

CICLOS E PREVISÃO CÍCLICA: UM MODELO DE INDICADORES ANTECEDENTES PARA A ECONOMIA BRASILEIRA

Izabel Cristina de Lima*

Sueli Moro**

Frederico Gonzaga Jayme Junior***

RESUMO

O conceito de ciclo de negócios surgiu na literatura econômica a partir da segunda metade do Século XIX, pautando-se na análise dos movimentos cíclicos de curto prazo das economias capitalistas. Durante o Século XX, houve grande incentivo nas economias avançadas para pesquisas voltadas para a construção de métodos de previsão conjuntural. Enquanto o debate teórico sobre os ciclos econômicos foi infrutífero e apresentou controvérsia, a pesquisa empírica foi bastante fértil, permitindo o desenvolvimento de um grande número de indicadores. Assim, um dos métodos de previsão mais consagrados baseado em indicadores antecedentes foi proposto por Burns e Mitchell (1946). Este estudo utiliza a técnica de componentes principais a partir de um conjunto de setenta e três variáveis para construir um modelo de indicadores coincidentes e/ou antecedentes para a economia brasileira. Compara-se este modelo com um modelo ARIMA, bem como, executam-se combinações de previsões entre os dois modelos, buscando aprimoramento das antecipações das flutuações cíclicas.

Palavras-chave: Flutuações Econômicas, Componentes Principais, Previsão Cíclica, Box-Jenkins, Combinações de Previsões.

ABSTRACT

The notion of business cycles has been widely used for the analysis of short-term movements of capitalist economies since in early Ninetieth Century. In the Twentieth Century, debates on cycles were extended to cover the development of cyclical indicators that could allow anticipate future movements of economic variables. The theoretical debate has been being controversial. However, empirical research was more fertile, allowing a large set of indicators to be developed. Burns and Mitchell (1946) proposed a set of these index used for forecast purposes. This paper uses the methodology of principal components and seventy-three time series to build a model of leading and coincident indicators for Brazilian economy. This model with a model ARIMA is compared, as well as, executes combinations of forecasts between the two models, searching improvement of the anticipations of the cyclical fluctuations.

Key words: Business Cycles, Principal Components, Cycles Forecasting, Box-Jenkins, Forecasts Combined.

JEL: E32, E37.

ÁREA 3: Macroeconomia, Economia Monetária e Finanças

* Do Banco Central. As opiniões neste trabalho não necessariamente expressam a opinião das instituições a que os autores estão vinculados. E-mail: belima@cedeplar.ufmg.br

** Do Cedeplar/UFMG

*** Do Cedeplar/UFMG

CICLOS E PREVISÃO CÍCLICA: UM MODELO DE INDICADORES ANTECEDENTES PARA A ECONOMIA BRASILEIRA.

1. Introdução

Estudos sobre a teoria dos ciclos econômicos começaram a ser desenvolvidos a partir da segunda metade do século XIX, concomitante às reflexões em torno do fenômeno das crises que afetaram a economia mundial desde a Revolução Industrial. A principal característica do ciclo era a de que as economias capitalistas moviam-se de acordo com um padrão estruturado, gerando movimentos regulares, observáveis empiricamente, expansionistas e contracionistas do produto agregado. Diferentemente, as crises se relacionavam com a ruptura da estrutura vigente, em que o sistema capitalista mostrava-se incapaz de dirigir a produção e assegurar o consumo, gerando o paradoxo da coexistência de superprodução e subconsumo.

Desde o seu surgimento até os dias atuais, existem duas correntes teóricas distintas sobre a natureza dos ciclos econômicos. O primeiro grupo acredita que o processo econômico é essencialmente não oscilatório e que as explicações para os ciclos e quaisquer outras flutuações devem-se a circunstâncias particulares exógenas que provocam distúrbios no fluxo econômico. A outra corrente observa o processo econômico essencialmente como ondulatório, em que os ciclos são uma forma de evolução natural da economia capitalista.

Além das vertentes teóricas, os estatísticos econômicos também se interessaram em descrever as flutuações cíclicas efetivamente observadas, por meio do exame exaustivo do ciclo como um fenômeno empírico.

Dentro dessa linha de pesquisa, foram desenvolvidos alguns métodos de previsão, dos quais o mais conhecido é o sistema de indicadores antecedentes (SIA), proposto por Arthur Burns e Wesley Mitchell, em 1946. A metodologia de Burns e Mitchell é amplamente aceita e utilizada nas últimas décadas do século XX.

O presente estudo tem por objetivo construir um modelo de indicadores coincidentes e/ou antecedentes para a economia brasileira, utilizando a técnica de componentes principais a partir de um conjunto de setenta e três séries temporais, sendo oito destas classificadas como coincidentes e as outras sessenta e cinco variáveis como antecedentes em relação ao PIB. A partir desse modelo, busca-se acompanhar e prever os pontos de reversão das flutuações cíclicas da economia, através da análise dos valores previstos dentro da amostra e da previsão fora da amostra para três períodos adiante. Procura-se também comparar os resultados desse modelo com um modelo ARIMA para o PIB, bem como, efetua-se e analisa-se combinações de previsões para estes dois modelos.

O trabalho está organizado em cinco seções, incluindo essa introdução. Na Seção 2, aborda-se a experiência internacional e brasileira através de uma breve resenha da literatura de índices coincidentes e antecedentes. Na Seção 3, discorre-se sobre a metodologia de componentes

principais, utilizada na construção desses índices. Os resultados são apresentados na Seção 4 e a conclusão do estudo encontra-se na Seção 5.

2. Literatura sobre Indicadores Antecedentes e a Experiência Brasileira

BURNS & MITCHELL (1946) desenvolveram a metodologia para o sistema de indicadores antecedentes, trabalhando com a seguinte definição para ciclos econômicos:

“Business cycles are a type of fluctuation found in the aggregate economic activity of nations that organize their work mainly in business enterprises: a cycle consists of expansions occurring at about the same time in many economic activities, followed by similarly general recessions, contractions and revivals which merge into the expansion phase of the next cycle.” (BURNS & MITCHELL, 1946:3)

Após definirem a série de referência ou série alvo, a variável cujo movimento cíclico se procura antecipar, esses autores construíram um sistema constituído de três conjuntos de indicadores:

- (i) Indicadores Coincidentes: - são aqueles que têm suas flutuações centradas sobre o próprio ciclo econômico, acompanhando contemporaneamente os movimentos da variável de referência. Informam com maior agilidade movimentos na série de referência que demorem a ser divulgados;
- (ii) Indicadores Antecedentes: - seus movimentos antecipam aos da variável alvo; devido ao seu poder de previsão, são os mais importantes dentro do sistema, servindo para sinalizar antecipadamente o comportamento desta variável.
- (iii) Indicadores Defasados: - seus movimentos se dão posteriormente aos da variável alvo. A ocorrência de movimentos nestes indicadores serve para confirmar ou retificar o que está apontado na série de referência.

O sistema de indicadores antecedentes, em sua versão mais completa, é um sistema composto de quatro indicadores: a série de referência, os indicadores antecedentes, os indicadores coincidentes e defasados. O SIA utiliza indicadores compostos, ou seja, é construído a partir da combinação de indicadores individuais. A preferência por indicadores compostos deve-se à tentativa de minimização dos erros que são mais freqüentes quando concentramos a atenção no comportamento de apenas uma variável.

Atualmente, existem dois grandes métodos reconhecidos (ou utilizados) mundialmente que efetuam o acompanhamento e as previsões para as economias avançadas utilizando a metodologia de indicadores antecedentes: o método do *National Bureau of Economic Research* (NBER) e o método da Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OECD). O NBER, desde a sua criação em 1920, envida esforços para estabelecer uma cronologia dos picos e vales da economia norte-americana. Originalmente, Burns e Mitchell respondiam pelo método NBER. Atualmente ele é implementado pelo *The Conference Board* (TCB), organização empresarial norte-americana, que conduz a tarefa de medição de diversas séries temporais relacionadas com a atividade econômica, produzindo índices coincidentes, antecedentes e defasados. O método OECD é empregado sistematicamente desde o final da década de 1980, produzindo indicadores para a atividade

econômica de seus países membros, buscando acompanhar e prever as flutuações cíclicas como um todo.

No método NBER, os objetos de previsão são os pontos de reversão, da prosperidade para a recessão e da recessão para a retomada do crescimento. Portanto, somente a reversão cíclica é antecipada, e não os pontos de inflexão, em que se observam momentos de maior ou menor expansão da economia. Assim, o sistema é construído para sinalizar somente alguns momentos do ciclo econômico, não a sua trajetória inteira. Eventuais acelerações ou desacelerações do crescimento não são captadas pelo indicador antecedente, uma vez que não ocorre mudança no sinal da variável de referência.

O método OECD, por sua vez, procura acompanhar e prever o ciclo como um todo. Dessa forma, mesmo não ocorrendo pontos de reversão, são captados os pontos de inflexão, intensificação de períodos de aquecimento ou resfriamento da economia. Devido a esse objetivo, mais abrangente, o sistema OECD é mais exigente em termos da capacidade de previsão dos indicadores construídos, o que o torna mais sensível aos erros característicos dos indicadores antecedentes.

Destaca-se ainda, outra diferença importante entre os dois sistemas referente à definição do próprio ciclo. O método NBER opera com o conceito de ciclo em termos de variações no nível absoluto do produto, sendo uma recessão definida pela queda continuada do nível do PIB, visível tanto na produção industrial, quanto no emprego, renda real e vendas ao consumo final. A OECD utiliza-se da noção de ciclo de crescimento. Essa abordagem está baseada no princípio de que a economia exibe um padrão de crescimento positivo no longo prazo, existindo uma tendência ao crescimento. Devido a essa tendência, períodos de retração da economia podem não se manifestar através de uma contração absoluta, mas implicar apenas uma desaceleração do crescimento a um nível abaixo da tendência. Dessa forma, um período de auge seria identificado como aquele em que a taxa de crescimento observada é superior à tendência, ao passo que uma recessão é definida como um período onde a economia cresce a uma taxa menor do que seu potencial, este último definido pela taxa de crescimento de longo prazo. Por esse motivo, o método OECD exige também um cálculo estatístico para a tendência de crescimento da economia, o qual constitui o ponto de referência para a identificação de uma situação de expansão, contração ou recessão.

Entretanto, apesar das divergências entre as metodologias NBER e OECD, alguns requisitos são considerados comuns. A série de referência¹ escolhida deve apresentar relevância e confiabilidade em referência ao ciclo econômico. As séries coincidentes devem acompanhar com um mínimo de precisão os movimentos da série alvo, serem pouco sujeitas à revisão estatística de dados além de estarem disponíveis em tempo hábil.

Dessa forma, para a construção de um sistema de indicadores antecedentes, um grande número de séries deve ser considerado, satisfazendo algumas características desejáveis, explicitadas a seguir:

i) significância econômica: - apesar de BURNS e MITCHELL (1946) terem proposto um estudo de indicadores para a atividade econômica sem se aterem a modelos macroeconômicos teóricos,

¹ No caso brasileiro, nem sempre as séries de produto agregado são as melhores, há trabalhos, como PICCHETTI e TOLEDO (2002), que utilizam as séries de produção industrial.

normalmente, a literatura especializada faz uso de fundamentação teórica no processo de escolha das variáveis;

ii) comportamento consistente e estabilidade: - é necessário que as variáveis explicativas tenham um comportamento regular em relação à variável alvo. Em outras palavras, qualquer que seja o ciclo econômico, tanto nas expansões quanto nas recessões, é necessário que as variáveis antecedam, coincidam ou sejam defasadas em relação à série de referência. Busca-se, independentemente do período observado, constância nos ciclos e também significância estatística;

iii) facilidade na obtenção dos dados e tempestividade das informações: - a divulgação dos dados deve ser feita em um período de tempo não muito longo, a fim de não comprometer o caráter sinalizador dos índices em relação ao estado da economia.

iv) representatividade nacional: - as variáveis devem referir-se à atividade econômica do país como um todo;

v) diversificação setorial: - o conjunto de variáveis deve caracterizar o maior número possível de diferentes setores e aspectos da economia;

vi) predomínio de variações puras: - deve-se procurar extrair as tendências das séries, seja determinística e/ou estocástica, quando significativas estatisticamente, além das variações sazonais apresentadas.

Conforme a literatura especializada, a construção de um sistema de indicadores antecedentes para a atividade econômica deve pressupor ainda um conjunto de variáveis que conjuntamente possuam a habilidade de acompanhar e prever a atividade econômica. Esse conjunto de variáveis pode ser subdividido em grupos, onde, aqueles considerados mais importantes são descritos a seguir:

i) oferta de moeda e crédito ou agregados monetários: - há comprovação empírica da antecedência da oferta de moeda a variações no produto. As séries temporais que mensuram a quantidade de crédito também têm recebido atenção como possíveis variáveis antecedentes;

ii) emprego: - normalmente encontra-se a utilização de variáveis representativas do mercado de trabalho, como média de horas extras semanais trabalhadas na indústria e pessoal ocupado na produção. Essas variáveis, que representam a demanda do mercado de trabalho, são consideradas antecedentes ao nível da atividade econômica porque refletem as expectativas quanto à produção futura. Por outro lado, variáveis como nível de emprego, taxa de desemprego e número de pedidos de seguro desemprego são, normalmente, defasadas em relação ao produto;

iii) consumo e vendas do comércio e da indústria: - consideradas *proxies* para medir o nível de demanda agregada interna. A Hipótese da Renda Permanente e do Ciclo de Vida implicam que mudanças no consumo refletem alterações nas expectativas de renda futura. Por sua vez, a teoria sugere que deslocamentos no consumo podem produzir efeitos sobre a renda e o emprego. O consumo reflete ainda respostas às alterações de produtividade. Dessa forma, a teoria econômica demonstra a sensibilidade dos consumidores em relação aos choques econômicos;

iv) bens de capital: - o movimento no mercado de capitais reflete mudanças nas expectativas sobre os ganhos futuros pelas empresas. Especificamente, a teoria q do investimento mostra que a despesa com bens de capital depende da razão (q) entre o valor de mercado do capital instalado e o seu custo de reposição. Dessa forma, existem evidências de que a movimentação no mercado de capitais possui desempenho antecedente em relação à atividade econômica;

v) variáveis que demonstrem as expectativas dos agentes econômicos em relação ao estado geral da economia: - como por exemplo, o risco Brasil, calculado pelas agências internacionais de *Rating*, e índices que manifestem a confiança e intenção do consumidor;

vi) variáveis financeiras como o *spread* bancário e a taxa de juros: - essas variáveis mostram-se consistentes com a teoria macroeconômica, uma vez que a taxa de juros é um dos principais mecanismos de transmissão monetária;

vii) taxas de câmbio nominais e reais: - variáveis consistentes com o subsequente aumento da demanda líquida por bens produzidos internamente sobre os produtos estrangeiros, após uma desvalorização cambial;

viii) variáveis relacionadas à construção civil: - como a produção industrial de cimento e autorizações de edificações, que demonstram o consumo de bens duráveis. Um incremento na atividade futura do setor de construção civil produz um efeito multiplicador, impulsionando outros setores da economia;

ix) investimentos: - o multiplicador Keynesiano mostra o papel fundamental do investimento como determinante do produto. Em contrapartida, o modelo de Ciclos Reais salienta que as expectativas de demanda futura e mudanças na produtividade são importantes determinantes do investimento. As duas teorias, no entanto, sugerem que mensurações do investimento ajudam a prever a atividade econômica futura;

x) impostos: - o crédito tributário, quando revertido para a manutenção e ampliação da infraestrutura interna, é considerado uma das fontes capazes de estimular a atividade econômica;

xi) variáveis representativas da produção em termos físicos: - como a quantidade de energia elétrica utilizada ou o consumo de papel ondulado – principal componente das embalagens e *containers*.

Entretanto, independentemente da metodologia adotada e da variável de referência, existem alguns requisitos desejáveis para a boa qualidade dos índices computados através dos indicadores coincidentes ou antecedentes, como sinalizadores do estado da economia. Podem ser citados: a consistência na antecedência, principalmente nas reversões; evitar ao máximo os “erros de omissão” que acontecem quando o indicador é incapaz de prever uma reversão da série alvo que posteriormente se verifica; emitir o menor número possível de “falsos sinais”, ou seja, previsões de reversão que não ocorrem na realidade; característica de estabilidade, no sentido em que deve ser antecedente, coincidente ou defasado em relação à variável alvo em qualquer período da série; capacidade de previsão correta da amplitude dos ciclos; capacidade de apresentar um bom grau de ajuste quando feita a correlação com a série alvo; e, finalmente, o índice não deve confundir reversões cíclicas com movimentos irregulares na série.

A literatura internacional sobre o SIA é extensa, valendo salientar que, a partir das regras de decisão sobre os pontos de reversão, as datas das recessões e a construção de índices de atividade econômica promovidos pelo NBER e OECD, STOCK & WATSON (1989) foram os pesquisadores responsáveis pelo aparecimento de uma nova onda de estudos focalizando os ciclos econômicos como fenômeno empírico. Esses autores exploraram a sincronia das flutuações através do uso de técnicas econométricas, desenvolvendo modelos cuja principal característica é a hipótese de existência de um único ciclo ou fator comum entre as variáveis macroeconômicas consideradas coincidentes e antecedentes. Segundo DUARTE *et al.* (2004), apesar de demonstrar um bom desempenho na previsão de recessões dentro da amostra, os índices calculados por STOCK &

WATSON (1989) falharam em prever a recessão norte-americana de 1990-1991. Os autores argumentaram que o problema principal encontrava-se na escolha das variáveis consideradas antecedentes, e não, em algum erro de especificação do modelo.

CONTADOR (1977) desenvolveu índices para a atividade econômica no Brasil, pautando-se no sistema desenvolvido pelo NBER e utilizando diversas metodologias, incluindo a análise em componentes principais. Os resultados foram considerados satisfatórios na época. Conforme CONTADOR & FERRAZ (2001), até o final da década de 1960, pouca atenção era dada à previsão dos ciclos econômicos brasileiros, ou mesmo da evolução da conjuntura. Ressalta-se o trabalho pioneiro, da Fundação Getúlio Vargas que, desde 1968, através do Centro de Estatística e Análise Econômica, do Instituto Brasileiro de Economia (Ibre), vem realizando pesquisa junto a empresas, solicitando informações sobre a situação corrente e opinião sobre o próximo trimestre. Os resultados de agregação dessas respostas são conhecidos como “Sondagem Conjuntural”, regularmente publicados na Conjuntura Econômica.

CARVALHO & HERMANNY (2000), combinando características dos métodos NBER e OECD, construíram um sistema de indicadores antecedentes para o Brasil. Os resultados foram favoráveis para o período de 1981 a 1999, onde em 30 pontos de reversão da série alvo, o indicador teria falhado em 4 deles e, em mais 4 casos teria sinalizado a reversão com atraso, atuando como um indicador defasado ao invés de antecedente. Em mais 6 casos, a antecedência foi em apenas um mês, funcionando como um indicador coincidente. Nos 16 casos restantes, o indicador obteve sucesso, com uma antecedência média de 3,5 meses, porém, com um desvio-padrão elevado, de 3,27 meses. Os autores concluíram que, mesmo nas condições usuais de turbulência e volatilidade da economia brasileira, há sinais promissores de que modelos de indicadores antecedentes podem ser construídos e utilizados com razoável confiabilidade.

CHAUVET (2001) selecionou um grupo de variáveis coincidentes com o produto, gerando um indicador coincidente mensal e uma medida de probabilidade do estado recessivo da economia. Utilizando como metodologia MS-VAR - *Markov switching vector autoregression*, CHAUVET (2002), modelou o PIB a partir de uma tendência, seguindo uma cadeia de Markov não observável de dois estados, recessão e expansão, referentes ao período de 1980 a 2000. Concluindo, nos dois trabalhos, que os resultados para os ciclos de negócios brasileiros poderiam ser usados como um ponto de referência para a construção e avaliação do desempenho dos indicadores defasados, coincidentes e antecedentes para a atividade econômica.

PICCHETTI e TOLEDO (2002) aplicaram a metodologia de STOCK & WATSON (1989) para extrair o ciclo comum entre as quatro variáveis (bens de capital, bens de consumo duráveis e não-duráveis, bens intermediários) que compõem a série de produção industrial agregada do IBGE e concluíram pela semelhança entre a série agregada e o ciclo comum extraído.

DUARTE, ISSLER & SPACOV (2004) discutiram três índices alternativos para a atividade econômica brasileira e, a partir deles, buscaram estabelecer uma cronologia de recessões para o passado recente da economia brasileira. Baseando-se no resultado de uma série de testes estatísticos, e levando em conta também a simplicidade de implementação dos cálculos, os autores sugeriram que o índice brasileiro, coincidente e/ou antecedente, deveria seguir a metodologia do TCB.

3. Metodologia de Componentes Principais

Segundo STOCK & WATSON (2002), em previsão macroeconômica, o número de séries temporais passíveis de serem utilizadas para compor um modelo para acompanhamento e previsão da atividade econômica é geralmente muito grande. Entretanto, poucas metodologias econométricas podem ser aplicadas a um grande número de variáveis, sem que isso signifique a estimação de um grande número de coeficientes, um aumento dos erros de estimação além de uma diminuição da confiabilidade dos parâmetros estimados e da precisão da previsão. Assim, para a maioria das metodologias, existe a necessidade prática de se manter um pequeno número de variáveis, normalmente relacionadas, e que poderiam ajudar a prever umas às outras.

Esse problema de dimensionamento associado ao uso de um grande número de variáveis poderia ser simplificado através de uma modelagem que buscasse captar os ciclos econômicos como um fenômeno envolvendo o comportamento dinâmico de um grande número de variáveis, em que os mecanismos econômicos são em geral interdependentes. Procurar-se-ia, neste caso, especificar um modelo utilizando todas as variáveis coincidentes e/ou antecedentes, ou apenas antecedentes, para o período estudado. Essa interdependência entre as variáveis exógenas, que costuma ser avaliada como uma desvantagem nos modelos usuais de regressão, converter-se-ia numa vantagem, uma vez que o fator comum – responsável pela multicolinearidade – poderia ser utilizado para sintetizar a atividade econômica, mais precisamente a variável-referência a ser prevista, nesse caso, o PIB.

O modelo utilizado nesse trabalho, baseia-se em STOCK & WATSON (2002), constituindo um processo dividido em dois estágios. Em um primeiro momento, o conjunto (N) de diversas séries temporais, X_t , cada qual com um número (T) de observações, escolhidas como capazes de preverem o PIB, é modelado pela técnica de componentes principais, extraíndo-se os primeiros componentes, que explicam a maior parcela da variância total². Na seqüência, a relação entre a variável a ser prevista, o PIB (y_t), e os fatores extraídos pode ser estimada através de uma regressão linear, em que as previsões possíveis mostrem-se assintoticamente eficientes.

Seja y_t , a série temporal a ser prevista e X_t , o conjunto N -dimensional de múltiplas variáveis, constituído por indicadores antecedentes e/ou coincidentes da variável alvo a ser prognosticada. Assumindo que (X_t, y_{t+h}) admite um modelo de fatores, representado por r fatores latentes comuns, F_r , observa-se que:

$$X_t = \Lambda F_r \quad (1)$$

e

$$y_{t+h} = \alpha' F_r + \beta' w_t + \varepsilon_{t+h}, \quad (2)$$

em que h é o horizonte de previsão; w_t é o vetor $m \times 1$ de variáveis observadas, em outras palavras, as defasagens para y_t , que, juntamente com F_r , serão utilizadas para prever y_{t+h} ; e, ε_{t+h} é o resultante erro de previsão.

² Essa variância total é dada pelo soma das razões dos autovalores sobre o traço da matriz de correlação, multiplicadas por 100.

Utilizada no primeiro estágio de estimação do modelo, a técnica de análise de componentes principais foi primeiramente descrita por Karl Pearson, em 1901, e difundida a partir de 1933, por Hotelling, constituindo um método de análise multivariada bastante utilizado.

Analicamente, os componentes principais são combinações lineares das respostas que explicam progressivamente pequenas porções de um conjunto de variáveis, possuindo propriedades especiais em termos de variância. Por exemplo, o primeiro componente principal (Z_1) é uma combinação linear normalizada com máxima variância do total das variáveis (X_t); Z_2 , o segundo componente principal, que explica a segunda maior parcela da variância total, e assim por diante, em ordem decrescente, sendo o número de componentes determinado pelo número de variáveis originais. A transformação do vetor original de variáveis em um vetor de componentes principais verifica-se através da rotação do eixo das coordenadas para um novo sistema de coordenadas que possui propriedades estatísticas inerentes, em que Z_1, Z_2, \dots, Z_t são não correlacionados³, conforme ANDERSON (1984).

Na prática, segundo THOMPSON (1989), não há necessidade de se extrair e operar com todos os componentes principais, porque alguns poucos, aqueles primeiramente extraídos, são capazes de reproduzir uma grande parcela da variação total de X_t . Esta é, justamente, uma das vantagens da metodologia de componentes principais: a capacidade de expressar um dado fenômeno com um número razoavelmente pequeno de componentes que condensam e sintetizam a variabilidade mostrada por um grande conjunto de variáveis.

O método de componentes principais procura construir as variáveis Z_i a partir de um conjunto, X_t , de séries temporais⁴. Esta construção ou transformação se consolida através de uma combinação linear das variáveis X_t , da seguinte forma:

$$\begin{aligned} Z_1 &= a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1t} X_t \\ Z_2 &= a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2t} X_t \\ &\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ Z_t &= a_{t1} X_1 + a_{t2} X_2 + \dots + a_{tt} X_t. \end{aligned} \tag{3}$$

Assim, cada variável do conjunto original, X_t , pode ser reconstruída conforme a descrição abaixo:

$$X_i = a_{i1} Z_1 + a_{i2} Z_2 + \dots + a_{it} Z_t, \tag{4}$$

em que, cada uma das t variáveis observadas, X_i , é descrita linearmente em termos dos t componentes não correlacionados, Z_1, Z_2, \dots, Z_t , e, onde os a_{it} são os pesos⁵ que compõem a combinação linear.

³ Os componentes principais são ortogonais, isto é, são estatisticamente independentes.

⁴ Os melhores resultados são obtidos quando as variáveis originais são altamente correlacionadas, positiva ou negativamente.

⁵ Estes pesos são os mesmos apresentados no sistema de equações (3). A rigor, existem alguns testes disponíveis para verificar a significância de cada peso de Z_i . Entretanto, no presente estudo, os primeiros componentes principais

A aplicação da metodologia inicia-se com o cálculo da matriz dos coeficientes de correlação ou de covariância do conjunto X_i de variáveis padronizadas através de normalização, em outras palavras, as observações de cada variável são deduzidas de sua média aritmética simples e divididas pelo seu desvio-padrão. Com as variáveis padronizadas, possuindo média zero e variância unitária a matriz dos coeficientes de correlação, denotada como C , é uma matriz quadrada simétrica ($c_{xixj} = c_{xjxi}$), cuja diagonal principal é também unitária⁶. As variâncias dos componentes principais são os autovalores da matriz C , onde não há possibilidade de ocorrer autovalores negativos e existe a seguinte ordenação: $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_t \geq 0$, em que cada λ_i corresponde a cada i_s componentes principais descritos no sistema de equações (3). Em particular, $var(Z_i) = \lambda_i$ e os coeficientes $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{it}$ são os elementos que compõem os autovetores correspondentes.

Uma propriedade importante dos autovalores é que a sua soma iguala-se ao traço, soma dos elementos da diagonal principal da matriz C . Dessa forma, temos que:

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_t = c_{11} + c_{22} + \dots + c_{tt}. \quad (5)$$

Como c_{ii} é a variância de X_i e λ_i é a variância de Z_i , podemos inferir que a soma das variâncias dos componentes principais equivale à soma das variâncias das variáveis originais. Mais ainda, os componentes principais computam toda a variação que ocorre nos dados originais.

Assim, no presente estudo, reuniram-se as variáveis coincidentes, em sua defasagem zero, e/ou as variáveis antecedentes, retardando-as pelo mesmo número de meses em que antecedem ao PIB⁷, obtendo-se um grupo de variáveis cujo comportamento comum corresponde ao dos ciclos econômicos. Considerou-se que a extração dos primeiros componentes principais sintetizaria as flutuações da t variáveis originais, constituindo-se em bons instrumentos de previsão.

Os componentes principais extraídos, por construção, possuem a dimensão de uma variável normal, com média zero e variância unitária. Portanto, baseando-se em CONTADOR (1977), para torná-los comparáveis com a variável-referência, o PIB, os componentes foram “desnormalizados” através dos seus produtos pelo desvio-padrão do PIB e as somas da média aritmética do PIB. Os componentes principais “desnormalizados” foram identificados como indicadores antecedentes das flutuações econômicas e serão utilizados como variáveis explicativas, além do próprio PIB defasado, para estimar a equação (2), através de regressão linear.

3.1. O Modelo e as Fontes de Dados

extraídos do conjunto de variáveis, X_i , serão posteriormente usados como variáveis explicativas, através de regressão linear, para a variável-referência, PIB. Assim, esta significância será testada através da regressão.

⁶ Essa matriz é equivalente à matriz de covariância, quando as variáveis estão padronizadas.

⁷ Esta antecedência foi verificada através do resultado do teste de causalidade de Granger, em que cada variável foi utilizada em sua forma estacionária em relação ao PIB, considerando-se a defasagem mais significativa entre uma a doze.

Para compor o modelo utilizando a técnica de componentes principais, foram utilizadas todas as séries mensais classificadas⁸ como coincidentes e antecedentes em relação ao PIB⁹ para o período de 1994:07 a 2004:06. Computando-se todas essas variáveis¹⁰, obteve-se uma base de dados formada por setenta e três séries temporais, identificadas na Tabela 1 abaixo, com os respectivos códigos, nomes e fontes.

Foi utilizado o maior número possível de variáveis macroeconômicas, cujas principais fontes são: Banco Central do Brasil (BACEN), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Fundação Getúlio Vargas (FGV), Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp), Associação Comercial do Estado de São Paulo (ACSP) e Confederação Nacional da Indústria (CNI).

As variáveis foram utilizadas em nível¹¹ a fim de alcançar uma maior variância para o conjunto de dados. Com a finalidade de extrair os primeiros componentes, cujo comportamento comum correspondesse ao dos ciclos econômicos brasileiros, as variáveis coincidentes foram tomadas em sua forma original, com defasagem zero, ao passo que as antecedentes foram defasadas pelo mesmo período de antecedência em relação ao PIB. As defasagens foram obtidas pelo período em que a variável apresentasse a mais significativa causalidade no sentido Granger.

A Tabela 1 dispõe os resultados para os três primeiros componentes utilizados na regressão para previsão do PIB.

Tabela 1
Análise de Componentes Principais

			Comp 1	Comp 2	Comp 3
Autovalores			27.2976	9.1617	4.6150
Variância Proporcional			0.4431	0.1487	0.0749
Variância Proporcional Acumulada			0.4431	0.5918	0.6667
Variáveis			Autovetores		
Código	Nome	Fonte	Vetor 1	Vetor 2	Vetor 3
BOVESPAPONTBCB(-12)	Bovespa – índice mensal – Pontos	BCB	-0.1312	0.1678	0.1823

⁸ Essa classificação foi estudada, estando minuciosamente descrita em Lima (2005). Vale ressaltar que, para o período de 1994:07 a 2004:06, foram analisadas 212 (duzentas e doze) variáveis, classificadas, a partir da análise conjunta do teste de Causalidade de Granger e do correlograma cruzado, 84 (oitenta e quatro) variáveis como coincidentes, antecedentes ou defasadas em relação ao PIB. No presente estudo, utiliza-se apenas as variáveis consideradas coincidentes e antecedentes, por serem passíveis de utilização para acompanhamento e previsão do PIB.

⁹ O PIB trimestral foi transformado em mensal através de interpolação quadrática, conforme BARROSO *et al.* (1987).

¹⁰ As variáveis mensuradas em termos nominais foram deflacionadas usando o (IGP-DI) e o PIB foi a variável escolhida para representar os ciclos econômicos no Brasil, pois a análise em Lima (2005) inicia-se em 1975. Para as séries históricas mensuradas em dólares, a deflação foi efetuada pelo (PPI), dos Estados Unidos.

¹¹ Todas essas variáveis, para a seleção e classificação em relação ao PIB, passaram por uma análise univariada abrangendo correlograma em nível e em primeira diferença, para verificar preliminarmente estacionariedade e sazonalidade, testes de raiz unitária (ADF, PP e KPSS) e testes de quebra estrutural exógena (PERRON, 1989). Os resultados podem ser obtidos com o primeiro autor.

CHCOMPBCB(-9)	Cheques compensados - R\$ (mil)	BCB	-0.1617	0.0014	-0.0205
CHSFUNSERASA(-3)	Cheques sem fundo - (%)	Serasa	0.1653	-0.0108	0.0356
COFINSRECLIQFAZ(-6)	Contribuição - Finsocial / Cofins - R\$(milhões)	Fazenda/SRF	0.1576	-0.0001	-0.0186
CONSAPDERIVPETRANP(-1)	Consumo aparente derivados petróleo -barril(mil)	ANP	0.0188	-0.1744	0.1355
CONSAPGASANP(-1)	Consumo aparente - gasolina - barril(mil)	ANP	0.0098	-0.1440	0.1240
DESABERDIEESE(-3)	Taxa de desemprego - aberto - RMSP - (%)	Dieese/PED	0.1381	-0.0959	-0.0342
DESDIEESE(-12)	Taxa de desemprego - RMSP - (%)	Dieese/PED	0.1543	-0.1156	-0.0733
DESSVENREINDCNI(-1)	Vendas reais - ind. - dessaz. (média 1992 = 100)	CNI	0.1681	0.0174	0.1018
DMOBINTFEDBCB(-9)	Dívida mobiliária interna federal	BCB	0.1629	-0.1446	0.0358
DMOBTOTALBCB(-9)	Dívida mobiliária (fluxos) - saldo total	BCB	0.0733	-0.0116	-0.1080
DOWJONESGAZ	Estados Unidos - índice de ações - Dow Jones	Gaz.Mercantil	0.0993	-0.1567	0.0240
EMPFORGERBCB(-9)	Emprego formal (Dez/2002=100) - índice geral	BCB	0.0410	0.2178	0.0156
ESFSPFPBCB(-12)	Empréstimos - sistema financeiro ao setor privado	BCB	-0.0021	-0.0070	-0.1387
ESFSPHABBCB(-1)	Empréstimos - sist.fin.ao setor privado - habitação	BCB	-0.1727	-0.1145	-0.0181
EXFOBBCB(-9)	Exportações - (FOB) - US\$(milhões) -	BCB	0.0986	0.0377	0.0668
FBCFMAQIPEA	Cap. fixo - form. bruta - máq. - ind. (1990 = 100)	IPEA	-0.0200	0.1275	0.3207
HTFIESP	Horas trabalhadas - ind. - índice (jun. 1994 = 100)	Fiesp	-0.1104	0.1478	0.0656
HTINDCNI	Horas trabalhadas - ind. - índice (méd.1992 = 100)	CNI	-0.0833	0.1854	0.0558
IBOVESPAAND(-12)	Índice de ações - Ibovespa - (% a.m.)	Andima	-0.0182	0.0030	0.0680
ICMSFAZ(-1)	Imposto circulação mercadorias (ICMS) - R\$(mil)	Fazenda/Cotepe	0.0709	-0.0483	0.1165
IIRECLIQFAZ(-6)	Imposto sobre a importação (II) - R\$(milhões)	Fazenda/SRF	-0.0214	-0.1608	-0.1170
IMACINDBCB(-3)	Importações - Acessórios maq. industrial - US\$	BCB	-0.0257	-0.0577	0.1615
IMBCAPFUNCEX(-9)	Importações - bens de capital - US\$(milhões)	Funcex	-0.0544	-0.2141	0.0817
IMBCDFUNCEX(-1)	Importações - bens cons. duráveis - US\$(milhões)	Funcex	-0.1405	-0.0473	0.1663
IMBCSECEX	Importações - bens de consumo - US\$(milhões)	MDIC/Secex	-0.1523	-0.0400	0.1595
IMFOBBCB	Importações - (FOB) - US\$(milhões)	BCB	-0.0688	-0.0816	0.2287
IMMAQTRATFUNCEX(-9)	Importações - máquinas e tratores - US\$(milhões)	Funcex	-0.0847	-0.2016	0.0733
IMPETBRSECEX(-1)	Importações - petróleo bruto - US\$(milhões)	MDIC/Secex	0.0577	0.1306	0.1130
IMPFI	Países industrializados - imp. - US\$(bilhões)	FMI/IFS	0.1511	-0.0035	-0.0380
IMPLAFUNCEX(-1)	Importações - plástica - (FOB) - US\$(milhões)	Funcex	-0.0687	-0.0862	0.1479
INADT4ACSP(-12)	Inadimplência - índice em t-4	ACSP/IEGV	-0.1085	-0.0856	-0.1264
INCCVARBCB(-1)	Índice nacional custo construção (INCC) - Var. %	BCB	0.0210	0.0749	-0.0836
INDPRODGERBCB(-3)	Indicadores da produção (2002=100)	BCB	0.1562	0.0252	0.1507
IPAGERALFGV(-9)	IPA-OG - geral - índice (ago. 1994 = 100)	FGV	0.1633	0.0537	0.0169
IPCAIBGE(-1)	IPCA - geral - índice (dez. 1993 = 100)	IBGE	0.1514	0.0195	0.0258
IPIRECLIQFAZ	Imposto produtos industrializados - R\$(milhões)	Fazenda/SRF	-0.1707	-0.0758	0.0964
IRPFRECLIQFAZ(-3)	Imposto renda - pessoas físicas - R\$(milhões)	Fazenda/SRF	0.0026	-0.0570	0.0370
IRPJRECLIQFAZ(-1)	Imposto renda - pessoas jurídicas - R\$(milhões)	Fazenda/SRF	0.0864	0.0584	0.0607
M1DVFPBCB(-3)	M1 - depósitos à vista - fim período - R\$(milhões)	BCB	0.1371	-0.1490	0.0967
M2FPNCBCB(-6)	M2 - fim período - novo conceito - R\$(milhões)	BCB	0.0138	-0.2295	-0.0702
M2POUFPNCBCB(-6)	M2 - dep. poupança - novo conceito - R\$(milhões)	BCB	0.0087	-0.2932	-0.0314
M2TPFPNCBCB(-3)	M2 - título privado - novo conceito - R\$(milhões)	BCB	-0.1251	0.0201	-0.0679
M3FPNCBCB(-3)	M3 - fim período - novo conceito - R\$(milhões)	BCB	0.1224	-0.1254	0.0728
M4TPFPNCBCB(-12)	M4 - tit. Fed. (Selic) - novo conceito -R\$(milhões)	BCB	0.1581	-0.1774	-0.0354
NFSPCONSBCB(-3)	NFSP consolidado - R\$ milhões	BCB	-0.0011	-0.0465	-0.0259
OPCSFHABBCB(-1)	Operações crédito totais sist. fin. - habitacionais	BCB	-0.1448	-0.1674	-0.0320
OPCSFTOTALBCB(-1)	Operações crédito totais sistema financeiro	BCB	0.1446	0.0234	0.0397
PAUTOANFAVEA(-9)	Produção - automóveis - Unidade	Anfavea	0.0269	0.1089	0.3135
PCIMSNI(-12)	Produção - cimento - Tonelada(mil)	SNIC	0.1247	-0.2476	0.0658
PIBINTIBGE(-9)	Produção industrial - bens intermediários	IBGE	0.1568	0.0346	0.0542
PIBORPLAIBGE(-1)	Produção industrial - borracha e plástico	IBGE	-0.0541	-0.0930	0.2427
PIGERALIBGE(-6)	Produção industrial - indústria geral	IBGE	0.1436	0.0572	0.1218
PIMAQEQIBGE(-6)	Produção industrial - máquinas e equipamentos	IBGE	0.1168	0.1429	0.0817

PIMETBASIBGE(-12)	Produção industrial - metalurgia básica	IBGE	0.1183	0.0731	0.0284
PIPAPLIBGE(-12)	Produção ind. - celulose, papel e produtos de papel	IBGE	0.1471	0.0301	0.0065
PPETROLEOANP(-12)	Produção de petróleo - média - Barril (mil)	ANP	0.1765	-0.0159	-0.0026
RENMEDASSALDIEESE(-3)	Rendimento médio - real - assalariados	Dieese/PED	-0.1794	-0.1064	0.0403
RESINTBCB(-6)	Reservas internacionais - liquidez internacional	BCB	-0.1151	-0.0352	0.1711
SALMINREIPEA(-1)	Salário mínimo real - R\$ valor real	IPEA	0.1447	0.0279	0.0166
SALNOMFIESP(-6)	Salário nominal - ind. - índice (jan. 2003 = 100)	Fiesp	-0.1771	-0.0182	0.0987
SALREALCNI(-6)	Salário - real - ind. - índice (média 1992 = 100)	CNI	-0.1569	0.1079	0.1549
SEGDESEMVALORMTE(-1)	Seguro Desemprego - Valor Emitido	MTE	-0.0322	0.0255	0.0136
SINAPIBCB(-9)	SINAPI - Var. % Mensal	BCB	0.0076	0.1721	-0.1700
SPCCONACSP(-3)	SPC - número de consultas - Unidade	ACSP/IEGV	0.1217	-0.1319	0.1581
TJCDBBCB(-12)	Taxa de juros - CDB - (% a.m.)	BCB	-0.1419	0.1201	-0.2000
TJEMEUBCB(-1)	Taxa juros empréstimos (<i>prime</i>) - Estados Unidos	BCB	-0.1538	-0.1294	-0.0058
TJOVSELICBCB(-1)	Taxa de juros - Over / Selic - (% a.m.)	BCB	0.0653	0.0889	-0.1082
TUDESBCB(-12)	Transferências unilaterais despesas -US\$(milhões)	BCB	0.0229	-0.2252	0.0262
UCIGERCNI(-9)	Utilização da capacidade instalada - Geral - %	CNI	0.1124	0.0813	0.0833
VENAUTOMIBCB(-9)	Vendas autoveículos mercado interno - unidades	BCB	-0.0271	0.1033	0.3065
VENNOMFIESP(-9)	Vendas nominais - ind. - índice (jan. 2003 = 100)	Fiesp	0.1616	0.0450	0.0366
VENREALCNI(-9)	Vendas reais - ind. - índice (média 1992 = 100)	CNI	0.1567	0.0298	0.0579

Observa-se, através da variância acumulada, que esses componentes explicam aproximadamente 67% da variância total dos dados. A princípio, pretendia-se explicar em torno de 80% da variância do conjunto de dados, o que demandava a extração dos sete primeiros componentes principais. Entretanto, a utilização desses sete componentes na regressão de previsão para o PIB não apresentou resultados estatísticos significativos. A Tabela 1 apresenta, a listagem dos autovetores, os quais, multiplicados pelas séries originais fornecem as variáveis que correspondem aos componentes principais extraídos. Para tornar os componentes comparáveis com a variável-referência, eles foram “desnormalizados” através da multiplicação pelo desvio-padrão e posterior soma da média aritmética do PIB.

O modelo estimado a partir dos componentes para acompanhar e prever o PIB, foi especificado como:

$$\begin{aligned}
 \text{PIB-INTER}_t = c + \tau \text{Tend} + \sum_{i=1}^p \alpha_i \text{PIB-INTER}_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j \text{COMP1}_{t-j} + \sum_{k=1}^r \gamma_k \text{COMP2}_{t-k} \\
 + \sum_{l=1}^s \delta_l \text{COMP3}_{t-l} + \mu_t,
 \end{aligned} \tag{6}$$

onde, PIB-INTER é o PIB transformado mensalmente através de interpolação quadrática; Tend, refere-se à tendência determinística a partir de julho de 1994; τ , α , β , γ e δ são os parâmetros a serem estimados; p , q , r e s são os números de defasagens e μ_t é o termo de erro aleatório. Iniciou-se o modelo com duas defasagens¹² para cada variável; no entanto, como algumas dessas defasagens não foram significativas estatisticamente, considerou-se para o PIB-INTER, COMP2 e COMP3, apenas a primeira defasagem, e, para o COMP1, a segunda. Na seqüência, transcreve-se os resultados do modelo.

¹² Essa estrutura de duas defasagens foi verificada através da análise de cointegração, disposta na seção seguinte.

4. Análise dos Resultados e Previsões

A evolução e o relacionamento dos três componentes principais usados para estimar o modelo e o PIB, foram estudados a partir da análise de cointegração. Efetuou-se o teste de cointegração, utilizando a metodologia de Johansen, sumarizado na Tabela 2. O teste foi realizado com duas defasagens, permitindo tendência determinística e intercepto nos dados. Através da estatística¹³ do traço, observa-se que as hipóteses H_0 de que não existe cointegração entre as séries e de que existe no máximo uma equação cointegrante foram rejeitadas a 1% de significância estatística. Dessa forma, conclui-se pela existência de duas equações cointegrantes a 1% de significância. A análise similar da estatística do teste do máximo autovalor apresentou os mesmos resultados.

Tabela 2

Teste de Cointegração de Johansen entre o PIB-INTER, COMP1, COMP2 e COMP3

Hipótese No. de CE(s)	Autovalor	Traço Estatístico	Valor Crítico 5%	Valor Crítico 1%	Max- Autovalor Estatístico	Valor Crítico 5%	Valor Crítico 1%
Zero **	0.2752	75.9426	47.2100	54.4600	37.9874	27.0700	32.2400
Máximo 1 **	0.2189	37.9552	29.6800	35.6500	29.1582	20.9700	25.5200
Máximo 2	0.0536	8.7970	15.4100	20.0400	6.5037	14.0700	18.6300
Máximo 3	0.0192	2.2933	3.7600	6.6500	2.2933	3.7600	6.6500

*(**) denota a rejeição da hipótese ao nível de significância de 5%(1%).

A partir da análise de cointegração, que foi utilizada apenas para verificar se existe relação de longo prazo entre os componentes principais e o PIB, evitando assim, regressão espúria na equação estimada para previsão dos ciclos econômicos, observou-se a existência de um equilíbrio de longo prazo entre as variáveis. Assim, este trabalho não se atém ao estudo das elasticidades das variáveis em relação ao PIB, proporcionada pelo teste de cointegração de Johansen, devido ao fato de que os componentes foram construídos a partir de inúmeras variáveis, não permitindo uma análise específica.

4.1. Resultados do Modelo

A Tabela A.1, disposta no Apêndice, apresenta os resultados da equação (7) para previsão do PIB, estimada por Mínimos Quadrados Ordinários.

$$\begin{aligned}
 \text{PIB} = & 9.08 - 0.001\text{Tend} + 0.16\text{PIB}(-1) - 0.26\text{COMP1}(-2) - 0.10\text{COMP2}(-1) - 0.11\text{COMP3}(-1). \\
 & (0.00) \quad (0.66) \quad (0.08) \quad (0.00) \quad (0.04) \quad (0.00)
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

¹³ As estatísticas do traço e do máximo autovalor foram computadas a partir da razão de verossimilhança (LR).

Todos os parâmetros estimados foram significativos estatisticamente a 5%, com exceção da tendência que se mostrou não significativa. A estatística F da regressão foi 22.80 (prob. = 0.00) e o \bar{R}^2 encontrado foi de 0.48; o teste LM de *Breusch-Godfrey*, levou-nos à aceitação da hipótese de ausência de autocorrelação serial¹⁴ dos resíduos.

É possível verificar, a partir da equação (7), um comportamento pró-cíclico na primeira defasagem do PIB e um comportamento contracíclico nas defasagens dos três componentes.

4.2. Valores Previstos e Previsões Fora da Amostra

Os valores previstos pela equação (7), para o período mensal de 1994:07 a 2004:06, podem ser sumarizados da seguinte forma:

- a raiz do erro quadrático médio e o erro absoluto médio apresentaram valores muito próximos de zero, respectivamente 0.05 e 0.04, indicando previsões satisfatórias;
- o erro percentual absoluto médio, de 0.34, indica uma previsão com bom desempenho;
- o coeficiente de desigualdade de Theil, delimitado no intervalo de zero a um, mostra um ajustamento quase perfeito, com o valor encontrado muito próximo de zero (0.0023);
- o pequeno valor apresentado pela proporção do viés, 0.0001, informa que a média da previsão não está distante da média real;
- a proporção da variância também mostrou uma magnitude pequena, de 0.1784, indicando não haver uma grande discrepância entre a variância da previsão e a variância real;
- através da proporção da covariância obtém-se a mensuração dos erros previstos não sistemáticos; o valor obtido, de 0.8215, indica o erro resultante após serem considerados os desvios dos valores médios.

Os três últimos critérios referem-se à proporção do coeficiente de desigualdade de Theil, que deve ser explicado em grande parte pela proporção da covariância para obter-se um bom desempenho da previsão.

Para efetuar previsões fora da amostra, utilizou-se os dados trimestrais divulgados para o PIB, pelo IBGE. Os dados foram desagregados através de interpolação quadrática, deflacionados a valores de julho de 1994, transformados em logaritmo e dessazonalizados, a partir do método com componente multiplicativo *X-12*, disponibilizado pelo *U.S. Bureau of the Census*. Salienta-se que a última observação para o PIB, referente ao mês de junho de 2004, foi de 10,73 em R\$(milhões) e os resultados encontrados podem ser verificados na segunda coluna das Tabelas 3, 4, 5 e 6, abaixo.

Na Tabela 3, tem-se a previsão iterada para três meses adiante. Observa-se que tanto o erro de previsão como a raiz do erro quadrático médio (REPQM) apresentaram uma magnitude pequena, mostrando o bom desempenho da equação (7), também fora da amostra. Pode-se verificar que os

¹⁴ Esse critério de três defasagens foi escolhido, por efetuarmos a previsão, na próxima subseção, para três períodos à frente.

valores reais do PIB encontram-se dentro dos intervalos de previsão calculados, conforme as duas últimas colunas da tabela.

Tabela 3
Previsão Iterada Fora da Amostra do Modelo de Componentes Principais

Período	PIB- INTER	Previsão	Erro de Previsão	REPQM	Intervalo de Previsão - 95% (estatística <i>t</i> = 1.96 para 120 observações)	
2004-07	10.7187	10.7870	-0.0683	0.0483	10.6532	10.9208
2004-08	10.7297	10.7965	-0.0668	0.0472	10.6656	10.9274
2004-09	10.7373	10.7980	-0.0607	0.0429	10.6790	10.9169

Para efeito de comparação com os resultados estimados pelo modelo de componentes principais, foram efetuadas previsões fora da amostra através da metodologia Box-Jenkins (modelo ARIMA) e também combinações entre as previsões fornecidas pelos dois modelos, conforme NEWBOLD & GRANGER (1974).

Na Tabela 4, tem-se a previsão iterada do modelo ARIMA, para três meses adiante. O PIB foi estimado com um componente auto-regressivo de ordem dois – AR(2) – e um componente de média móvel – MA(1). Observa-se que tanto o erro de previsão quanto a raiz do erro quadrático médio (REPQM) apresentaram uma magnitude menor, porém próxima da magnitude dos resultados apresentados pelo modelo de componentes principais.

Tabela 4
Previsão Iterada Fora da Amostra do Modelo ARIMA

Período	PIB- INTER	Previsão	Erro de Previsão	REPQM	Intervalo de Previsão - 95% (estatística <i>t</i> = 1.96 para 120 observações)	
2004-07	10.7187	10.7274	-0.0087	0.0062	10.7104	10.7445
2004-08	10.7297	10.7484	-0.0187	0.0132	10.7118	10.7851
2004-09	10.7373	10.7419	-0.0046	0.0033	10.7329	10.7509

As previsões multi-períodos encontram-se listadas nas Tabela 5 e 6. Os resultados encontrados podem ser considerados melhores em comparação às previsões iteradas, para os meses de agosto e setembro, uma vez que o erro de previsão e o REPQM foram menores, resultando em um intervalo de previsão mais estreito, no qual os valores do PIB estão inseridos.

Tabela 5
Previsão Multi-períodos Fora da Amostra do Modelo de Componentes Principais

Período	PIB- INTER	Previsão	Erro de Previsão	REPQM	Intervalo de Previsão - 95% (estatística <i>t</i> = 1.96 para 120 observações)	
2004-07	10.7187	10.7870	-0.0683	0.0483	10.6532	10.9208
2004-08	10.7297	10.7733	-0.0436	0.0308	10.6879	10.8588
2004-09	10.7373	10.7751	-0.0378	0.0268	10.7009	10.8493

Ressalta-se ainda, que esse modelo foi estimado ainda de duas maneiras diferentes: uma, usando os primeiros componentes isoladamente, ou seja, cada regressão considerava apenas um componente; e outra, restringindo a base de dados a partir da exclusão de algumas variáveis que tiveram uma participação pequena na composição dos três primeiros componentes. O modelo escolhido foi o que apresentou os melhores resultados para previsões dentro e fora da amostra.

Tabela 6
Previsão Multi-períodos Fora da Amostra do Modelo ARIMA

Período	PIB- INTER	Previsão	Erro de Previsão	REPQM	Intervalo de Previsão - 95% (estatística t = 1.96 para 120 observações)	
2004-07	10.7187	10.7274	-0.0087	0.0062	10.7104	10.7445
2004-08	10.7297	10.7396	-0.0099	0.0070	10.7202	10.7590
2004-09	10.7373	10.7351	0.0022	0.0016	10.7308	10.7394

De acordo com NEWBOLD & GRANGER (1974), executar combinações de duas ou mais previsões é preferível a projetar uma determinada variável a partir apenas de uma única previsão, pois a variância desta nova previsão pode ser reduzida e o seu desempenho melhorado. Existem várias maneiras de se combinar previsões, a forma mais simples considera todas as previsões com pesos iguais, logo a composição das previsões é constituída por uma média aritmética simples das previsões individuais. Outro método, citado pelos autores e utilizado neste trabalho, consiste em atribuir pesos inversamente proporcionais à REPQM, utilizando uma média ponderada para combinar as previsões. Em outras palavras, aquelas previsões que obtiveram menor REPQM, irão participar com maior parcela na ponderação da combinação de previsões, em que a soma de todos os pesos deve se igualar a 1.

Os resultados para esta combinação de previsões podem ser observados na Tabela 7, em que todos os erros de previsão mostraram-se inferiores aos erros apresentados pelo modelo de componentes principais. O erro de previsão, referente ao período de setembro de 2004, mostrou-se também inferior ao apresentado pelo modelo ARIMA para a previsão multi-períodos, corroborando, mesmo com esta pequena amostra (seis previsões combinadas), a melhoria na qualidade das previsões efetuadas a partir de combinações.

Tabela 7
Combinação de Previsões Fora da Amostra dos Modelos de Componentes Principais e ARIMA

Período	Iterada				Multi-períodos		
	PIB- INTER	Previsão	Erro de Previsão	REPQM	Previsão	Erro de Previsão	REPQM
2004-07	10.7187	10.7342	-0.0155	0.0110	10.7342	-0.0155	0.0110
2004-08	10.7297	10.7589	-0.0292	0.0207	10.7458	-0,0161	0.0114
2004-09	10.7373	10.7459	-0.0086	0.0061	10.7374	-0,0001	0.0001

Buscando verificar maior consistência dos resultados foram ainda analisados três critérios específicos concernentes à metodologia de indicadores antecedentes, quais sejam: estabilidade, falsos sinais e erros de omissão.

A estabilidade diz respeito ao indicador anteceder a variável-referência em todo o período estimado, não deixando de acompanhá-la primordialmente nas recessões e expansões. Verifica-se que, para os valores previstos dentro da amostra, a expansão ocorrida em 1997 foi corretamente prevista pelo modelo de componentes principais, mas não pelo modelo ARIMA. Quanto à contração observada em 1995, o modelo de componentes principais não conseguiu antecipá-la corretamente, o que ocorreu com o modelo ARIMA. Contudo, a recessão causada pela crise asiática seguida da russa no final de 1998 e início de 1999 e a contração observada no final de 2002 foram corretamente antecipadas pelos dois modelos.

A Tabela 8, lista os falsos sinais, que são verificados quando o indicador sinaliza uma reversão que não ocorreu na série alvo, além dos erros de omissão, que são referentes a reversões que existiram e não foram sinalizadas pelo indicador.

Tabela 8
Simulação de Desempenho para a Previsão Fora da Amostra

	Falso Sinal	Porcentagem	Erro Omissão	Porcentagem
Modelo Componentes Principais	1	17%	1	17%
Modelo ARIMA	2	34%	1	17%
Combinação de Previsões	2	34%	1	17%

As porcentagens de falsos sinais e erros de omissão para as previsões fora da amostra, computadas para três períodos adiante, mostram que os indicadores apresentaram um bom desempenho, com níveis modestos de porcentagem de erro, variando de 17% a 34%. Observa-se que o modelo de componentes principais, mesmo não tendo apresentado os menores erros de previsão e menores REPQM (Tabelas 3 e 5), referente à análise destes outros critérios, mostrou os melhores resultados, cometendo apenas um erro de falso sinal e um erro de omissão, consolidando-se com um bom sinalizador para o estado da economia, antecipando com confiabilidade as expansões e contrações econômicas, no horizonte de curto prazo.

5. Conclusões

O entendimento e mensuração do comportamento dos ciclos de negócios têm sido objeto de suma importância nas economias avançadas. O livro clássico de BURNS & MITCHELL (1946) foi um marco no processo empírico do fenômeno das flutuações econômicas, pois condensava praticamente meio século de pesquisas, estabelecendo um dos métodos de previsão cíclica mais consagrados desenvolvidos no século XX, consolidando as bases da metodologia de indicadores antecedentes usada pelo NBER, entidade que lidera esse tipo de pesquisa até os dias atuais.

Na verdade, qualquer sociedade moderna possui interesse em saber qual é “o estado atual da economia” e qual deverá ser esse estado em um futuro próximo. O entendimento das razões dos movimentos cíclicos das economias de mercado e o conhecimento dos períodos de expansão e de contração são os principais desafios da pesquisa macroeconômica e das políticas de estabilização. Indivíduos e empresários, devido à rentabilidade de seus investimentos, e governo, por questões previdenciárias, orçamentárias e até mesmo intervencionistas, têm interesse no assunto. Nessa pesquisa, considerando a importância do estudo dos ciclos econômicos como fenômeno empírico, desenvolveu-se um modelo de indicadores antecedentes para a previsão de curto prazo da economia brasileira, comparando os resultados deste modelo com o modelo ARIMA, bem como, analisando-se as combinações de previsões destes dois modelos, buscando aprimoramento nas antecipações das flutuações cíclicas da nossa economia.

No Brasil, face às características econômicas, desde a instabilidade estrutural relacionada a uma economia ainda em transformação até a carência de estatísticas confiáveis em séries temporais suficientemente longas, observa-se, a partir da análise de uma extensa lista de variáveis dos mais diversos setores da economia, o bom desempenho do modelo estimado a partir dos três primeiros componentes principais, considerando um conjunto total de oito variáveis coincidentes e sessenta e cinco variáveis antecedentes em relação ao PIB. Assim, pode-se concluir pela existência de sinais promissores de que modelos de indicadores cíclicos, coincidentes e/ou antecedentes, possam ser construídos com certa confiabilidade para o nosso País.

Bibliografia

- ANDERSON, T. W. **An Introduction to Multivariate Statistical Analysis**. 2^a. ed. John Wiley, 1984. 675 p.
- BARROSO, L.C. Interpolação. In: BARROSO, L.C. (Org.). **Cálculo Numérico com Aplicações**. 2^a. ed. Editora Harbra Ltda, 1987. p. 151-164.
- BASKARA-RAO, B. **Cointegration**. New York: St. Martin's Press, 1994. 231p.
- BURNS, A. F.; MITCHELL, W. C. **Measuring Business Cycles**. New York: National Bureau of Economic Research, 1946. 560 p.
- CARVALHO, F. J. C.; HERMANNY, P. F. Ciclos e Previsão Cíclica: O Debate Teórico e um Modelo de Indicadores Antecedentes para a Economia Brasileira. **Revista Análise Econômica**, ano 21, n.º. 39, 2000.
- CHAREMZA, W. W.; DEADMAN, D. F. **New Directions in Econometric Practice: General to Specific Modeling, Cointegration and Vector Autoregression**. 2^a. ed. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 1997. 344p.
- CHAUVET, M. A monthly Indicator of Brazilian GDP. **Brazilian Review of Econometrics**, v. 21, p. 1-48, 2001.
- CHAUVET, M. The Brazilian Business and Growth Cycles. **Revista Brasileira de Economia**, v. 56, p. 75-106, 2002.

- CONTADOR, R. C. **Ciclos Econômicos e Indicadores de Atividade**. Rio de Janeiro, INPES/IPEA, 1977. 237 p.
- CONTADOR, R. C.; FERRAZ, C. **Previsão com Indicadores Antecedentes**. Rio de Janeiro: Silcon, 2001.
- DUARTE, A. J. M.; ISSLER J. V.; SPACOV A. Indicadores Coincidentes de Atividade Econômica e Uma Cronologia de Recessões para o Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 34, n° 1, p. 1-37, abr. 2004.
- ENDERS, W. **Applied Econometric Time Series**. New York, Wiley, 1995. 433p.
- ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. J. Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing. **Econometrica**, v. 55, n° 2, p. 251-276, mar.1987.
- ESTRELLA A.; MISHKIN, F. S. Predicting U.S. Recessions: Financial Variables as Leading Indicators. **Review of Economics and Statistics**, v. 80, p. 45-61, 1999.
- GREENE, W. H. **Econometric Analysis**. 4^a. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2000.1004p.
- HAIR, J. F. Jr.; ANDERSON, R. E.; TATHAM R. L.; BLACK, W. C. **Multivariate Data Analysis**. 5^a. ed., Prentice Hall, 1998, 730 p.
- ISSLER, J. V.; VAHID, F. The Missing Link: Using the NBER Recession Indicator to Construct Coincident and Leading Indices of Economic Activity. **Journal of Econometrics**, 2003 (a sair).
- LIMA, I. C. **Ciclos Econômicos e Previsão Cíclica: Um Estudo de Indicadores Antecedentes para a Economia Brasileira**. Cedeplar-UFMG, 2005 (Dissertação de Mestrado).
- NBER Indicators, disponível no site: www.tcb-indicators.org. Acesso em 23 de fevereiro 2005.
- NEWBOLD, P.; GRANGER, C. W. J. Experience with Forecasting Univariate Time Series and the Combination of Forecasts. **Journal of the Royal Statistical Society, Series A**, p. 131-145, 1974.
- OECD Composite Leading Indicators, a Tool for Short-term Analysis, disponível no site: www.oecd.org. Acesso em 12 de abril 2004.
- STOCK, J.; WATSON, M. New Indexes of Leading and Coincident Economic Indicators. **NBER Macroeconomics Annual**, p. 351-395, 1989.
- STOCK, J.; WATSON, M. Interpreting the Evidence on Money-Income Causality. **Journal of Econometrics**, v. 40, n° 1, p. 161-182, 1989.
- STOCK, J.; WATSON, M. Forecasting Using Principal Components From a Large Number of Predictors. **Journal of the American Statistical Association**, v. 97, n° 460, p. 1167-1179, dec. 2002.
- THOMPSON, A. A. Método dos Componentes Principais. In: HADDAD, P. R. (Org.). **Economia Regional: Teorias e Métodos de Análise**. Banco do Nordeste do Brasil S.A., 1989. p.465-481.

Apêndice

Tabela A.1
Modelo de Componentes Principais Estimado

Variável Dependente: PIB-INTER

Método: MQO

Variáveis	Coefficientes	Desvio-padrão	<i>t</i> -estatística	Probabilidade
C	9.0780	0.9414	9.6427	0.0000
@TEND(1994:07)	-0.0001	0.0001	-0.4405	0.6604
PIB-INTER(-1)	0.1564	0.0875	1.7865	0.0767
COMP1(-2)	-0.2581	0.0412	-6.2617	0.0000
COMP2(-1)	-0.1009	0.0484	-2.0839	0.0394
COMP3(-1)	0.1085	0.0349	3.1068	0.0024
R^2	0.5044	<i>Durbin-Watson</i>	2.0807	
\bar{R}^2	0.4823	<i>Akaike AIC</i>	-3.0277	
S.E. da Regressão	0.0519	<i>Schwarz SIC</i>	-2.8868	
Soma Quadrado Resíduos	0.3022	<i>F</i> -estatística	22.7983	
Máxima Verossimilhança	184.6348	Prob(<i>F</i> -estatística)	0.0000	
