

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA DAS INSTITUIÇÕES E DO
DESENVOLVIMENTO

MODELO “EXPORT-LED GROWTH”: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS
EM UMA PERSPECTIVA NÃO LINEAR

João Paulo Martin Faleiros

Orientador: Prof. Dr. Denisard Cnéio de Oliveira Alves

SÃO PAULO

2008

Profa. Dra. Suely Vilela
Reitora da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Carlos Roberto Azzoni
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Prof. Dr. Joaquim Joaquim José Martins Guilhoto
Chefe do Departamento de Economia

Prof. Dr. Dante Mendes Aldrighi
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Economia

JOÃO PAULO MARTIN FALEIROS

**MODELO “EXPORT-LED GROWTH”: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS
EM UMA PERSPECTIVA NÃO LINEAR**

Dissertação apresentada ao Departamento de Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo como requisito para a obtenção do título de Mestre em Economia das Instituições e Desenvolvimento.

**Orientador: Prof. Dr. Denisard Cnéio de
Oliveira Alves**

SÃO PAULO

2008

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção de Processamento Técnico do SBD/FEA/USP

Faleiros, João Paulo Martin

Modelo “Export-led growth”: evidências empíricas em uma perspectiva não linear / João Paulo Martin Faleiros. -- São Paulo, 2008.
66 p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2008
Bibliografia.

1. Economia 2. Desenvolvimento econômico 3. Econometria I. Universidade de São Paulo. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade II. Título.

CDD – 330

**A minha família,
sempre presente.**

Agradeço antes de tudo, ao único Deus, por ter me guiado até aqui com sabedoria e discernimento. Por que todas as coisas cooperam para o bem daqueles que amam a Deus, e por meio dele e por ele são realizadas todas as coisas.

Agradeço aos meus pais, Getúlio Faleiros e Sirlene da Silva Faleiros, minha irmã Rebeca Faleiros, pelo amor, afeto, incentivo e suporte dado até aqui em meus estudos. Minha namorada Mariana Arioza, pessoal muito especial que conheci, pelo amor, afeto, paciência e carinho. Agradeço as minhas avós, Abadia Faleiros e Rosanita Souza da Silva e a todos os meus tios.

Agradeço ao professor e orientador Denisard Cnéio de Oliveira Alves, pelo apoio e encorajamento contínuos em minha pesquisa, aos demais Mestres da casa, Gilberto Tadeu Lima e Ana Lúcia Fava. Gostaria também de agradecer ao Professor Marcelo Cunha Medeiros pela participação na comissão julgadora. E ao Professor Wilson Rabahy pelos conselhos e os anos trabalhados na FIPE.

Agradeço aos amigos da FEA, Eduardo Angeli, Elton Jonny, Daniel Silva Júnior, José Carlos Domingos da Silva, Andréa Papp, Moisés Diniz Vassallo e Gervásio Ferreira. Aos amigos do mestrado e doutorado em geral e aos amigos dos Cristãos USP.

Que a honra, a glória e o domínio sejam dados a Deus e ao seu único filho, Jesus, por meio do qual não há salvação. Amém.

“Ó profundidade da riqueza, tanto da sabedoria como do conhecimento de Deus! Quão insondáveis são os seus juízos, e quão inescrutáveis, os seus caminhos! Quem, pois, conheceu a mente do Senhor? Ou quem foi o seu conselheiro? Ou quem primeiro deu a ele para que lhe venha a ser restituído? Porque dele, e por meio dele, e para ele são todas as coisas. A ele, pois, a glória eternamente. Amém!”

Apóstolo Paulo

RESUMO

Esse trabalho faz uma avaliação não linear sobre “Export-Led Growth” (ELG), por meio do modelo MR-STVAR. O tratamento não linear aqui desenvolvido assumiu que a trajetória da taxa de crescimento do produto, ao longo do tempo, pode alternar entre quatro diferentes tipos de regimes. Cada um destes se caracteriza como uma combinação entre altas e baixas taxas de crescimento, tanto do produto, como das exportações. Realizando o teste de causalidade de Granger, nessa estrutura não linear, é possível verificar se a taxa trimestral de crescimento do valor das exportações aumenta a capacidade preditiva do crescimento do PIB. Portanto, esse enfoque possibilita expandir a análise, até então realizada, de que as contribuições das taxas de crescimento das exportações, às taxas de crescimento do produto, são lineares ao longo do tempo. E essa última perspectiva, implicitamente assume uma dinâmica temporal uniforme, bastante restritiva em termos da complexidade que ronda o padrão de desenvolvimento econômico de uma nação. O modelo MR-STVAR foi aplicado para um conjunto de 7 países, Estados Unidos, Canadá, Japão, Hong Kong, Coreia do Sul, Brasil, Chile e México, além de Hong Kong.

ABSTRACT

The aim of this thesis is to evaluate Export-Led Growth hypothesis through MR-STVAR. If its model is assumed, the pattern of growth alternates among four distinct regimes. Each of them is characterized by the combination of high and low rates of output and export growth. To verify if the value of export quarterly growth increases the forecasting capabilities of output quarterly growth, it is applied a Granger causality test. Hence, this approach contributes to the analysis of traditional literature that supposes a linear view of development. The traditional literature, in general, verify ELG hypothesis using a Granger causality test in a linear framework.

The MR-STVAR was applied to seven countries, United States, Canada, Japan, South Korea, Brazil, Chile and Mexico, furthermore, Hong Kong, special administrative region of the People's Republic of China.

SUMÁRIO

FICHA CATALOGRÁFICA	1
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	2
LISTA DE QUADROS	3
LISTA DE TABELAS	4
LISTA DE GRÁFICO	5
1 INTRODUÇÃO	6
1.1 Produto e Exportação: Trajetória de Crescimento Não Linear	11
1.2 Mecanismo de Propagação da Estrutura Não Linear de Crescimento	14
2 MODELO MR-STVAR	20
2.1 Teste de Linearidade	21
2.2 Causalidade de Granger e o Modelo MR-STVAR.....	23
3 TESTE DE DETECÇÃO DE OUTLIER.....	26
3.1 Teste de detecção de Outlier modificado para as equações do modelo VAR.....	27
4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DO MODELO MR-STVAR.....	29
4.1 Dados.....	29
4.2 Teste de Detecção de Outlier	30
4.3 Teste de Linearidade	31
4.4 Estimativas do MR-STVAR.....	33
4.5 Análise Comparativa dos Resultados	49
5 CONCLUSÕES.....	57
REFERÊNCIAS	61
ANEXO A	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIC: Akaike Info Criterion
AO: Additive Outlier
ARMA: Autoregressive Moving Average
ELG: Export Led Growth
GLE: Growth Led Export
IMF: International Monetary Fund
IO: Innovative Outlier
LR: Likelihood Ratio Statistic
LSTAR: Logistic Smooth Transition Autoregressive
LSTR: Logistic Smooth Transition Regression
MR-STVAR: Multiple Regime Smooth Transition Vector Autoregressive
NAFTA: North American Free Trade Agreement
NLS: Non Linear Least Squares
OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development
PIB: Produto Interno Produto
STAR: Smooth Transition Autoregressive
TAR: Threshold Autoregressive
VAR: Vector Autoregressive
VEC: Vector Error Correction

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Séries PIB.....	29
Quadro 2: Séries Exportações	29
Quadro 3: Teste de Detecção de Outlier	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Teste Razão de Verossimilhança (LR) para Linearidade (p-valores)	31
Tabela 2: Teste Razão de Verossimilhança (LR) para Múltiplos Regimes (p-valores).....	32
Tabela 3: Estimação do modelo MR-STVAR para os Estados Unidos	34
Tabela 4: Estimação do modelo MR-STVAR para o Canadá.....	36
Tabela 5: Estimação do modelo MR-STVAR para o Japão.....	38
Tabela 6: Estimação do modelo MR-STVAR para Hong Kong.....	40
Tabela 7: Estimação do modelo MR-STVAR para a Coreia do Sul.....	42
Tabela 8: Estimação do modelo MR-STVAR para o Brasil	44
Tabela 9: Estimação do modelo MR-STVAR para o Chile	46
Tabela 10: Estimação do modelo MR-STVAR para o México	48

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1: EUA- Evolução das Funções de Transição $F(.)$ e $G(.)$ para o produto	35
Gráfico 2: EUA - Evolução das Funções de Transição $F(.)$ e $G(.)$ para exportações	35
Gráfico 3: Canadá - Evolução das Funções de Transição $F(.)$ e $G(.)$ para o produto	37
Gráfico 4: Canadá - Evolução das Funções de Transição $F(.)$ e $G(.)$ para o produto	37
Gráfico 5: Japão - Evolução das Funções de Transição $F(.)$ e $G(.)$ para o produto	39
Gráfico 6: Japão - Evolução das Funções de Transição $F(.)$ e $G(.)$ para as exportações	39
Gráfico 7: Hong Kong - Evolução das Funções de Transição $F(.)$ e $G(.)$ para o produto.....	41
Gráfico 8: Hong Kong - Evolução das Funções de Transição $F(.)$ e $G(.)$ para as exportações	41
Gráfico 9: Coréia do Sul - Evolução das Funções de Transição $F(.)$ e $G(.)$ para o produto	43
Gráfico 10: Coréia do Sul - Evolução das Funções de Transição $F(.)$ e $G(.)$ para as exportações ...	43
Gráfico 11: Brasil - Evolução das Funções de Transição $F(.)$ e $G(.)$ para o produto.....	44
Gráfico 12: Brasil - Evolução das Funções de Transição $F(.)$ e $G(.)$ para as exportações.....	45
Gráfico 13: Chile - Evolução das Funções de Transição $F(.)$ e $G(.)$ para o produto.....	46
Gráfico 14: Chile - Evolução das Funções de Transição $F(.)$ e $G(.)$ para as exportações.....	47
Gráfico 15: México - Evolução das Funções de Transição $F(.)$ e $G(.)$ para o produto	48
Gráfico 16: México - Evolução das Funções de Transição $F(.)$ e $G(.)$ para as exportações	49
Gráfico 17: EUA - Dispersão das variáveis de transição entre os quatro regimes.....	52
Gráfico 18: Canadá - Dispersão das variáveis de transição entre os quatro regimes.....	53
Gráfico 19: Japão - Dispersão das variáveis de transição entre os quatro regimes.....	53
Gráfico 20: Hong Kong - Dispersão das variáveis de transição entre os quatro regimes	54
Gráfico 21: Coréia do Sul - Dispersão das variáveis de transição entre os quatro regimes.....	54
Gráfico 22: Brasil - Dispersão das variáveis de transição entre os quatro regimes	55
Gráfico 23: Chile - Dispersão das variáveis de transição entre os quatro regimes	55
Gráfico 24: México - Dispersão das variáveis de transição entre os quatro regimes.....	56

1 INTRODUÇÃO

Durante o século XX muitos países optaram pelo modelo de substituição de importações que consistia na geração de uma dinâmica de desenvolvimento alavancado pela demanda interna. Para gerar esse mecanismo interno instalava-se progressivamente um parque industrial, dando ênfase inicial a composição de bens de capital, ação contínua do estado no planejamento econômico, além da imposição de restrições a concorrência externa aos bens produzidos domesticamente por meio de altas tarifas e quotas aos produtos importados, assim como políticas cambiais.

A partir da década de 70, essa estratégia de desenvolvimento começou a ser questionada e substituída por um modelo baseado em maior abertura ao mercado externo e orientada para fora. As principais razões dessa guinada, em larga medida, se deve as crises internas vivenciadas pelos países latino-americanos, que atingiu seu ápice na crise da dívida externa em 1982. Além do mérito relativo de países do leste asiático que promoveram um modelo voltado para fora, atingiram resultados econômicos satisfatórios e alto grau de desenvolvimento.

Krueger (1980) reflete bem essa guinada nas idéias a respeito das estratégias mais adequadas para o desenvolvimento de um país. Segundo Krueger os fatores econômicos tecnológicos implicam em uma superioridade decisiva para o desenvolvimento através da promoção de exportações. Nesses fatores estão inclusos o tamanho eficiente das plantas, aumento dos retornos de escala e necessidade de competição. Além do mais, as diferenças de crescimento verificado entre países é resultado não da escolha da estratégia via comércio per se, mas pelos excessos pelo qual a política de substituição de importações era gerida.

Bruton (1989) destaca uma das críticas ao modelo de substituição de importações, oriunda do novo modo de pensar e das novas evidências a respeito do papel das exportações no desenvolvimento. Para ele, muitas políticas de substituição de importações não deram ênfase ao papel das exportações, e desse modo, conduziram a problemas no balanço de pagamentos, diminuindo as importações de bens de capital, fundamentais no processo de crescimento.

Certamente a idéia do papel do comércio como fonte de crescimento de uma nação não se restringiu apenas a esse período específico. David Evans discute o papel do comércio para Adam Smith.

In Smith's view, a trade-induced division of labour is the main underlying condition for modern economic growth. The opening of trade therefore may lead to two types of irreversible changes: the realisation of scale economies and the utilisation of previously under-utilised resources. Smithian trade-induced growth is "trade as the engine of growth" par excellence. (Evans 1989, pp. 1245).

Para Kaldor é o crescimento da demanda autônoma que governa a taxa de crescimento do produto no longo prazo. Para ele, em economias abertas, a demanda por exportações é o principal mecanismo da demanda autônoma, tal que a taxa de crescimento das exportações dirige a taxa de longo prazo do produto para o qual investimento e consumo se ajustam (McCombie e Thirlwall, 1994).

Uma das alternativas que ganhou ênfase na literatura nos últimos anos se encontra no modelo de crescimento baseado nas exportações ou "*export-led growth*" (ELG). Em linhas gerais, o mecanismo de propagação do ELG se processa ou pelo aumento da produção interna de bens para a comercialização no mercado externo ou pela acumulação de divisas que permite aumento da possibilidade de produção por meio de maior importação.

Vale ser ressaltado que o mecanismo de propagação do crescimento pelas exportações possui ênfases distintas na literatura: via oferta, com melhora na produtividade e eficiência; ou via demanda, ressaltando o maior dinamismo à produção interna e acumulação de capital, uma vez que age como uma fonte autônoma de geração de divisas. Outros autores, por sua vez, destacam a importância dos dois mecanismos.

Para Bruton (1989) como a ênfase da formação de capital para o desenvolvimento diminui de intensidade, existe um aumento de atenção dada à mudança tecnológica e aumento da produtividade como chave do crescimento. E desse modo, as exportações são relevantes, não primariamente para a importação de bens de capital, mas para o aumento de produtividade dos recursos disponíveis.

Balassa (1978) afirma que o modelo baseado na orientação por exportações conduz a uma alocação de recursos de acordo com a vantagem comparativa, permite maior capacidade de utilização, exploração de economias de escala, melhora da tecnologia em resposta à competição externa e contribui para o aumento do nível de emprego.

Feder (1982) ressalta a discussão entre os economistas a respeito dos benefícios das exportações sobre o crescimento, tal como, maior capacidade de utilização, economias de escala, investimento em tecnologias e eficiência gerencial. Para contribuir teoricamente sobre o assunto, o autor desenvolve uma análise partindo de uma economia com dois setores distintos. Assim é possível compreender efeitos do setor exportador em outros setores da

economia. Como as indústrias orientadas para fora estão inseridas em um ambiente de maior competição, origina o desenvolvimento de um gerenciamento eficiente e competitivo internacionalmente, novas técnicas de produção, treinamento de mão de obra qualificada e importação de insumos. A indústria doméstica acaba se beneficiando destas externalidades de produção. Para o autor o crescimento não somente pode ser gerado pelo aumento do nível agregado, mas pela realocação dos recursos existentes do setor menos eficiente para o setor exportador mais eficiente.

Jung e Marshall (1985) destacam que o crescimento das exportações reais causa crescimento no PIB real, pois o aumento das exportações pode alavancar a demanda do produto de um país, além do que, permite importações intermediárias produtivas. Ressaltam ainda o aumento da eficiência, via contato com competidores externos, rápida condução de mudanças técnicas e exploração de economias de escala.

Em Grossman e Helpman (1991) as exportações podem ser um mecanismo importante de difusão de conhecimento, e com isso engendrar um aumento de produtividade. Marin (1992) argumenta que o crescimento das exportações possui influencia estimulante na economia via *spillovers* tecnológicos e outros tipos de externalidades. Estas externalidades estão relacionadas à exposição ao mercado internacional, que levam a um aumento de eficiência e geram incentivos a inovações no âmbito produtivo. Além do que, segundo a autora, o aumento da especialização permite a exploração de economia de escalas

Rodrik (1995) argumenta que a grande abertura do comércio e ações com um viés exportador promoveram melhorias técnicas, aumento do investimento privado e maior taxa de crescimento econômico.

Panayiotis e Dimitris (2005) indicaram quatro canais pelos quais o crescimento das exportações impacta o produto: via multiplicador do comércio internacional; especialização dos produtos para exportação, tal que haja uma alocação do setor doméstico menos eficiente para o mais eficiente; aumento de divisas para aumentar a importação de bens de capital; e aumento substancial da economia de escala e aceleração da taxa de acumulação de capital e mudança técnica.

Felipe e Lim (2005) salientam que a estratégia “*export-led growth*” contribui para introdução de novas tecnologias tanto para o setor exportador como para o resto da economia, além de ser um canal de aprendizado e avanço tecnológico. Ressaltam ainda que o aumento das exportações possui uma parcela maior no crescimento via estímulo da demanda, encorajamento da poupança e acumulação de capital.

O modelo de Thirlwall considera a possibilidade de haver restrições no balanço de pagamentos de tal modo que a trajetória do produto de longo prazo é determinada fundamentalmente pelas exportações. Em outras palavras, o crescimento é orientado pelas exportações e limitado pelo balanço de pagamentos no longo prazo. O crescimento com restrição na balança de pagamentos, assim chamado, tenta retomar o papel da demanda na teoria do crescimento, e para se entender a diferença entre países não deve se ignorar as restrições de demanda¹.

Empiricamente, as abordagens para tentar verificar ELG, em geral, assumiram duas formas análise: “cross-country” e time-series, considerando cada país isoladamente².

Na primeira abordagem pode-se destacar Michaely (1977) e Balassa (1978) que utilizaram o método de correlação de posto, sendo que os resultados encontrados indicaram que um grande nível de crescimento do produto é significativamente relacionado com crescimento das exportações. Outra metodologia utilizada por Balassa (1985) e Kavoussi (1984), chamada de função de produção, se baseia na regressão por OLS do produto em relação à taxa de crescimento e um conjunto de variáveis relacionadas à força de trabalho e investimento. Os resultados indicaram que a variável exportação é significativa e aumenta o poder de explicação do modelo.

No entanto, em ambos os casos não foram permitidos verificar qual o sentido da causalidade entre produto e exportações. E essa foi uma das grandes dificuldades encontrada na discussão empírica sobre ELG. Mesmo que haja uma correspondência positiva entre as duas variáveis, não necessariamente, o mecanismo se propaga exatamente em uma única direção. É possível que o sentido de causalidade seja inverso ou nem ao menos possa existir algum tipo de “feedback” entre as duas variáveis macroeconômicas. Tentou-se contornar esse problema por meio do teste de “causalidade de Granger”, discutido em Granger (1969), sendo esse o segundo tipo de abordagem empírica predominante. Jung e Marshall (1985) utilizaram esse método para séries de 37 países com no mínimo de 15 observações, no entanto, apenas 4 indicaram relação causal entre exportações e produto. Bahmani-Oskooee (1991) também utilizou o teste de “causalidade de Granger” para 20 países em desenvolvimento, utilizando dados anuais variando entre 24 e 37 anos. Verificou que somente a Coreia do Sul, Taiwan, Tailândia, Indonésia, Marrocos e República Dominicana apresentam evidência de ELG³.

¹ McCombie e Thirlwall (1994 e 1997), Thirlwall (2002) e Carvalho (2005).

² Nos artigos de Giles e Williams (1999) e Greenway e Sapsford (1994) faz-se uma coletânea extensa dos principais artigos empíricos relacionados ao modelo “export-led growth”.

³ Neste caso, utilizou-se o critério FPE (Final Prediction Error) para escolha do número de lags.

Boltho (1996) aplica o teste para o Japão para 3 períodos distintos de grande crescimento econômico na história do país.

Marin (1992) utiliza “causalidade de Granger” baseado em um vetor de correção de erros, utilizando dados trimestrais para países desenvolvidos, como Estados Unidos, Reino Unido, Japão e Alemanha⁴. Nos quatro países, o teste de causalidade rejeitou a hipótese de que as exportações não “Granger-causam” a produtividade. O mesmo approach é utilizado por Henriques e Sadorsky (1996), com dados anuais, para o caso canadense, mas sem evidências de ELG. Awokuse (2007), considerando países do leste europeu, Bulgária, República Tcheca e Polônia, também com dados trimestrais a partir da década de 90, sem evidências de ELG para o último país.

O método de “causalidade de Granger”, com o intuito de verificar o sentido de causalidade entre as duas variáveis, trouxe avanços consideráveis nesse tipo de análise e foi largamente utilizado nas abordagens empíricas, a partir da década de 80. No entanto, como destaca Giles e Williams (1999), os resultados dos trabalhos empíricos encontrados nessa literatura são bastante conflitantes para alguns países. Ou seja, é possível para um mesmo país encontrar evidências a favor ou contra o modelo de ELG. E a origem desse conflito, em larga medida, está relacionado ao número de variáveis adicionadas ao modelo, periodicidade da série, tipo de critério de informação para seleção do número de *lags* e utilização do modelo de correção de erros, dentre outros. Países como Coreia do Sul e México, por exemplo, em que se esperava refutar fortemente a hipótese de não ELG, pelo contrário, em muitos trabalhos essa hipótese é verificada. O caso do Japão e Estados Unidos, mesmo que possua um mercado interno mais dinâmico, espera-se também uma relação entre as duas variáveis e novamente a literatura sugere resultados conflitantes. Pode-se citar Marin (1992), utilizando dados trimestrais, traz indícios de que ELG para os Estados Unidos, enquanto que Ghartey (1993), traz evidências de GLE, considerando o fato de que Marin utiliza modelo de correção de erros.

Muitas críticas podem ser destacadas no que tange aos métodos empíricos que tentam vislumbrar o sentido de causalidade entre exportações e produto. Dentre muitas, pode-se citar o pequeno número de observações em séries anuais, o problema de exogeneidade para

⁴ São utilizadas 4 variáveis para verificar a hipótese de ELG: exportações, produtividade, termos de troca e produto mundial.

trabalho em *cross-section*, omissão de variáveis no modelo ou mesmo limitar o significado de ausência de cointegração entre as séries à ausência de causalidade⁵.

Mesmo que as críticas aos métodos sejam válidas e devam ser debatidos na literatura sobre ELG, um dos fatores que pode ser decisivo para origem de conflitos nas abordagens empíricas, até então pouco discutido, é supor que a relação entre produto e exportações seja intrinsecamente linear ao longo do tempo. Sob essa ótica, um país teria somente um modelo de desenvolvimento, com trajetória uniforme baseada ou na dinâmica externa, via comércio, ou na dinâmica interna, via mercado consumidor doméstico.

Desse modo, esse trabalho visa contribuir para as abordagens aplicadas ao modelo ELG em um enfoque não linear, que permite verificar se um país possui mais de um tipo de regime de crescimento. Para tanto, modifica-se a estrutura em que se realiza o teste de “causalidade de Granger”.

1.1 Produto e Exportação: Trajetória de Crescimento Não Linear

Um movimento não linear pode ser descrito, em linhas gerais, pela presença de comportamentos dinâmicos endógenos, distintos entre si e fortemente ligados aos períodos de baixo e alto crescimento. Insere-se também a essa idéia a concepção de mudança de regime ou fases. Estudos mais recentes que tentam verificar uma dinâmica não linear do produto estão mais relacionados ao estudo dos ciclos de negócios⁶. Em geral, a discussão sobre uma trajetória não linear de crescimento e setor externo na literatura não é muito ampla, principalmente no que tange as abordagens empíricas. Dentre as poucas referências, destaca-se Kohli e Singh (1989), com uma abordagem “cross-country”, utiliza o modelo teórico de Feder (1982) em uma economia com dois tipos de funções de produção, uma para indústria orientada pelo mercado doméstico e outra para a indústria orientada pelo comércio. O modelo supõe que há externalidade entre os dois setores, sendo que a taxa de crescimento do produto depende, entre outras variáveis, da participação das exportações no produto e da taxa de crescimento das exportações. No entanto, no modelo de Feder, essa relação é puramente linear, não havendo taxa de retorno decrescente das exportações sobre a taxa de crescimento

⁵ Muitos trabalhos empíricos em séries de tempo utilizam também do teste de cointegração para testar ELG. Ausência de cointegração pode significar ausência de relação de longo prazo entre as variáveis, mas os dados podem apresentar relação de causalidade de curto prazo.

⁶ Ver Terasvirta (1994), Saklin e Terasvirta (1999), Öcal e Osborn (2000), Dijk *et al.* (2003) e para o caso brasileiro Alves e Faleiros (2006).

do produto. Nessa perspectiva, Kohli e Singh incorporam um termo quadrático que capta essa taxa de retorno decrescente, também discutido em Ocampo (1986). Além do mais, os autores tentam estimar a equação de produção criando diferentes regimes exógenos entre os países de acordo com o grau de orientação de exportações, dado pela participação das exportações sobre o produto ou pela taxa de crescimento das exportações. Em Foster (2006) é discutido a relação entre crescimento e exportações para países africanos, com base em um estudo de painel não linear. O *threshold* é dado endogenamente e depende do nível inicial de desenvolvimento, participação das exportações no PIB e taxa de crescimento das exportações. Uma análise não linear do impacto das exportações sobre o produto, para um país individualmente, é encontrado Saklin e Terasvirta (1999), para o caso sueco. Todavia, a intenção principal dos autores era encontrar apenas uma relação entre variáveis ligadas aos ciclos de negócios e outros tipos de variáveis econômicas, como importações, produtividade, salário real, investimento e consumo.

Para verificar o ELG específico a cada país, como visto, a literatura se baseia em uma estrutura linear do teste de causalidade de Granger. Por traz dessa estrutura, além de verificar o sentido de causalidade, implicitamente, assume-se um modelo uniforme de crescimento ao longo do tempo. E essa hipótese pode ser um tanto restritiva e em uma perspectiva não linear muito controversa, uma vez que, os países debatidos na literatura, além de possuir as exportações como locomotiva do desenvolvimento, podem também, domesticamente, conduzir a uma trajetória de crescimento. Desse modo, a melhor maneira de se tratar essa questão é uma abordagem que possibilite uma alternância entre um regime baseado na dinâmica interna e um regime baseado nas exportações (ELG).

Mesmo nações como Coréia do Sul e México podem apresentar períodos em que a economia cresce com base em uma dinâmica interna, uma vez que possuem um mercado consumidor e uma indústria doméstica relativamente desenvolvida. Felipe e Lim (2005) incorporam essa perspectiva de mudança de fases discorrendo sobre dois tipos de estratégias de crescimento, “*Export-Led Growth*” e “*Domestic Demand-Led Growth*”, relacionados aos países asiáticos. E uma das principais conclusões do exercício de decomposição do PIB, para verificar o impacto isolado dos componentes internos e das exportações sobre o crescimento, indica que não há conflito entre as duas estratégias. Países com crescimento bem sucedido possui uma combinação das duas componentes da demanda ou uma articulação virtuosa entre ambos.

Consequentemente evita-se incorrer em conclusões errôneas ao realizar o teste sob a hipótese nula de que exportações não “Granger-causam” o produto. A rejeição da hipótese nula, não implica necessariamente que o modelo de crescimento seja baseado exclusivamente nas

exportações, e a não rejeição, não implica ausência de causalidade entre as variáveis, mas essa relação pode estar restrita apenas para alguns períodos.

Assim, é possível que grande parte da controversa empírica envolvendo os modelos, que tentam verificar uma relação causal entre produto e exportações, pode estar relacionada à falta de especificação de uma dinâmica temporal não linear.

A metodologia para a realização do teste de causalidade de Granger numa estrutura não linear será discutida na seção seguinte. A não linearidade é suposta se comportar de acordo com os modelos paramétricos STR, que possibilita alternância de regimes, de acordo com um *threshold* estimado endogenamente e um coeficiente de velocidade de transição entre as fases. Caso todos os testes tragam indícios de uma dinâmica não linear do produto e das exportações, teremos um VAR com 4 diferentes tipos de regimes, assim denominado *Multiple Regime Smooth Transition VAR* :

Regime 1: baixo crescimento endógeno do produto e das exportações.

Regime 2: alto crescimento endógeno do produto e baixo crescimento das exportações;

Regime 3: baixo crescimento endógeno do produto e alto crescimento das exportações;

Regime 4: alto crescimento endógeno do produto e alto crescimento das exportações;

O teste de causalidade de Granger será aplicado a 7 países: Estados Unidos, Canadá, Japão, México, Chile, Coréia do Sul e Brasil, incluindo também Hong Kong, região administrativa especial da República Popular da China.

Países como Japão, Coréia do Sul e Hong Kong foram escolhidos para aplicação do MR-STVAR, uma vez que, na literatura, são referências de sucesso no desenvolvimento baseados nas exportações. Mesmo que os países da América Latina tenham dado mais ênfase ao desenvolvimento no mercado doméstico, por meio do processo de substituição de importações, nos últimos anos, houve um incentivo forte a promoção das exportações como alternativa ao baixo desempenho da economia interna. Cabe ressaltar que o Chile, se diferencia nesse aspecto, uma vez que já vem baseando seu modelo de desenvolvimento na promoção das exportações antes mesmo das crises vivenciadas pelos países latino americanos nas décadas de 80 e 90. Além do mais, o México passou por fortes transformações estruturais, após a adesão ao NAFTA. Foram também incorporados à análise, Estados Unidos e Brasil. Apesar de um padrão de crescimento baseado da dinâmica interna, é possível que haja alternância com regimes de crescimento baseado nas exportações. E por fim, a escolha do Canadá está ligada ao fato de apresentar uma das maiores participações das exportações no

PIB entre as principais potências econômicas mundiais, além de possuir como principal parceiro comercial os Estados Unidos.

1.2 Mecanismo de Propagação da Estrutura Não Linear de Crescimento

O mecanismo de propagação não linear no crescimento pode estar relacionado a diversos fatores. No entanto, uma discussão que tenta vislumbrá-los é praticamente ausente na literatura sobre ELG. Nesse sentido, tentam-se definir, sucintamente, alguns dos principais fatores que dão origem a esse comportamento assimétrico entre mercado doméstico e exportações. São eles: comércio internacional e características do mercado interno de país, tanto estruturais como institucionais.

O comércio internacional pode ser de alta relevância na explicação da não linearidade. O trabalho de Jones e Olken (2005) investiga as causas da transição entre diferentes regimes de crescimento. Nessa perspectiva, os autores alegam que um período de aceleração e desaceleração do crescimento são eventos assimétricos. E de acordo com os resultados do trabalho, os períodos de aceleração estão ligados a um aumento substancial do comércio, sendo que fatores internos, como investimento explicam melhor os períodos de desaceleração. Em Hausmann et al (2005) tenta-se identificar os episódios de crescimentos e seus principais determinantes. Após definir o que consideram trajetória de aceleração de crescimento, verificam que este é correlacionado com aumento no investimento e comércio.

Mesmo que o comércio internacional seja ressaltado, nos dois trabalhos, como um dos responsáveis pela transição de fases de crescimento, não identificam qual seu mecanismo de propagação. E uma possível explicação para esse mecanismo pode estar intimamente ligada ao maior ou menor volume de bens comercializados internacionalmente.

Em um ambiente de queda no comércio mundial de bens pode fazer com que a taxa de crescimento das exportações diminua consideravelmente, desestimulando o mercado interno. Entretanto, uma forte ascensão no volume do comércio mundial pode fazer com que o país tenha um aumento considerável das exportações, estimulando o mercado interno, jogando o país para um regime de alto crescimento. E essa situação esta intimamente ligada ao papel dos diversos choques que podem impactar o mercado de bens internacional. De acordo com Jerzmanowski (2006) em um mundo com diferentes tipos de regimes, tanto choques externos ou internos podem levar a mudanças de regimes causando também fortes mudanças no processo de crescimento. Startz (1998) indica que o mecanismo de transmissão em uma

dinâmica não linear cria múltiplos estados de crescimento, sendo que pequenos choques causam vibração no próprio estado, enquanto que grandes choques, quando suficientes, possibilitam mudança de estado.

É importante ressaltar, no entanto, que os deslocamentos de demanda no comércio internacional, por si só, podem não ser suficientes para a geração de assimetrias do movimento das exportações para o produto, de um país específico. Ao levar em conta as diferentes estruturas de produção dos países os choques poderão influenciá-los diferentemente. Isso, em larga medida, também estará ligado à trajetória e opções de desenvolvimento vivenciadas por cada nação ao longo do tempo.

A análise da estrutura de produção de uma nação é demasiadamente complexa, mas é possível discutir os aspectos gerais que podem exercer influência na geração de fases de crescimento: seja no âmbito da política comercial (grau de abertura comercial e especialização da pauta de exportações); mercado e produção doméstica (setor com maior estímulo) e instituições (formação de grupos de interesses). Logo, as características internas estruturais dos países são também responsáveis pelos diferentes tipos de regimes. Dessa maneira, para que haja alternância entre regimes, baseados no mercado doméstico e nas exportações, são necessárias flutuações no comércio mundial aliadas às características da estrutura produtiva do país.

Países com maior grau de abertura comercial podem ser mais vulneráveis aos diversos choques externos, todavia, podem responder com maior intensidade a um aquecimento do comércio internacional. Nesse sentido, o grau de abertura propiciaria um limiar a partir do qual as exportações passariam a sustentar a trajetória de alto crescimento do produto, promovendo assim um novo regime de crescimento. Economias mais fechadas, por exemplo, precisariam de choques com maiores magnitudes, para elevar o patamar de exportações, gerando, assim, um regime ELG. O aquecimento do comércio mundial teria que ser alto, a tal ponto que os efeitos das exportações, quando comparados aos efeitos do mercado doméstico sobre o crescimento, sejam equivalentes ou mesmo maiores. Vale ressaltar que o grau de sensibilidade aos choques vai também estar correlacionada, em larga medida com a política fiscal, cambial e monetária.

A especialização da pauta de exportações também pode ser uma fonte de explicação sobre os diferentes tipos de regimes de crescimento. Esta é uma questão pouco discutida no que tange aos principais fatores determinantes do crescimento de um país. A definição de especialização está ligada de fato a uma concentração setorial para produção e exportações.

De acordo com Dalum *et al* (1999), algumas atividades produtivas específicas importam ao país e podem prover grandes oportunidades de crescimento quando comparadas a outras

atividades. E a razão para isto pode estar relacionada a fatores do lado da oferta, como oportunidades no diferencial tecnológico entre as atividades, e fatores do lado da demanda, como diferenciais nas elasticidades-renda. Imbs and Wacziarg (2003) ressaltam outras vantagens da especialização, além de intensificar o comércio, origina externalidades de aglomeração e queda no custo de transporte. Economias de escala e as inovações tecnológicas e empresariais, advindas da forte concorrência internacional, podem ainda compor alguns dos benefícios da especialização em certos setores.

Um país que possui a pauta de exportações especializadas em alguns segmentos geradores de tais benefícios pode ser favorecido por um aquecimento no comércio internacional de bens. Atingindo uma determinada taxa de crescimento nas exportações, o país poderia originar um regime ELG, e a associada a isso, a dimensão do mercado doméstico assume importância vital, assim como, a magnitude da elasticidade-renda da demanda do setor. No caso de uma economia pequena, com grande parte de sua produção voltada ao mercado externo, é possível que patamares não tão elevados de crescimento das exportações originem um regime ELG. Mas, se neste caso, os setores especializados apresentarem uma baixa elasticidade-renda é provável que as taxas de crescimento das exportações tenham que ser mais elevadas para dar um dinamismo econômico aos outros setores produtivos domésticos, suficiente à criação de um regime ELG.

No entanto, caso haja uma reversão nesse quadro internacional favorável, é possível que a sustentação do crescimento passe a depender do mercado doméstico. Mesmo que pequenas economias tendam a ter um mecanismo de crescimento baseado no mercado externo não implica, necessariamente, um mercado doméstico pouco expressivo.

É possível que para algumas economias, detentoras de um mercado consumidor interno bem desenvolvido, com setores produtivos específicos, e também setores destinados ao mercado internacional, com uma pauta de exportações bem especializada, gere uma sustentação de crescimento via um regime baseado tanto na dinâmica doméstica como na externa.

A análise, até aqui, pressupõe uma visão estática no que se refere à composição da pauta de exportações de um país. Todavia, a existência de múltiplos regimes de crescimento pode estar ligada a mudanças produtivas estruturais ao longo do tempo. Araújo e Lima (2007) discutem essa questão, realçando a importância das mudanças na estrutura de produção de um país sobre a mudança nas taxas de crescimento, principalmente, via alteração da elasticidade renda da demanda por exportações. Assim, as diferenças nas estruturas de produção entre países implicam em diferenças nas taxas de crescimento, entre os países. Desse modo, conforme o país vai modificando sua estrutura produtiva, ou por meio do aumento no processo de

industrialização ou da especialização em setores de alto valor agregado, pode originar mudanças significativas na magnitude da elasticidade renda. Supondo que um país passe por esse tipo de política. Essa dinâmica de transformação pode originar fases distintas de crescimento. Dessa maneira, o desenvolvimento de setores com alta elasticidade renda, ao longo do tempo, pode fazer com que a trajetória de crescimento do país possa se propagar em um regime ELG, bastando taxas de crescimento das exportações não muito elevadas. Por outro lado, se um país tem sua pauta exportadora baseada em produtos primários e não possui medidas que visam mudanças na composição da demanda, pode implicar na geração de um regime ELG apenas com forte crescimento das exportações. Como a elasticidade renda de produtos primários, em geral, é baixa, é possível que somente variações elevadas das exportações possam gerar um mecanismo, que substitua ou complemente a dinâmica doméstica.

O estímulo dado a setores específicos de produção pode ser também uma das fontes de criação de múltiplos regimes de crescimento. E isso vai estar fortemente correlacionado ao modelo de desenvolvimento encabeçado. Nações que optaram pela implantação um modelo de desenvolvimento baseado no estímulo do mercado doméstico, como um modelo de substituição de importações - sem muita ênfase a produção doméstica de comercializáveis - podem não responder facilmente a mudanças no comércio mundial. Como, em geral, a política industrial desses países visou, em larga medida, o mercado interno, pode não haver incentivos suficientes para o surgimento de novas tecnologias e melhorias no desempenho gerencial. E essa situação pode ser um reflexo do pequeno número de empresas que estejam em contato direto com o mercado internacional, e este último, por meio da acirrada competição, pode originar melhorias no desempenho tecnológico e gerencial.

Os efeitos de *spillovers* de conhecimento e as externalidades que surgem de setores competitivos no comércio internacional, sobre os setores voltados ao mercado doméstico, podem ser irrisórios. Em geral essas nações constituem uma pauta de exportações baseada em produtos primários com baixo valor agregado. Portanto, para que o comércio internacional tenha um impacto, a ponto de promover uma nova fase de crescimento, baseada nas exportações, vis-à-vis o mercado doméstico, se a taxa de crescimento das exportações for consideravelmente elevada.

Por outro lado, as nações que optaram por uma estrutura de produção industrial voltada ao mercado externo e produção de bens comercializáveis com alto valor agregado, são mais sensíveis ao comércio internacional. Optou-se por desenvolver uma pauta de exportações com investimentos maciços em pesquisa e desenvolvimento, para fazer frente à competitividade

internacional. Os impactos dessa estratégia sobre o crescimento vão estar relacionados ao aumento de produtividade advindas dos *spillovers* de conhecimento, mudança tecnológica rápida, exploração de economias de escala e alocação eficiente de recursos. Existindo um período de expansão das exportações mundiais, mesmo que não seja elevada, promove a criação de um regime ELG. Por sua vez, um choque que traga uma diminuição do patamar de exportações, por determinado período, pode trazer uma queda de produtividade da economia que é recuperada por meio de um crescimento baseado no mercado doméstico. Esse efeito também pode se processar pelo lado da demanda, tal que o investimento e o consumo possam ser sustentados via substituição de regime.

As instituições do país podem ter um papel significativo na alternância do regime de crescimento. Nesse sentido, Jerzmanowski (2006) discute a troca entre os diferentes regimes de crescimento e sua determinação pela qualidade das instituições. Boas instituições, segundo o autor, conduzem a uma trajetória persistente nos regimes sustentados de crescimento, enquanto que instituições fracas não interferem na direção do crescimento. Além do mais, mudanças políticas, choques internos ou externos podem interagir com as instituições do país em um alto padrão não linear, determinando a taxa de crescimento.

A abordagem do papel das instituições está relacionada ao fato de que o crescimento não ocorre por meio de vácuos políticos, mas que o papel das decisões tomadas ao longo do tempo em favor de determinados grupos pode possuir um caráter explicativo para a existência da não linearidade. Rajan e Zingales (2005) discutem o papel dos grupos de decisão na continuidade de interesses sobre suas dotações iniciais. Supondo a existência de um número finito de grupos, sendo que alguns deles possuem uma rentabilidade sobre as dotações iniciais e se desenvolvam através dela. E o desejo de manter a rentabilidade faz com que qualquer iniciativa de encabeçar uma reforma sobre tais dotações seja difícil⁷.

Expandindo essa análise, pode-se depreender que a ênfase, em um modelo de desenvolvimento específico, pode ter sua raiz em certos grupos com poder de decisão na sociedade, por meio de coalizões, não encontram incentivos para mudar a estrutura produtiva de um país. Por exemplo, uma nação que optou por um modelo voltado para fora, e que possui uma estrutura produtiva voltada tanto para o consumo interno como para o mercado externo. Sendo que o setor voltado ao mercado externo se desenvolva por meio de políticas

⁷ O modelo também pressupõe a existência de outros grupos: os que possuem menor dotação inicial e os que possuem poder de monopólio (oligarquia), sendo que as posições gerenciais dessa oligarquia são geridas pelos grupos com maior dotação. Assim, a adoção de reformas para ampliação das dotações iniciais se torna difícil, pois, por meio dela, aglutinam-se interesses, formando coalizões fortes.

industriais promovidas pelo governo. Fazer uma reforma no que tange a uma destinação mais igualitária de financiamentos ou recursos, por exemplo, seria difícil, uma vez que haveria coalizão entre o setor com produção voltada para fora e o governo.

Caso o país sofra uma forte concorrência no mercado internacional e, conseqüentemente, uma queda nas exportações, o governo pode realizar uma política de desvalorização cambial ou de subsídios, para aumentar novamente a competitividade do setor. Dessa maneira, somente um forte choque negativo sobre as exportações poderia acarretar a substituição para uma trajetória de crescimento baseado no mercado doméstico. Se a resposta a essa política de desvalorização cambial ou de subsídios for demorada, é possível que o país possa também ter um crescimento baseado no mercado doméstico.

Do ponto de vista da decomposição do PIB é possível também caracterizar a formação de regimes de crescimento. Felipe e Lim (2005, p. 8) discutem essa possibilidade, por meio de 4 situações. Na primeira, a demanda doméstica cresce e a balança comercial esta se deteriorando, caso o PIB do país esteja crescendo, cria-se um regime baseado na dinâmica interna. Se tanto a demanda doméstica e balança comercial estão crescendo, tem-se um regime baseado conjuntamente na dinâmica interna e externa. No caso da demanda doméstica se deteriorar e a balança comercial se elevar, promove-se um regime baseado na dinâmica externa. E finalmente, tanto a demanda doméstica quanto a balança comercial estão decrescendo, neste caso, promove-se um regime de recessão baseado na dinâmica interna e externa.

A partir dessa análise foi possível diagnosticar algumas das possíveis causas da alternância da trajetória do produto entre regimes baseado no mercado doméstico e regimes baseados nas exportações. Vale ressaltar, todavia, que as razões explicativas dessa dinâmica não linear não são esgotadas aqui, mas trazem alguns *insights* iniciais para sua compreensão teórica.

2 MODELO MR-STVAR

O MR-STVAR possibilita descrever as séries da taxa de crescimento do produto e das exportações por meio da alternância entre quatro regimes distintos de crescimento. O modelo com p defasagens pode ser especificado como,

$$\begin{aligned} X_t = & \mu_1 + \sum_{j=1}^p \Phi_{1,j} X_{t-j} + \left(\mu_2 + \sum_{j=1}^p \Phi_{2,j} X_{t-j} \right) \times F(y_{t-d}, \gamma, c_1) \\ & + \left(\mu_3 + \sum_{j=1}^p \Phi_{3,j} X_{t-j} \right) \times G(x_{t-e}, \gamma, c_2) + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (1)$$

em que, $X_t = (y_t, x_t)'$, sendo y_t a taxa de crescimento do produto e x_t a taxa de crescimento real das exportações em dólares; μ_i , $i=1,2,3$ são vetores 2×1 de constantes; $\Phi_{i,j}$, $i=1,2,3$, $j=1, \dots, p$, são matrizes 2×2 dos coeficientes a serem estimados; $\varepsilon_t = (\varepsilon_{1t}, \varepsilon_{2t})'$ é o vetor de ruídos brancos com média 0 e variância Σ . As funções $F(y_{t-d}, \gamma, c_1)$ e $G(x_{t-e}, \gamma, c_2)$ são contínuas e limitadas entre 0 e 1. Neste trabalho, assume-se que as duas funções são logísticas⁸, de acordo com Anderson e Terasvirta (1992), Teräsvirta (1994), Dijk *et al* (2002) e Medeiros *et al* (2005), logo,

$$F(y_{t-d}, \gamma, c_1) = \frac{1}{1 + \exp(-\gamma(y_{t-d} - c_1) / \hat{\sigma}_y)} \quad (2)$$

$$G(x_{t-d}, \gamma, c_2) = \frac{1}{1 + \exp(-\gamma(x_{t-e} - c_2) / \hat{\sigma}_x)} \quad (3)$$

em que $\gamma > 0$ é o *smooth parameter*; d e e são *delay parameters* das funções de transição, $\hat{\sigma}_y$ é o desvio padrão de y_{t-d} ; $\hat{\sigma}_x$ é o desvio padrão de x_{t-e} ; c_1 e c_2 são os respectivos *thresholds* de cada função de transição e indicam o momento em que ocorre a mudança de regime. Dependendo dos valores de γ (*smoothness parameter*) o modelo, para cada equação,

⁸ Optou-se por utilizar a função logística uma vez que possibilita alternância entre dois tipos distintos de crescimento, diferentemente da função exponencial que considera os altos e baixos valores da série como um único regime, ou seja, os desvios ao regime normal de crescimento representam apenas um regime.

pode assumir a forma dos casos especiais $TAR(p)$ ou linear. Se $\gamma \rightarrow \infty$, sendo $y_{t-d} - c_L \leq 0$, então $F(y_{t-d}) = 0$; se $y_{t-d} - c_L > 0$, logo $F(y_{t-d}) = 1$, assemelhando-se a um $TAR(p)$. No caso de $\gamma \rightarrow 0$, torna-se um modelo linear.

O MR-STVAR pode ser considerado uma extensão do modelo de Öcal e Osborn (2000) a modelos multivariados. Levando em conta apenas que as duas variáveis de transição são definidas por y_{t-d} e x_{t-e} . Com essa estrutura, o MR-STVAR assume 4 diferentes tipos de regimes. Para o caso da equação da taxa de crescimento do produto y_t no sistema, a mais relevante para este trabalho, redefine-se os regimes de crescimento, descritos na seção anterior, como:

Regime 1: $y_{t-d} < c_{11}$ e $x_{t-e} < c_{12}$

Regime 2: $y_{t-d} > c_{11}$ e $x_{t-e} < c_{12}$

Regime 3: $y_{t-d} < c_{11}$ e $x_{t-e} > c_{12}$

Regime 4: $y_{t-d} > c_{11}$ e $x_{t-e} > c_{12}$

Antes da estimação do MR-STVAR é necessário observar se de fato as duas séries podem ser descritas de acordo com essa estrutura paramétrica multivariada, para tanto, realiza-se um teste de linearidade. Após a estimação do modelo VAR, com uma função de transição, realiza-se um teste de especificação para múltiplos regimes. Ambos os testes são modificados para um sistema de defasagens de duas equações.

2.1 Teste de Linearidade

Duas razões são fundamentais para a execução do teste de linearidade. A primeira delas é saber se o modelo VAR pode ser tratado por meio de múltiplos regimes, ou seja, se de fato é coerente analisar sob este prima não linear, a relação entre a taxa de crescimento do produto e exportações. A segunda razão, esta no conhecimento apropriado do *delay parameter*.

Para a realização do teste de linearidade utiliza-se a mesma estrutura geral adotada em Teräsvirta (1994), testando-se a hipótese nula $H_0 : \gamma = 0$ contra a hipótese alternativa $H_1 : \gamma > 0$. Como o coeficiente γ não é identificável, realiza-se uma expansão de Taylor de terceira ordem, em torno de $\gamma = 0$. Há duas funções de transição a serem estimadas. Realiza-

se, inicialmente, o teste de linearidade para a especificação de $F(y_{t-d}, \gamma, c_1)$. Neste caso, utiliza-se o teste de razão de verossimilhança (LR), mais apropriado para um sistema de 2 equações. Refutada a hipótese de linearidade, estima-se o modelo VAR com uma função de transição, por NLS. Logo após, executa-se o teste LR para múltiplos regimes, com base no “*remaining nonlinearity test*” proposto em Eitrheim e Terasvirta (1996) e discutido em Dijk *et al.* (2002), modificado para a estrutura de sistema de equações do STVAR. O teste LR de linearidade e o teste LR para múltiplos regimes seguem um procedimento similar aos testes de razão de verossimilhança executados em Weise (1999). Os detalhes para as execuções dos dois testes serão discutidos a seguir:

- A. Estimar o modelo VAR linear e reportar os resíduos de cada uma das equações.
- B. Regredir os resíduos do passo anterior sobre a constante, X_{t-1}, \dots, X_{t-k} e computar a matriz de variância-covariância Σ_{11} .
- C. Regredir os resíduos do VAR linear sobre a constante, X_{t-1}, \dots, X_{t-k} , $X_{t-1}y_{t-d}, \dots, X_{t-k}y_{t-d}$, $X_{t-1}y_{t-d}^3, \dots, X_{t-k}y_{t-d}^3$ e computar a matriz de variância-covariância Σ_{12} .
- D. Calcular a estatística $LR_1 = (T - c)\{\log(\Sigma_{11}) - \log(\Sigma_{12})\}$ distribuída de acordo com uma χ^2 com graus de liberdade igual ao número de restrições do sistema, T é o número de observações usadas e c (correção de Sims para pequenas amostras) é igual ao número de parâmetros estimados em cada equação do sistema não restrito.
- E. Caso se refute a hipótese nula de linearidade, a pelo menos, 10% de significância, estima-se as duas equações por mínimos quadrados não linear, separadamente. Como em Terasvirta (1994), o valor do *delay parameter* d escolhido é igual àquele que minimiza o p-valor do teste de linearidade, ou seja, escolhe-se \hat{d} tal que $p_T(\hat{d}) = \min_{1 \leq d \leq D} p_T(d)$ ⁹.

O modelo STVAR, com apenas uma função de transição, pode ser definido como,

$$X_t = H(X_t; \Psi) + \varepsilon_t = H(X_t; \Phi_1, \Phi_2, \gamma, c_1) + \varepsilon_t \quad (4)$$

⁹ ver detalhes em Terasvirta 1994, p. 211

em que, $H(X_t; \Psi) = \mu_1 + \sum_{j=1}^p \Phi_{1,j} X_{t-j} + \left(\mu_2 + \sum_{j=1}^p \Phi_{2,j} X_{t-j} \right) \times F(y_{t-d}, \gamma, c_1) + \varepsilon_t$. Para a realização do teste LR com múltiplos equilíbrios, deve-se proceder conforme os quatro estágios restantes:

- F. Regredir cada resíduo do modelo VAR com apenas uma função de transição sobre $\nabla \hat{H}(y_t; \theta_1) = \partial \hat{H}(y_t; \hat{\theta}_1) / \partial \theta_1$ ¹⁰, onde $\theta_1 = (\Phi_1, \Phi_2, \gamma, c_1)'$, para assim obter a matriz de variância-covariância do modelo restrito Σ_{21} .
- G. Regredir cada resíduo do modelo VAR, com apenas uma função de transição, sobre $\nabla \hat{H}(y_t; \theta_1) = \partial \hat{H}(y_t; \hat{\theta}_1) / \partial \theta_1$, onde $\theta_1 = (\Phi_1, \Phi_2, \gamma, c_1)'$ e sobre a expansão de Taylor de terceira ordem da função $G(x_{t-e}, \gamma, c_2)$, em torno de $\gamma = 0$, $X_{t-1}x_{t-e}, \dots, X_{t-k}x_{t-e}, X_{t-1}x_{t-d}^3, \dots, X_{t-k}x_{t-d}^3$, obtendo, assim, a matriz de variância-covariância do modelo não restrito Σ_{22} .
- H. Calcular a estatística $LR_2 = (T - c) \{ \log(\Sigma_{21}) - \log(\Sigma_{22}) \}$ distribuída de acordo com uma χ^2 com graus de liberdade igual ao número de restrições do sistema, T é o número de observações usadas e c (correção de Sims para pequenas amostras) é igual ao número de parâmetros estimados em cada equação do sistema não restrito.
- I. Se a hipótese nula é refutada, então as duas equações do MR-STVAR com as duas funções de transição podem ser estimadas por mínimos quadrados não linear.

2.2 Causalidade de Granger e o Modelo MR-STVAR

A literatura sobre o teste de causalidade de Granger não linear ganhou destaque nos últimos anos. Trabalhos como Bell *et al* (1996), Péguin-Feissolle e Teräsvirta (1999) e Baghli (2006) discutem e propõem um approach não linear para o teste. Empiricamente, Hiemstra e Jones (1994) e Hiemstra e Kramer (1997) aplicam o teste para área de finanças; Baek e Brock (1992), assim como Rothman *et al* (2001), para relação entre moeda e produto e recentemente Li (2006) verifica a relação entre desemprego e as variáveis investimento, PIB e taxa de juros

¹⁰ Para maiores detalhes sobre a derivada parcial com relação aos coeficientes estimados do STVAR com uma função de transição, consultar Anexo A.

reais. Esses dois últimos artigos, da mesma maneira Skalin e Teräsvirta (1999), especificam o teste com a estrutura dos modelos paramétrico STR.

O teste de causalidade de Granger possibilita investigar a relação temporal entre duas séries. Ainda mais importante, permite verificar qual o sentido de causalidade (Granger, 1969). Diz-se que uma série $\{y_t\}$ é “Granger-causada” por $\{x_t\}$ se $\{x_t\}$ melhora o desempenho de previsão de $\{y_t\}$, ou existe uma relação sistemática entre valores correntes de $\{x_t\}$ e os valores futuros de $\{y_t\}$ ¹¹. Em geral o teste é executado com base em uma estrutura linear, descrita em 5, testando-se $H_0 : \phi_{11} = \dots = \phi_{1q} = 0$. Rejeitando-se a hipótese nula temos que $\{x_t\}$ “Granger-causa” $\{y_t\}$.

$$y_t = \mu_1 + \phi_{11}y_{t-1} + \dots + \phi_{1p}y_{t-p} + \phi_{11}x_{t-1} + \dots + \phi_{1q}x_{t-p} + \varepsilon_t \quad (5)$$

Por sua vez, se a dinâmica de $\{y_t\}$ e $\{x_t\}$ pode ser descrita pelo modelo MR-STVAR, testa-se a hipótese nula que os coeficientes da série $\{x_t\}$ em (1) seja igual a zero, como proposto por Li (2006). Assim, verifica-se a hipótese nula de que $\{x_t\}$, nessa estrutura com quatro regimes, melhora o desempenho de previsão de $\{y_t\}$. Vale ressaltar, como em Rothman *et al* (2001), que ao se utilizar a família dos modelos STR, é conveniente distinguir entre as duas origens da causalidade de Granger entre exportações e produto. A primeira se relaciona ao fato da taxa de crescimento das exportações ser uma das variáveis de transição que governa a mudança de regime, ou seja, o teste LR para múltiplos regimes evidencia essa situação. E a segunda origem, esta ligada as variáveis defasadas da taxa de crescimento das exportações entrarem como regressores na equação do produto, para verificar essa situação, como verificada em Li (2006).

A equação de y_t , no modelo (1), pode ser descrita como,

$$\begin{aligned} y_t = & \mu_{11} + \phi_{11,1}y_{t-1} + \dots + \phi_{11,k}y_{t-k} + \phi_{11,1}x_{t-1} + \dots + \phi_{11,k}x_{t-k} \\ & + (\mu_{21} + \phi_{21,1}y_{t-1} + \dots + \phi_{21,k}y_{t-k} + \phi_{21,1}x_{t-1} + \dots + \phi_{21,k}x_{t-k}) \times F(y_{t-d}, \gamma, c_{11}) \\ & + (\mu_{31} + \phi_{31,1}y_{t-1} + \dots + \phi_{31,k}y_{t-k} + \phi_{31,1}x_{t-1} + \dots + \phi_{31,k}x_{t-k}) \times G(x_{t-e}, \gamma, c_{12}) + \varepsilon_1 \end{aligned} \quad (6)$$

¹¹ Isso não significa que o teste dê indícios de que x_t é exógeno com relação a y_t . Exogeneidade esta ligada a relação contemporânea entre x_t e y_t .

Assim, a hipótese nula de que $\{y_t\}$ não é “Granger-causada” por $\{x_t\}$ é dada, respectivamente, por,

$$H_0 : \varphi_{11,1} = \dots = \varphi_{11,k} = \varphi_{21,1} = \dots = \varphi_{21,k} = \varphi_{31,1} = \dots = \varphi_{31,k} = 0$$

Portanto, a hipótese nula enunciada é chave para caracterizar a dinâmica de crescimento de um país específico, em termos da relação entre produto e exportações. Em outras palavras, a hipótese nula indicará se há uma relação temporal entre produto e exportações, ou seja, um mecanismo de ELG, no sentido proposto por Granger (1969).

3 TESTE DE DETECÇÃO DE OUTLIER

Antes da estimação do modelo MR-STVAR por *non-linear least squares* é importante avaliar se a série apresenta ou não *outliers*. Existem duas razões preponderantes para necessidade dessa avaliação.

A primeira delas é discutida em Dijk *et al.* (1999a). Os autores apontam que se uma série é linear e contaminada com *outliers*, os testes podem apresentar viés em favor da rejeição de linearidade, podendo levar a conclusões errôneas sobre a existência de uma estrutura não linear. Desse modo, alertam para necessidade de estratégias na modelagem que são capazes de distinguir entre não linearidade e *outliers*.

A segunda razão se fundamenta no fato de que a presença de fortes distúrbios pode fazer com que a função de transição capte apenas alguns poucos *outliers*. Observa-se essa situação quando o *threshold* estimado é próximo aos valores extremos da série. Neste caso, não há número suficiente de observações, em pelo menos um dos regimes, tornado muito difícil o ajustamento do modelo aos dados.

Um meio para captar os efeitos dos *outliers*, sugerido por Öcal e Osborn (2000), com aplicação ao modelo STAR, é a adição de *dummies* ao modelo. Esse método segue a linha da abordagem tradicional de análise de intervenção como em Box e Tiao (1975).

Para que a função de transição $F(y_{t-d})$ não capture apenas um número pequeno de *outliers*, Öcal e Osborn (2000) sugerem que se incluam variáveis *dummies* para as observações aberrantes da série. Ainda ressaltam que se o modelo STAR capturar apenas *outliers*, este, deve ser descartado. No entanto, assim como Arango e Melo (2006), os autores não apresentam qualquer critério de detecção de *outlier* endógeno para que haja a adição de *dummies*. Isso, por sua vez, pode acarretar uma remoção desnecessária de *outliers* e enfraquecer a estrutura não linear.

Para evitar que essa situação ocorra este trabalho realiza o teste de detecção de *outlier* proposto por Tsay (1986), aplicado em Balk e Fomby (1994), modificado para a estrutura do modelo VAR.

3.1 Teste de detecção de Outlier modificado para as equações do modelo VAR

Em geral, a literatura define dois tipos de *outliers*: a) AO - *additive outlier* e b) IO – *innovative outlier*. O AO é um efeito isolado na série, pois somente a observação no instante t é afetada. Na presença de IO, um choque ocasionado no período t influenciará os períodos subsequentes $y_{t+1}, y_{t+2}, \dots, y_{t+n}$ o que o torna, portanto, parte da dinâmica da série. Caso não haja atenção para as conseqüências do AO, é possível estar-se incorrendo no erro de se rejeitar a hipótese de linearidade indevidamente.

Tsay (1986) considera o modelo (AO) como sendo um “*gross error model*”, pois somente o nível da observação t é afetada; o modelo (IO), por sua vez, representa um distúrbio em a_t no ponto T , que influencia o processo de y_t nos períodos futuros.

A base dessa estratégia de detecção se encontra na distinção entre *Additive Outlier* (AO) e *Innovative Outlier* (IO). Para tanto, capta-se os efeitos dos distúrbios e choques nas séries econômicas por meio de um teste de detecção de *outlier* apresentado em Tsay (1986, 1988) e discutido em Balke e Fomby (1994). No entanto, o teste é realizado levando-se em conta a estrutura univariada dos modelos ARMA. Para sua aplicabilidade nos modelos VAR há necessidade de certas modificações que são discutidas a seguir.

O teste de detecção proposto é executado isoladamente para cada uma das equações do modelo VAR, assim cada equação do sistema pode ser escrita,

$$\phi(L)Z_t = a_t + \theta(L)Y_t \quad (7)$$

em que, $\phi(L) = 1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p$, $\theta(L) = 1 + \theta_1 L + \dots + \theta_p L^p$ e $\{a_t\}$ é um ruído branco com média zero e variância constante. Os modelos para os *outliers* IO e AO são descrito, respectivamente, como,

$$X_t = Z_t + \phi(L)^{-1} \omega I_t^{(T)} \quad (8)$$

$$X_t = Z_t + \omega I_t^{(T)} \quad (9)$$

em que X_t é a série observada, Z_t é a série não observada livre de *outlier*, ω é a magnitude do *outlier* e $I_t^{(T)} = 1$ se $t = T$ e $t = 0$, caso contrário, é o indicador da ocorrência de *outlier*. Para o

processo de detecção considere $e_t = \phi(L)X_t - \theta(L)Y_t$, em que e_t é o resíduo observado, (8) e (9) podem ser reescritos, respectivamente, como,

$$e_t = a_t + \omega I_t^{(T)} \quad (10)$$

$$e_t = a_t + \omega \phi(L)I_t^{(T)} \quad (11)$$

uma vez que, (10) é obtido,

$$\begin{aligned} e_t &= \phi(L)X_t - \theta(L)Y_t \\ e_t &= \phi(L)\left[\phi(L)^{-1}a_t + \phi(L)^{-1}\theta(L)Y_t + \phi(L)^{-1}\omega I_t^{(T)}\right] - \theta(L)Y_t \\ e_t &= a_t + \omega I_t^{(T)} \end{aligned}$$

e a expressão (11) é obtida,

$$\begin{aligned} e_t &= \phi(L)X_t - \theta(L)Y_t \\ e_t &= \phi(L)\left[\phi(L)^{-1}a_t + \phi(L)^{-1}\theta(L)Y_t + \omega I_t^{(T)}\right] - \theta(L)Y_t \\ e_t &= a_t + \omega \phi(L)I_t^{(T)} \end{aligned}$$

É possível observar que os termos da variável Y não modificam a expressão para o cálculo por OLS da magnitude dos *outliers*. Portanto, o procedimento é basicamente idêntico ao proposto por Tsay (1986), lembrando apenas que o resíduo observado é modificado, tendo em vista a estrutura de defasagens do VAR. Os valores críticos que Tsay sugere, para as estatísticas λ_{AO} e λ_{IO} são 3.0, 3.5 ou 4.0. Pode ocorrer o caso em que tanto λ_{AO} e λ_{IO} quanto ultrapassem o valor crítico, dessa forma, irá se definir o tipo de *outlier* por aquele que apresentar maior valor. O teste é executado, consecutivamente, até não haver mais evidência de *outliers*.

4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DO MODELO MR-STVAR

4.1 Dados

Para este trabalho foram obtidas séries do PIB e exportações, com periodicidade trimestral, para um conjunto de 7 países: Estados Unidos, Canadá, Japão, México, Chile, Coréia do Sul e Brasil, além de Hong Kong. As séries foram coletadas do banco de dados *Main Indicators* da OECD, *International Financial Statistics* do IMF e Contas Nacionais do IPEADATA. O quadro 1 e 2 fornecem as características das séries selecionadas¹². Foram aplicadas a transformação logarítmica e a primeira diferença, com vistas a obter as taxas de crescimento.

Quadro 1: Séries PIB

País	Fonte	Características	Período
Estados Unidos	IMF	Número Índice (2000=100) - com ajuste sazonal	1957:I a 2006:III
Canadá	IMF	Número Índice (2000=100) - com ajuste sazonal	1957:I a 2006:III
Japão ^(a)	IMF	Número Índice (2000=100) - com ajuste sazonal	1960:I a 2006:III
México	OECD	Número Índice (2000=100) - com ajuste sazonal	1980:I a 2006:III
Chile	IMF	Número Índice (2000=100) - sem ajuste sazonal	1980:I a 2006:III
Hong Kong	IMF	Número Índice (2000=100) - sem ajuste sazonal	1973:I a 2006:III
Coréia do Sul	IMF	Número Índice (2000=100) - com ajuste sazonal	1960:I a 2006:III
Brasil	IPEADATA	Número Índice (1990=100) - com ajuste sazonal	1975:I a 2006:III

Notas: (a) A série do deflator do PIB japonês possui comportamento sazonal até 1978:IV e partir desse momento a série passa a ter ajuste sazonal. Em virtude disso, foi realizado o ajuste sazonal para toda a série do deflator, para assim construir novamente a série do PIB japonês em número índice.

Quadro 2: Séries Exportações

País	Fonte	Características	Período
Estados Unidos	OECD	Exports in goods (value): in billions of US dollars, s.a.	1957:I a 2006:III
Canadá	OECD	Exports in goods (value): in billions of US dollars, s.a.	1957:I a 2006:III
Japão	OECD	Exports in goods (value): in billions of US dollars, s.a.	1960:I a 2006:III
México	OECD	Exports in goods (value): in billions of US dollars, s.a.	1980:I a 2006:III
Chile	IMF	Exports (F.O.B): million of US dollars	1980:I a 2006:III
Hong Kong	IMF	Exports (F.O.B): million of US dollars	1973:I a 2006:III
Coréia do Sul	OECD	Exports in goods (value): in billions of US dollars, s.a.	1960:I a 2006:III
Brasil	OECD	Exports in goods (value): in billions of US dollars, s.a.	1975:I a 2006:III

Notas: Foi utilizado o IPC dos Estados Unidos para deflacionar todas as séries em US\$ dólar. As séries de exportações de bens e serviços em moeda corrente nacional foram convertidas em dólar por meio da taxa de câmbio nominal e também deflacionadas pelo IPC-EUA, exceção feita ao Japão em que se utilizou a série em valores da moeda corrente, deflacionada pelo IPC do Ien.

¹² O FMI, em geral, disponibiliza as séries com ajustamento sazonal. Em alguns países como a Suécia, Chile e Hong-Kong, o PIB foi disponibilizado sem ajustamento, e neste caso utilizou-se o método Cesus X12 multiplicativo fornecido pelo software E-views 5. Todas as séries sofreram transformação logarítmica.

4.2 Teste de Detecção de Outlier

O modelo VAR com constante foi estimado por OLS e o número de *lags* p foi definido com base no critério de informação AIC. O teste de detecção de *outlier* foi executado para todos os países. É importante que o teste seja realizado para as duas equações do sistema, uma vez que os testes de linearidade LR utilizam a matriz de variância-covariância dos resíduos de cada modelo, além do que, a eliminação de um possível *outlier* pode alterar a indicação do AIC sobre o número de defasagens do VAR. O quadro 3 apresenta a relação de *outliers* identificados pelo teste proposto na seção 3.1. O valor crítico utilizado neste trabalho foi igual a $C = 4,0$. Apresentaram evidências de *outliers* as séries do PIB do Japão, Coréia do Sul e México, enquanto que para a série de exportações, Estados Unidos, Coréia do Sul e México. O modo como as séries são tratadas, caso haja detecção de possíveis *outliers*, segue o mesmo procedimento adotado em Franses *et al.* (2000), modificado apenas para AO. Para eliminar os efeitos dos *Innovative Outliers* no instante T , adiciona-se uma *dummie* como variável exógena no modelo VAR, tal que,

$$dum_{t,T} = \begin{cases} 1 & set = T \\ 0 & set \neq T \end{cases}$$

Em relação à eliminação dos *Additive Outlier*, modifica-se diretamente a série, mas, ao invés de substituir o AO pela média da observação anterior e posterior, utiliza o procedimento adotado por Tsay (1986). Sendo $\omega_{A,T}$ a magnitude do AO no instante T , temos que,

$$\tilde{X}_t = \begin{cases} X_t & , para \quad t \neq T \\ X_T - \omega_{A,T} & , para \quad t = T \end{cases}$$

Os testes de linearidade, apresentados na seção seguinte, são executados levando em consideração as transformações nas séries acima sugeridas.

Quadro 3: Teste de Detecção de Outlier

		Países			
		Estados Unidos ($p = 4$)	Canadá ($p = 4$)	Japão ($p = 4$)	Hong-Kong ($p = 4$)
y_t :	-	-	-	$\lambda_{1980:1}^{IO} = 5.05$	-
x_t :	$\lambda_{1965:1}^{IO} = -4.45$	-	-	-	-
	$\lambda_{1969:1}^{IO} = -4.08$	-	-	-	-
		Coréia do Sul ($p = 4$)	Brasil ($p = 3$)	Chile ($p = 3$)	México ($p = 3$)
y_t :	$\lambda_{1963:2}^{IO} = -4.02$	-	-	-	$\lambda_{1995:1}^{IO} = -4.04$
	$\lambda_{1970:4}^{IO} = -4.44$	-	-	-	$\lambda_{1995:2}^{AO} = -4.30$
	$\lambda_{1998:1}^{AO} = -4.43$	-	-	-	-
x_t :	$\lambda_{1962:4}^{IO} = 5.96$	-	-	-	$\lambda_{1986:1}^{AO} = -3.96$

Notas:

O valor crítico utilizado para definição do *outlier* foi igual a $C = 4.0$. No caso do México, o valor do AO para a equação das exportações estava muito próximo ao valor crítico, optou-se por usar o método proposto por Tsay (1986) na série de exportações.

4.3 Teste de Linearidade

Após o teste de detecção de *outliers*, o VAR para Estados Unidos, Japão, Coréia do Sul e México foram novamente estimados incluindo as modificações necessárias as séries, exceção feita aos países que não trouxeram indícios de *outliers* na série. A partir daí, o teste de linearidade foi realizado, utilizando a taxa real de crescimento do produto y_{t-d} como variável de transição, sendo que o *delay parameter* $d = 1, \dots, d_{\max}$ possui $d_{\max} = 8$. A tabela 1 fornece os resultados do teste de Razão de Verossimilhança para Linearidade. É possível verificar que, com exceção de Hong Kong, rejeita-se a hipótese nula de linearidade, a pelo menos 1% de significância. Portanto, os parâmetros da função transição $F(y_{t-d}, \gamma, c_1)$ podem ser estimados por NLS para cada uma das equações do sistema, isoladamente.

Tabela 1: Teste Razão de Verossimilhança (LR) para Linearidade (p-valores)

Países	Delay Parameter - d							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Estados Unidos	0.34916	0.06640	0.00115	0.06413	0.22887	0.00801	0.14292	0.00003
Canadá	0.10515	0.02240	0.04045	0.04281	0.03260	0.00659	0.30261	0.33987
Japão	0.11756	0.90597	0.80695	0.00110	0.01739	0.78747	0.98433	0.01988
Hong Kong	0.20965	0.07911	0.25025	0.02015	0.03417	0.05607	0.01225	0.32758
Brasil	0.00136	0.36989	0.01864	0.04116	0.14818	0.00212	0.30371	0.24015
Chile	0.00089	0.03395	0.13971	0.03438	0.02552	0.42571	0.16245	0.29069
México	0.00186	0.04364	0.00266	0.34933	0.13874	0.36200	0.00002	0.00230

Assim, a equação para a taxa de crescimento real do produto (y_t) como a equação para as exportações reais (x_t), contendo apenas uma função de transição, são dadas, respectivamente, por,

$$y_t = \mu_{11} + \phi_{11,1} y_{t-1} + \dots + \phi_{11,k} y_{t-k} + \varphi_{11,1} x_{t-1} + \dots + \varphi_{11,k} x_{t-k} + (\mu_{21} + \phi_{21,1} y_{t-1} + \dots + \phi_{21,k} y_{t-k} + \varphi_{21,1} x_{t-1} + \dots + \varphi_{21,k} x_{t-k}) \times F(y_{t-d}, \gamma_{11}, c_{11}) + v_1 \quad (12)$$

$$x_t = \mu_{12} + \phi_{12,1} y_{t-1} + \dots + \phi_{12,k} y_{t-k} + \varphi_{12,1} x_{t-1} + \dots + \varphi_{12,k} x_{t-k} + (\mu_{22} + \phi_{22,1} y_{t-1} + \dots + \phi_{22,k} y_{t-k} + \varphi_{22,1} x_{t-1} + \dots + \varphi_{22,k} x_{t-k}) \times F(y_{t-d}, \gamma_{21}, c_{21}) + v_2 \quad (13)$$

Após a estimação de (11) e (12), por NLS, são realizados os testes de Razão de Verossimilhança para múltiplos regimes. A tabela 2 apresenta os resultados dos testes, para cada país, com a taxa real de crescimento as exportações x_{t-e} , como variável de transição, sendo que o *delay parameter* $e = 1, \dots, e_{\max}$ possui $e_{\max} = 8$.

Tabela 2: Teste Razão de Verossimilhança (LR) para Múltiplos Regimes (p-valores)

Países	Delay Parameter - e							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Estados Unidos	0.01145	0.12933	0.00030	0.23439	0.49890	0.38288	0.14050	0.01227
Canadá	0.00735	0.04532	0.07939	0.01471	0.01537	0.00664	0.00681	0.00172
Japão	0.49503	0.70369	0.95780	0.30673	0.06631	0.05445	0.60338	0.16892
Hong Kong	0.08178	0.06727	0.04188	0.24335	0.37944	0.16531	0.17380	0.55661
Brasil	0.55559	0.08696	0.23954	0.18173	0.22251	0.57059	0.46969	0.56213
Chile	0.03228	0.37526	0.54172	0.64387	0.34264	0.51183	0.05756	0.27662
México	0.00449	0.00278	0.04041	0.00944	0.00020	0.00262	0.12946	0.21075

Em todos os casos, com exceção do Japão e Brasil, é possível refutar a hipótese nula, a pelo menos 5% de significância, de que o “*smooth parameter*” da segunda função de transição é diferente de zero. Mesmo que, para o caso japonês e brasileiro, a hipótese nula é somente rejeitada a 10% de significância, o modelo MR-STVAR foi estimado. Assim, de acordo com os resultados da tabela 2, há evidências suficientes para se construir um VAR contendo mais de uma função de transição, caracterizando assim um modelo com múltiplos regimes. Esse resultado também traz implicações sobre o teste de causalidade de Granger, uma vez que a taxa de crescimento das exportações também será uma das variáveis de transição. A seguir são apresentadas as estimações do modelo MR-STVAR para os sete países selecionados, além de Hong Kong. O teste de causalidade de Granger na estrutura de defasagens é também apresentado.

4.4 Estimativas do MR-STVAR

As estimativas do modelo MR-STVAR são apresentadas a seguir para cada um dos países selecionados. Vale ressaltar que uma das características que os modelos LSTR apresentam, é a obtenção de estimativas de coeficientes elevados e não significantes do *smooth parameter*. Quando γ é elevado, o formato da função de transição é afetado pelas mudanças no próprio parâmetro. Isto implica que a convergência das estimativas para o ótimo é lenta e os desvios padrões de γ tende a ser elevados quando a estimativa do ponto desse parâmetro é também elevada. Para maiores informações sobre a questão da estimativa de γ consultar Dijk *et al* (2000). Conforme sugestão de Dijk *et al* (1999b), pelas razões apresentadas acima, os desvios padrões de γ não serão reportados.

a) Estados Unidos

A tabela 3 apresenta a estimação dos coeficientes do MR-STVAR para os Estados Unidos. Cada equação foi estimada separadamente por NLS, impondo-se a restrição de que o “*smooth parameter*” é igual para as duas funções de transição, ou seja, $\gamma_1 = \gamma_2$. Essa mesma restrição é imposta a todos os MR-STVAR aqui estimados, contribuindo para o processo de convergência da estimação. Particularmente, no caso norte-americano, são ainda impostas as restrições $\mu_{21} = -\mu_{11}$, $\mu_{31} = \mu_{11}$ e $\phi_{21,1} = -\phi_{11,1}$, com vistas a trazer melhorias à questão da normalidade dos resíduos.

Pelo fato de γ ser elevado, a transição entre os dois modelos é brusca, o que faz com que a dinâmica de cada equação do VAR com múltiplos regimes seja semelhante a um TAR. Os *thresholds* calculados c_1 e c_2 foram, respectivamente, iguais a 0,004 e 0,018. O fato de c_1 ser próximo a zero e c_2 não tão elevado, faz com haja predomínio dos regimes de crescimento 2 e 4.

Tabela 3: Estimação do modelo MR-STVAR para os Estados Unidos

Equação 1 - y_t				Equação 2 - x_t			
μ	0.0045*** (0.0016)	-0.0045*** (0.0016)	0.0045*** (0.0016)	μ	-0.0118 (0.0148)	0.0092 (0.0153)	-0.0242* (0.0130)
y_{t-1}	0.3610** (0.1454)	-0.3610** (0.1454)	0.1268 (0.1401)	y_{t-1}	-0.0548 (1.1789)	0.7406 (1.2381)	2.1140*** (0.7867)
y_{t-2}	-0.0608 (0.1511)	0.1987 (0.1688)	0.3780** (0.1624)	y_{t-2}	1.2500 (0.9865)	-1.1164 (1.0513)	1.4276* (0.8160)
y_{t-3}	0.0881 (0.1374)	0.2284 (0.1639)	-0.4592*** (0.1702)	y_{t-3}	-0.7479 (0.9030)	1.5072 (0.9593)	-1.8883** (0.7788)
y_{t-4}	0.0129 (0.1340)	0.3520** (0.1631)	-0.4020** (0.1708)	y_{t-4}	1.6777** (0.7097)	-1.4257* (0.7851)	-0.5855 (0.8038)
x_{t-1}	0.0024 (0.0287)	-0.0350 (0.0307)	0.0046 (0.0277)	x_{t-1}	-0.6194*** (0.1488)	0.6790*** (0.1626)	-0.4088*** (0.1316)
x_{t-2}	0.0471 (0.0368)	-0.0942** (0.0372)	-0.0328 (0.0304)	x_{t-2}	0.1186 (0.2371)	-0.1182 (0.2409)	0.0896 (0.1390)
x_{t-3}	-0.0632* (0.0377)	-0.0291 (0.0354)	0.0907** (0.0389)	x_{t-3}	0.4043** (0.2050)	-0.4511** (0.1975)	0.5665*** (0.1818)
x_{t-4}	-0.0038 (0.0379)	0.0150 (0.0364)	-0.0049 (0.0322)	x_{t-4}	-0.0923 (0.1995)	0.1304 (0.1962)	0.5045*** (0.1539)
γ_1		166.02	166.02	γ_2		135.37	135.37
d/e		8	3	d/e		8	3
c_1		0.0040*** (0.0002)	0.0188*** (0.0006)	c_2		0.0017*** (0.0005)	0.0197*** (0.0010)
ARCH(1)		1.38(0.23)		ARCH(1)		0.54(0.45)	
ARCH(4)		12.2(0.01)		ARCH(4)		2.86(0.57)	
Assimetria		0.04(0.81)		Assimetria		0.10(0.55)	
Curtose		0.58(0.10)		Curtose		0.29(0.41)	
JB		2.80(0.24)		JB		1.03(0.59)	
Teste de Causalidade de Granger ($x_t \rightarrow y_t$)				Teste de Causalidade de Granger ($y_t \rightarrow x_t$)			
p-valor		0.0084		p-valor		0.0000	

Notas:

ARCH: teste LM para heterocedasticidade condicional (p-valor entre parênteses), JB: teste de normalidade Jarque-Bera (p-valor entre parênteses).

***p-valor \leq 0.01, **p-valor \leq 0.05, *p-valor \leq 0.1

Os coeficientes estimados das dummies não foram apresentados na tabela.

Foram apresentados somente os p-valores do teste de causalidade de Granger.

Portanto, os Estados Unidos, em geral, possuem uma trajetória de alto crescimento baseado nas exportações, quando há também alto crescimento do mercado doméstico.

Uma boa maneira de verificar como o produto e exportações alternam entre os 4 tipos de regimes, por meio da trajetória de $F(y_{t-8}, \gamma, c_1)$ e $G(y_{t-1}, \gamma, c_2)$ ao longo do tempo, conforme figuras 1 e 2.

O teste de causalidade de Granger indica que as exportações melhoram o poder preditivo do produto, trazendo evidências de um processo de ELG. É possível rejeitar a hipótese nula, de que os coeficientes da estrutura de *lags* das exportações são iguais a zero, a pelo menos 5% de significância. Do mesmo modo, é possível rejeitar a hipótese nula de que os coeficientes da estrutura de *lags* do produto, para a equação das exportações, são iguais a zero, a pelo menos 1% de significância. Portanto, há também evidências de GLE em um modelo com múltiplos regimes.

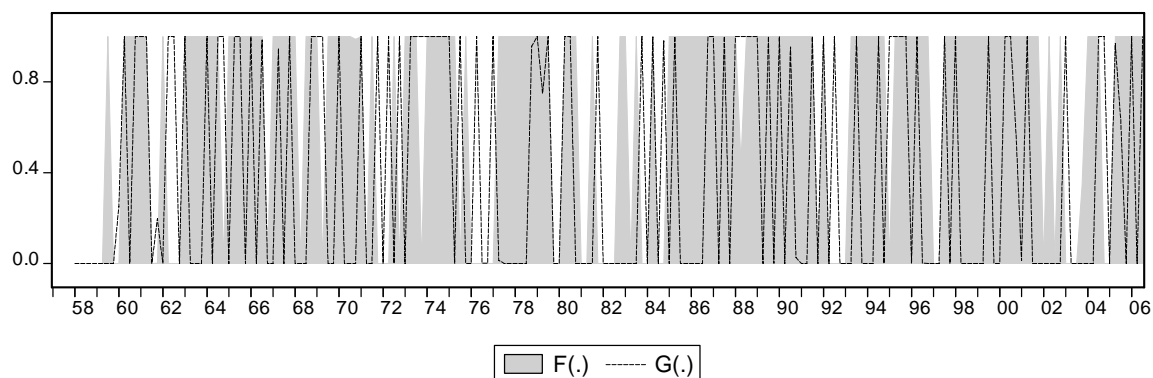


Gráfico 1: EUA- Evolução das Funções de Transição F(.) e G(.) para o produto

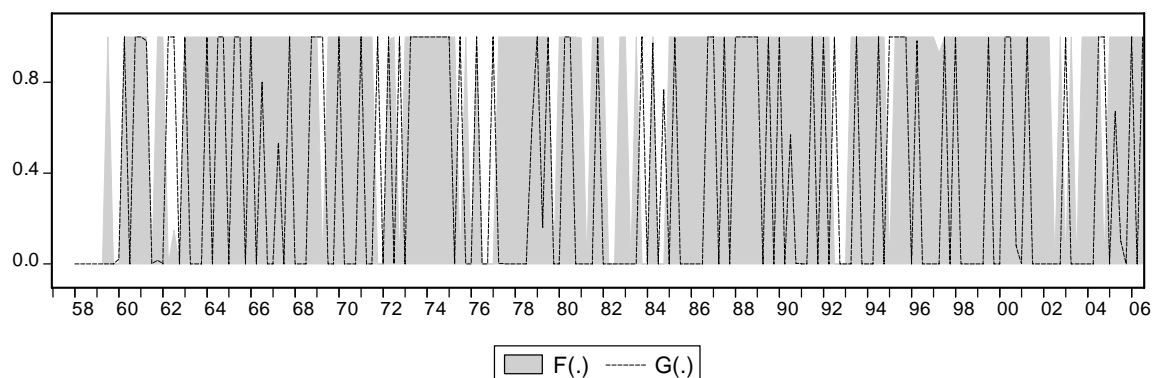


Gráfico 2: EUA - Evolução das Funções de Transição F(.) e G(.) para exportações

b) *Canadá*

Os resultados do modelo MR-STVAR para o Canadá, apresentados na tabela 4, indica um valor de γ elevado e dessa maneira a transição entre os 4 regimes de crescimento também é brusca. O teste de causalidade de Granger também revelou que as exportações melhoram o poder preditivo do produto, uma vez que a hipótese nula de que os coeficientes da variável

exportação reais, em defasagem, sejam zero é fortemente rejeitada, a pelo menos 1% de significância. Da mesma maneira, rejeita-se a hipótese nula de que os *lags* do produto, na equação das exportações, são iguais a zero, ou seja, há também evidências de GLE.

Tabela 4: Estimação do modelo MR-STVAR para o Canadá

Equação 1 - y_t				Equação 2 - x_t			
μ	0.0055*** (0.0015)	0.0065** (0.0033)	-0.0042* (0.0025)	μ	0.0218** (0.0087)	-0.0178* (0.0107)	-0.0229** (0.0101)
y_{t-1}	0.3596*** (0.1089)	-0.4710** (0.1846)	-0.0483 (0.1700)	y_{t-1}	-0.2259 (0.6632)	0.7391 (0.7178)	1.3093* (0.7051)
y_{t-2}	0.0611 (0.1320)	-0.0955 (0.1837)	-0.0365 (0.1671)	y_{t-2}	-0.6378 (0.7178)	1.5792** (0.7170)	0.5748 (0.7265)
y_{t-3}	-0.0084 (0.1232)	0.1431 (0.1981)	0.2802* (0.1660)	y_{t-3}	0.9724 (0.6823)	-1.7032** (0.7293)	0.3053 (0.7156)
y_{t-4}	0.2477** (0.1223)	-0.0349 (0.2109)	-0.2836 (0.1666)	y_{t-4}	0.9318 (0.6477)	0.8763 (0.7119)	-2.0070*** (0.7435)
x_{t-1}	-0.0088 (0.0249)	0.0501 (0.0445)	0.0150 (0.0355)	x_{t-1}	-0.1316 (0.1494)	-0.1226 (0.1570)	0.1030 (0.1611)
x_{t-2}	-0.0513* (0.0300)	0.0126 (0.0443)	0.0437 (0.0378)	x_{t-2}	0.1208 (0.1709)	-0.0788 (0.1599)	-0.1367 (0.1724)
x_{t-3}	0.0356 (0.0264)	-0.0804* (0.0422)	-0.0380 (0.0365)	x_{t-3}	-0.3262** (0.1602)	0.5715*** (0.1538)	0.1153 (0.1636)
x_{t-4}	-0.0577** (0.0286)	0.0616 (0.0434)	-0.0230 (0.0361)	x_{t-4}	-0.1699 (0.1762)	-0.1254 (0.1582)	-0.0559 (0.1724)
γ_1		182.44	182.44	γ_2		206.70	206.70
d/e		6	8	d/e		6	8
c_1		0.0150*** (0.0004)	0.0196*** (0.0021)	c_2		0.0093*** (0.0001)	0.0026*** (0.0007)
ARCH(1)		3.18(0.07)		ARCH(1)		3.13(0.07)	
ARCH(4)		8.45(0.07)		ARCH(4)		3.71(0.44)	
Assimetria		-0.019(0.91)		Assimetria		0.09(0.59)	
Curtose		0.15(0.67)		Curtose		-0.04(0.90)	
JB		0.19(0.90)		JB		0.30(0.86)	
Teste de Causalidade de Granger ($x_t \rightarrow y_t$)				Teste de Causalidade de Granger ($y_t \rightarrow x_t$)			
p-valor		0.0082		p-valor		0.0003	

Notas:

ARCH: teste LM para heterocedasticidade condicional (p-valor entre parênteses), JB: teste de normalidade Jarque-Bera (p-valor entre parênteses).

***p-valor \leq 0.01, **p-valor \leq 0.05, *p-valor \leq 0.1

Os coeficientes estimados das dummies não foram apresentados na tabela.

Foram apresentados somente os p-valores do teste de causalidade de Granger.

O coeficiente estimado do *threshold* c_1 é igual a 0,0150. Esse valor, em larga medida, está associado ao fato de que até os anos 90 a taxa de crescimento trimestral do PIB canadense

atingia patamares superiores a 2%. Isso traz implicações a trajetória de crescimento, pois a partir de 1990 o regime 3 é predominante, como atesta o gráfico 3.

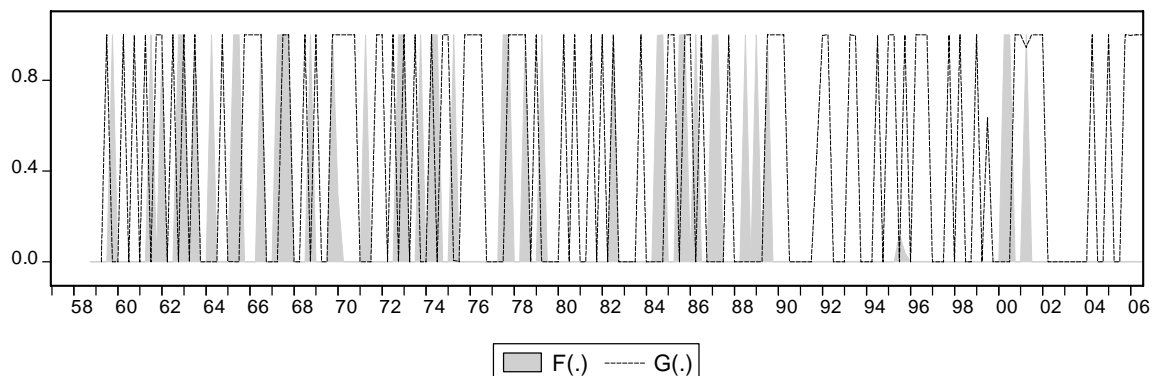


Gráfico 3: Canadá - Evolução das Funções de Transição F(.) e G(.) para o produto

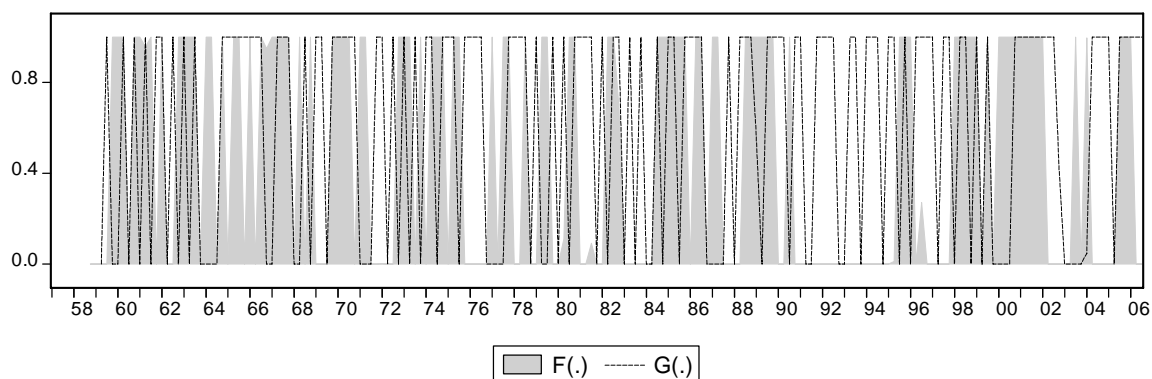


Gráfico 4: Canadá - Evolução das Funções de Transição F(.) e G(.) para o produto

c) *Japão*

Para o caso japonês, o teste de Granger do modelo MR-STVAR rejeitou a hipótese nula, a pelo menos 1% de significância, nos dois sentidos de causalidade, como verificado na tabela 5. Semelhantemente ao caso canadense, o modelo para o Japão apresenta um c_1 elevado, e isso, em larga medida, se deve as altas taxas de crescimento trimestrais do produto, chegando a patamares superiores a 3%, até o começo da década de 80. Assim, os regimes 3 e 4 ocorrem com maior frequência. A partir da segunda metade da década de 80, com taxas de crescimento menos expressivas, o regime 3 torna-se o mais preponderante, como atesta o gráfico 5.

Tabela 5: Estimação do modelo MR-STVAR para o Japão

Equação 1 - y_t				Equação 2 - x_t			
μ	0.0006 (0.0017)	-0.0141 (0.0266)	0.0066** (0.0028)	μ	0.0125* (0.0065)	-0.0123 (0.0119)	0.0118 (0.0118)
y_{t-1}	0.1891** (0.0951)	0.0223 (0.4593)	-0.2514* (0.1293)	y_{t-1}	-0.1680 (0.3469)	0.4814 (0.4517)	-1.7751*** (0.5802)
y_{t-2}	0.1432* (0.0826)	3.3450*** (0.8525)	-0.0275 (0.1258)	y_{t-2}	-0.4247 (0.3466)	0.7956* (0.4606)	0.7755 (0.5630)
y_{t-3}	0.1232 (0.0814)	-2.2211*** (0.4595)	0.1520 (0.1317)	y_{t-3}	0.0062 (0.3421)	0.9129* (0.4827)	-0.0031 (0.5442)
y_{t-4}	0.2528** (0.1102)	0.1449 (0.5057)	0.0255 (0.1527)	y_{t-4}	0.7281 (0.5847)	-0.5674 (0.6825)	0.5957 (0.5831)
x_{t-1}	0.0348 (0.0330)	-0.3247** (0.1445)	0.0065 (0.0443)	x_{t-1}	0.3711*** (0.1162)	-0.5334*** (0.1557)	0.2200 (0.1726)
x_{t-2}	0.0414 (0.0312)	-0.2850 (0.2011)	-0.0669 (0.0450)	x_{t-2}	0.0296 (0.1042)	0.1616 (0.1671)	-0.0455 (0.1946)
x_{t-3}	-0.0374 (0.0286)	0.5113** (0.2017)	-0.0351 (0.0438)	x_{t-3}	-0.1359 (0.1141)	0.1155 (0.1575)	-0.1516 (0.2345)
x_{t-4}	0.0566** (0.0276)	-0.2656 (0.1969)	-0.0555 (0.0425)	x_{t-4}	0.1221 (0.1245)	-0.2944* (0.1634)	-0.1971 (0.1884)
γ_1		162.49	162.49	γ_2		215.67	215.67
d/e		4	6	d/e		4	6
c_1		0.0355*** (0.0001)	0.0220*** (0.0006)	c_2		0.0080*** (0.0008)	0.0460*** (0.0017)
ARCH(1)		0.07(0.78)		ARCH(1)		2.09(0.14)	
ARCH(4)		0.66(0.95)		ARCH(4)		4.41(0.35)	
Assimetria		0.21(0.23)		Assimetria		0.10(0.56)	
Curtose		0.96(0.09)		Curtose		-0.26(0.47)	
JB		8.34(0.01)		JB		0.86(0.64)	
Teste de Causalidade de Granger ($x_t \rightarrow y_t$)				Teste de Causalidade de Granger ($y_t \rightarrow x_t$)			
p-valor		0.00211		p-valor		0.00117	

Notas:

ARCH: teste LM para heterocedasticidade condicional (p-valor entre parênteses), JB: teste de normalidade Jarque-Bera (p-valor entre parênteses).

***p-valor \leq 0.01, **p-valor \leq 0.05, *p-valor \leq 0.1

Os coeficientes estimados das dummies não foram apresentados na tabela.

Foram apresentados somente os p-valores do teste de causalidade de Granger.

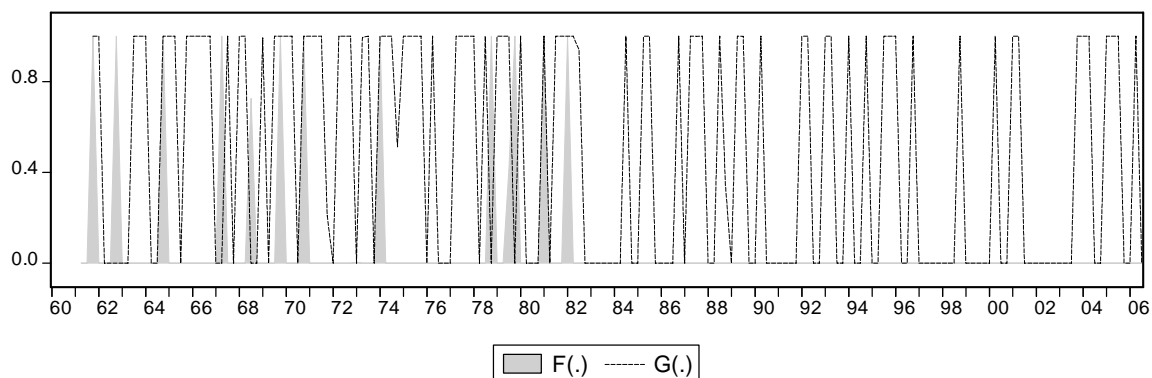


Gráfico 5: Japão - Evolução das Funções de Transição F(.) e G(.) para o produto

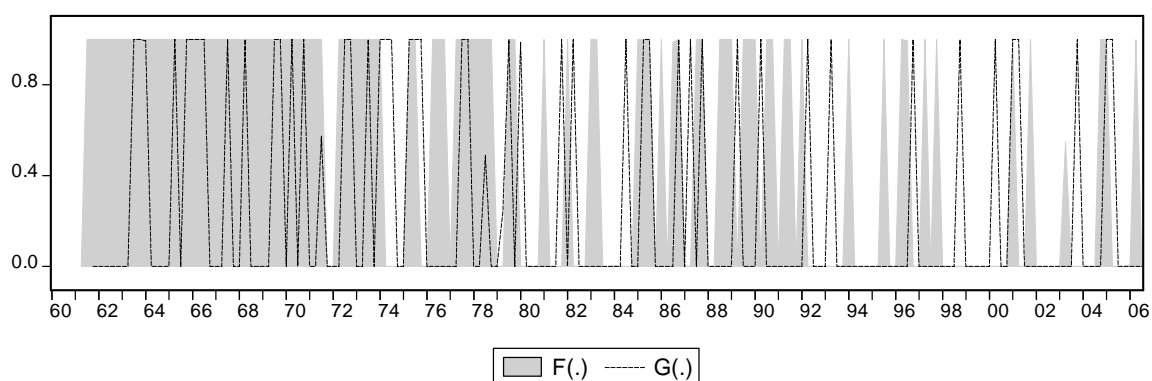


Gráfico 6: Japão - Evolução das Funções de Transição F(.) e G(.) para as exportações

d) Hong Kong

Diferentemente do Japão e Canadá, Hong Kong apresenta *thresholds* muito próximos a zero, como pode ser examinado na tabela 6, o que possibilita maior alternância entre todos os regimes de crescimento, com predominância do regime 4, ou seja, alto crescimento do produto e das exportações. Tal situação pode ser atestada no gráfico 7. Além do mais, o teste de causalidade de Granger refuta a hipótese nula, a pelo menos 10%, de que os coeficientes dos *lags* da taxa de crescimento das exportações sejam iguais a zero. Portanto, por meio da estrutura do modelo MR-STVAR, as exportações Granger-causam o produto.

Tabela 6: Estimação do modelo MR-STVAR para Hong Kong

Equação 1 - y_t				Equação 2 - x_t			
μ	0.0192** (0.0091)	0.0002 (0.0077)	-0.0198** (0.0090)	μ	0.0141 (0.0092)	0.0313 (0.0242)	0.0237 (0.0157)
y_{t-1}	-0.5579** (0.2721)	-0.0167 (0.2118)	0.8071*** (0.2469)	y_{t-1}	0.0926 (0.2368)	-1.4290*** (0.4431)	0.3873 (0.3805)
y_{t-2}	0.0970 (0.2751)	0.0863 (0.1823)	-0.2536 (0.2648)	y_{t-2}	-0.4818 (0.3279)	0.7274 (0.4531)	0.8517** (0.3913)
y_{t-3}	0.3115 (0.2316)	-0.4139** (0.1972)	0.2780 (0.2197)	y_{t-3}	-0.3020 (0.2483)	-0.3711 (0.4223)	0.9079** (0.3732)
y_{t-4}	0.0981 (0.2693)	0.2100 (0.2264)	-0.3795* (0.2266)	y_{t-4}	-0.1601 (0.2690)	0.2897 (0.4317)	-0.2988 (0.3487)
x_{t-1}	0.4066*** (0.1366)	-0.3290*** (0.1126)	-0.0959 (0.1003)	x_{t-1}	0.3924*** (0.1371)	0.2704 (0.1974)	-0.5225*** (0.1786)
x_{t-2}	-0.0827 (0.1259)	0.1182 (0.1079)	-0.1124 (0.1124)	x_{t-2}	0.6017*** (0.1355)	-0.0726 (0.2852)	-0.3331* (0.1842)
x_{t-3}	-0.0355 (0.1571)	-0.0326 (0.1125)	0.2210 (0.1598)	x_{t-3}	-0.1104 (0.1885)	-0.2601 (0.2421)	-0.0641 (0.2635)
x_{t-4}	0.00004 (0.12582)	0.0201 (0.1148)	0.0358 (0.0954)	x_{t-4}	-0.4485*** (0.1214)	0.2116 (0.2618)	0.1038 (0.1794)
γ_1		227.58	227.58	γ_2		209.95	209.95
d/e		7	3	d/e		7	3
c_1		0.0073*** (0.0004)	0.0041*** (0.0003)	c_2		0.0293*** (0.0056)	0.0317*** (0.0003)
ARCH(1)		5.39(0.02)		ARCH(1)		0.92(0.33)	
ARCH(4)		10.20(0.03)		ARCH(4)		2.81(0.58)	
Assimetria		0.23(0.28)		Assimetria		-0.13(0.53)	
Curtose		0.92(0.03)		Curtose		0.94(0.03)	
JB		5.73(0.05)		JB		5.13(0.07)	
Teste de Causalidade de Granger ($x_t \rightarrow y_t$)				Teste de Causalidade de Granger ($y_t \rightarrow x_t$)			
p-valor		0.0617		p-valor		0.0034	

Notas:

ARCH: teste LM para heterocedasticidade condicional (p-valor entre parênteses), JB: teste de normalidade Jarque-Bera (p-valor entre parênteses).

***p-valor \leq 0.01, **p-valor \leq 0.05, *p-valor $<$ 0.1

Os coeficientes estimados das dummies não foram apresentados na tabela.

Foram apresentados somente os p-valores do teste de causalidade de Granger.

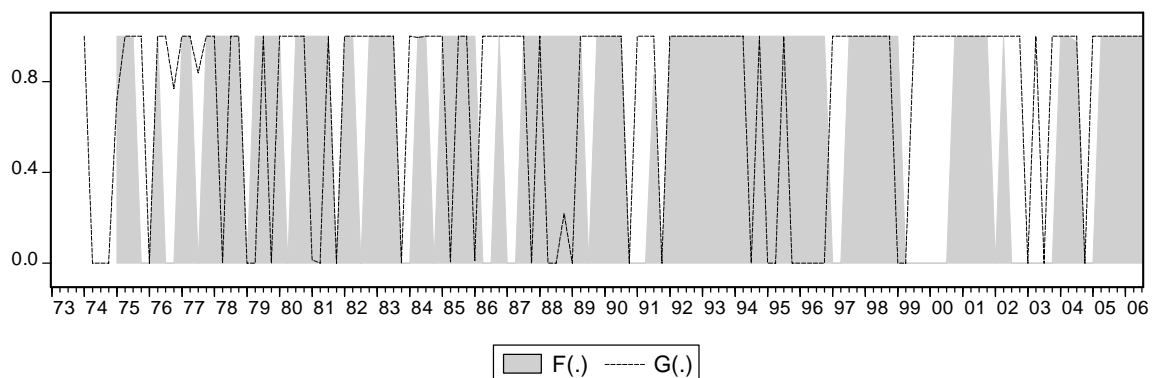


Gráfico 7: Hong Kong - Evolução das Funções de Transição F(.) e G(.) para o produto

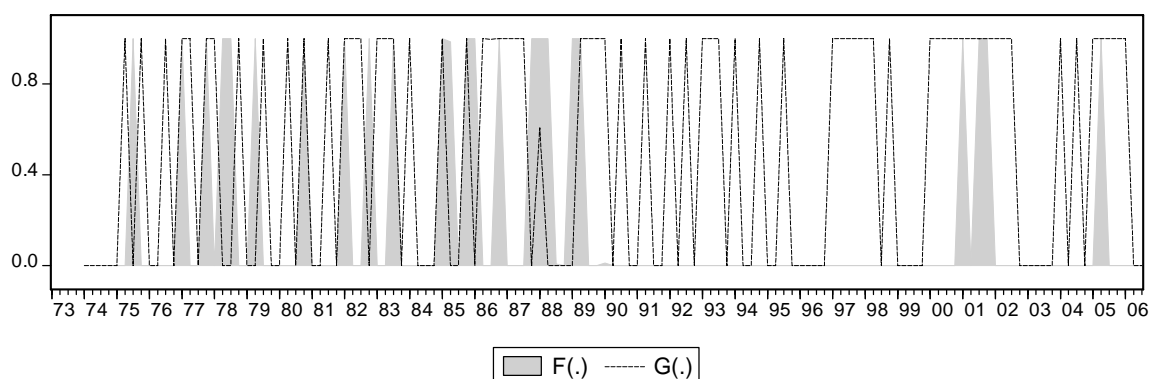


Gráfico 8: Hong Kong - Evolução das Funções de Transição F(.) e G(.) para as exportações

e) *Coréia do Sul*

O modelo MR-STVAR para Coréia do Sul apresentou baixo valor para coeficiente estimado do “*smooth parameter*” indicando que a transição entre os regimes de crescimento não é brusca, diferentemente da maioria dos outros países. Foram impostas as restrições $\mu_{21} = -\mu_{11}$, $\mu_{31} = -\mu_{11}$, $\phi_{21,3} = \phi_{11,3}$, $\phi_{21,4} = \phi_{11,4}$, $\phi_{31,1} = -\phi_{21,1}$, $\phi_{31,2} = -\phi_{21,2}$, $\phi_{31,3} = -\phi_{11,3}$ e $\phi_{31,4} = \phi_{11,4}$, com vistas a trazer melhorias ao ajustamento do modelo a série. Os *thresholds* estimados para equação do produto, foram, respectivamente, iguais a 0,036 e 0,063, conforme indica a tabela 7. São valores elevados, quando comparados aos demais modelos, todavia, no período que compreende as décadas de 60 e 80 tanto as taxas de crescimento do produto como das exportações atingiam patamares de 5% a 10%. A partir da década de 90, as variações trimestrais, de ambas as séries são bem menores. Essa volatilidade ao longo de todo período

faz com que o regime 1 seja predominante, como atesta a figura 9, seguido do regime 3 em que há baixo crescimento do produto e alto crescimento das exportações.

Tabela 7: Estimação do modelo MR-STVAR para a Coréia do Sul

Equação 1 - y_t				Equação 2 - x_t			
μ	0.0221*** (0.0034)	-0.0221*** (0.0034)	-0.0221*** (0.0034)	μ	0.0109 (0.0194)	0.0003 (0.0603)	-0.0053 (0.0269)
y_{t-1}	-0.3558*** (0.0732)	-0.6753*** (0.0962)	0.6753*** (0.0962)	y_{t-1}	0.3803 (0.4497)	0.0555 (0.5912)	0.2151 (0.5688)
y_{t-2}	-0.0225 (0.0744)	-0.1835* (0.1058)	0.1835* (0.1058)	y_{t-2}	0.1446 (0.4288)	-2.6572*** (0.6934)	0.9383* (0.5641)
y_{t-3}	0.0417 (0.0711)	0.0417 (0.0711)	-0.0417 (0.0711)	y_{t-3}	0.4010 (0.4542)	-1.4646 (0.9683)	-0.4391 (0.5676)
y_{t-4}	0.1284*** (0.0296)	0.1284*** (0.0296)	0.1284*** (0.0296)	y_{t-4}	0.3815 (0.4865)	1.0124 (0.7957)	-1.5605*** (0.5548)
x_{t-1}	0.1598*** (0.0282)	-0.1391** (0.0599)	-0.1392*** (0.0454)	x_{t-1}	-0.0429 (0.1114)	0.2651 (0.2517)	0.0580 (0.1480)
x_{t-2}	0.0423 (0.0323)	0.1181 (0.0734)	-0.0184 (0.0470)	x_{t-2}	0.2642* (0.1427)	-0.5703 (0.3986)	0.1006 (0.1713)
x_{t-3}	-0.0728** (0.0338)	0.2548*** (0.0690)	0.0847* (0.0468)	x_{t-3}	0.0071 (0.1435)	1.3282*** (0.3460)	-0.0069 (0.1742)
x_{t-4}	-0.0760** (0.0346)	0.1513** (0.0650)	0.0750* (0.0426)	x_{t-4}	-0.2297 (0.1473)	0.8477*** (0.3064)	-0.0532 (0.1674)
γ_1		12.80	12.80	γ_2		11.72	11.72
d/e		4	8	d/e		4	8
c_1		0.0368*** (0.0015)	0.0630*** (0.0102)	c_2		0.0384*** (0.0026)	0.0224 (0.0145)
	ARCH(1)	1.17(0.27)			ARCH(1)	1.45(0.22)	
	ARCH(4)	3.08(0.54)			ARCH(4)	7.45(0.11)	
	Assimetria	0.11(0.54)			Assimetria	-0.14(0.43)	
	Curtose	0.75(0.04)			Curtose	0.07(0.83)	
	JB	4.60(0.10)			JB	0.65(0.72)	
Teste de Causalidade de Granger ($x_t \rightarrow y_t$)				Teste de Causalidade de Granger ($y_t \rightarrow x_t$)			
	p-valor	1.E-08			p-valor	0.00027	

Notas:

ARCH: teste LM para heterocedasticidade condicional (p-valor entre parênteses), JB: teste de normalidade Jarque-Bera (p-valor entre parênteses).

***p-valor \leq 0.01, **p-valor \leq 0.05, *p-valor $<$ 0.1

Os coeficientes estimados das dummies não foram apresentados na tabela.

Foram apresentados somente os p-valores do teste de causalidade de Granger.

O teste de causalidade de Granger rejeitou fortemente a hipótese de que não há um processo de ELG para Coréia do Sul em uma estrutura não linear. Da mesma maneira corroboramos a hipótese de GLE, de acordo com o teste realizado na equação 2 das exportações.

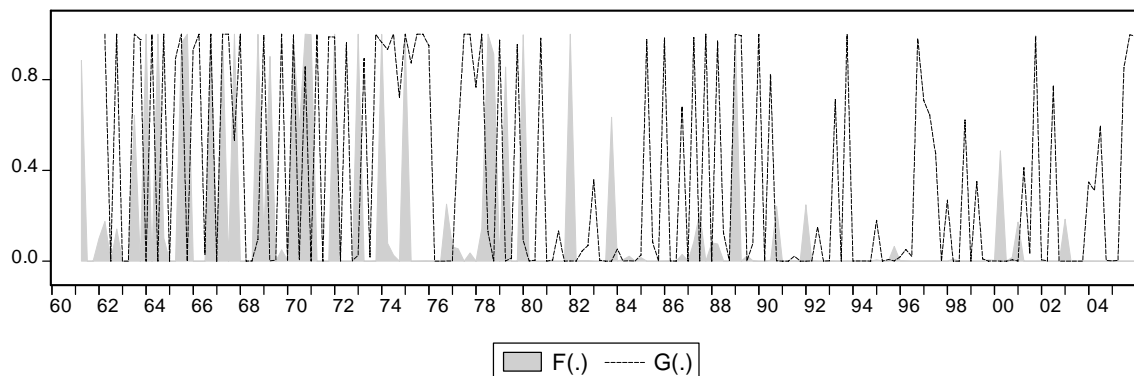


Gráfico 9: Coréia do Sul - Evolução das Funções de Transição F(.) e G(.) para o produto

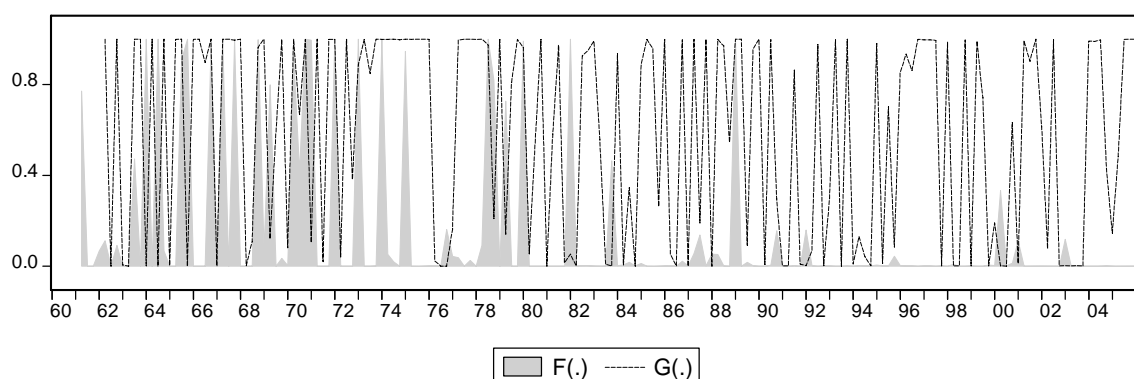


Gráfico 10: Coréia do Sul - Evolução das Funções de Transição F(.) e G(.) para as exportações

f) *Brasil*

O modelo MR-STVAR para o Brasil apresentou c_1 não significativo, o que traz indicações de que a mudança de um regime de baixo crescimento para um de alto crescimento ocorre quando a variação trimestral do produto, em termos percentuais, atinge valores positivos. O *threshold* da função de transição $G(x_{t-e})$ apresentou valor relativamente elevado, cerca de 0,055, o que implica que para se atingir os regimes 3 e 4 é necessário que a taxa de crescimento do montante em dólar das exportações brasileira, ultrapasse 5% no trimestre, como pode ser verificado na tabela 8, abaixo. Dessa maneira, é comum à trajetória de crescimento do produto alternarem entre 2 principais regimes, baseado exclusivamente na dinâmica interna, ou baseado tanto na dinâmica interna quanto pelas exportações. O gráfico 11 apresenta justamente essa alternância de regimes, com predominância do regime 2.

Tabela 8: Estimação do modelo MR-STVAR para o Brasil

Equação 1 - y_t				Equação 2 - x_t			
μ	0.0037 (0.0051)	0.0125** (0.0063)	-0.0125** (0.0063)	μ	0.0133 (0.0117)	-0.0133 (0.0117)	0.0083 (0.0313)
y_{t-1}	-0.1650 (0.2772)	0.0372 (0.3150)	0.6790** (0.2857)	y_{t-1}	0.0881 (0.5927)	0.0095 (0.8001)	0.3966 (1.1863)
y_{t-2}	0.0197 (0.1636)	-0.2197 (0.2068)	0.3453 (0.2432)	y_{t-2}	0.2442 (0.5238)	2.6817** (1.2958)	-0.8272 (0.9721)
y_{t-3}	-0.5617*** (0.1551)	0.6364*** (0.1919)	0.3890* (0.2229)	y_{t-3}	-0.5701 (0.5228)	-2.2478 (1.3901)	2.4437*** (0.8685)
x_{t-1}	0.1992*** (0.0574)	-0.2163*** (0.0614)	-0.0492 (0.0638)	x_{t-1}	-0.1630 (0.1077)	2.3124*** (0.6521)	(0.2809) 0.2199
x_{t-2}	0.1056* (0.0552)	-0.1047* (0.0614)	-0.0876 (0.0578)	x_{t-2}	-0.2455 (0.1524)	0.3322 (0.4967)	(0.0164) 0.2939
x_{t-3}	-0.0406 (0.0381)	0.0444 (0.0464)	0.0868** (0.0430)	x_{t-3}	-0.0697 (0.1223)	-0.7531* (0.4232)	0.0318 (0.1873)
γ_1		10.43	10.43	γ_2		176.94	176.94
d/e		1	2	d/e		1	2
c_1		0.0009 (0.0012)	0.0557*** (0.0169)	c_2		0.0318*** (0.0002)	0.0372*** (0.0033)
ARCH(1)	0.79(0.37)			ARCH(1)	0.16(0.68)		
ARCH(4)	3.70(0.44)			ARCH(4)	0.26(0.99)		
Assimetria	0.23(0.29)			Assimetria	-0.02(0.90)		
Curtose	0.47(0.29)			Curtose	0.40(0.37)		
JB	2.26(0.32)			JB	0.86(0.64)		
Teste de Causalidade de Granger ($x_t \rightarrow y_t$)				Teste de Causalidade de Granger ($y_t \rightarrow x_t$)			
p-valor		0.0013		p-valor		0.0124	

Notas:

ARCH: teste LM para heterocedasticidade condicional (p-valor entre parênteses), JB: teste de normalidade Jarque-Bera (p-valor entre parênteses).

***p-valor \leq 0.01, **p-valor \leq 0.05, *p-valor \leq 0.1

Os coeficientes estimados das dummies não foram apresentados na tabela.

Foram apresentados somente os p-valores do teste de causalidade de Granger.

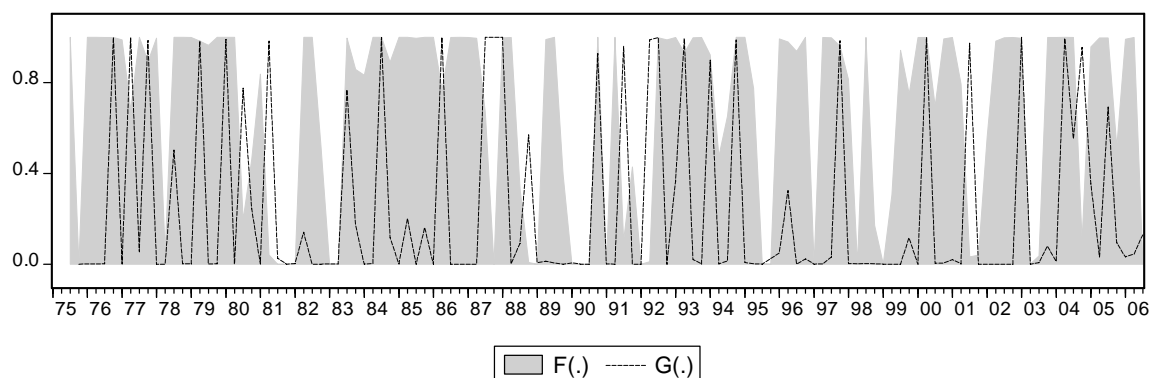


Gráfico 11: Brasil - Evolução das Funções de Transição F(.) e G(.) para o produto

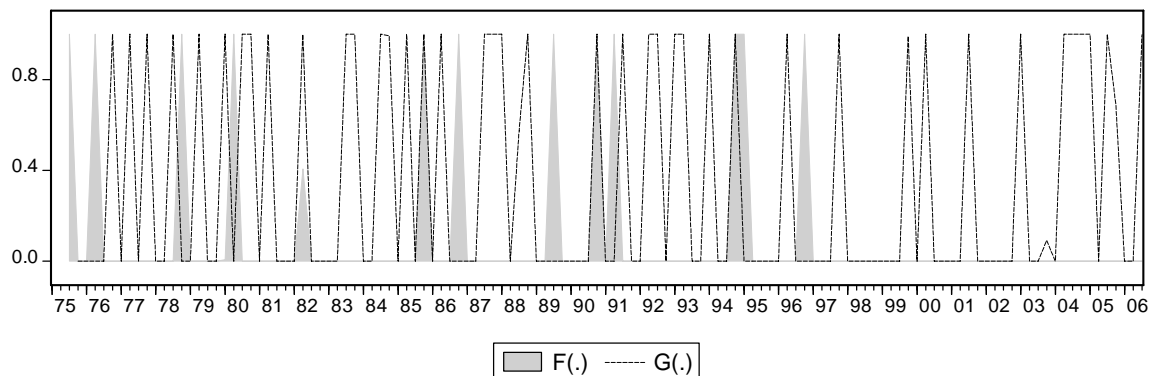


Gráfico 12: Brasil - Evolução das Funções de Transição F(.) e G(.) para as exportações

g) Chile

De acordo o resultado do teste de causalidade de Granger, como pode ser examinado na tabela 9, é possível afirmar que a taxa de crescimento das exportações ajudam a melhorar o poder de previsão do produto. Pode-se rejeitar, a pelo menos 1% de significância, a hipótese nula de que os coeficientes de x_{t-p} são iguais a zero. No caso da equação 2, o produto Granger-causa as exportações, somente pelo fato de y_{t-1} ser uma das variáveis de transição.

O valor estimado de c_2 é bastante elevado, fazendo com que o regime 2, baseado na dinâmica interna seja preponderante, e em alguns momentos, com forte expansão das exportações dá espaço a propagação do regime 4, como pode ser verificado no gráfico 13.

Tabela 9: Estimação do modelo MR-STVAR para o Chile

Equação 1 - y_t				Equação 2 - x_t			
μ	0.0472*** (0.0094)	-0.0362*** (0.0098)	0.0036 (0.0221)	μ	0.0583** (0.0262)	0.0332 (0.0357)	-0.0621*** (0.0285)
y_{t-1}	1.3908*** (0.2704)	-1.3993*** (0.3069)	0.4176 (0.2963)	y_{t-1}	-0.2065 (0.8037)	-2.0141* (1.1489)	1.5068 (1.0387)
y_{t-2}	0.2091 (0.1735)	-0.2288 (0.2216)	-0.3167 (0.2745)	y_{t-2}	-1.2954** (0.5407)	0.0785 (1.0217)	0.7807 (0.8864)
y_{t-3}	-0.2476 (0.1878)	0.2087 (0.2150)	0.5949 (0.3871)	y_{t-3}	1.1986* (0.6480)	-0.9742 (0.8480)	-1.4615* (0.8158)
x_{t-1}	0.0699 (0.1058)	-0.0984 (0.1057)	-0.0960 (0.1799)	x_{t-1}	0.4558 (0.3297)	-0.3778 (0.2643)	-0.1061 (0.3835)
x_{t-2}	0.1784*** (0.0623)	-0.1110 (0.0701)	0.0967 (0.0607)	x_{t-2}	0.0047 (0.1948)	-0.2364 (0.2298)	0.2339 (0.2419)
x_{t-3}	0.2059*** (0.0743)	-0.1390* (0.0799)	-0.1363** (0.0673)	x_{t-3}	0.4095 (0.2489)	0.1210 (0.2367)	0.0356 (0.2887)
γ_1		173.85	173.85	γ_2		177.26	177.26
d/e		1	1	d/e		1	1
c_1		-0.0074*** (0.0006)	0.0774*** (0.0019)	c_2		0.0190*** (0.0008)	-0.0225*** (0.0035)
ARCH(1)	0.30(0.57)			ARCH(1)	0.02(0.87)		
ARCH(4)	0.32(0.98)			ARCH(4)	0.88(0.92)		
Assimetria	-0.24(0.31)			Assimetria	-0.05(0.81)		
Curtose	1.08(0.03)			Curtose	-0.30(0.54)		
JB	6.04(0.04)			JB	0.49(0.79)		
Teste de Causalidade de Granger ($x_t \rightarrow y_t$)				Teste de Causalidade de Granger ($y_t \rightarrow x_t$)			
p-valor	0.0003			Geral	0.1089		

Notas:

ARCH: teste LM para heterocedasticidade condicional (p-valor entre parênteses), JB: teste de normalidade Jarque-Bera (p-valor entre parênteses).

***p-valor \leq 0.01, **p-valor \leq 0.05, *p-valor \leq 0.1

Os coeficientes estimados das dummies não foram apresentados na tabela.

Foram apresentados somente os p-valores do teste de causalidade de Granger.

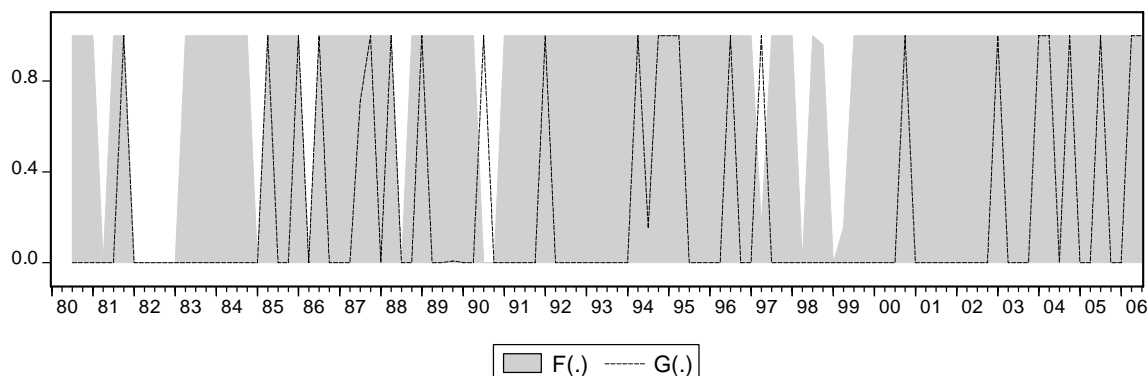


Gráfico 13: Chile - Evolução das Funções de Transição F(.) e G(.) para o produto

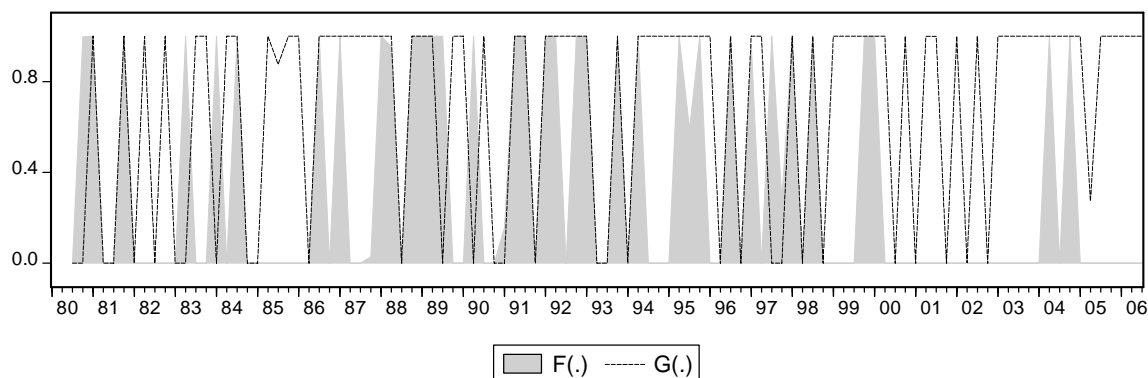


Gráfico 14: Chile - Evolução das Funções de Transição F(.) e G(.) para as exportações

h) México

A tabela 10 apresenta os resultados do modelo MR-STVAR. Semelhantemente ao caso sul-coreano, o valor estimado do *smooth parameter* γ é baixo, indicando uma transição entre regimes não tão brusca. O *threshold* estimado c_2 é negativo, igual a -0,06, o que implica que para se atingir os regime 3 e 4 é necessário que a taxa de crescimento das exportações seja maior do que -6,0%, aproximadamente. Semelhantemente ao caso brasileiro o coeficiente estimado de c_1 é não significativo, a pelo menos 10% de significância.

O gráfico 15 apresenta a evolução das funções de transição do MR-STVAR, sendo que os regimes predominantes são baseados naqueles com maiores taxas de crescimento das exportações.

O teste de causalidade de Granger rejeitou a hipótese nula, assim como os casos anteriores, de que os coeficientes dos regressores das exportações no modelo sejam iguais a zero.

Tabela 10: Estimação do modelo MR-STVAR para o México

Equação 1 - y_t				Equação 2 - x_t			
μ	-0.0043 (0.0029)	-0.0043 (0.0029)	0.0139*** (0.0048)	μ	0.0250** (0.0124)	0.0060 (0.0135)	-0.0177 (0.0124)
y_{t-1}	-0.5732 (0.7351)	0.9010** (0.3412)	0.2962 (0.7811)	y_{t-1}	-0.3044 (0.9665)	1.3272 (1.0081)	-0.2606 (0.9045)
y_{t-2}	1.1778** (0.5152)	0.2788 (0.3072)	-1.2502** (0.5605)	y_{t-2}	-0.5329 (0.8295)	0.8403 (0.8401)	0.8334 (0.7743)
y_{t-3}	-1.2887 (1.2806)	0.0584 (0.2805)	1.0042 (1.3352)	y_{t-3}	-1.4989 (0.9191)	-0.4664 (1.0002)	0.4417 (0.9124)
x_{t-1}	-0.0121 (0.1027)	0.0465 (0.0769)	0.0266 (0.1062)	x_{t-1}	0.1125 (0.2383)	-0.2592 (0.2577)	0.0371 (0.2038)
x_{t-2}	-0.3579 (0.2607)	-0.0676 (0.0691)	0.4954* (0.2761)	x_{t-2}	-0.1792 (0.1938)	0.2019 (0.2216)	0.3797* (0.1989)
x_{t-3}	0.1093 (0.0999)	-0.0675 (0.0650)	-0.0587 (0.1147)	x_{t-3}	0.2336 (0.2045)	-0.0742 (0.2399)	-0.1787 (0.1850)
γ_1		1.99	1.99	γ_2		175.29	175.29
d/e		7	5	d/e		7	5
c_1		0.0103 (0.0068)	-0.0673** (0.0308)	c_2		0.0028*** (0.0004)	0.0222*** (0.0075)
ARCH(1)	1.48(0.22)			ARCH(1)	0.77(0.37)		
ARCH(4)	1.59(0.80)			ARCH(4)	5.14(0.27)		
Assimetria	0.40(0.10)			Assimetria	-0.05(0.82)		
Curtose	0.01(0.97)			Curtose	0.64(0.20)		
JB	2.69(0.26)			JB	1.74(0.41)		
Teste de Causalidade de Granger ($x_t \rightarrow y_t$)				Teste de Causalidade de Granger ($y_t \rightarrow x_t$)			
p-valor		0.00001		p-valor		0.0046	

Notas:

ARCH: teste LM para heterocedasticidade condicional (p-valor entre parênteses), JB: teste de normalidade Jarque-Bera (p-valor entre parênteses).

***p-valor \leq 0.01, **p-valor \leq 0.05, *p-valor \leq 0.1

Os coeficientes estimados das dummies não foram apresentados na tabela.

Foram apresentados somente os p-valores do teste de causalidade de Granger.

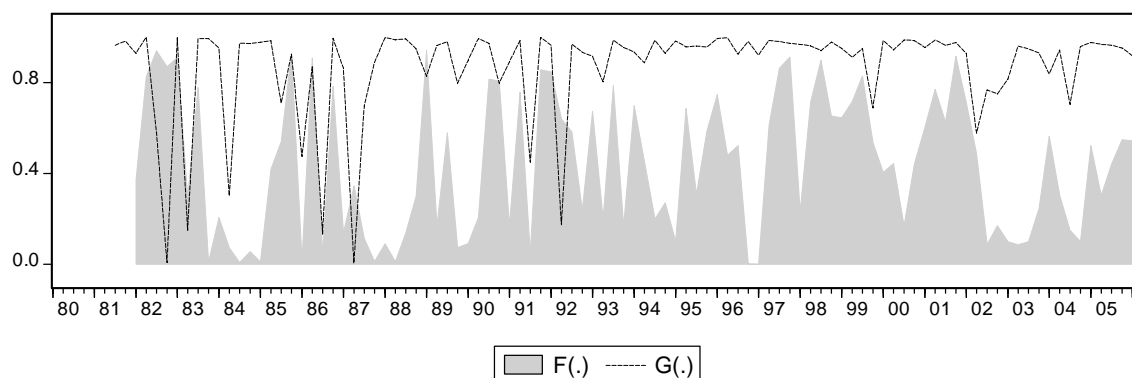


Gráfico 15: México - Evolução das Funções de Transição F(.) e G(.) para o produto

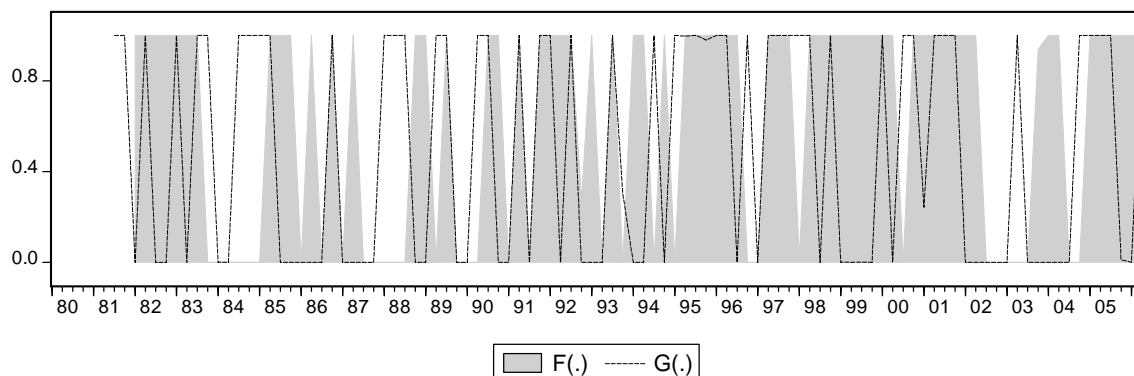


Gráfico 16: México - Evolução das Funções de Transição F(.) e G(.) para as exportações

4.5 Análise Comparativa dos Resultados

É comum a literatura de ELG dar maior ênfase à análise de países de baixa ou média renda. Como já discutido em seções anteriores, isto pode ser explicado pela importância das exportações como um mecanismo histórico e bem sucedido na promoção do crescimento econômico. No entanto, países de alta renda, detentores de um mercado interno bem desenvolvido, porém às vezes não muito amplo, podem também utilizar o mecanismo de promoção das exportações como propulsor do crescimento. Os resultados apresentados, neste trabalho, corroboram essa hipótese. Este seria o caso do Canadá, por exemplo, que se beneficia da venda de seus bens ao seu principal parceiro comercial e vizinho, os Estados Unidos, destino de cerca de 80% de suas exportações¹³. Mesmo países, como Estados Unidos e Japão, que apresentam um mercado doméstico desenvolvido e bastante amplo, e umas das menores relações Exportações/PIB mundiais, são favorecidos pelo montante de divisas elevado, obtido através do comércio internacional. E esses dois aspectos, em larga medida, estão relacionados à pauta de exportações dos três países, constituída basicamente de produtos manufaturados com alta elasticidade renda da demanda. Ressalvando o fato de que o Canadá também apresenta uma parcela significativa de combustíveis e produtos minerais em sua pauta.

¹³ Dados da World Trade Organization para o ano 2006 (www.wto.org).

Logo, é plenamente possível que esses países possam atravessar períodos em que experimentam um regime de alto crescimento baseado exclusivamente nas exportações ou mesmo uma combinação de alto crescimento interno e das exportações.

Ao aplicar o teste de causalidade de Granger no MR-STVAR, para os três países de alta renda escolhidos, foram encontradas evidências de que as exportações aumentam a capacidade preditiva do produto. O regime 2 foi predominante para o caso americano, como já esperado, dada dimensão do mercado doméstico, englobando 39% dos trimestres, seguido do regime 4, com 33% dos trimestres. A trajetória de crescimento dos EUA depende quase que exclusivamente da dinâmica interna, mas é possível encontrar cerca de 10% dos trimestres inclusos no regime 3.

Como o Canadá e o Japão possuem c_1 elevado, em virtude das taxas elevadas de crescimento do produto, até a década de 80, o regime 1 é predominante. Desse modo, há uma tendência de que as variações trimestrais recentes, de menor magnitude, estejam contidas no regime de baixo crescimento. Mas em ambos os casos, o regime 3, é o segundo com maior participação, 36% e 44% do total, respectivamente para o Canadá e Japão. Uma característica marcante nos dois países, a partir dessa análise, é que, após a década de 80, basicamente o alto crescimento foi baseado nas exportações. Principalmente o Japão, que a partir da década de 90, apresentou desaceleração econômica. No caso do Canadá, pode estar relacionada à sua adesão ao NAFTA. Estes resultados trazem evidências de que uma possível sustentação do crescimento, nos últimos anos, tenha sido originada pelas exportações.

Os outros dois países asiáticos analisados aqui, também trouxeram evidências de ELG por meio do teste de causalidade de Granger. Tanto Hong Kong quanto a Coreia do Sul possuem uma pauta de exportações baseado preponderantemente em produtos manufaturados, com um alto volume de comercialização de bens. Similarmente ao caso canadense e japonês, a Coreia do Sul possui grande parte das observações inclusas no regime 1. E essa característica advém novamente do fato de que o c_1 é elevado, devido às altas taxas de crescimento trimestrais até a década de 80. O regime 3 vem logo em seguida, apresentando 30% das observações. Durante, praticamente, todo o período aqui analisado, houve alternância entre os regimes 1 e 3. Entre os anos 60 e 80, período de maior desenvolvimento coreano, o regime 3 foi predominante. A partir da década de 90, a trajetória do PIB alternou, exclusivamente, entre o regime 1, que passa ser dominante, e o regime 3, que sustenta o crescimento.

No modelo para Hong Kong, grande parte dos trimestres estão concentrados no regime 4, cerca de 54% do total, o que pode ser uma indicação de que o mercado doméstico também

exerce forte influência para o um padrão de alto crescimento, conjuntamente com as exportações. Somente 22% dos trimestres estão contidos no regime 3, com maior concentração, a partir de 1997, ano de anexação de Hong Kong a China.

Para o México e Chile, a as exportações, no que tange ao processo de desenvolvimento, assumiu um papel de maior relevância. O Chile, principalmente pela abertura comercial iniciada em 1974 e o México, após a adesão ao NAFTA, em 1991. O Brasil ao longo de sua história colheu benefícios advindos do comércio internacional, mas o enfoque primordial de sua política de desenvolvimento teve como motor propulsor, o mercado interno. Somente a partir da década de 90, houve uma maior preocupação em desenvolver medidas visando promoção das exportações. Associado a isso, a estrutura produtiva do setor de bens comercializáveis brasileiros sofreu alterações significativas. Para se ter uma idéia, em 2006, segundo dados da WTO, o Brasil apresentou cerca de 50% de sua pauta de exportação em bens Manufaturados.

De acordo com os resultados do MR-STVAR para os três países, há evidências para o México que a variação trimestrais das exportações Granger-causam a taxa de crescimento do produto, além do que, foi o caso que apresentou menor c_2 , igual a -0.067. Essa característica implica que os regimes 3 e 4 de crescimento são predominantes na trajetória do PIB, cerca de 48% e 43% do total, respectivamente. Tal dinâmica pode ser explicada, em larga medida, pelo fato dos Estados Unidos serem o principal parceiro comercial do México e a participação elevada de produtos manufaturados em sua pauta de exportação.

No caso chileno, o teste de causalidade de Granger trouxe também evidências de ELG. O regime 2 representa cerca de 95% do número total de trimestres, e isso em larga medida se deve ao alto valor de c_2 , igual a 0,077. Interessante observar que somente 22% dos trimestres estão presentes no regime 4, indicando uma possível trajetória de crescimento baseada na dinâmica doméstica. A maior concentração de trimestres no regime 4 se encontra na segunda metade da década de 80 e após 2002. Este último pode estar relacionado ao aquecimento do comércio internacional, dos últimos anos. O valor elevado do *threshold* pode estar relacionado ao fato de que a pauta de exportação chilena é baseada em minérios e combustíveis, de acordo com dados da WTO. Mesmo que seja um dos países com maior abertura comercial da América Latina, Herzer *et al* (2006) ressaltam que a pauta de exportações chilena foi baseada, após a liberalização comercial em 1974, em produtos primários, principalmente o cobre. Contudo, esse quadro vem sendo modificado recentemente, com maior participação dos produtos manufaturados.

Por fim, o MR-STVAR para o Brasil também apresentou evidências de ELG, por meio do teste de causalidade de Granger. O *threshold* para variável de transição de y_{t-1} é não significativa ao modelo, portanto, igual a zero, e para função de transição de x_{t-2} igual a 0,055. Logo, o regime 2 é predominante, incluindo mais de metade dos trimestres, seguido do regime 1, com 23%. O regime de alto crescimento, baseado nas exportações, com maior predominância, é o quatro, com cerca de 18% dos trimestres. Grande parte das observações do regime 3 e 4 está concentrada na segunda metade da década de 70, início dos anos 90 e a partir do ano 2000. O fato da taxa de crescimento do PIB brasileiro atingir um regime de ELG, quando as exportações chegam a uma variação trimestral de 5,5%, pode estar relacionado também a forte presença de produtos primário em sua pauta e o grau muito baixo de abertura comercial entre a década de 70 e final dos anos 80. Portanto, de acordo com os resultados do modelo para o Brasil, uma parcela significativa da trajetória do crescimento brasileiro foi baseada preponderantemente no mercado interno.

Com vistas a uma visualização mais ampla da configuração das fases de crescimento de cada um dos países, os gráficos de 17 a 24, a seguir, apresentam a dispersão dos trimestres das variáveis de transição divididas entre os regimes de crescimento aqui analisados.

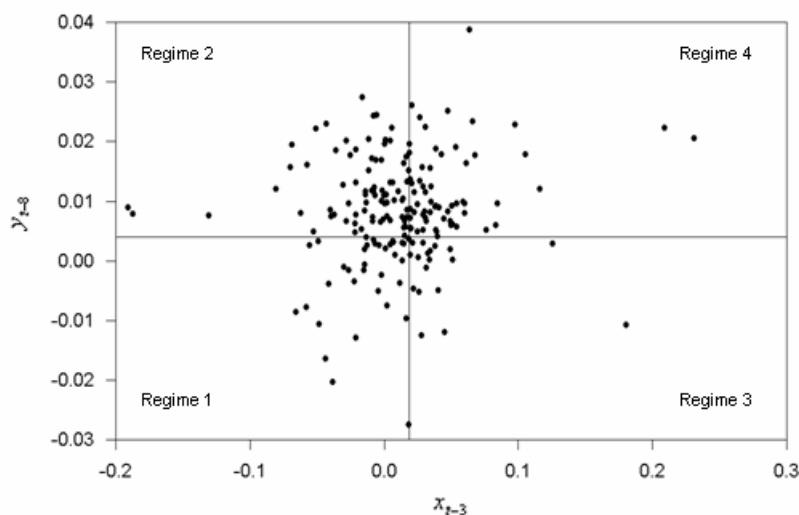


Gráfico 17: EUA - Dispersão das variáveis de transição entre os quatro regimes

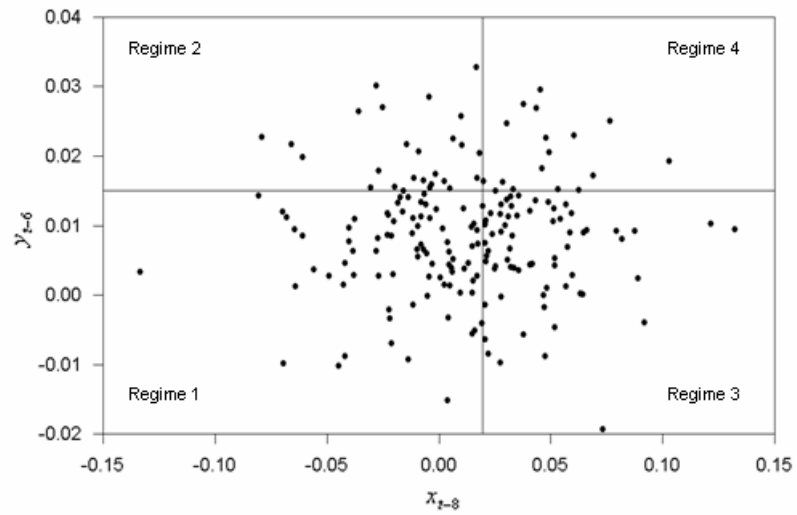


Gráfico 18: Canadá - Dispersão das variáveis de transição entre os quatro regimes

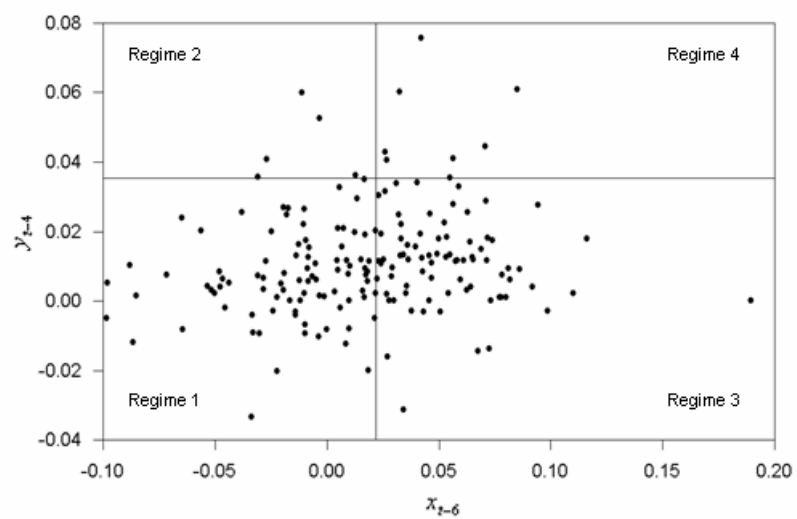


Gráfico 19: Japão - Dispersão das variáveis de transição entre os quatro regimes

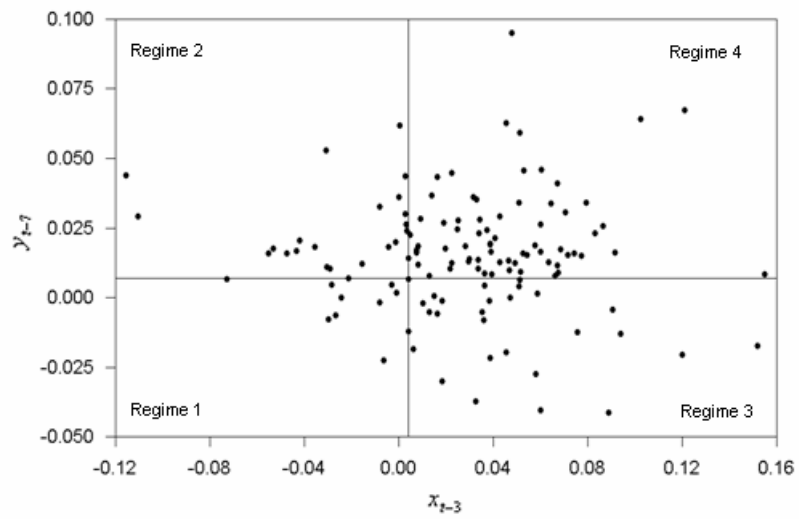


Gráfico 20: Hong Kong - Dispersão das variáveis de transição entre os quatro regimes

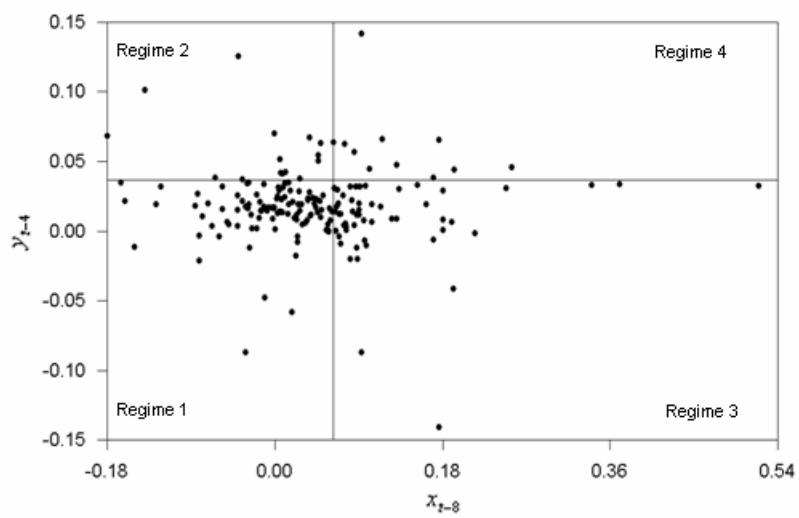


Gráfico 21: Coréia do Sul - Dispersão das variáveis de transição entre os quatro regimes

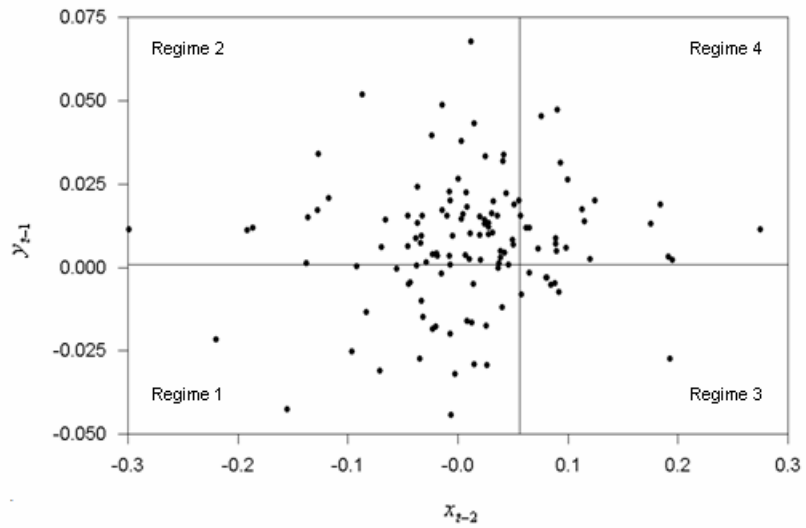


Gráfico 22: Brasil - Dispersão das variáveis de transição entre os quatro regimes

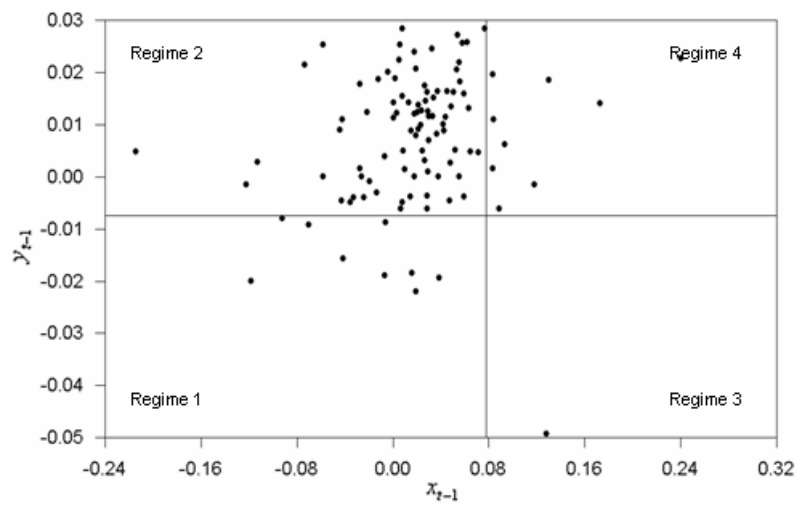


Gráfico 23: Chile - Dispersão das variáveis de transição entre os quatro regimes

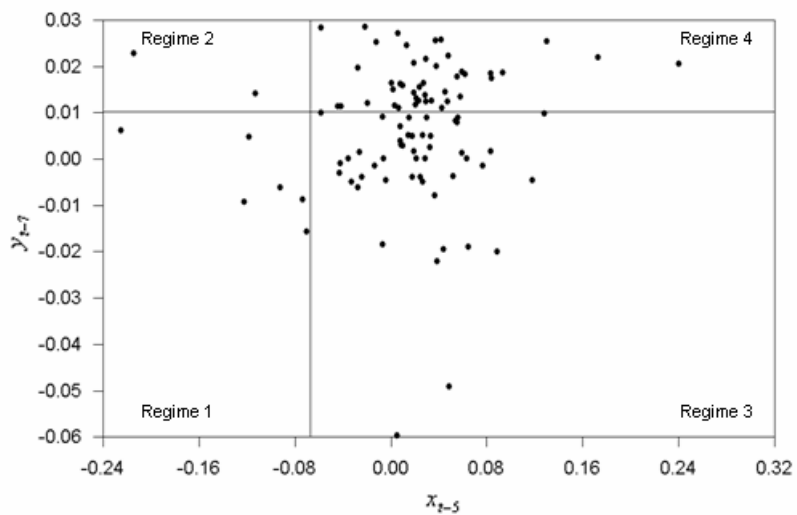


Gráfico 24: México - Dispersão das variáveis de transição entre os quatro regimes.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho se propôs a trazer novas contribuições empíricas ao estudo dos modelos de crescimento baseados nas exportações, vivenciados pelos países ao longo do tempo. A literatura teórica e empírica sobre esse tema é vasta, e o fato de haver outros autores que já escreveram extensivamente sobre o assunto, optou-se por realizar uma breve discussão sobre as principais questões envolvidas. Talvez a maior contribuição deste trabalho, juntamente a proposta empírica, foi tentar elucidar alguns aspectos gerais sobre a origem da não linearidade, promovida pelas exportações na trajetória de crescimento do produto.

O tratamento não linear aqui desenvolvido assumiu que a trajetória da taxa de crescimento do produto, ao longo do tempo, pode alternar entre quatro diferentes tipos de regimes. Cada um destes se caracteriza como uma combinação entre altas e baixas taxas de crescimento, tanto do produto, como das exportações. Portanto, esse enfoque possibilita expandir a análise, até então realizada, de que as contribuições das taxas de crescimento das exportações, às taxas de crescimento do produto, são lineares ao longo do tempo. E essa última perspectiva, implicitamente assume uma dinâmica temporal uniforme, bastante restritiva em termos da complexidade que ronda o padrão de desenvolvimento econômico de uma nação.

A origem dessa trajetória não linear pode ser encontrada em diversos aspectos da esfera econômica. Optou-se por dar um enfoque maior a questões ligadas ao comércio internacional, mais especificamente, aos deslocamentos de demanda de bens comercializáveis do país. Todavia, esse aspecto, por si só, não é suficiente para que haja não linearidade no sistema. Para tanto, é fundamental que haja uma combinação entre os deslocamentos de demanda mundial e as características da produção de cada país, sejam estruturais ou políticas. Tanto o grau de abertura comercial e especialização da pauta de exportação, assim como a magnitude das elasticidades renda da demanda dos setores de bens comercializáveis.

Um dos procedimentos empíricos adotados na literatura empírica para verificar o modelo de crescimento baseado nas exportações, é o teste de causalidade de Granger. Utilizando a estrutura do VAR, realiza-se o teste que permitirá refutar ou não a hipótese de que a variação trimestral das exportações origina melhorias ao poder de previsão da variação trimestral do PIB. E dessa maneira, é possível examinar o sentido de causalidade entre as duas variáveis.

Para incorporar a idéia de mudança de regimes foram utilizados os modelos MR-STVAR incorporando-se uma função de transição paramétrica logística, própria de modelos LSTR.

Como há quatro diferentes tipos de regimes, sendo que as variáveis de transição são y_{t-d} e x_{t-e} , foram adicionadas duas funções de transição logísticas em cada equação do modelo VAR, originando assim o MR-STVAR. A partir daí pode-se realizar o teste de causalidade de Granger e verificar se os *lags* das taxas de exportações entram conjuntamente significantes na equação do produto.

O modelo MR-STVAR foi estimado para os Estados Unidos, Canadá, Japão, Coréia do Sul, Brasil, Chile e México, além de Hong Kong. Para averiguar se cada equação do modelo VAR deveria incorporar as duas funções logísticas à sua especificação, foi realizado inicialmente um teste de razão de verossimilhança para $F(y_{t-d}, \gamma, c_1)$. Em todos os casos aqui analisados, a hipótese nula de um comportamento linear foi rejeitada. Após a estimação do VAR com dois regimes de crescimento, realizou-se um novo teste de razão de verossimilhança para múltiplos regimes. Os resultados, para todos os casos, indicaram a rejeição da hipótese nula para um comportamento não linear, com apenas uma função de transição. A partir daí, foram estimados o MR-STVAR por NLS.

Nessa perspectiva, foi possível refutar a hipótese nula, por meio do teste de causalidade de Granger, de que os coeficientes dos *lags* das exportações não são significantes na equação do produto, portanto, há evidências de ELG. Vale ressaltar que o sentido destacado aqui sobre ELG, neste trabalho, está estritamente relacionado à concepção de causalidade fornecida por Granger (1969), ou seja, ao aumento do poder preditivo da variação trimestral do produto.

Outro aspecto importante e fundamental que a estimação do MR-STVAR nos fornece, é a trajetória, ao longo do tempo, da alternância entre os regimes de crescimento. Assim, é possível constatar quais são os regimes de maior predominância em cada um dos oito casos selecionados. Quem determina a formação dos regimes são os *thresholds* estimados das duas funções de transição. Em geral países como Estados Unidos e Brasil, por possuírem um mercado interno amplo, apresentaram um número maior de observações no regime 2. Enquanto que Japão e Canadá, apresentaram predominância no regime 1, em larga medida devido as altas taxas de crescimento verificadas na década de 60 e 70 que não foram mantidas ao longo do tempo. No entanto, o fato de haver grande participação de trimestres no regime 3, pode ser uma indicação de uma sustentação de crescimento, a partir da década de 80, tenha sido baseada nas exportações. A Coréia do Sul também apresenta predominância no regime 1, devido aos mesmos motivos encontrados no caso canadense e japonês. Mas há também uma parcela significativa de trimestres no regime 3, uma vez que, para o caso coreano o *threshold* da segunda função de transição, não é considerado muito elevado. Uma das possíveis

explicações para esse fato pode estar relacionada às mudanças ocorridas na estrutura econômica do país nos últimos 30 anos.

Grande parte a variação trimestral do PIB de Hong Kong estão contidas nos regimes 3 e 4. O que indica que no período analisado, a trajetória do produto se propagou por meio de regimes de alto crescimento das exportações. De certo modo, essa situação já era esperada, uma vez que Hong Kong possui a maior relação PIB/exportações, além de ter sido beneficiada, ultimamente, pelo desempenho da economia chinesa.

O Chile apresentou alta participação de observações no regime 2, em larga medida, isso se deve, a sua pauta de exportações baseada em produtos minerais e combustíveis. Mesmo com a abertura comercial vivenciada pelo país a partir da década de 70, a estrutura produtiva, principalmente em bens comercializados, não foi muito alterada.

México apresenta alta participação de produtos manufaturados em sua pauta de exportações, e isso pode se refletir na predominância dos regimes 3 e 4. Somado a isso, o NAFTA possibilitou grande acesso dos produtos mexicanos no mercado norte-americano, maior importador mundial. É importante salientar que o país apresenta um mercado interno amplo, implicando em uma trajetória de crescimento baseada na conjunção entre mercado doméstico e exportações.

Fazendo uma análise mais recente do caso brasileiro, pode-se perceber que na primeira metade da década de 90 e após o ano 2000 o número de trimestres que estão inseridos no regime 4 é maior. Essa trajetória de crescimento baseada no alto crescimento das exportações foi, de certo modo, prejudicada, em virtude da política cambial adotada na segunda metade dos anos 90. Esse estado só foi revertido, a partir da desvalorização do câmbio, em 1999, indicando que as exportações brasileiras respondem com muita facilidade ao mecanismo de preços, e isso em larga medida, pode estar relacionado, a grande participação de produtos primários na pauta de exportações.

Deste trabalho, é possível tirar algumas implicações muito importantes em termos de políticas econômicas e no avanço da literatura sobre modelo Export-Led Growth em uma perspectiva não linear.

A primeira se refere à contribuição que o comércio internacional tem sobre a trajetória de crescimento do país. Medidas de políticas econômicas que visem maior abertura comercial, desde que haja maior especialização da pauta de exportações em produtos com alta elasticidade renda, pode trazer ganhos ao país, uma vez que, a entrada em um regime de alto crescimento, baseado nas exportações, tende a ocorrer sem a necessidade de patamares muito elevados de variações do montante exportado.

Em segundo lugar, a conjunção de políticas que visem promover crescimento baseado tanto na dinâmica doméstica, quanto externa, pode ser importante para países que possuem mercado interno amplo. Além do mais, a alternância da trajetória de crescimento, entre regimes baseados no mercado doméstico e mercado externo, dá opções ao país em como sustentar seu crescimento, caso ocorra reveses causados por choques externos negativos ou mesmo por desaceleração do ritmo interno de produção.

Em termos do avanço da utilização de modelos não lineares para verificar a relação entre exportações e produto, alguns resultados teóricos e empíricos que emergiram nesse trabalho podem ser aperfeiçoados. Em primeiro lugar, cada ponto discutido, sobre as origens da não linearidade na condução do crescimento baseado nas exportações, poderia merecer um tratamento mais extenso e detalhado. Alguns pontos merecem destaque como o papel da pauta da exportação nesse mecanismo e a evolução da estrutura produtiva e como isso resultou em benefícios tão ressaltados pela literatura sobre o comércio internacional.

Em segundo lugar, seria interessante uma análise que associasse o momento histórico a cada observação contida nos regimes de crescimento, ao longo do tempo. E por fim, a adição de outras variáveis macroeconômicas, como importação, formação de capital bruta e produtividade, podem trazer resultados complementares que ajudaram na tentativa de uma maior compreensão dos aspectos do modelo ELG.

REFERÊNCIAS

- AKAIKE, H. *A New Look at the Statistical Model Identification*. **IEEE Transactions in Automatic Control**. v. AC-19, p. 716-772, 1974.
- ALVES, D. C. O.; FALEIROS, J. P. M. Ciclos de Negócios em uma perspectiva não linear: Modelo Auto-Regressivo “Smooth Transition” para o Índice Geral de Produção Industrial Brasileiro e Bens de Capital. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, XXXIV, 2006, Salvador.*
- ANDERSON, H. M.; TERÄSVIRTA, T. *Characterizing Nonlinearities in Business Cycles Using Smooth Transition Autoregressive Models*. **Journal of Applied Econometrics**. Special Issue on Nonlinear Dynamics and Econometrics. v. 7, p. S119-S136, 1992.
- ARANGO, Luis E.; MELO, Luis F. *Expansions and contractions in Brazil, Colombia, and Mexico: A view through nonlinear models*. **Journal of Development Economics**. v. 80, p. 501-517, 2006.
- ARAUJO, Ricardo A.; LIMA, Gilberto Tadeu. *A Structural Economic Dynamics Approach to Balance-of-Payments-Constrained Growth*. **Cambridge Journal of Economics**. v. 31, p. 755-774, 2007.
- AWOKUSE, Titus O. *Causality between exports, imports, and economic growth: Evidence from transition economies*. **Economics Letters**. v. 94, p. 389-395, 2007.
- BAEK, Ehung G.; BROCK, William A. *A general test for nonlinear Granger Causality: Bivariate Model*. **Working Paper**. Iowa State University e University of Wisconsin.
- BAGHLI, Mustapha. *A model-free characterization of causality*. **Economics Letters**. v. 91, p. 380-388, 2006.
- BAHMANI-OSKOOEE, Mohsen *et al.* *Exports, growth and causality in LDCs*. **Journal of Development Economics**. v. 36, p. 405-415, 1991.
- BALASSA, B. *Exports and Economic Growth: Further Evidence*. **Journal of Development Economics**. v. 5, p.181-189, 1978
- BALASSA, B. *Exports, Policy Choices, and Economic Growth in Developing Countries after the 1973 Oil Shock*. **Journal of Development Economics**. V. 18, p. 23-35, 1985.
- BALKE, N. S.; FOMBY, T. B. *Large Shocks, Small Shocks, and Economic Fluctuations: Outliers in Macroeconomic Time Series*. **Journal of Applied Econometrics**. v. 9, p. 181-200, 1994.
- BELL, David *et al.* *A non-parametric approach to non-linear causality testing*. **Economic Letters**. v. 51, p. 7-18, 1996.
- BOLTHO, Andrea. *Was Japanese Growth Export-Led?* **Oxford Economic Paper**. v. 48, p. 415-432, 1996.

BOX, George E. P.; JENKINS, Gwilym M. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Revised Edition, San Francisco : Holden-Day, 1976.

BOX, G. E. P.; TIAO, G. C. *Intervention Analysis with Application to Economic and Environmental Problems*. **Journal of the American Statistical Association**. v. 70, p. 70-79, 1975.

BRADLEY, Michael D.; JANSEN, Dennis W. *Are Business Cycles Dynamics the Same Across the Countries? Testing Linearity around the Globe*. **Studies in Nonlinear Dynamic and Econometrics**. v. 4, n. 2, p. 51-71, 2000. Disponível em: <http://www.bepress.com/snede/vol4/iss2/art1>.

BRUTON, Henry J. Import Substitution. In: CHENERY, Hollis; SRINIVASAN, T.N. (org.). *Handbook of Development Economics*. Oxford : North-Holland, v. 2, p. 1601-1644, 1989.

_____. *A Reconsideration of Import Substitution*. **Journal of Economic Literature**. v. 36, n. 2, p. 903-936, 1998.

CARVALHO, Veridiana Ramos da Silva. **Restrição externa e a perda de dinamismo na economia brasileira: Investigando as relações entre estrutura produtiva e crescimento econômico**. São Paulo, 2005. Dissertação (Mestrado em Economia) - Programa de Pós-Graduação em Economia, Departamento de Economia, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.

DALUM, B. *et al.* *Does Specialization Matter for Growth?* **Industrial and Corporate Change**. v. 8, n.2, p. 267-288, 1999.

DARRAT, A.F. *Trade and Development: The Asian Experience*. **Cato Journal**. v. 6, p. 695-699, 1986.

DIJK, D. V. *et al.* *Testing for Smooth Transition Nonlinearity in the Presence of Outlier*, **Journal of Business & Economic Statistics**. v. 17, p. 271-234, 1999a.

DIJK, D. V. *et al.* *Modeling Multiple Regime in the Business Cycle*. **Macroeconomic Dynamics**. v. 3, p. 311-340, 1999b.

DIJK, D. V. *et al.* *Smooth Transition Autoregressive Models – A Survey of Recent Developments*. **Econometric Reviews**. v. 21, p. 1-47, 2002.

DIJK, D. V. *et al.* *The Effects of Institutional and Technological Change and Business Cycle Fluctuation on Seasonal Patterns in Quarterly Industrial Production Series*. **Econometrics Journal**. v. 6, p. 79-98, 2003.

DODARO, S. *Exports and Growth: a reconsideration of causality*. **Journal of Development Areas**. v. 27, p. 227-244, 1993.

EITRHEIM, Oyvind; TERASVIRTA, Timo. *Testing the adequacy of smooth transition autoregressive models*. **Journal of Econometrics**. v. 74, n. 1, p. 59-75, 1996.

EVANS, David. Alternative Perspective on Trade and Development. In: CHENERY, Hollis; SRINIVASAN, T.N. (org.). *Handbook of Development Economics*. Oxford : North-Holland, v. 2, p. 1242-1304, 1989.

FELIPE, J., LIM, J. *Export or Domestic-Led Growth in Asia*. **ERD Working Paper**. v. 69, 2005.

FEDER, G. *On Exports and Economic Growth*. **Journal of Development Economics**. v. 12, p. 59-73, 1982.

FOSTER, Neil. *Exports, growth and threshold effects in Africa*. **Journal of Development Studies**. v. 42, n. 6, p. 1056-1074, 2006.

FRANSES, Philip Hans; VAN DIJK, Dick. *Non-linear time series models in empirical finance*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

FRANSES et al. *Seasonal Smooth Transition Autoregression*. Econometric Institute Report 2000-06/A, 2000.

GHARTEY, Edward E. *Causal relationship between exports and economic growth: some empirical evidence in Taiwan, Japan and the US*. **Applied Economics**. v. 25, n. 9, p. 1145-1152, 1993.

GILES, Judith A.; WILLIAMS, Cara L. *Export-led Growth: A Survey of the Empirical Literature and Some Noncausality Results*. University of Victoria. Economics Working Paper. n. 9901, 1999.

GRANGER, C. W. J. *Investigating casual relations by econometric models and cross-spectral methods*. **Econometrica**. v. 37, p. 428-438, 1969.

GRANGER, C. W. J.; TERASVIRTA, T. *Modeling Nonlinear Economic Relationships*. New York: Oxford University Press, 1993.

GREENAWAY, David; SAPSFORD, David. Exports, Growth, and Liberalization: An Evaluation. *Journal of Policy Modeling*. v. 16, p. 165-186, 1994.

GROSSMAN, G. M.; HELPMAN, E. *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge: MIT Press, 1991.

HAUSMANN, Ricardo et al. *Growth Acceleration*. **Journal of Economic Growth**. v. 10, p. 303-329, 2005.

HERZER, Dierk et al. *Export-led growth in Chile: assessing the role of export composition in productivity growth*. **Developing Economies**. v. 44, n. 3, p. 306-328, 2006.

HENRIQUES, Irene; SADORSKY, Perry. *Export-Led Growth or Growth-Driven Exports? The Canadian Case*. **The Canadian Journal of Economics**. v. 29, n. 3, p. 540-555.

HIEMSTRA, Craig; JONES, Jonathan D. *Testing for Linear and Nonlinear Granger Causality in the Stock Price – Volume Relation*. **The Journal of Finance**. v. 49, n. 5, p. 1639-1664, 1994.

HIEMSTRA, Craig; KRAMER, Charles. *Nonlinearity and Endogeneity*. **Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics**. v. 2, n.3, p. 61-77, 1997.

HSIAO, Mei-chu W. *Test of Causality and Exogeneity between exports and Economic Growth: the case of asian NIC's*. **Journal Economic Development**. v. 12, p. 143-159, 1987.

HUTCHINSON, M.; SINGH, N. *Exports, non-Exports and Externalities: a Granger causality Approach*. **International Economic Journal**. v. 6, p. 79-94, 1992.

IMBS J.; WACZIARG R. *Stages of Diversification*. **The American Economic Review**. v. 93, n.1, p. 63-96, 2003.

JERZMANOWSKI, M. *Empirics of hills, plateaus, mountains and plains: A Markov-switching approach to growth*. **Journal of Development Economics**. v. 81, p. 357– 385, 2006.

JIN, Jang C.; YU, Eden S.H. *The causal relationship between exports and income*. **Journal of Economic Development**. v. 20, p. 131-140, 1995.

JONES, Benjamin F.; OLKEN, Benjamin A. *The Anatomy of Start-Stop Growth*. **NBER Working Paper**. n. 11528, Agosto, 2005.

JUNG, W. S.; MARSHALL, P. J. *Exports, Growth, and Causality in Developing Countries*. **Journal of Development Economics**. v. 18, p. 1-12, 1985.

KAVOUSSI, R. M. *Export Expansion and Economic Growth*. **Journal of Development Economics**. v. 14, p. 241-250, 1984.

KOHLI, I.; SINGH, N. *Exports and Growth: critical minimum effort and diminishing returns*. **Journal of Development Economics**. v. 30, p. 391-400, 1989.

KRUEGER, A. *Trade Policy as an Input Development*. **American Economic Review**. v. 70, n. 2, p. 288-292, 1980.

LI, Jing. *Testing Granger Causality in the presence of threshold effects*. **International Journal of Forecasting**. v. 22, p. 771-780, 2006.

MARIN, Dalia. *Is the Export-Led Growth Hypothesis Valid for Industrialized Countries?* **The Review of Economics and Statistics**. v. 74, n. 4, p. 678-688, 1992.

MCCOMBIE, J.; THIRLWALL, T. *Economic Growth and the Balance of Payments Constraint*. London: Macmillan, 1994.

MCCOMBIE, J. S. L.; THIRLWALL, A. P. Economic growth and the balance-of-payments constraint revisited. In: ARESTIS, Phillip et al. (org.). **Markets, Unemployment and Economic Policy**. Routledge, 1997.

MEDEIROS, Marcelo C. *et al.* **Linear Models, Smooth Transition Autoregressions and Neural Networks for Forecasting Macroeconomic Time Series: A Reexamination**. **International Journal of Forecasting**. v. 21, p. 755-774, 2005.

MICHAELY, M. *Exports and Growth: an empirical investigation*. **Journal of Development Economics**. v. 4, p. 49-54, 1977.

ÖCAL, N.; OSBORN, D. R. *Business Cycle Non-Linearities in UK Consumption and Production*. **Journal of Applied Econometrics**. v. 15, p. 27-43, 2000.

OCAMPO, J. *New developments in trade theory and LDCs*. **Journal of Development Economics**, v. 22, p. 129-170, 1986.

PANAYIOTIS A. R.; DIMITRIS K. C. *The Export-Output Growth Nexus: Evidence from African and Asian Countries*. **Journal of Policy Modeling**. v. 27, v. 8, p. 929-940, 2005.

PÉGUIN-FEISSOLLE, A.; Teräsvirta T. *A general framework for testing the Granger noncausality hypothesis*. **Working Paper Series in Economics and Finance**. Stockholm School of Economics, n. 343, 1999.

RAJAN, Raghuram G.; ZINGALES, Luigi. *The Persistence of Underdevelopment: Institutions or Constituencies?* **NBER**. Setembro, 2005.

RODRIK, D. *Trade Strategy, Investment and Export: Another Look at East Asia*. **National Bureau of Economic Research**. Working Paper 5339, 1995.

ROTHMAN, Philip *et al.* **Multivariate STAR Analysis of Money-Output Relationship**. **Macroeconomics Dynamics**. v. 5, p. 506-532, 2001.

SAKLIN, J.; TERASVIRTA, T. *Another Look at Swedish Business Cycles, 1861-1988*. **Journal of Applied Econometrics**. v. 14, p. 359-378, 1999.

SCHWARZ, G. *Estimating the Dimension of a Model*. **The Annals of Statistics**. v. 4, p. 461-464, 1978.

SHARMA, Subach C.; DHAKAL, Dharmendra. *Causal analysis between exports and economic growth in developing countries*. **Applied Economics**. v. 26, p.1145-1157.

STARTZ, Richard. *Growth States and Shocks*. **Journal of Economic Growth**. v. 3, p. 203-215, 1998.

SUNG-SHEN, Ni *et al.* *Causality between exports and economic growth: an empirical study*. **Journal of Economic Development**. v. 15, p.47-161, 1990.

TERASVIRTA, T. *Specification, Estimation, and Evaluation of Smooth Transition Autorregressive Models*. **Journal of the American Statistical Association**. v. 89, p. 208-218, 1994.

THIRWALL, A.P. *The Nature of Economic Growth*. Cheltenham, UK: Edgard Elgar, 2002.

TSAY, R. S. *Time Series Model Specification in the Presence of Outliers*. **Journal of American Statistical Association**. v. 81, p. 132-141, 1986.

TSAY, R. S. *Outliers, Level Shifts, and Variance Changes in Time Series*. **Journal of Forecasting**. v. 7, p. 1-20, 1988.

WEISE, Charles L. *The Asymmetric Effects of Monetary Policy: A Nonlinear Vector Autoregression Approach*. **Journal of Money, Credit and Banking**. v. 31, n. 1, p. 85-108, 1999.

WESTPHAL, Larry E. *Industrial Policy in an Export Propelled Economy: Lessons From South Korea's Experience*. **The Journal of Economic Perspectives**. v. 4, n.3, p. 41-59, 1990.

WYLIE, Peter J. *Infrastructure and Canadian Economic Growth 1946-1991*. **The Canadian Journal of Economics**. v. 29, p. S350-S355, 1996.

ANEXOS**ANEXO A – TESTE PARA MÚLTIPLOS REGIMES**

ANEXO A

Reescrevendo STVAR(p) em (4), como sistema de equação,

$$\begin{cases} y_t = H_1 + v_1 \\ x_t = H_2 + v_2 \end{cases}$$

$$\text{tal que, } \begin{cases} H_1 = \mu_{11} + \phi_{11} w_{11t} + (\mu_{21} + \phi_{21} w_{21t}) \times F(y_{t-d}, \gamma_{11}, c_{11}) \\ H_2 = \mu_{12} + \phi_{12} w_{11t} + (\mu_{22} + \phi_{22} w_{22t}) \times F(y_{t-d}, \gamma_{21}, c_{21}) \end{cases}$$

assim, $w_{11t} = w_{21t} = w_{12t} = w_{22t} = (y_{t-1}, \dots, y_{t-p}, x_{t-1}, \dots, x_{t-p})$ e $v = (v_1, v_2)$ são ruídos brancos com média zero e variância constante. De acordo com a equação (4) no texto, o cálculo de $\nabla \hat{H}(y_t; \theta_1) = \partial \hat{H}(y_t; \hat{\theta}_1) / \partial \theta_1$ é dado por,

$$\partial \hat{H}_1 / \partial \mu_{11} = 1 \tag{A.1}$$

$$\partial \hat{H}_1 / \partial \phi_{11} = w_{11t} \tag{A.2}$$

$$\partial \hat{H}_1 / \partial \mu_{21} = F(y_{t-d}, \hat{y}_{11}, \hat{c}_{11}) \tag{A.3}$$

$$\partial \hat{H}_1 / \partial \phi_{21} = w_{21t} F(y_{t-d}, \hat{y}_{11}, \hat{c}_{11}) \tag{A.4}$$

$$\partial \hat{H}_1 / \partial \gamma_{11} = (1 + \exp\{-\hat{\gamma}_{11}(y_{t-d} - \hat{c}_{11})\})^{-2} \exp\{-\hat{\gamma}_{11}(y_{t-d} - \hat{c}_{11})\} (y_{t-d} - \hat{c}_{11}) \phi'_{21} w_{21t} \tag{A.5}$$

$$\partial \hat{H}_1 / \partial c_{11} = \hat{\gamma}_{11} (1 + \exp\{-\hat{\gamma}_{11}(y_{t-d} - \hat{c}_{11})\})^{-2} \exp\{-\hat{\gamma}_{11}(y_{t-d} - \hat{c}_{11})\} \phi'_{21} w_{21t} \tag{A.6}$$

$$\partial \hat{H}_2 / \partial \mu_{12} = 1 \tag{A.7}$$

$$\partial \hat{H}_2 / \partial \phi_{12} = w_{12t} \tag{A.8}$$

$$\partial \hat{H}_2 / \partial \mu_{22} = F(y_{t-d}, \hat{y}_{21}, \hat{c}_{21}) \tag{A.9}$$

$$\partial \hat{H}_2 / \partial \phi_{22} = w_{22t} F(y_{t-d}, \hat{y}_{21}, \hat{c}_{21}) \tag{A.10}$$

$$\partial \hat{H}_2 / \partial \gamma_{21} = (1 + \exp\{-\hat{\gamma}_{21}(y_{t-d} - \hat{c}_{21})\})^{-2} \exp\{-\hat{\gamma}_{21}(y_{t-d} - \hat{c}_{21})\} (y_{t-d} - \hat{c}_{21}) \phi'_{22} w_{22t} \tag{A.11}$$

$$\partial \hat{H}_2 / \partial c_{21} = \hat{\gamma}_{21} (1 + \exp\{-\hat{\gamma}_{21}(y_{t-d} - \hat{c}_{21})\})^{-2} \exp\{-\hat{\gamma}_{21}(y_{t-d} - \hat{c}_{21})\} \phi'_{22} w_{22t} \tag{A.12}$$