

APLICAÇÃO DA MODELAGEM ESTRUTURAL PARA AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO PRODUTO INTERNO BRUTO BRASILEIRO

Gustavo Santos Raposo

PUC-RJ: Departamento de Engenharia Elétrica - DEE
Rua Marquês de São Vicente, 225 - Gávea, Cep:22453-900 – Rio de Janeiro
E-mail: gstraposo@algorithmics.com.br

Giuliano Iorio

PUC-RJ: Departamento de Engenharia Industrial - DEI
Rua Marquês de São Vicente, 225 - Gávea, Cep:22453-900 – Rio de Janeiro
E-mail: giulianoiorio@ig.com.br

Ubiratan J. Iorio

UERJ: Faculdade de Ciências Econômicas
Rua São Francisco Xavier, 524 – sala 8019/B
E-mail: uioorio@uerj.br

Resumo

No presente trabalho, a partir do emprego das técnicas de modelagem estrutural, procurar-se-á analisar o comportamento do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro no período compreendido entre janeiro de 1980 e dezembro de 2001. O principal objetivo do estudo proposto será definir o modelo estrutural univariado que melhor explica o comportamento desta variável, apresentando, portanto, o melhor ajuste dentro da amostra (*in-sample*).

Além do estabelecimento do referido modelo, deverá ser investigada a influência do Plano Real no desempenho da economia brasileira, a partir de junho de 1994 (início do plano). Ainda no que diz respeito ao presente estudo, o modelo proposto deverá ser comparado ao apresentado por Clark (1989) para o PIB norte-americano;

Assim, o estudo mostra as etapas que compõem o arcabouço analítico proposto, enfatizando as fases de estimação e os testes estatísticos para escolha do modelo mais adequado aos dados utilizados.

Palavras-chave: séries temporais, modelos estruturais e filtro de Kalman.

Abstract

This paper focuses in the analysis of Brazilian GDP making use of state space models. The main objective is to define the univariate model that explains the interest variable behavior for the period between January – 1980 to December – 2001. Thus, the modeling capability is evaluated according to the in-sample error.

Besides the establishment of the referred model, it'll be investigated the influence of Real Plan in the growth rate of Brazilian economy after its adoption in June – 1994. This paper also presents a comparison between the results of the best univariate model selected and the one proposed by Clark (1989) when modeling the North-America GDP.

In that way, this article shows the different steps followed during the modeling process, emphasizing the phases related to estimation and statistical tests.

Keywords: time series, space state models and Kalman filter

1. Introdução

O PIB de um país é o valor dos bens e serviços finais produzidos por este. É contabilizado como parte integrante do PIB apenas o valor adicionado ao bem em cada fase do processo produtivo, isto é, da cadeia produtiva – sendo, portanto, o PIB igual ao somatório dos valores acrescentados ao bem (valor de venda - custo), o que garante a não existência de dupla contabilização dos bens intermediários – aqueles que entram na composição do bem final.

Os dados do PIB são utilizados, na prática, como medida de quanto se está efetivamente produzindo, mas é bastante questionável sua utilização também como uma das medidas de bem-estar dos residentes de um país, tendo em vista que aumentos no PIB não significam necessariamente que todos os cidadãos estejam melhorando de vida, já que ele pode ocorrer de um modo concentrado em alguns setores da economia e/ou da população.

De qualquer forma, a medição do PIB é uma das tarefas mais importantes do ponto de vista macroeconômico, já que as taxas de crescimento de todas as economias do mundo são medidas exatamente pelas variações percentuais do PIB ano a ano. Define-se o crescimento auto-sustentado como uma ampliação contínua na capacidade de gerar oferta por parte do sistema produtivo de uma economia, o que significa o mesmo que um aumento generalizado no estoque de capital – físico, humano e tecnológico – do país.

O trabalho se divide em quatro etapas. Na primeira, procuramos esclarecer as principais metas e objetivos do estudo. Na segunda, apresentamos, em linhas gerais, parte da teoria que envolve a modelagem estrutural. A terceira etapa tem por objetivo expor o estudo de caso proposto, enfatizando-se os resultados e comparações efetuadas. Por fim, na última etapa, tecemos os comentários finais e as conclusões do estudo.

2. Modelagem

A teoria de Modelos Estruturais está baseada na decomposição de séries temporais não estacionárias em variáveis não observáveis que possuem interpretação direta, tais como tendência, sazonalidade e ciclo.

Os componentes de uma série temporal podem ser determinísticos (permanecem inalterados ao longo do tempo - globais) ou estocásticos (evoluem probabilisticamente ao longo do tempo - locais), sendo estimados a partir de um algoritmo recursivo denominado Filtro de Kalman.

2.1 Etapas para definição do modelo

Pode-se distinguir diferentes etapas dentro do processo de modelagem:

- 1) **Especificação inicial:** corresponde à fase em que é realizado um julgamento inicial, com relação aos componentes presentes na série de interesse, quer seja devido a um prévio conhecimento da própria série, quer seja a partir da inspeção de determinadas “informações técnicas” (correlograma, *spectro*, etc...);
- 2) **Estimação:** uma vez especificado o modelo, deve-se promover a estimação de suas componentes. Caso ocorra algum tipo de problema de convergência, este deve ser tomado como indicador de uma especificação “pobre”, ou excesso de parâmetros na definição do modelo;
- 3) **Investigação dos resultados:** deve-se proceder à verificação dos resultados da etapa de estimação, de forma a identificar variáveis estatisticamente não significantes, ou, mesmo, a natureza das componentes do modelo proposto (local ou global);

- 4) **Análise dos resíduos:** deve-se analisar cuidadosamente os resíduos obtidos a partir do modelo previamente estabelecido, de forma a assegurar que a modelagem proposta tem a capacidade de capturar toda a dinâmica observada na série em estudo;
- 5) **Testes de aderência:** deve-se verificar não só a adequação do modelo aos dados amostrais, como também a capacidade preditiva do mesmo. Problemas nesta etapa podem ter diversas causas, sendo a mais comum o elevado número de parâmetros (modelo hiperparametrizado – redução dos graus de liberdade).

2.1.1 Especificação inicial

Conforme já mencionamos, esta fase consiste numa etapa exploratória, onde, a partir de uma análise preliminar da série (características da variável de interesse e “informações técnicas” disponíveis), estará sendo proposto um modelo inicial, que será em seguida testado e, caso haja necessidade, refinado.

Características da variável de interesse: O PIB é composto não só dos bens produzidos, como também da venda de serviços. A série de PIB representa, em linhas gerais, como vimos, o crescimento econômico de um país. Desse modo, espera-se que a produção corrente (insumo básico para aferição do PIB) esteja ligada a eventos sazonais, devido ao aquecimento da economia em determinadas épocas (meados do ano, suprimindo a demanda por bens e serviços que ocorre na época de festas) e posterior queda, principalmente nas festas de fim de ano e período de férias como natal, reveillon, carnaval, etc...Tais eventos, denominados na literatura de “flutuações cíclicas”, caracterizam-se por serem de curto prazo e por estarem geralmente associados, além dos aspectos sazonais mencionados, às políticas macroeconômicas de contração e de expansão da demanda agregada.

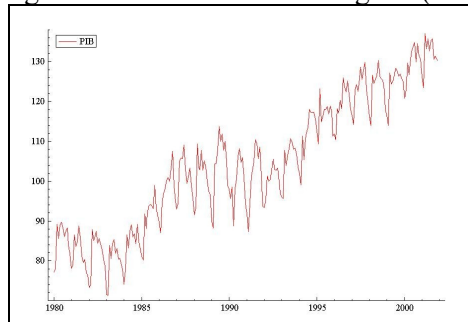
Além desse fato, costuma-se considerar a existência de uma tendência de crescimento, ou “taxa natural” de crescimento, que se caracteriza por ser um fenômeno de longo prazo e associado à oferta agregada, que é fortemente influenciada pelos fluxos de investimentos, gerando acumulação de capital.

Muitos economistas afirmam que, a partir da adoção do Plano Real, houve uma alteração significativa no ritmo do crescimento econômico brasileiro. Neste trabalho, esperamos verificar essa proposição. Além disso, a partir da análise do comportamento do PIB, pretendemos verificar a ocorrência dos chamados ciclos econômicos, que ocorrem de maneira regular com periodicidade superior a 12 meses (série mensal).

Informações técnicas: Antes de propor o modelo a ser testado inicialmente, tendo por base apenas o conhecimento das características da variável em estudo, deve-se analisar cuidadosamente alguns “resultados técnicos” inerentes ao que se pode definir como “fase exploratória dos dados”. Dentre estes, serão avaliados: gráfico da série original, correlograma e espectro.

A figura 1 apresenta o gráfico da evolução do PIB brasileiro dentro do período a ser estudado.

Figura 1 – Gráfico da série original (PIB)



Conforme pode ser observado, algumas características se evidenciam. São elas: tendência crescente; sazonalidade anual; heterocedasticidade; alteração no comportamento da tendência em meados de 1994 (Plano Real).

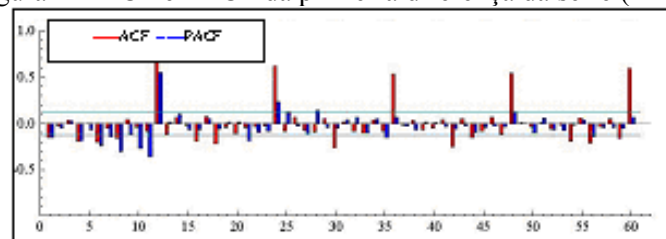
Devido à heterocedasticidade, e de forma a homogeneizar a série, propomos a utilização da transformação logarítmica. Assim, deste ponto em diante, trabalharemos diretamente com a série transformada. A apresentação dos resultados será feita a partir da aplicação da transformação inversa (anti-log ou exponencial).

Convém lembrar que o fato da série de dados ser não *gaussiana*, não invalida os procedimentos de análise subseqüentes, dentre eles o processo de estimação do vetor de estados. Na realidade, o vetor de estados estimado corresponderá ao melhor estimador linear para os dados analisados, porém não se pode garantir variância mínima (o limite inferior de Cramer-Rao não é atingido). Caso este seja o objetivo, dever-se-ia levantar a distribuição dos estados para a implementação do Filtro de Kalman através de técnicas de simulação.

Agora, já com a série transformada, buscam-se evidências com relação à existência de algum componente sazonal.

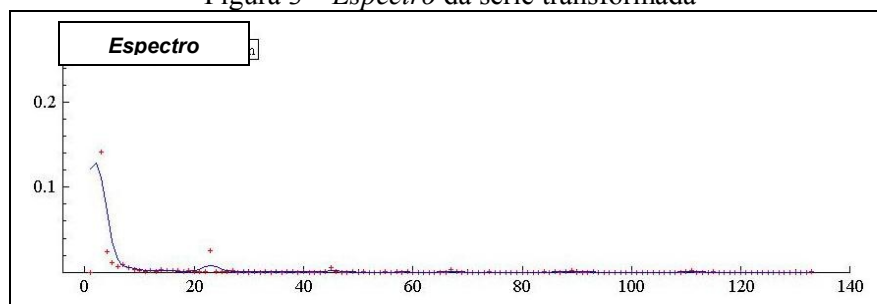
A partir da análise gráfica (figura 2) da função de autocorrelação (ACF) e autocorrelação parcial (PACF) dos dados referentes à primeira diferença da série transformada (LPIB) - uma vez que a série LPIB mostra-se não estacionária - pode-se constatar, de fato, a presença da dependência sazonal.

Figura 2 – ACF e PACF da primeira diferença da série (DLPIB)



A partir da análise do *espectro* da série transformada, pode-se inferir sobre a presença ou não dos ciclos econômicos. Como pode ser observado na figura 3, não existem indícios que comprovem a existência de tais ciclos na economia brasileira.

Figura 3 – *Espectro* da série transformada



Com base nos resultados apresentados nesta fase, propomos que seja testado, num primeiro momento, o modelo estrutural contendo os componentes observados na etapa correspondente à exploração inicial dos dados, ou seja, tendência estocástica (nível e inclinação), sazonalidade estocástica e termo irregular. A componente relativa à mudança da taxa de crescimento da economia brasileira, no período posterior à adoção do Plano Real, deverá ser incorporada posteriormente, caso haja indícios de sua presença – análise dos resíduos das componentes.

2.1.2 Estimação

Assim, o processo de estimação fará uso do seguinte modelo:

Equação das observações:

$$y_t = \mu_t + \gamma_t + \varepsilon_t$$

Equação do estado:

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \beta_{t-1} + \eta_t$$

$$\beta_t = \beta_{t-1} + \delta_t$$

$$\gamma_t = \sum_{j=1}^{S-1} \gamma_{t-j} + \omega_t$$

$$t = 0, 1, \dots, 264$$

onde: Y_t é o processo estocástico que rege a evolução do logaritmo neperiano do PIB brasileiro; μ_t é o processo estocástico que rege a dinâmica da componente de tendência; β_t é o processo estocástico da inclinação da tendência; γ_t é o processo estocástico da componente de sazonalidade; S corresponde ao período sazonal ($S=12$, série mensal); $\varepsilon_t \sim \text{NID}(0, \sigma_\varepsilon^2)$; $\eta_t \sim \text{NID}(0, \sigma_\eta^2)$; $\delta_t \sim \text{NID}(0, \sigma_\delta^2)$; $\omega_t \sim \text{NID}(0, \sigma_\omega^2)$; os quatro últimos ruídos são independentes entre si.

Com relação ao processo de estimação dos parâmetros, pode-se citar:

- O processo de estimação apresentou convergência “muito forte”, após a realização de cinco interações;
- A hipótese de normalidade é rejeitada;
- Não existem indícios de heterocedasticidade;
- Resíduos independentes.

2.1.2 Investigação dos resultados

A etapa de investigação dos resultados levará em conta os valores obtidos para cada componente em estudo, dentro da fase de estimação. A seguir, serão apresentados os principais resultados, seguidos de uma breve explicação.

Tabela 1 – Desvio padrão dos resíduos

Desvio padrão dos resíduos		
Componente	LPIB	q-ratio
Irregular	0,000120	0,316
Nível	0,000379	1,000
Inclinação	0,000000	0,000
Sazonalidade	0,000000	0,011

Pela análise da tabela 1, pode-se concluir que o algoritmo de estimação dos parâmetros indica comportamento determinístico para a inclinação da tendência e para a componente sazonal, uma vez que suas variâncias assumiram valores praticamente nulos;

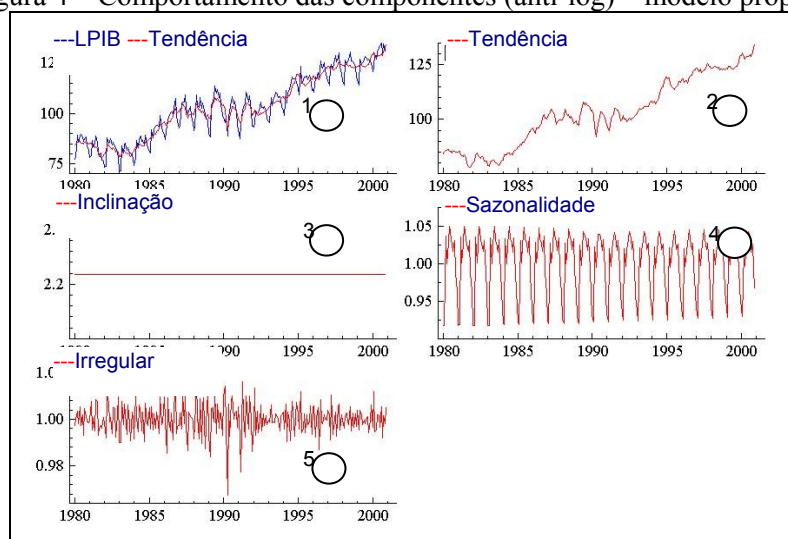
Tabela 2 – Vetor de estados “final” (LPIB)

Variáveis	Coefficientes	R.m.s.e.	t-value	P-Valor
Lvl	4.90720	0.0114570	428.3100	0.0000
Slp	0.00190	0.0012309	1.5451	0.1236
Sea_1	-0.03990	0.0073124	-5.4571	0.0000
Sea_2	-0.00704	0.0070996	-0.9919	0.3223
Sea_3	0.02671	0.0070972	3.7637	0.0002
Sea_4	0.01661	0.0070970	2.3402	0.0201
Sea_5	0.03326	0.0070957	4.6879	0.0000
Sea_6	0.04416	0.0070946	6.2245	0.0000
Sea_7	0.03074	0.0070947	4.3332	0.0000
Sea_8	0.02043	0.0070964	2.8787	0.0044
Sea_9	0.00182	0.0071003	0.2567	0.7977
Sea_10	0.01824	0.0071063	2.5670	0.0109
Sea_11	-0.07612	0.0071110	-10.7040	0.0000

A partir da tabela 2, pode-se concluir que a inclinação da tendência não se mostra significativa (nível de significância de 90%), porém, neste momento, ainda não se irá propor a retirada do parâmetro do modelo. Apesar disso, não se pode negar a existência de indícios neste sentido. Além disso, o modelo aponta o valor do nível estimado – 135.256 e a taxa de crescimento do mesmo – 2.28218% a.a.

- A figura 4 apresenta 5 gráficos utilizados para análise das componentes do modelo proposto:

Figura 4 – Comportamento das componentes (anti-log) – modelo proposto



Pode-se observar que o modelo proposto foi eficaz em reconhecer as quedas e mudanças de inclinações verificadas na série em estudo. Tal fato pode ser comprovado pela análise gráfica da componente de tendência (figura 4, gráfico 1 e 2), no qual se observa um acompanhamento bem eficaz da trajetória da série, inclusive em períodos atípicos (diferentes planos econômicos). Além disso, a tendência estimada também reproduziu, de maneira satisfatória, o crescimento da economia brasileira com o passar dos anos.

Ainda na figura 4, podemos visualizar no gráfico 4 o comportamento determinístico da componente sazonal. Com relação ao componente irregular (resíduo da equação das observações), podemos notar ocorrências atípicas no início de 1990 (figura 4, gráfico 5).

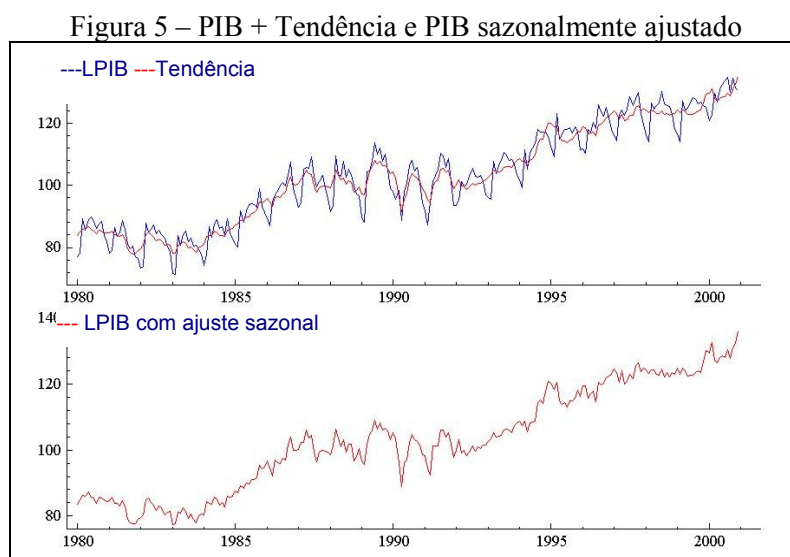
Em seguida é apresentada, de maneira sucinta, a interpretação econômica dos fatos observados até o presente momento.

→ **Tendência crescente:** A hipótese de que a economia brasileira experimentou no período observado, um razoável ritmo de crescimento, acompanha as análises de tendências macroeconômicas gerais realizadas por diversos estudiosos;

→ **Taxa de crescimento determinística:** Esta hipótese contraria o que era previamente esperado, ou seja, uma inclinação estocástica que pudesse acompanhar a alteração da taxa de crescimento possivelmente ocasionada, por exemplo, pela adoção do Plano Real em junho de 1994 (figura 4, gráfico 3);

→ **Componente sazonal significativa:** De acordo com o esperado, a componente sazonal do PIB se mostrou significativa do ponto de vista estatístico. Conforme dito, a economia sofre um aquecimento que se inicia em março, se estendendo até o final de outubro, onde tem início o período ligado às festas de fim de ano e época de férias; tal período de baixa vai até final de fevereiro, com o carnaval.

Na Figura 5 são apresentados os gráficos da componente de tendência sobreposta à série do PIB e da série do PIB sazonalmente ajustada (foi utilizada a transformação anti-log). Podemos perceber de maneira mais clara a boa aderência do modelo proposto.



2.1.4 Análise dos resíduos

Nesta etapa serão investigados os resíduos dos componentes considerados no modelo proposto. Buscaremos evidências de *outliers* (eventos esporádicos) e quebras estruturais – como a colocada em relação à taxa de crescimento da economia brasileira.

A etapa tem início pela inspeção visual dos resíduos das componentes, bem como da função de autocorrelação (FAC).

Figura 6 – Resíduos das componentes do modelo proposto

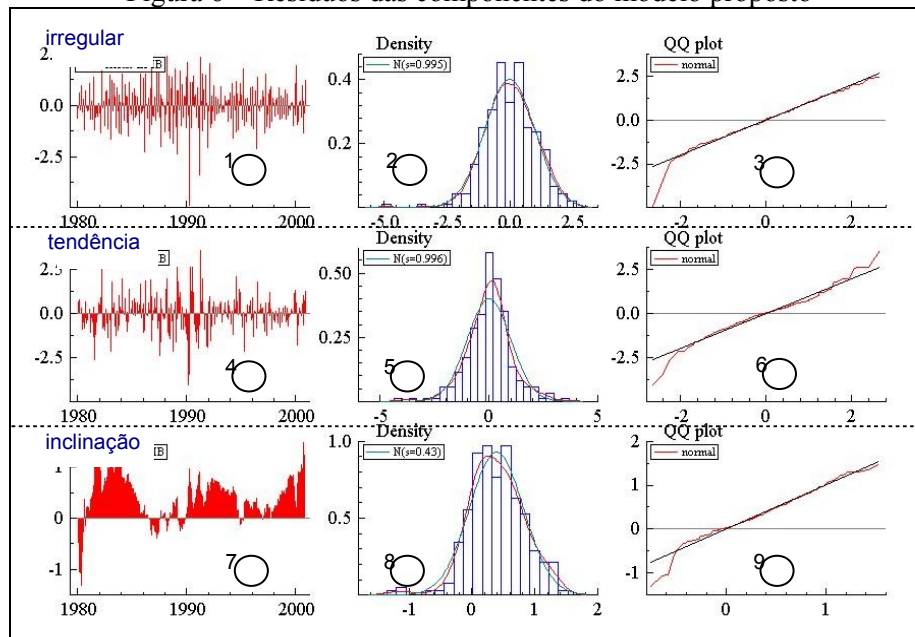
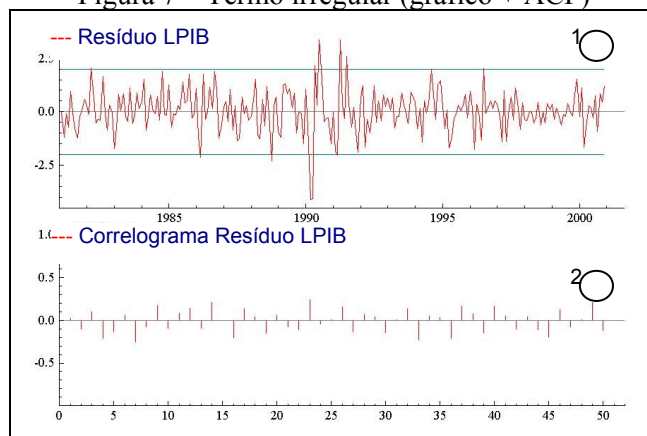


Figura 7 – Termo irregular (gráfico + ACF)



Pode-se notar que o parâmetro referente ao nível da componente da tendência (figura 6, gráfico 1) apresenta indícios de possível quebra estrutural, sendo os valores atípicos (possíveis *outliers* da componente): Março de 1990 e Abril de 1991, ou seja, por ocasião dos conjuntos de medidas macroeconômicas que ficaram conhecidos como Planos Collor I e II.

Com relação ao componente irregular (figura 6, gráfico 1), apenas um valor atípico pode ser observado (Abril de 1994), em pleno período de forte aceleração da inflação.

Cabe observar, ainda, que os testes de normalidade realizados, tomando-se por base as variáveis analisadas (resíduo das componentes: irregular, inclinação e nível), apresentaram forte rejeição com relação à hipótese de distribuição gaussiana dos dados (excesso de curtose). Na figura 6, os gráficos 2, 5 e 8 apresentam o histograma dos resíduos comparado à densidade de uma normal e os gráficos 3, 6 e 9 o QQ plot.

Além disso, podemos perceber que o componente irregular não apresenta correlação serial (figura 7, gráficos 1 e 2), nem tampouco vício, tendendo para um ruído branco, conforme esperado.

Neste momento, tomando por base o que foi até então apresentado, proporemos algumas alternativas de modelagem, dentre as quais estará presente a inclusão de variável de intervenção do tipo *staircase*, de forma a identificar alterações na taxa de crescimento do PIB.

Modelo alternativo 1: Tendência (nível e inclinação estocástica) + sazonalidade estocástica + variável de intervenção (*staircase*).

Observação: Este modelo tem por finalidade analisar a influência do Plano Real no ritmo de crescimento da economia brasileira (apesar de não haver indícios com relação à presença de *outliers* na componente de inclinação da tendência).

Modelo alternativo 2: Tendência (nível e inclinação estocástica) + sazonalidade estocástica + variável de intervenção (*outliers* – nível e irregular).

Resultados obtidos:

- **Modelo alternativo 1:**

A partir da análise dos resultados obtidos para o modelo alternativo 1 podemos de fato verificar que a adoção do Plano Real (junho de 1994) não ocasionou alteração significativa no ritmo de crescimento da economia brasileira. Para tal, realizamos testes de significância estatística, os quais, para o nível de confiança de 90% aceitaram a hipótese de valor nulo para o coeficiente relacionado à variável de intervenção incorporada ao modelo (p-valor = 61.97%)

Além deste fato, os resultados referentes à aderência do modelo apresentaram uma deterioração, se comparados aos do primeiro modelo proposto (tabela 3).

- **Modelo alternativo 2:**

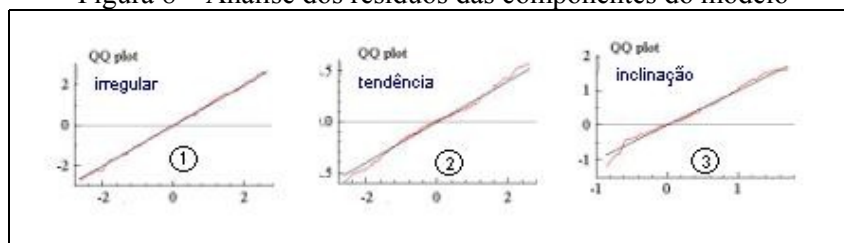
Os resultados obtidos inicialmente para o modelo alternativo 2 comprovaram a significância estatística das quebras estruturais (*outliers* – componente nível). Porém, o *outlier* (equação das observações) não se mostrou relevante (p-valor = 12.54%).

Na condução da fase de análise dos resíduos, pode-se constatar indícios de *outlier*, correspondentes à observação datada de abril de 1990, o que pôde ser verificado pela inspeção visual do componente irregular (figura 6, gráfico 1 e figura 7, gráfico 1). Assim, foi proposta a substituição da componente estatisticamente não significativa, de forma a tornar possível a análise deste novo parâmetro.

Após a execução da referida substituição pode-se comprovar a redução do excesso de curtose nos resíduos tanto das componentes (figura 8), quanto da própria variável de interesse, ocasionando a aceitação da hipótese de normalidade (teste de Jarque-Bera) dos processos.

Ainda com relação à inclusão das variáveis de intervenção, os resultados dos testes de aderência (in-sample) do presente modelo foram os melhores dentre todos os anteriormente propostos (tabela 3).

Figura 8 – Análise dos resíduos das componentes do modelo



- **Componente irregular:**
Jarque-Bera = 0.5507 (p-valor = 75.93%)
- **Componente nível:**
Jarque-Bera = 3.9943 (p-valor = 13.57%)
- **Componente inclinação:**

Jarque-Bera = 1.1664 (p-valor = 55.81%)

Dessa forma, ficou comprovada a existência de duas quebras estruturais na componente de tendência (nível) e um outlier (componente irregular). Pode-se justificar a mudança de comportamento da variável de interesse nos instantes de tempo mencionados anteriormente, a partir de fatos históricos observados. São eles:

- 1) Março de 1990: Plano Collor I - com a abertura do mercado brasileiro aos produtos importados, a indústria nacional, habituada ao protecionismo e à escassez de competição, além de fortemente onerada por elevados encargos tributários e trabalhistas, se encolheu devido à forte concorrência de produtos mais sofisticados e produzidos a custos mais baratos no exterior. Além deste fato, houve o bloqueio de cerca de oitenta por cento dos ativos financeiros (M4), que certamente contribuiu significativamente tanto para a descapitalização do sistema produtivo como para a redução do poder de compra da população. Na realidade, o Plano Collor I talvez tenha sido a primeira experiência registrada na História Econômica de um choque de demanda e de oferta aplicados por um governo de forma simultânea. Com isso, pode-se observar uma redução do PIB neste período;
- 2) Abril de 1991: Plano Collor II - a adoção de mais um plano econômico, com mais um congelamento de preços (o quinto em um quinquênio) e mais uma mudança de moeda, gerou uma situação de pessimismo que acabou levando à substituição da equipe econômica. O novo ministro tratou de estabelecer um programa de recuperação da credibilidade externa do Brasil, solapada por quatro moratórias externas (explícitas ou implícitas), desde o Plano Cruzado, em fevereiro de 1986. A postura e a credibilidade externa do novo ministro levou a uma melhora, nos meses seguintes, do panorama interno, caracterizando um período de aquecimento da economia.

2.1.5 Testes de aderência

Com base nos resultados dos testes de aderência (in-sample - dentro da amostra), pode-se inferir sobre o modelo ótimo a ser proposto para o PIB brasileiro. Seguem os resultados comparativos dos testes processados.

Tabela 3 – Testes de aderência *in-sample*

Medidas de aderência	Modelo 1	Modelo Alternativo 1	Modelo Alternativo 2
Variância do erro de previsão	0.0659%	0.0658%	0.0535%
Desvio médio do erro de previsão	0.0484%	0.0482%	0.0405%
Critério de informação de Akaike (AIC)	-7.19791	-7.19104	-7.38218
Critério de informação Baysiano (BIC)	-6.97382	-6.95295	-7.11607

Conforme já colocado, a inclusão das variáveis de intervenção ocasiona uma melhora nas medidas de ajuste in-sample; em paralelo, os testes de normalidade dos resíduos das componentes passam a ser aceitos.

Neste momento deve-se, em princípio, fazer uso dos critérios de informação, uma vez que os modelos (de mesma natureza) apresentam diferentes números de parâmetros a serem estimados e, conseqüentemente, diferentes graus de liberdade. Ambos os critérios (AIC e BIC) apontam para o modelo alternativo 2.

Assim, tendo em vista todas as análises executadas até o presente momento, pode-se concluir que, a partir dos dados analisados no presente trabalho, a formulação estatística final proposta será aquela testada quando da formulação do modelo alternativo 2.

3. Comparação com o modelo de Clark:

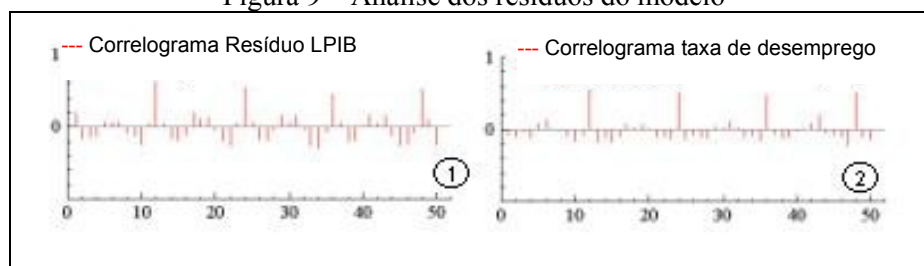
O modelo proposto por Clark tem por objetivo principal a obtenção de estimativas mais robustas e precisas para a componente cíclica do PIB. Para tal, faz uso do modelo multivariado, que referencia, além da variável de interesse – PIB - uma determinada série temporal, que represente, de uma maneira satisfatória, o ciclo dos “negócios”. Dentre os possíveis candidatos, Clark indica a utilização da série de desemprego.

Assim, nesta etapa do trabalho, a metodologia proposta por Clark será implementada, tomando-se por base dados relacionados à economia brasileira. O trabalho não objetiva detalhar todas as etapas referentes a tal implementação, ficando, dessa forma, focado nos resultados dos testes de ajuste no período amostral.

As componentes que fazem parte do modelo proposto por Clark são: nível estocástico, inclinação estocástica, ciclo e o termo irregular.

Os resultados mostram que o modelo, conforme definido por Clark, não captura o efeito sazonal existente nos dados referentes à economia brasileira – autocorrelação no defasamento correspondente ao período sazonal se mostra significativa (figura 9, gráfico 1 - PIB e gráfico 2 - desemprego);

Figura 9 – Análise dos resíduos do modelo



Assim, o modelo de Clark, quando comparado ao modelo final proposto no presente trabalho, se mostra inferior, sob o ponto de vista de aderência à série temporal de interesse (in-sample e out-of-sample). Contrariando o que era esperado, o modelo univariado, apresenta resultados mais acurados, apontando para uma ineficiência, no tocante à implementação da proposta de Clark à realidade econômica brasileira.

4. Comentários finais e conclusões

O presente trabalho teve por objetivo principal analisar, sob o ponto de vista econômico e estatístico, a dinâmica do crescimento econômico brasileiro, medido pelo PIB, no período compreendido entre janeiro de 1980 e dezembro de 2001. Para tal, buscou-se identificar o modelo estrutural univariado que melhor explica o comportamento da referida variável de interesse em termos de ajuste *in-sample*.

Em paralelo, procuramos apresentar de maneira sucinta os principais aspectos referentes à modelagem estrutural (modelos em espaço de estado) de séries temporais, abordando pontos referentes ao processo de investigação e análise de séries reais, enaltecendo as etapas que compõem cada um (fases de estimação do modelo e testes estatísticos).

Além das questões referentes ao estabelecimento do referido modelo, foram propostas outras duas. São elas:

- 1) investigação da influência do Plano Real nos rumos do crescimento econômico brasileiro, a partir de junho de 1994 (início do plano);
- 2) Comparação dos resultados do estudo com aqueles que seriam obtidos a partir do uso do modelo proposto por Clark (1989);

É interessante observarmos que nenhum dos testes realizados revelou evidência significativa no que se refere às mudanças ocorridas no regime cambial, realizadas em 1994 (na implementação do Real), em meados de 1995 (com a introdução do regime de bandas cambiais) e nos primeiros meses de 1999 (com a mudança para o regime de câmbio flutuante e o sistema de *inflation targeting*). Também não encontramos evidências significativas de influências sobre o PIB das crises observadas no México (1994-95), na Ásia (1996), na Rússia (1997), na Argentina (a partir especialmente de 2001), bem como do fenômeno que ficou conhecido como “Apagão”, em meados de 2001.

Com relação ao estabelecimento do modelo univariado para análise da série histórica de evolução do PIB brasileiro, foram investigadas diferentes especificações.

A partir da análise dos resultados das diferentes especificações testadas, buscou-se a definição que melhor representasse os fatos observados na série, chegando-se, enfim, à especificação final.

Vale ressaltar que, sempre que possível, procurou-se justificar fatos verificados na série a partir de eventos históricos que tenham tido algum tipo de influência na variável de interesse – interpretação dos fatos observados.

Por fim, implementou-se o modelo proposto por Clark, cujos resultados foram apresentados oportunamente.

De uma maneira geral, pode-se dizer que o trabalho atingiu os objetivos inicialmente propostos, tanto no tocante às funcionalidades e flexibilidades da modelagem estrutural, quanto no que diz respeito aos resultados obtidos na modelagem da série temporal de interesse.

Bibliografia

- [1] Froyen, R. T. “Macroeconomics Theories & Policies” – 5th Edition – PrenticeHall, Inc.
- [2] Hamilton, James D. “Time Series Analysis” – Princeton University Press.
- [3] IPEADData. <http://www.ipeadata.gov.br>, link para obtenção de dados.
- [4] Koopman, S. J. and Durbin J. “Time Series Analysis by State Space Methods” – Oxford University Press.
- [5] Koopman S.J., Harvey, A.C., Doornik, J.A. and Shephard, N. (2000). Stamp: Structural Time Series Analyser, Modeller and Predictor, London: Timberlake Consultants Press.