadas como incertas. Ainda, é possível testar hipóteses sobre os parâmetros do modelo, além de obter estimativas simultâneas das equações de médias e variâncias condicionais (??).

Uma característica dos modelos ARCH/GARCH, aplicada ao nosso caso, é de que inovações no crescimento econômico seriam tratadas simetricamente, pois a volatilidade seria função não-linear e quadrática do crescimento econômico. Mas sabemos que a reação da volatilidade ao crescimento é assimétrica, ou seja, a resposta dos agentes a um desempenho econômico bom ou ruim é diferente em termos de magnitude¹. Para permitir essa assimetria, empregaremos o modelo GARCH exponencial de ??).

Outra contribuição metodológica significativa foi a de ??), através dos modelos GARCH com dados em painel. O artigo em questão analisa as relações entre inflação e suas expectativas nos países do G7. ??) analisa a interação entre volatilidade e crescimento econômico para os mesmos países, encontrando correlação positiva. Com a presença atual das estruturas de dados em painel em pesquisa econômica, esse tipo de modelo permite investigar também as covariâncias entre diferentes países com variâncias condicionais que seguem dinâmicas similares. Este modelo pode ser interpretado como um caso particular de um modelo GARCH multivariado, mais especificamente o modelo DVECH de ??). Considerando as relações de incerteza econômica entre os países como processos integrados, a estratégia metodológica de ??) é interessante para o nosso problema de pesquisa, e portanto será empregada neste trabalho.

¹ Esse fenômeno é chamado na literatura de *leverage effect*.

3 Metodologia

Esta Seção apresenta os métodos empíricos usados neste trabalho. A primeira Subseção expõe brevemente os dados. A segunda Subseção apresenta o modelo EGARCH-M em cortes transversais. Na terceira Subseção, o modelo GARCH-M em dados em painel é apresentado. Por fim, a hipótese de correlação entre volatilidade e crescimento econômico em países emergentes e desenvolvidos é exposta.

3.1 Dados

A nossa fonte é a série de estatísticas *Main Economic Indicators* em ??). Ela contém dados de agregados macroeconômicos dos países membros da organização, ao longo das últimas décadas. Os dados vão desde janeiro de 1961 até dezembro de 2014, com frequência mensal. Dessa base, extraímos a série IP_{it} , que é o Índice de Produção Industrial, com base 100 referente ao ano de 2010, comumente empregada na literatura empírica como variável *proxy* para o crescimento econômico, construída a partir das taxas de crescimento da indústria (incluindo setores energético, de manufaturados e construção civil) em relação ao período imediatamente anterior. Dois grupos de países são extraídos desta base de dados. O grupo de países desenvolvidos são aqueles que compõem o G7. Adicionalmente, um grupo de países emergentes é selecionado, dentro da disponibilidade da base de dados.

A série original é transformada, de modo que usaremos a primeira diferença do logaritmo natural de IP_{it} para as estimações. Essa operação é interessante pois além de contornar problemas de não-estacionariedade, é possível interpretar as variações de $\Delta \ln(IP_{it})$ como taxas percentuais de crescimento. A Tabela 2 a seguir apresenta as estatísticas descritivas de IP_{it} para cada país:

Tabela 2 – Estatísticas descritivas: $\ln(\Delta IP_{it})$

	Obs.	Média	Mediana	Desv.pad.	Mínimo	Máximo	Período	
Alemanha	647	0,0019	0,0022	0,0174	-0,0994	0,1161	fev./1961	dez./2014
Brasil	479	0,0017	0,0039	0,0289	-0,2712	0,2244	fev./1975	dez./2014
Canadá	647	0,0023	0,0020	0,0109	-0,0384	0,0405	fev./1961	dez./2014
Chile	287	0,0025	0,0035	0,0292	-0,2038	0,1720	fev./1991	dez./2014
Estônia	203	0,0040	0,0054	0,0290	-0,1074	0,0816	fev./1998	dez./2014
EUA	647	0,0024	0,0029	0,0075	-0,0430	0,0304	fev./1961	dez./2014
França	647	0,0014	0,0000	0,0242	-0,3791	0,2292	fev./1961	dez./2014
Índia	248	0,0051	0,0049	0,0176	-0,0516	0,0820	mai./1994	dez./2014
Itália	647	0,0016	0,0018	0,0213	-0,1600	0,1267	fev./1961	dez./2014
Japão	647	0,0030	0,0037	0,0169	-0,1720	0,0639	fev./1961	dez./2014
México	419	0,0017	0,0015	0,0122	-0,0622	0,0682	fev./1980	dez./2014
Reino Unido	647	0,0008	0,0010	0,0134	-0,0821	0,0929	fev./1961	dez./2014
Rússia	263	0,0007	0,0017	0,0235	-0,1297	0,1522	fev./1993	dez./2014
Turquia	359	0,0034	0,0037	0,0531	-0,2219	0,1667	fev./1985	dez./2014

Fonte: ??).

3.2 Modelo EGARCH-M

Esta Subseção trata da construção de um modelo de séries temporais, com coeficientes estimados para cada país. Adicionalmente, há um parâmetro para o desvio padrão do crescimento do produto na equação da média, assim temos um modelo EGARCH-M. Com isso, estamos dizendo que $E[IP_t]$ depende da sua variância condicional (contemporânea). Esta especificação é comum em finanças, em teorias que supõem *tradeoff* risco-retorno de ativos¹. Então, as equações condicionais da média e variância para o produto serão:

$$IP_t = \mu + \sum_{p=1}^P \phi_p IP_{t-p} + \delta \sigma_t + u_t, \quad u_t \sim N(0, \sigma_t^2) \quad (3.1)$$

$$\ln(\sigma_t^2) = \omega + \alpha \left(\frac{u_{t-1}}{\sigma_{t-1}} - E\left[\frac{u_{t-1}}{\sigma_{t-1}}\right] \right) + \gamma \frac{u_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + \rho \ln(\sigma_{t-1}^2) \quad (3.2)$$

Onde IP_t é a nossa variável dependente, μ é a média incondicional, ϕ_p são termos autor-regressivos, δ é o parâmetro GARCH-M, σ_t é o desvio-padrão condicional e u_t é o termo de erro normalmente distribuído, por pressuposto. ??) propõe que os erros sejam distribuídos conforme a *distribuição de erro generalizada*. Nossa opção pelos erros normais torna a otimização mais parcimoniosa (não precisamos estimar o parâmetro do formato da distribuição generalizada). Além disso, os resíduos das nossas estimações não apresentaram curtose exagerada, o que

¹ Nesse contexto, o parâmetro δ será uma medida de aversão ao risco.

justificaria o uso de uma distribuição com caudas mais pesadas, como em séries financeiras. Na equação (3.2), ω é a variância incondicional, α determina a velocidade de reversão à volatilidade média, ρ é o parâmetro ARCH e γ é o parâmetro EGARCH. Portanto, a variância condicional é modelada como um processo de primeira ordem.

Para garantir a estabilidade dos parâmetros estimados, deve-se satisfazer hipótese de estacionariedade em autocovariância. Portanto, usamos o teste Dickey-Fuller aumentado de raiz unitária, diferenciando as séries que rejeitem a hipótese nula de passeio aleatório com deslocamento e tendência. A seguir, determinou-se a ordem do processo AR(p) para a equação da média de cada país, escolhida inicialmente através do critério de informação de Akaike, realizando-se posteriormente um diagnóstico da autocorrelação dos resíduos. As Tabelas A1 e A2 no Apêndice apresentam os resultados preliminares para os nossos dados.

A estimação dos parâmetros depende da maximização da função de log-verossimilhança:

$$\ln L(\boldsymbol{\theta}) = -\frac{T}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \ln(\sigma_t^2) - \sum_{t=1}^T \frac{u_t^2}{2\sigma_t^2} \quad (3.3)$$

Assume-se também que o parâmetro AR $\phi < 1$ (a série não é explosiva). Sobre a equação da variância condicional, podemos testar a hipótese de erros homocedásticos. Neste caso, apenas o parâmetro ω será significativo. A equação da variância deve ser corretamente especificada, caso contrário as estimativas de ρ e δ não serão consistentes.

3.3 Modelo GARCH-M em painel

Esta Subseção apresenta um modelo em painel com efeitos fixos individuais e heteroscedasticidade condicional, baseado em ??). A taxa de crescimento médio do produto é determinada pela equação:

$$IP_{it} = \mu_i + \sum_{p=1}^{12} \phi_p IP_{i,t-p} + \delta \sigma_{it} + u_{it}, \quad u_{it} \sim N(0, \sigma_{it}^2) \quad (3.4)$$

Mesmo com restrições, trata-se de um modelo com muitos coeficientes a serem estimados, sendo assim interessante para dados em painel com N pequeno e T grande. Assim, teremos dois painéis, um com países desenvolvidos (Alemanha, EUA, Japão e Reino Unido) e outro com países emergentes (Brasil, Chile, México e Rússia). O crescimento econômico médio é

determinado por um modelo AR(12), e a escolha dessa ordem do processo autorregressivo segue a metodologia de ??). No primeiro grupo, a escolha dos países se deu pela relevância no cenário global, tendo o PIB como medida, em meio aos dados disponíveis. No segundo grupo, a escolha foi aquela que proporcionasse o máximo de observações. Ainda, foi observada a possibilidade de ausência de efeitos individuais. Nas duas amostras, foi conduzido um teste de hipóteses, com $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu$, que foi rejeitada em ambos os casos com $Pr(\text{rejeitar } H_0 | H_0 \text{ verdadeira}) = 1\%$, mostrando que existem heterogeneidades que persistem mesmo dentro dos grupos. Pressupõe-se que o vetor de resíduos possui distribuição normal multivariada, com média zero e matriz de variâncias-covariâncias simétrica Ω_t cujas entradas seguem um processo GARCH(1,1), sendo determinadas pelas equações:

$$\sigma_{i,t}^2 = \alpha_i + \nu\sigma_{i,t-1}^2 + \gamma u_{i,t-1}^2 \quad (3.5)$$

$$\sigma_{ij,t} = \eta_{ij} + \lambda\sigma_{ij,t-1} + \rho u_{i,t-1}u_{j,t-1}, \quad i \neq j. \quad (3.6)$$

O presente modelo é mais restrito do que os modelos GARCH multivariados em geral no sentido de que os coeficientes das variâncias e covariâncias condicionais são comuns a todos os painéis, portanto governadas pela mesma dinâmica, bem como os coeficientes da equação da média. Ainda, as equações acima também não admitem autocorrelação e correlação não-contemporânea entre os painéis: respectivamente, $E[u_{i,t}u_{j,s} | u_{i,t-1}u_{j,s-1}] = 0$, tanto para $i = j \wedge t \neq s$ quanto para $i \neq j \wedge t \neq s$. Por fim, as condições de estacionariedade em covariância devem ser satisfeitas. Para tanto, devemos ter $|\phi_p| < 1 \forall p$; $\alpha_i, \eta_{ij} > 0 \forall i, j$; $(\nu + \gamma) < 1$ e $(\lambda + \rho) < 1$. Dois modelos diferentes serão testados:

- (1) $\sigma_{ij,t} = 0$, para todo i, j , com $i \neq j$. Neste caso, assumimos que não há covariância entre as volatilidades dos países, apenas uma variância condicional, que segue um processo GARCH(1,1). A matriz Ω_t será diagonal.
- (2) O modelo completo, descrito pelas equações (3.5) e (3.6).

O modelo (1) impõe uma restrição na dinâmica da volatilidade, com a implicação de que a volatilidade econômica de um país no período t não pode ser explicada por movimentos passados na volatilidade de outros países da amostra. O objetivo é verificar se existe correlação entre

volatilidade e crescimento mesmo quando não se permitem transbordamentos de volatilidade entre países do mesmo grau de desenvolvimento.

A estimação se dá a partir da representação matricial:

$$\mathbf{y}_t = \boldsymbol{\mu} + \mathbf{Z}_t \boldsymbol{\theta} + \mathbf{u}_t, \quad \mathbf{u}_t \sim N(\mathbf{0}, \boldsymbol{\Omega}_t) \quad (3.7)$$

$$\boldsymbol{\Omega}_t = \mathbf{S} + \mathbf{A} \odot \boldsymbol{\Omega}_{t-1} + \mathbf{B} \odot \mathbf{u}_t \mathbf{u}'_{t-1} \quad (3.8)$$

Onde \mathbf{y}_t , \mathbf{u}_t são vetores da variável dependente e dos resíduos com dimensão $N \times 1$. A matriz $\mathbf{Z}_t = [\mathbf{y}_{t-1}, \dots, \mathbf{y}_{t-p}]$ tem dimensão $N \times p$, $\boldsymbol{\mu}$ é um vetor $N \times 1$ de efeitos individuais e $\boldsymbol{\theta} = [\phi_1, \dots, \phi_p]'$ o vetor de coeficientes para a equação da média. Na equação (3.8), a matriz $\boldsymbol{\Omega}_t$ (com dimensões $N \times N$) é função de uma matriz de variâncias e covariâncias incondicionais \mathbf{S} e matrizes simétricas \mathbf{A} e \mathbf{B} , referentes aos coeficientes ARCH e GARCH. Na presente notação, \odot é o operador de Hadamard. A natureza recursiva da equação (3.8) faz com que precisemos de valores iniciais para $\boldsymbol{\Omega}_t$. Para isso, as variâncias e covariâncias incondicionais de \mathbf{y}_t são usadas. A função de log-verossimilhança a ser maximizada:

$$\ln(L(\boldsymbol{\theta}, \boldsymbol{\Omega}_t)) = -\frac{NT}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \ln |\boldsymbol{\Omega}_t| - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \mathbf{u}'_t \boldsymbol{\Omega}_t^{-1} \mathbf{u}_t \quad (3.9)$$

Em todos os modelos apresentados nesta Seção, a principal estimativa de interesse é δ , que dará o efeito da volatilidade (desvios do crescimento econômico médio) na variável dependente. A conjectura central a ser testada é formalizada a seguir:

- H_0 : Não há correlação entre crescimento econômico e a sua volatilidade (ou seja, $\delta = 0$).
- H_a : Existe uma correlação entre crescimento econômico e volatilidade constante para todas as economias.
- H_b : Existe correlação entre crescimento econômico e volatilidade com diferentes sentidos em economias emergentes e desenvolvidas.

Acreditamos que a relação entre volatilidade e crescimento econômico seja *positiva* nos países desenvolvidos e *negativa* nos países emergentes, de acordo com o argumento teórico na Seção 2, o que corresponde ao caso onde não é possível rejeitar apenas H_b .

4 Resultados

4.1 Modelos em cortes transversais

A Tabela 3 contém os resultados principais do modelo EGARCH-M para todos os países, com o parâmetro GARCH-M δ e os parâmetros estimados para a equação da variância ¹. A interpretação geral do coeficiente GARCH-M é de que um choque de 1 unidade em σ_t causa uma variação de 1% por cento na taxa de crescimento do produto. Encontramos para os países emergentes resultados significativos com exceção da Rússia, rejeitando assim a nossa hipótese nula H_0 . Para 4 dos 7 países, temos $\delta < 0$, ou seja, existe uma relação negativa entre volatilidade e crescimento econômico. Para Turquia e Chile, entretanto, o efeito observado foi positivo. No caso deste último, os erros-padrão estimados são muito pequenos para todos os parâmetros. Em ambos casos, os índices de desenvolvimento econômico são elevados em relação a outros países emergentes, assim esse efeito positivo encontrado pode ser resultado de instituições e mercados financeiros mais eficientes, apesar de se defrontar com as restrições de crédito comuns aos países em desenvolvimento. De maneira geral, as evidências encontradas na amostra de países emergentes apontam para uma relação negativa. Isto pode estar relacionado a uma maior preferência pelo risco, nas decisões que envolvem consumir ou poupar. O ambiente político e institucional, conforme argumentado por ??), também pode ser responsável pela maior cautela nas decisões de investimento, onde o risco mais elevado faz com que seja difícil calcular os retornos de longo prazo. Esse efeito pode ser maior por parte de investidores estrangeiros devido a um conjunto de informações reduzido a respeito de um país emergente.

Para os países desenvolvidos, rejeitamos a hipótese nula para 5 dos 7 países. Em todos esses casos, vemos que há relação positiva entre volatilidade e crescimento. Em países como Canadá, Estados Unidos e sobretudo Japão, a magnitude do efeito é mais elevada. Como discutido anteriormente, as menores restrições de crédito permitem que investimentos de longo prazo não sejam adiados em cenários de maior incerteza. Notoriamente, existe no caso japonês uma aversão ao risco maior por parte dos agentes, portanto a magnitude mais elevada pode ser teoricamente explicada por uma preferência maior pela poupança precaucionária. Os resultados

¹ As estimações foram realizadas com as rotinas do pacote `rugarch` de ??), no software estatístico **R** 64-bits, versão 3.2.3.

encontrados para os países desenvolvidos sugerem que nessas economias os agentes têm preferência pela poupança precaucionária em momentos de maior incerteza. A maior oferta de crédito ao setor privado também torna possível manter projetos de investimento de longo prazo, o que posteriormente deverá proporcionar crescimento econômico sustentado.

Tabela 3 – Resultados dos modelos EGARCH-M

	Países desenvolvidos						
	Alemanha	Canadá	EUA	França	Itália	Japão	Reino Unido
Volatilidade (δ)	0,1445* (0,0092)	1,7613* (0,1180)	1,7959* (0,2499)	0,6266* (0,0735)	0,0343 (0,1135)	2,9698* (0,1076)	0,1479* (0,0283)
Constante (ω)	-2,9448* (0,6561)	-0,2966* (0,0034)	-1,5089* (0,0128)	-0,6047* (0,1868)	-0,2152 (0,1379)	-0,1645* (0,0001)	-3,7082* (0,6490)
ARCH(1) (α)	-0,0931 [‡] (0,0434)	-0,0434 [‡] (0,0216)	-0,2455* (0,0309)	0,2579* (0,0455)	0,0114 (0,0311)	-0,1449* (0,0008)	-0,0815 [†] (0,0488)
Ajustamento (ρ)	0,6455* (0,0788)	0,9678* (0,0000)	0,8520* (0,0000)	0,9122* (0,0272)	0,9723* (0,0170)	0,9801* (0,0000)	0,5814* (0,0729)
Assimetria (γ)	0,4283* (0,0804)	0,0617* (0,0132)	0,0972* (0,0207)	0,6260* (0,0912)	0,3096* (0,0558)	0,0261* (0,0072)	0,8177* (0,0904)
	Países emergentes						
	Brasil	Chile	Estônia	Índia	México	Rússia	Turquia
Volatilidade (δ)	-0,1944* (0,0249)	0,4878* (0,0000)	-0,6500* (0,1376)	0,3289* (0,0402)	-0,0186 (0,0339)	-0,1250 (0,0996)	0,2573 [‡] (0,1156)
Constante (ω)	-3,3985* (0,9719)	-0,4011* (0,0000)	-0,6965 (0,4878)	-0,9047* (0,0162)	-0,5452* (0,1797)	-1,9004* (0,5967)	-3,3090* (1,0123)
ARCH(1) (α)	-0,1792* (0,0690)	-0,0972* (0,0000)	-0,0967 [†] (0,0508)	-0,1758* (0,0460)	-0,1475* (0,0430)	-0,4832* (0,0947)	-0,0464 (0,0758)
Ajustamento (ρ)	0,5466* (0,1277)	0,9477* (0,0000)	0,9035* (0,0676)	0,8909* (0,0019)	0,9387* (0,0198)	0,7588* (0,0722)	0,4737* (0,1591)
Assimetria (γ)	0,7739* (0,1085)	-0,0837* (0,0000)	0,0752 (0,0982)	0,3056* (0,0436)	0,4537* (0,0810)	1,0037* (0,1252)	0,5507* (0,1586)

Fonte: Elaboração própria. Erros-padrão em parênteses. *: $p < 0,01$; [‡]: $p < 0,05$; [†]: $p < 0,10$.

Sobre a persistência da volatilidade no tempo, os parâmetros ρ são próximos de 1 para a maioria dos países estudados, indicando que choques sobre a volatilidade persistem por vários períodos. Para os países emergentes, Brasil e Turquia são casos notórios, indicando que o ajustamento é mais rápido. Este resultado também é observado em ??). Uma possível conjectura a respeito deste resultado seria que nestes casos existe uma reação mais homogênea dos agentes a choques de volatilidade, que pode estar associada também às possibilidades de realocação de investimentos ou uma preferência por ativos financeiros de curto prazo. O coeficiente γ trata da assimetria na resposta à inovações positivas ou negativas, admitindo que os agentes respondem de maneira diferente quando se defrontam com momentos de maior ou menor incerteza econômica. As estimativas apontam para $\gamma > 0$, com exceção do Chile, sendo significativo no sentido

estatístico tanto nas economias emergentes, quanto nas desenvolvidas. Isto significa que os choques de volatilidade são mais intensos em períodos de aquecimento da atividade econômica. Para efeito de diagnóstico de autocorrelação dos resíduos, a Tabela A3 do Apêndice mostra os resultados do teste LM ponderado de ??) para presença de efeitos ARCH. Em nenhum caso rejeitamos a hipótese nula de ausência de efeitos ARCH, com $Pr(\text{rejeitar } H_0 | H_0 \text{ verdadeira}) = 10\%$, portanto não há indícios de autocorrelação restante na variância condicional dos modelos.

4.2 Modelos em painel

Esta Subseção mostra os resultados dos modelos GARCH-M com dados em painel, na Tabela 4. Os coeficientes estimados para a equação da média estão na Tabela A4 do Apêndice. As referências (1) e (2) dizem respeito aos modelos sem e com covariâncias condicionais, respectivamente.

Tabela 4 – Resultados dos modelos GARCH-M em painel

	Desenvolvidos		Emergentes	
	(1)	(2)	(1)	(2)
Volatilidade				
δ	0,4619 [‡] (0,2135)	0,5458* (0,0339)	-0,2892 (0,1844)	-0,3311 [†] (0,1860)
Variâncias				
α	α_i	α_i	α_i	α_i
ν	0,0969 [‡] (0,0419)	0,0848* (0,0083)	0,1591* (0,0139)	0,1593* (0,0254)
γ	0,3373* (0,0291)	0,3222* (0,0170)	0,6691* (0,0903)	0,6816* (0,0985)
Covariâncias				
η	-	η_{ij}	-	η_{ij}
λ	-	0,0431 (0,0896)	-	0,0828 (0,2931)
ρ	-	0,0921* (0,0208)	-	0,0709 (0,0700)
Obs.	634	634	247	247
$L(\hat{\theta}, \hat{\Omega}_t)$	7678,42	7708,98	2602,05	2438,37
$Q(12)$	804,47*	536,04*	297,58*	281,56*

Fonte: Elaboração própria. *: $p < 0,01$; [‡]: $p < 0,05$; [†]: $p < 0,10$. Erros-padrão em parênteses.

As estimativas de volatilidade mostram que, mesmo com o agrupamento dos dados de países emergentes e desenvolvidos e restrição à uma mesma dinâmica, os resultados encontrados

são similares aos dos modelos GARCH em cortes transversais e corroboram a nossa hipótese alternativa de pesquisa. Em todos os modelos, a hipótese de autocorrelação residual é rejeitada pelo teste Q multivariado. O modelo (2), com todos os parâmetros, têm os resultados mais robustos para δ nas duas amostras. Para os países desenvolvidos, a relação é positiva e estatisticamente significativa, com magnitude 0,5458. A interpretação é de que um choque de 1 unidade em δ causa uma variação de aproximadamente 0,54% na taxa de crescimento destes países, em média. Este resultado corrobora as estimativas de ??). Para os países emergentes, o resultado é negativo (-0,3311). O modelo (1) aplicado aos países emergentes não apresentou estimativas de correlação entre volatilidade e crescimento estatisticamente diferentes de zero. Ainda sobre os países emergentes, é possível que o poder dos testes estatísticos esteja associado ao tamanho da amostra utilizada.

À respeito das variâncias e covariâncias condicionais, as entradas individuais α_i e η_{ij} foram omitidas por simplicidade. Entretanto, as covariâncias incondicionais estimadas foram sempre muito próximas de zero, o que aponta para a inexistência de *spillovers* sistemáticos de volatilidade entre os países. Outros padrões interessantes são revelados: tanto para os modelos (1) e (2), a magnitude da persistência da volatilidade nos países desenvolvidos é, em média, a metade daquela observada nos emergentes. Isto sugere que, conjuntamente, as economias mais desenvolvidas experimentam períodos mais curtos de grande incerteza. Nos países emergentes, as estimativas de covariância condicional não são diferentes de zero, do ponto de vista estatístico, sugerindo que não há integração entre as oscilações de curto prazo do crescimento econômico. De maneira geral, os coeficientes apontam que, entre grupos, a persistência da volatilidade macroeconômica é baixa, especialmente nas grandes potências econômicas. Comparando os resultados encontrados aqui com os resultados do modelo EGARCH-M, vemos que a persistência dos choques de volatilidade é aparentemente menor quando observamos as economias integradas através do modelo em painel, principalmente nos países desenvolvidos.

5 Conclusões

O debate das relações entre incerteza e crescimento econômico, em ambos os sentidos da causalidade, avançou com trabalhos empíricos que testaram o papel de uma série de variáveis econômicas como política fiscal, monetária, ambientes institucional e de negócios. Este trabalho teve como objetivo investigar as relações entre o crescimento econômico e sua incerteza, à luz de teorias que têm como fundamento as decisões dos agentes econômicos. Na [Revisão de Literatura](#), alguns trabalhos apontam para os mercados financeiros como explicação tanto para a resposta dos agentes a choques econômicos de curto prazo como para possíveis assimetrias nessa resposta. Ou seja, enquanto nos países emergentes as decisões de investimento de longo prazo são postergadas, devido tanto à instabilidades nos mercados financeiros, causas institucionais e incerteza, em países desenvolvidos as oscilações fazem com que os agentes busquem outros ativos mais rentáveis. Nesse sentido, os resultados empíricos corroboram, em boa parte, nossa hipótese, fundamentada na análise das teorias que explicam as decisões de investimento e, conseqüentemente, os ciclos econômicos.

A principal contribuição desta pesquisa está em observar essas interações levando em conta o fato de que estamos comparando economias em diferentes condições, usando um modelo teórico que permite um comportamento dinâmico das variações do crescimento econômico. Através do modelo EGARCH-M em cortes transversais, pudemos observar a dinâmica da incerteza econômica em cada país. Por outro lado, o modelo GARCH-M em painel tornou possível investigar a incerteza econômica como um processo integrado entre países com características similares. Em ambos os casos, pudemos verificar a validade da hipótese de que a correlação entre o crescimento econômico e a nossa medida de incerteza é negativa em países emergentes, e positiva nos países desenvolvidos, na maioria dos casos estudados na Seção anterior.

No campo teórico, a principal implicação dos resultados encontrados é de que podem coexistir diferentes explicações para o comportamento dos ciclos econômicos. O problema das restrições de crédito e decisões por postergar investimentos de longo prazo é um problema sobretudo para economias em desenvolvimento, portanto as nossas descobertas vão ao encontro dos resultados encontrados por ??), no sentido de que a probabilidade de adiamento de projetos de investimento de longo prazo nos países desenvolvidos é menor devido a maior oferta de crédito. Entretanto, como previamente exposto neste trabalho, existem dificuldades metodológicas como

as diferentes medidas possíveis de incerteza, as variações e a sensibilidade dos resultados de acordo com a amostra utilizada.

Pesquisas futuras devem investigar o tema levando em conta que devemos observar características específicas (dos sistemas financeiros, dos arranjos institucionais) de cada país, variáveis que expliquem e capturem as particularidades de cada economia, além do fato de que a persistência da volatilidade nos países emergentes – causado pelo esforço com que os agentes retificam suas decisões de consumo e investimento – acaba resultando em políticas fiscal e monetária mais contundentes.

Referências

Apêndice

Tabela A1 – Teste Dickey-Fuller aumentado de raiz unitária: p-valores

	IP_{it}
Alemanha	0,0028
Brasil	0,0001
Canadá	0,0047
Chile	0,0003
Estônia	0,1357
EUA	0,0011
França	0,0321
Índia	0,2533
Itália	0,1080
Japão	0,0157
México	0,0735
Reino Unido	0,1897
Rússia	0,0001
Turquia	0,0000

Fonte: Elaboração própria.

Tabela A2 – Modelos EGARCH-M: Teste de Ljung-Box

	ordem $AR(p)$	χ^2	p-valor
Alemanha	4	5,4285	0,9421
Brasil	1	12,8420	0,3806
Canadá	8	9,2993	0,6772
Chile	7	5,9294	0,9196
Estônia	7	4,9980	0,9580
EUA	5	11,5804	0,4799
Franca	6	8,2131	0,7683
Índia	12	10,5243	0,5701
Itália	6	7,1061	0,8505
Japão	3	8,5895	0,7375
México	10	2,2777	0,9988
Reino Unido	4	15,2903	0,2259
Rússia	4	9,5898	0,6519
Turquia	2	14,7925	0,2530

Fonte: Elaboração própria.

Tabela A3 – Modelos EGARCH-M em cortes transversais: Teste LM

	χ^2	p-valor
Alemanha	0,0156	0,9005
Brasil	0,0084	0,9272
Canadá	0,6120	0,4340
Chile	0,0786	0,7792
Estônia	0,8984	0,3432
EUA	0,0207	0,8855
França	0,0349	0,8518
Índia	0,1648	0,6848
Itália	0,1481	0,7003
Japão	1,3803	0,2401
México	0,8957	0,3439
Reino Unido	2,6622	0,1028
Rússia	1,9895	0,1584
Turquia	0,2655	0,6064

Fonte: Elaboração própria.

Tabela A4 – Resultados para a equação da média - modelos GARCH-M em painel

	Desenvolvidos		Emergentes	
	(1)	(2)	(1)	(2)
μ_1	-0,0013 (0,0014)	-0,0018* (0,0002)	0,0096* (0,0035)	0,0117* (0,0035)
μ_2	0,0028* (0,0005)	0,0031* (0,0005)	-0,0604* (0,0011)	0,0028 [‡] (0,0011)
μ_3	0,0017* (0,0006)	0,0020* (0,0005)	0,0013* (0,0003)	0,0014* (0,0003)
μ_4	0,0010* (0,0004)	0,0011* (0,0004)	0,0033* (0,0007)	0,0034* (0,0007)
ϕ_1	0,1261* (0,0435)	0,1265* (0,0338)	-0,1922 [‡] (0,0862)	-0,2358* (0,0875)
ϕ_2	0,1138* (0,0363)	0,1095* (0,0275)	-0,0242 (0,0693)	-0,0571 (0,0698)
ϕ_3	0,1801* (0,0350)	0,1790* (0,0285)	-0,0631 (0,0575)	-0,0771 (0,0528)
ϕ_4	0,1068* (0,0352)	0,1008* (0,0301)	0,0580 (0,0479)	0,0360 (0,0495)
ϕ_5	-0,0365 (0,0358)	-0,0449 (0,0306)	-0,0008 (0,0505)	-0,0311 (0,0488)
ϕ_6	0,0305 (0,0310)	0,0281 (0,0290)	-0,1318* (0,0495)	-0,1409* (0,0462)
ϕ_7	-0,0148 (0,0320)	-0,0139 (0,0296)	0,0048 (0,0458)	-0,0008 (0,0487)
ϕ_8	0,0168 (0,0313)	0,0061 (0,0282)	0,0317 (0,0350)	0,0337 (0,0377)
ϕ_9	0,0848* (0,0305)	0,0784* (0,0262)	-0,0953 [‡] (0,0444)	-0,0982 [‡] (0,0477)
ϕ_{10}	0,0056 (0,0313)	0,0036 (0,0256)	-0,0229 (0,0494)	-0,0397 (0,0492)
ϕ_{11}	-0,0400 (0,0356)	-0,0170 (0,0264)	-0,0208 (0,0481)	-0,0392 (0,0437)
ϕ_{12}	-0,0781* (0,0274)	-0,0831* (0,0266)	-0,1555* (0,0449)	-0,1654* (0,0562)

Fonte: Elaboração própria.

*: $p < 0,01$; [‡]: $p < 0,05$; †: $p < 0,10$.