



Instituto de Planejamento Econômico e Social

INPES

Instituto de Pesquisas

TEXTOS PARA DISCUSSÃO INTERNA

Nº 161

"PREVISÃO DO NÍVEL E CICLO DA
PRODUÇÃO INDUSTRIAL"

Ricardo Markwald
Ajax R. B. Moreira
Pedro L. Valls Pereira

Dezembro de 1988



TEXTOS PARA DISCUSSÃO INTERNA

Nº 161

"PREVISÃO DO NÍVEL E CICLO DA
PRODUÇÃO INDUSTRIAL"

Ricardo Markwald
Ajax R. B. Moreira
Pedro L. Valls Pereira

Dezembro de 1988

Tiragem: 100 exemplares

Trabalho concluído em: Dezembro de 1988

Instituto de Pesquisas do IPEA
Instituto de Planejamento Econômico e Social
Avenida Presidente Antonio Carlos, 51 - 130/170 andares
Rio de Janeiro/RJ
20020

Este trabalho é de inteira e exclusiva responsabilidade de seus autores. As
opiniões nele emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto de vista da Se
cretaria de Planejamento e Coordenação da Presidência da República.

PREVISÃO DO NÍVEL E CICLO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL

Ricardo Markwald

Ajax R. B. Moreira

Pedro L. Valls Pereira

1. Introdução

2. Metodologia e Principais Resultados

2.1 Seleção das Séries Antecedentes - Identificação

2.2 Agregação das Séries Antecedentes

2.3 Função de Previsão

A - Modelo com Mecanismo de Correção de Erro (MCE)

B - Modelo no Nível

C - Modelo com séries estacionárias, primeira diferença

2.4 Medida da Probabilidade de Reversão

3. Banco de Séries Temporais

4. Conclusões e Extensões

Referências Bibliográficas

Apêndice

Aplicação da Metodologia

A.1 Identificação das Séries Antecedentes

A.2 Construção do Indicador e da Função de Previsão

A.3 Função de Previsão

A.3.1 Modelo no Nível - Ajuste Instantâneo

A.3.2 Modelo B no Nível - Ajuste Dinâmico

A.3.3 Modelo C na Diferença - Ajuste Dinâmico

A.3.4 Modelo A com mecanismo de correção de erros
(Modelo MCE)

A.3.5 Modelo A previsão com mecanismo de correção de
erros (Previsão MCE)

A.3.6 Ajuste do Indicador IR

A.4 Mudança da Função de Perda

A.4.1 Modelo no Nível

A.4.2 Modelo na Diferença

A.4.3 Modelo na Diferença de ordem 4 das séries

A.5 Medidas da Probabilidade de Reversão

SINOPSE

O trabalho tem como objetivo a construção de um indicador antecedente (leading indicator) visando à previsão das reversões cíclicas de uma série alvo, no caso o índice da produção da indústria geral. São explorados métodos alternativos de agregação das séries antecedentes optando-se pela escolha de ponderadores obtidos a partir de uma regressão de mínimos quadrados ordinários entre a série-alvo e as séries antecedentes. Adicionalmente, é ajustada uma função de previsão que relaciona dinamicamente o indicador antecedente com a série-alvo e são calculadas também as probabilidades de ocorrência de reversão. Na linha sugerida por Neftçi admite-se que a série-alvo possa ser representada por um processo estocástico que nos momentos (pontos) de reversão muda de regime. A partir desse pressuposto, o trabalho procede ao reconhecimento desses pontos com base nas séries-alvo observada e prevista, para uma dada probabilidade de falsa indicação.

ABSTRACT

The main purpose of this paper is to construct a leading indicator, in order to predict the turning points of the general industrial production index, which is the target serie chosen. Several methods of aggregation are used in order to obtain the weights of the series which are used to construct the leading indicator. The best weights are given by least square method. In order to improve the forecast property of the model, an error correction model was estimated. Another result, following Neftçi (1982), obtained in this paper is the probability of turning points. In order to derive this probability, the target series is assumed to be a stochastic process which switch regimes in a neighborhood of the turning points. These probabilities are computed, given a probability of false indication of turning point, for the observed and predicted target series.

PREVISÃO DO NÍVEL E CICLO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL*

Ricardo Markwald**

Ajax R. B. Moreira**

Pedro L. Valls Pereira***

1 - Introdução

A previsão de variáveis econômicas admite o emprego de técnicas e métodos diversos. Dentre aqueles de uso mais difundido, cabe destacar os modelos econométricos que, baseados num modelo conceitual, ajustam funções que relacionam um conjunto restrito de variáveis econômicas simulando ainda seus valores e trajetórias no contexto de cenários alternativos, nem sempre consistentes. Igualmente extenso é o uso de modelos de série temporal que, com base na história passada da própria variável inferem seu valor futuro.

A técnica dos indicadores antecedentes (leading indicators) pressupõe a escolha de séries isoladas (indicadores parciais ou barômetros) ou a construção de índices compostos cuja trajetória antecipe o comportamento de uma série alvo, servindo

* Os autores agradecem ao Dr. José Geraldo Hossanah Cordeiro (DIACE/DEPEC/BACEN), pela sua inestimável colaboração na montagem do banco de séries temporais.

** Do Instituto de Pesquisas do IPEA.

*** Do Instituto de Pesquisas do IPEA e do Departamento de Economia da Universidade Federal Fluminense (U.F.F.).

portanto como preditor dessa variável. Esta técnica não requer a especificação antecipada de um modelo teórico e não precisa definir de maneira estrita o sentido de causalidade entre as variáveis - como nos modelos econométricos -, podendo, portanto, aproveitar ao máximo as informações de um conjunto amplo de séries.

Obviamente a técnica dos indicadores antecedentes apresenta limitações, devendo-se enfatizar o caráter complementar dos diversos métodos e técnicas disponíveis.

Um dos objetivos para o qual esta técnica se mostra mais apropriada diz respeito à previsão das reversões (turning points) na trajetória de uma certa variável-alvo. Neste sentido, é preciso destacar que a previsão do nível e das reversões de uma série respondem a preocupações de caráter diferenciado e implicam problemas bastante distintos, ainda que relacionados.

A antecipação de pontos de reversão, no caso de variáveis representativas do nível da atividade econômica, é sem dúvida de vital importância para a adequada e oportuna implementação de políticas de caráter anticíclico, preocupação essa não necessariamente presente nos exercícios rotineiros de previsão do nível de uma variável. Esses exercícios podem, no entanto, ser melhor desenvolvidos com base na correta antecipação das reversões, minimizando assim os erros de previsão, particularmente graves quando as reversões ocorrem em momentos próximos ao patamar inicial de projeção.

A previsão do nível da série implica um preditor que

minimize os erros de previsão. A previsão das reversões requer, por sua vez, um preditor com capacidade para detectar os pontos de reversão sem incorrer em omissões e tornando mínima a indicação falsa de reversão. Apesar de sua maior exigência - decorrente da necessidade de prever tanto o nível como as reversões da série - o primeiro dispõe de técnicas mais desenvolvidas. Já o tratamento estatístico rigoroso da previsão das reversões ainda está em fase de desenvolvimento, sendo que algumas das contribuições mais relevantes datam do início desta década.

Um procedimento alternativo à construção de um preditor das reversões - que exige uma função de perda assimétrica e que só é relevante no entorno dos momentos de reversão - resulta na formulação de Neftçi, que vê este problema como o do reconhecimento de rupturas no processo gerador das séries.

A previsão com base em indicadores antecedentes tem início com a obra de Mitchell (1913) e adquiriu verdadeira relevância com a publicação através do NBER de um conjunto de trabalhos editados por Moore (1981). Na década de 70 apareceram contribuições significativas devidas a Long (1970), Stekler (1972), Hymans (1973), Zarnovitz e Boschan (1975a e 1975b) e Wecker (1979). Dentre os trabalhos mais recentes cabe destacar ainda Moore e Zarnovitz (1982), Neftçi (1982), Moore (1983), Zarnovitz (1985), Kling (1987) e Zellner, Hong e Gulati (1987).

No caso do Brasil, a técnica dos indicadores antecedentes tem sido utilizada por Contador (1977 e 1981), cabendo registrar ainda um trabalho recente desenvolvido no âmbito do Centro de Estudos Económicos (1986) vinculado à empresa SERFINA.

Nosso trabalho teve como objetivo a construção de um indicador antecedente do índice da produção da indústria geral levantado pelo IBGE. A escolha do referido índice decorreu do fato de a produção industrial apresentar um comportamento de padrão semelhante ao do produto interno bruto. De resto, a produção industrial é a série tradicionalmente usada como variável-alvo na maioria dos estudos (Nilsson, 1987).

Além da construção de um índice composto das séries antecedentes, foi ajustada uma função de previsão que relaciona dinamicamente o indicador com a série-alvo, sendo também calculadas as probabilidades de ocorrência de reversões.

Além desta introdução, o trabalho inclui outras três seções e um apêndice:

- Metodologia e Principais Resultados (Seção 2);
- Banco de Séries Temporais (Seção 3);
- Conclusões e Extensões (Seção 4);
- Apêndice: Aplicação da Metodologia.

2- Metodologia e Principais Resultados

A economia apresenta fases mais ou menos persistentes e pronunciadas de crescimento e queda da produção. O objetivo deste trabalho é antecipar o esgotamento de cada fase e prever o nível da produção utilizando modelos baseados em determinadas hipóteses. Essas hipóteses pressupõem que:

- I - Os eventos econômicos medidos por séries temporais se

relacionem de tal forma no tempo que o valor futuro da série-alvo seja determinado pelo valor presente de fatores não observáveis, e que estes fatores sejam representados por séries temporais relacionadas com a série-alvo. Este pressuposto não implica necessariamente uma relação causal - no sentido de um modelo conceitual - entre as séries antecedentes e a série alvo.

II - As séries temporais possam ser decompostas em componentes de tendência, sazonalidade, ciclo e irregular, e que a relação mencionada em (I) diga exclusivamente respeito às componentes de tendência e ciclo.

III-A relação de dependência no tempo das séries antecedentes com a série-alvo seja a mesma para todas as séries - no sentido de terem a mesma função de transferência - uma vez que cada série tenha sido convenientemente defasada.

VI -A série-alvo possa ser representada por um processo estocástico $\langle Y_t \rangle$ que nos pontos de reversão muda de regime:

$$Y_t = Y_{t-1} + e_t \quad \begin{array}{l} e_t \sim N(w) \quad \text{se } t \text{ é um período normal} \\ e_t \sim CC(w) \quad \text{se } t \text{ é um período de crise.} \end{array}$$

A hipótese I implica que as componentes de ciclo e tendência das diversas séries representem os diferentes fatores que deveriam esgotar os possíveis efeitos sobre a série-alvo. Para isto, as séries antecedentes devem cobrir os diversos aspectos da economia, o que é uma forma de compensar a falta do modelo conceitual.

As séries devem ter um número suficiente de observações de forma que a relação estabelecida tenha validade estatística e

possa ser testada sua estabilidade ao longo do tempo, tornando ainda possível a consideração de diferentes momentos da trajetória da série.

A hipótese II implica que as componentes de sazonalidade e irregular sejam específicas da série e não estejam relacionadas àqueles fatores comuns.

A hipótese III é necessária para tratar da relação dinâmica das séries antecedentes com a série-alvo. De fato, cuidar isoladamente de cada série antecedente levaria a um modelo com número excessivo de variáveis explicativas.

A hipótese IV é necessária ao cálculo das probabilidades de reversão e implica supor que na economia tudo se passa como se houvesse dois estados, o normal e o de crise, com leis próprias de funcionamento representadas pelas distribuições de probabilidade $N(w)$ e $C(w)$.

Neste caso, o problema de reconhecer o momento da reversão é o mesmo de reconhecer o momento de mudança da lei de probabilidade que rege o funcionamento da economia.

A obtenção dos resultados seguiu uma série de etapas brevemente descrita a seguir e cuja documentação está na Seção 4.

2.1 Seleção das Séries Antecedentes - Identificação:

O critério para o reconhecimento da dependência baseou-se na função de correlação cruzada entre a série-alvo e as

séries candidatas, filtradas de acordo com os procedimentos definidos na Seção 4. Foram selecionadas aquelas que antecipavam a série-alvo, mas não eram antecipadas por esta. Este é um critério aproximado de selecionar as séries causadoras (do ponto de vista estatístico) da série-alvo, mas não causadas por ela.

Vale mencionar que séries temporais com tendência podem ser falsamente reconhecidas como relacionadas (ver Granger e Nelbold, 1974). Por este motivo, as séries foram previamente transformadas em estacionárias, utilizando-se diferenças.

Além disso, foi adotado o critério de que as séries selecionadas antecipassem de forma efetiva - já considerando o atraso na publicação - em quatro meses à série alvo.

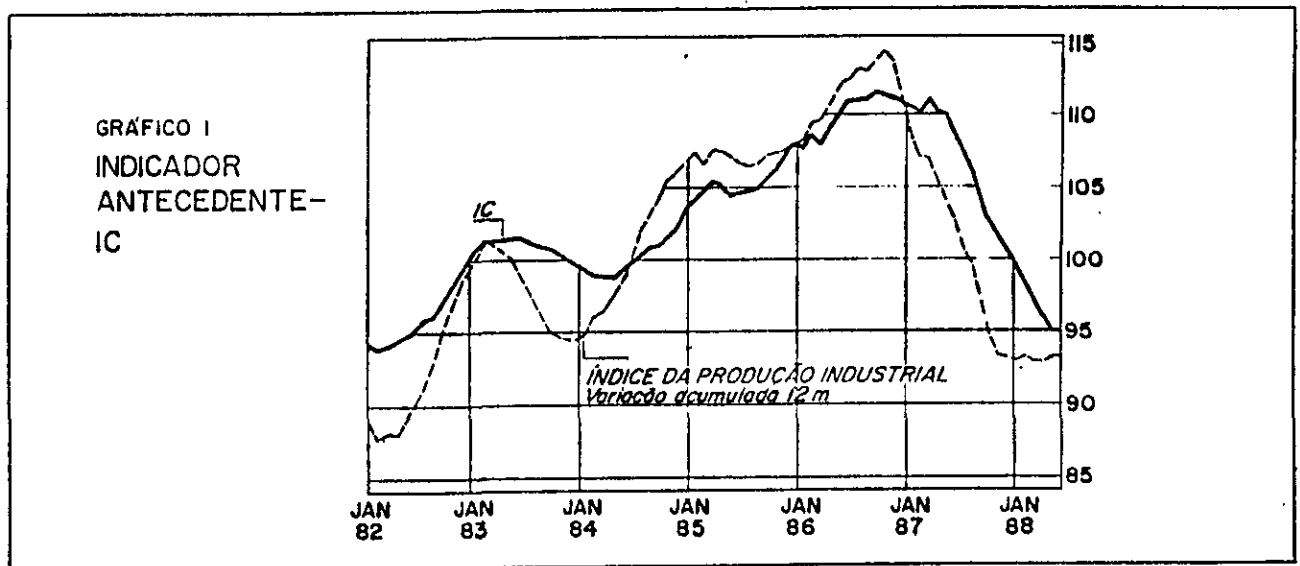
2.2 Agregação das Séries Antecedentes:

Selecionadas as séries, o indicador antecedente fica determinado dentro da classe das funções lineares por ponderadores, e pela defasagem característica - defasagem associada a maior correlação - com que cada série antecedente será considerada.

A consideração de séries antecedentes com e sem tendência, bem como de esquemas de ponderação alternativos, resultou na construção dos seguintes indicadores:

- Indicador IC: foi construído de acordo com a metodologia usual, ou seja, é uma soma das séries antecedentes devidamente padronizadas e defasadas, ponderada pela sua

correlação na defasagem característica com a série alvo. O Gráfico 1 apresenta este indicador numa escala conveniente, juntamente com a série alvo.



Neste gráfico pode-se observar a instabilidade da relação de precedência do indicador construído, o que vai condicionar os resultados futuros. Não foi possível identificar qual ou quais séries seriam responsáveis por esta indesejada instabilidade.

- Indicador ID: foi construído de forma semelhante ao anterior, mas com base nas séries transformadas em estacionárias;

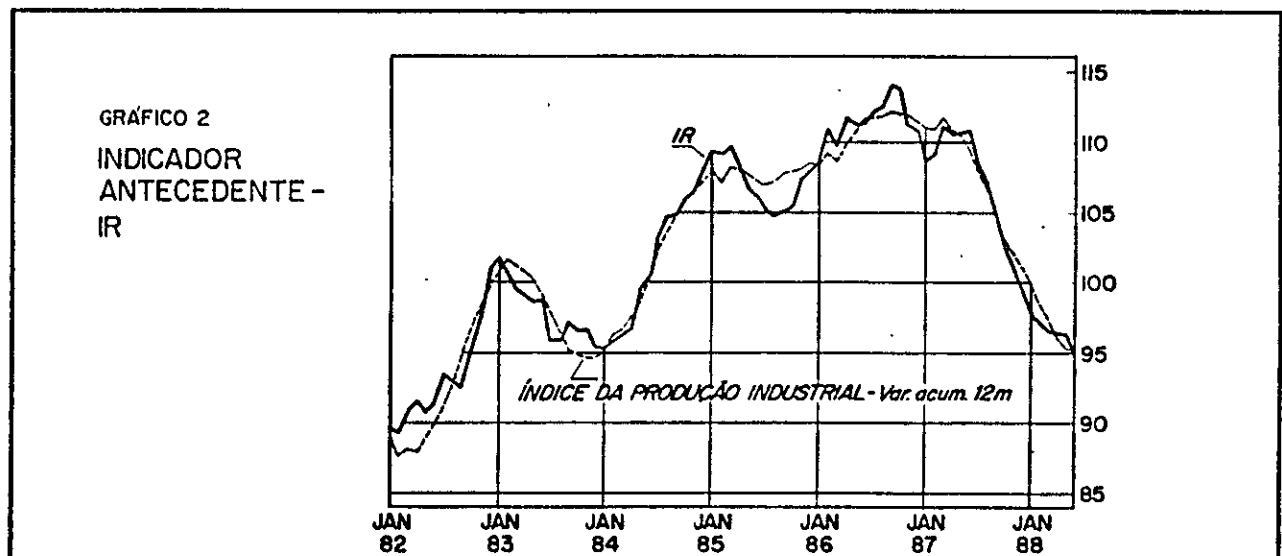
- Indicador IR: os ponderadores, neste caso, foram obtidos a partir do ajustamento de uma regressão de mínimos quadrados ordinários entre a série alvo e as séries antecedentes, cabendo aqui algumas considerações.

A hipótese I estabeleceu a premissa da existência de fatores comuns não observáveis condicionantes da série-alvo no

futuro e representados pelas séries antecedentes no presente. Portanto, estas séries são interdependentes e, possivelmente, a inversa de matriz de covariância entre estas séries seja mal condicionada, o que implica não unicidade dos estimadores de mínimo quadrado ordinários.

Entretanto, combinações lineares destes parâmetros são estimáveis, isto é, satisfazem o teorema de Gauss-Markov. Ou seja, o preditor da série-alvo (Y) obtido é estimável de forma eficiente e consistente, apesar de os ponderadores não serem estimáveis isoladamente, o que impede a interpretação dos seus valores.

Então o indicador IR definido acima é ótimo no sentido de ser o melhor preditor da série alvo, dado o conjunto de informações. O Gráfico 2 apresenta este indicador, bem como a série alvo.



2.3 Função de Previsão:

Os indicadores construídos são compostos de séries que

têm uma relação dinâmica com a série alvo. Portanto, em princípio a função de previsão deve ser dinâmica.

Esta função fica definida pela ordem das defasagens distribuídas da variável independente, pela ordem do polinômio auto-regressivo da série-alvo e pela ordem de diferença, se os polinômios tiverem raízes unitárias, utilizadas para se transformar em estacionárias as séries consideradas.

Em princípio, não existe nenhum motivo que indique a necessidade de tomar a diferença das séries e retirar a tendência de crescimento das variáveis para estimar a função de previsão. Por este motivo, foram considerados tanto modelos no nível, utilizando-se os indicadores IC e IR, como modelos nas primeiras diferenças, utilizando-se o indicador ID.

É apresentada, a seguir, a função de autocorrelação da série-alvo e de correlação cruzada com os indicadores construídos. Ela confirma a existência de relação dinâmica, sugerindo ainda que o polinômio auto-regressivo seja de ordem 2 nas primeiras diferenças das séries.

O polinômio de defasagens distribuídas do indicador foi definido arbitrariamente com a mesma ordem do polinômio auto-regressivo.

Correlação Cruzada e Auto-correlação da Série-Alvo

Defasagem	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
IC.Y	.54	.61	.68	.73	.87	.80	.82	.83	.82	.79	.76
ID,ΔY	.41	.46	.60	.60	.64	.70	.58	.53	.45	.36	.30
IR.Y	.78	.84	.90	.94	.97	.98	.98	.96	.93	.88	.82
ΔY,ΔY							.79	.76	.65	.52	.40
ΔY,ΔY*							.79	.40	-.11	-.24	-.13

A linha $\Delta Y, \Delta Y^*$ refere-se à função de auto-correlação parcial da série alvo.

Portanto, os modelos considerados foram: $ADC(2,2)^1$ sobre as diferenças das séries, $ADC(3,3)$ no nível. Observe que o primeiro modelo é um caso particular do segundo.

A - Modelo com Mecanismo de Correção de Erro (MCE);

O modelo MCE tem sido amplamente usado desde sua formulação inicial devida a Sargan(1984). Este tipo de modelo tem a vantagem de reter informações sobre o nível das séries, de modo

¹ A notação $ADC(n,m)$ significa um modelo com defasagens distribuídas de ordem m na variável independente e ordem n no polinômio auto-regressivo da variável dependente. Para uma descrição deste tipo de modelo ver Hendry, Pagan e Sargan (1984).

que as relações de longo prazo entre as variáveis do modelo estejam presentes. Mais recentemente, Engle e Granger (1987) introduziram o conceito de série integrada de ordem "d" e o conceito de co-integração² entre séries e mostraram que os modelos MCE são equivalentes a séries co-integradas.

As séries Y e as componentes de IR têm tendência de crescimento e tornam-se estacionárias na primeira diferença, ou seja, são ditas integradas de ordem 1. Adicionalmente, a hipótese de que Y e as componentes de IR são co-integradas de ordem 1 não é rejeitada.

Então, o índice IR pode ser interpretado como o valor de equilíbrio de longo prazo para Y e o modelo MCE juntamente com a relação dinâmica acima sugerida define a relação de curto prazo:

$$\Delta Y_t = \alpha \Delta Y_{t-1} + \beta \Delta Y_{t-2} + \gamma \Delta IR_t + \varepsilon \Delta IR_{t-1} + \phi \Delta IR_{t-2} + \delta (Y_{t-1} - IR_{t-1})$$

Vale mencionar que a relação acima foi especificada lembrando a hipótese III, que determina que o padrão dinâmico de resposta das séries componentes é o mesmo para todas as séries.

B - Modelo no Nível:

Considerando a sugestão de relação dinâmica acima

² Para uma resenha da teoria de co-integração, ver Pereira (1988).

mencionada, e dado que o indicador IC não co-integra com Y, temos:

$$Y_t = \alpha Y_{t-1} + \beta Y_{t-2} + \gamma Y_{t-3} + \delta IC_t + \varepsilon IC_{t-1} + \phi IC_{t-2} + \eta IC_{t-3}$$

C - Modelo com séries estacionárias, primeira diferença:

Considerando a relação dinâmica mencionada e que não cabe o uso do mecanismo de correção de erros aplicados sobre séries já estacionárias, temos:

$$\Delta Y_t = \alpha \Delta Y_{t-1} + \beta \Delta Y_{t-2} + \gamma ID_t + \varepsilon ID_{t-1} + \phi ID_{t-2}$$

Estes modelos foram estimados e posteriormente retirados os termos não significativos. Os resultados dos ajustamentos realizados estão na Seção 4. Com base neles foi construída, para cada um dos modelos, a previsão a h-passos no período 02\82 a 06\88, e calculado o erro médio quadrático para cada caso. A minimização deste erro constitui o critério de escolha dos modelos A, B, C e D. Este último é o próprio indicador IR, preditor de longo prazo da série-alvo.

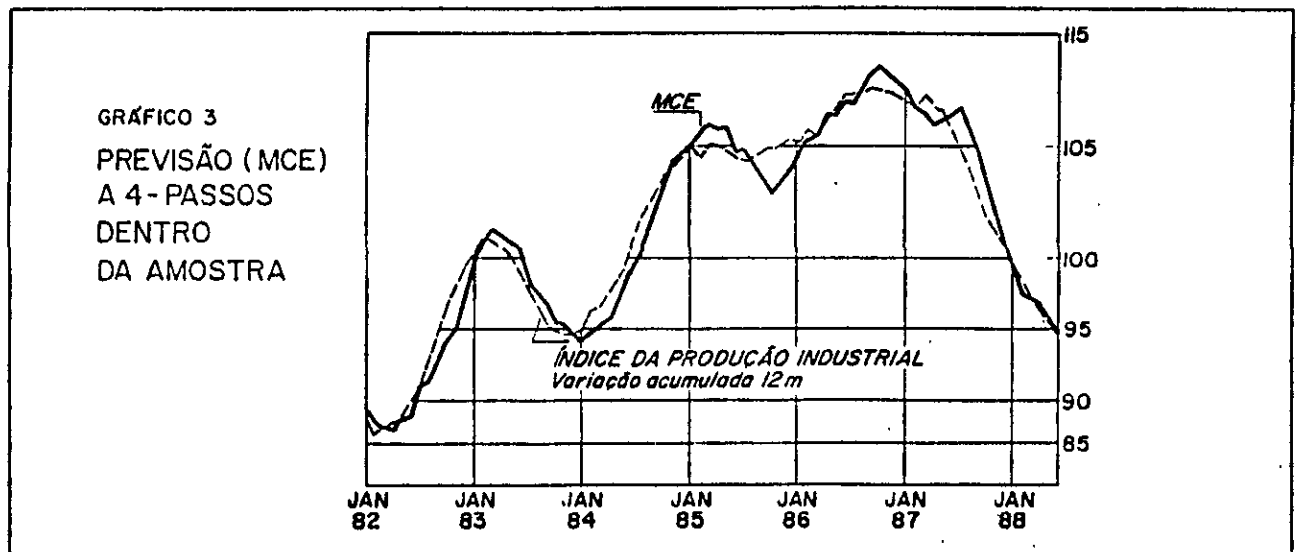
Erro Médio Quadrático:

Horizonte	1	2	3	4
Modelo A	0,23	0,61	1,18	1,73
Modelo B	0,29	0,78	1,77	3,26
Modelo C	0,26	0,83	2,24	4,47
Modelo D	1,91	1,91	1,91	1,91

Os resultados acima mostram que:

- i) O modelo A é superior em todos os horizontes;
- ii) Os resultados do modelo A se aproximam do modelo D - que é por construção seu ajustamento de longo prazo - à medida que o horizonte de previsão cresce;
- iii) Os demais modelos, embora sejam aproximadamente iguais para a previsão a 1-passo, perdem rapidamente a sua qualidade preditiva.

Definida a escolha do modelo com mecanismo de correção de erros (modelo A), foi reestimada nova versão do mesmo (modelo A-previsão) incluindo séries antecedentes adicionais relevantes que careciam do número de observações mínimo para o período estipulado de validação (11/81 a 8/88).



São apresentados os valores observados e previstos segundo diferentes usos do modelo A: previsão a 4-passos (A4); previsão utilizando o modelo A previsão a 1-passo dentro da amostra e a 2, 3 e 4-passos fora da amostra (A1P); previsão a 4-passos no modelo-A-previsão (A4P).

Periodo	Y	A4	A1P	A4P
87.01	110,9	111,3	110,0	110,7
87.02	110,9	110,5	110,7	110,7
87.03	111,7	110,6	111,2	111,0
87.04	110,9	109,7	110,9	110,5
87.05	110,4	110,1	110,6	110,5
87.06	109,4	110,4	109,8	109,9
87.07	107,7	110,6	107,9	108,2
87.08	106,4	109,2	106,5	106,8
87.09	104,5	107,5	105,3	105,3
87.10	102,7	105,5	103,0	103,6
87.11	101,9	103,3	101,2	101,6
87.12	101,0	101,5	100,9	100,2
88.01	99,9	99,6	99,4	99,0
88.02	98,3	98,0	98,7	98,4
88.03	97,3	97,6	96,7	96,8
88.04	96,0	97,2	96,6	96,2
88.05	95,1	96,3	95,4	95,5
88.06	95,1	94,9	94,5	94,9
88.07	98,8	94,5	95,2	94,7
88.08	96,8	93,8	95,9	95,2
88.09	97,2	93,1	96,1	95,4
88.10		94,1	97,2	96,2
88.11		-	98,2	98,1
88.12		-	99,4	99,5

2.4 Medida da Probabilidade de Reversão:

A hipótese IV implica a existência de momentos t^* onde há a troca de regimes. Reconhecer estes momentos é o problema do tempo ótimo de parada. Ele consiste em determinar o momento τ em que será reconhecida a reversão ocorrida em t^* , com um atraso médio mínimo e para uma dada probabilidade de falsa indicação α .

Para isto temos o teorema mencionado em Neftçi (1987) e devido a Shirayayev (1973) que determina:

Se $\Pi_t = \text{Prob}(t \geq t^* / F_t)$ então $\tau = \inf_t \{t : \Pi_t \geq A(\alpha)\}$

Ou seja, dada a probabilidade Π_t de ruptura e dado o conjunto de informação F_t , o momento ótimo de parada τ é o primeiro momento tal que Π_t seja maior do que uma função da probabilidade de falso sinal.

Em Neftçi existe ainda um lema adicional que calcula Π_t recursivamente:

$$\Pi_t = (\Pi_{t-1} + \xi_t(1-\Pi_{t-1})) \mu_t / ((\Pi_{t-1} + \xi_t(1-\Pi_{t-1})) \mu_t + (1-\Pi_{t-1})(1-\xi_t) \nu_t)$$

onde:

ξ_t : probabilidade a priori de ocorrência de reversão;

μ_t : Prob ($\Delta Y \in [\Delta Y - \varepsilon, \Delta Y + \varepsilon]$ / regime de crise)

ν_t : Prob ($\Delta Y \in [\Delta Y - \varepsilon, \Delta Y + \varepsilon]$ / regime normal)

Vale mencionar que a expressão acima calcula a probabilidade de ocorrer uma crise dado que se está no regime normal, devendo ser derivada uma expressão análoga para calcular a probabilidade de passarmos de um regime de crise a um regime normal.

As probabilidades μ_t e ν_t foram estimadas a partir dos dados, identificando previamente os períodos de mudança de regime da série-alvo. A probabilidade a priori ξ_t é usualmente considerada como sendo função do comprimento esperado do ciclo econômico. No caso brasileiro a instabilidade recente dos regimes dificulta esta forma de uso, não sendo, portanto, considerada no modelo.

Na tabela abaixo estão indicados os períodos de vigência dos regimes de crise (C) e normal (N), os momentos t^* de troca de regime e os momentos de reversão τ calculados para a série-alvo observada e prevista a 4-passos, e com as probabilidades de reversão fixadas nos níveis de 99 e 95%.

	Fases	t^*	Observada		Prevista 4-passos	
			$\tau(99\%)$	$\tau(95\%)$	$\tau(99\%)$	$\tau(95\%)$
C	01/77 a 12/77	12/77	02/78	01/78	-	-
N	01/78 a 12/80	12/80	03/81	02/81	-	-
C	01/81 a 02/82	02/82	05/82	04/82	07/82	01/82
N	03/82 a 02/83	02/83	06/83	05/83	07/83	07/83
C	03/83 a 11/83	11/83	01/84	01/84	04/84	04/84
N	12/83 a 09/86	09/86	05/87	01/87	01/87	11/86
C	10/86 a.....	-	-	-	-	-

Note-se o atraso em decorrência do efeito da diminuição da probabilidade de ocorrência de falsa indicação de reversão.

Na tabela a seguir estão apresentadas reversões indicadas pelo modelo que, embora não tenham sido definidas a priori como reversões para a estimação dos parâmetros do modelo, podem ser identificadas na trajetória da variável-alvo. A última linha refere-se à indicação falsa de reversão.

	Fases	Observada		Prevista 4-passos	
		$\tau(99\%)$	$\tau(95\%)$	$\tau(99\%)$	$\tau(95\%)$
C	79/08 a 02/80		01a03/80		
C	04/85 a 08/85		07a09/85	06a01/86	06a12/85
N	02/87 a 02/87		03a04/87		
	Indicação falsa		02a03/85		03a06/82

Conclui-se que:

1) Os resultados para a série-alvo parecem razoáveis considerando a instabilidade do período recente;

11) O efeito provocado pelo uso do preditor não piora significativamente os resultados.

3 Banco de Séries Temporais:

O objetivo da criação de um banco de séries temporais é dispor de um conjunto amplo de séries do qual possam ser selecionadas, por procedimento estatístico, aquelas séries que de fato antecedem a série-alvo.

O banco deve possuir alguns atributos genéricos como o de cobrir os diversos aspectos da economia e contar com séries que tenham um número suficiente de observações, compatível com a dimensão temporal do fenômeno cíclico objeto de estudo. Dada a

magnitude do trabalho envolvido na montagem do banco é provável que ele venha a ser utilizado para a construção não de um, mas de vários indicadores antecedentes. De outro lado, as séries candidatas a série antecedente devem admitir a aplicação de testes estatísticos de validação da estabilidade ao longo do tempo. Ambas estas considerações destacam a conveniência de se contar com um banco de ampla cobertura temporal e temática.

A literatura que trata da construção de indicadores antecedentes destaca, por sua vez, alguns atributos específicos a serem preenchidos pelas séries antecedentes e que devem ser levados em consideração quando da montagem do banco, uma vez que aquelas são apenas um subconjunto deste. Neste sentido, ainda condicionado à base estatística disponível, é recomendável que:

1) A periodicidade das séries seja mensal;

2) As séries não estejam sujeitas a revisão frequente, nem excessiva;

3) A divulgação das séries seja imediata e de fácil acesso;

4) As séries não apresentem descontinuidades nem encadeamentos.

Um ponto de partida para a montagem do banco de séries temporais (banco Lead) foi o exame do conjunto de séries antecedentes incluídos nos indicadores antecedentes de 22 países da OECD (1). Trata-se de um conjunto de 190 séries, sendo que o

número delas que compõe cada indicador antecedente varia de um mínimo de duas a um máximo de 12, embora oscile entre 7 e 11 para a maioria dos países. Do exame da classificação dessas séries segundo grandes categorias económicas ficou nitida a importância de dotar o banco Lead de um conjunto variado de séries com ênfase nos agregados monetários e financeiros, nas enquetes sobre andamento de negócios, bem como em dados sobre consumo e vendas. Os trabalhos de Contador (1981) e do CEE(1986) também serviram de orientação neste sentido.

O banco Lead ficou finalmente constituído de aproximadamente 240 series agrupadas em 9 blocos. As séries mais longas iniciam em 01/71 (mais de 200 observações) enquanto as mais curtas iniciam em 01/81 (mínimo de 85 observações).

A estrutura e composição do banco Lead é a seguinte:

Bloco	Número de Séries
Produção	61
Consumo de Vendas	59
Moeda e crédito	15
Salário e Emprego	36
Finanças Públicas	6
Preços	3
Setor Externo	29
Negócios e Outros	23
Economia Internacional	5
Total	238

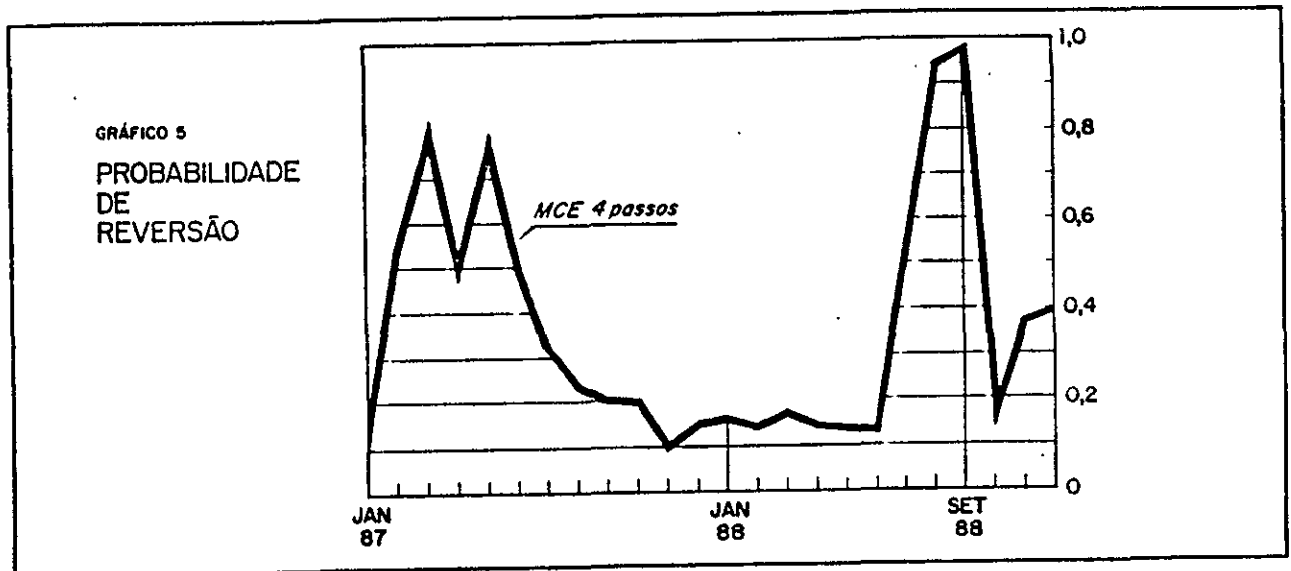
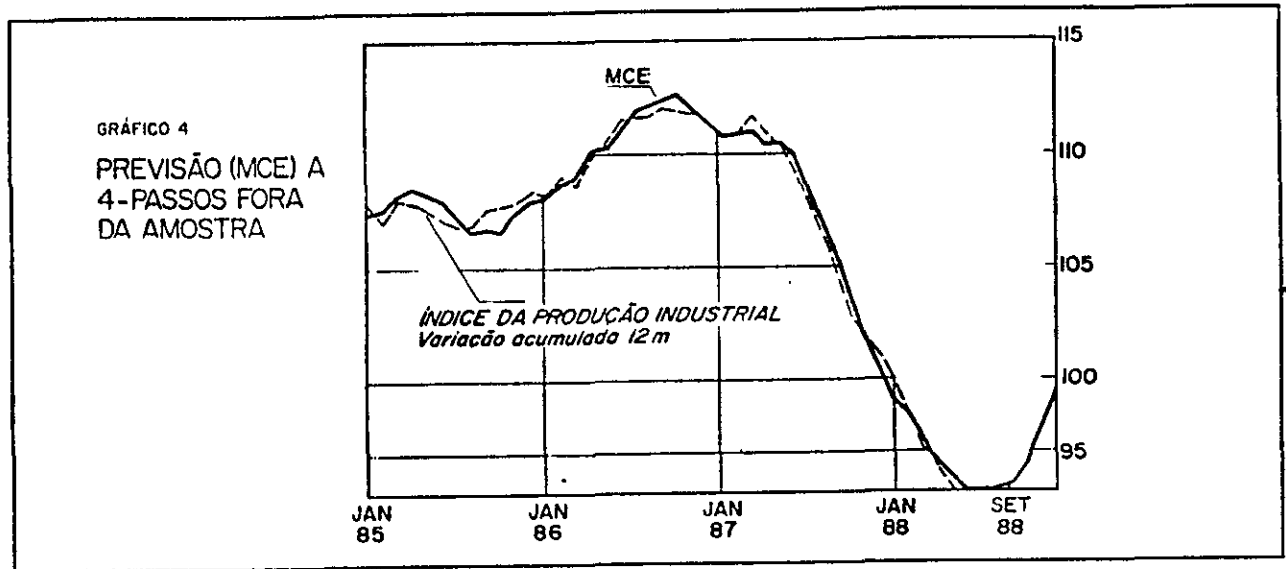
O banco é pobre em série como estoques, encomendas, pedidos em carteira, novos pedidos, sondagens e enquetes, etc.. Inexistem, no entanto, no Brasil levantamentos confiáveis, rotineiros e contínuos que cubram esses aspectos da atividade econômica. Neste sentido o banco reproduz apenas as limitações de nossa base estatística.

4 - Conclusões e Extensões

Em síntese, o trabalho estabeleceu:

- a) a previsão com quatro meses de antecedência do nível da série-alvo com erro de $\pm 2,5\%$; considerando o atraso na publicação das séries antecedentes (bem como da série-alvo), o avanço operacional é de dois meses em relação ao período corrente; e
- b) uma medida da probabilidade de reversão calculada com base na série-alvo observada, bem como na série-alvo prevista com quatro meses de antecedência, confirmando a ocorrência - ou indicando a iminência - de reversão.

Os Gráficos 4 e 5 ilustram estes resultados. Assim, o Gráfico 4 mostra, por exemplo, a previsão do modelo MCE para o comportamento da produção industrial até o mês de dezembro do corrente ano, ou seja, com avanço operacional de dois meses em relação ao período corrente (outubro):



De acordo com as previsões do modelo, o índice da produção industrial deverá apresentar em dezembro uma variação acumulada em 12 meses de $-0,47\%$. Vale destacar que esta previsão é bastante próxima à que resulta do modelo de séries temporais utilizado correntemente pelo INPES.

O Gráfico 5 apresenta, por sua vez, a probabilidade de reversão calculada com base na série-alvo prevista, mostrando que no mês de maio de 1988, e dadas as previsões referentes ao mês de julho (avanço operacional de dois meses), a probabilidade de ocorrência de reversão teria sido julgada iminente. Já em julho, consideradas válidas as previsões do modelo para setembro, a fórmula de Neftçi confirmaria, com atraso mínimo, a ocorrência de uma mudança de regime antes de setembro. Os dados posteriores referentes à produção industrial de julho e agosto - não disponíveis no momento do cálculo da probabilidade de reversão - confirmariam que, de fato, ocorreu uma reversão em julho de 1988.

Ainda com base nas previsões do MCE até dezembro, a fórmula de Neftçi não reconhece a possibilidade de nova reversão, o que equivale a dizer que a reversão ocorrida em julho deverá se sustentar pelo menos até o final do ano.

O objetivo deste trabalho parece ter sido parcialmente alcançado, embora valham as seguintes sugestões:

- 1) Aumentar a cobertura do banco de séries;
- 2) Construir um indicador com capacidade de antecipar mais do que quatro meses;
- 3) Construir Indicadores de Antecipação para as componentes da produção industrial desagregados segundo a categoria de uso.

Referências Bibliográficas:

Centro de Estudos Econômicos (1986). Indicador antecedente da indústria de transformação. Mimeo

Contador, C.R. (1981). A previsão de ciclos econômicos com indicadores antecedentes. Relatório Técnico n° 50 : COPPEAD/UFRJ

Engle R.F. e Granger C.W.J. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation and testing. Econometrica, vol 55, p. 251-76.

Granger C.W.J. e Nelbold P. (1974). Spurious regressions in econometrics. Journal of Econometrics, vol 2, p. 111-20.

Hendry D.F., Pagan A.R. e Sargan J.D. (1984). Dynamic specification. Em Handbook of Econometrics, Z. Griliches e M. Intriligator, Vol. II. Amsterdam: North Holland.

Hymans S.H. (1973). On the Use of leading indicators to predict cyclical turning points. Brookings papers on Economic Activity, vol.2, p. 339-84.

Kling J.L. (1987). Predicting the turning points of business and economic time series. Journal of Business, vol.60, p.201-38.

Long R. (1970). Forecasting specific turning points. Journal of American Statistical Association, vol 65.

Michell W.C. (1913). Bussines cycles. Berkeley: University of California Press.

Moore G.H. (1961). Business cycle indicators, vol.1, Princeton: Princeton University Press.

Moore G.H. (1983). Business cycles, inflation and forecasting. Cambridge, Mass Ballinger.

Moore, G.H. and V. Zarnovitz (1982). Sequential signals of recession and recovery. Journal of Business, 55, p. 57-85.

Neftçi N.S. (1982). Optimal prediction of cyclical downturns. Journal of Economic Dynamics and Control, vol.4, p. 225-41.

Nilsson R. (1987). OECD Leading Indicators. OECD Studies, n 9.

Pereira P.L.V. (1988). Co-integração: uma resenha com aplicações a séries brasileiras. Mimeo

Sargan J.D. (1984). Wage and prices in the United Kington : a study in econometric methodology. Em Econometric analysis for national economic planning. P.E.Hart, G.Mills, J.K.Witaker (Ced.), London: Butterworths.

Shiryayev A.N. (1973). Statistical sequential analysis: on optimal stopping rules. Translations of Mathematical Monographs. American Mathematical Society: Providence.

Stekler, H.O. (1972). An analysis of turning points forecasts. American Economic Review, vol. 62, p. 274-728.

Wecker W.E. (1979). Predicting the turning points of a time series. Journal of Business, vol 72, p. 35-50.

Zarnovitz V. e Boschan C. (1975 a). Cyclical indicators an evaluation and new leading indexes. Business Conditions Digest, pg. v-xxii.

Zarnovitz V. e Boschan C. (1975 b). New composite indexes of coincident and lagging indicators. Business Conditions Digest, p. v-xxiv.

Zarnovitz V., Moore G.H. (1982). Sequential signals of recession and recovery, Journal of Business, vol. 55, p. 57-85.

Zarnovitz (1985). Recent work on business cycles in historical perspective. Journal of Economic Literature, vol. 23, p. 523-80.

Zellner A., Hong C. e Gulati G.H. (1987). Turning points in economic time series, loss structures and bayesian forecasting.

Graduate School of Business University of Chicago, Discussion Paper.

APÊNDICE

Aplicação da Metodologia:

Este apêndice detalha e apresenta os resultados numéricos das diversas etapas do trabalho.

A.1 Identificação das Séries Antecedentes:

Após a montagem do banco Lead, procedeu-se à seleção daquelas séries efetivamente relacionadas com a série-alvo. Dado que as séries coletadas tinham dimensão diversa (séries de fluxo, de estoque, em valores nominais ou em valores reais, etc..) foi preciso estabelecer alguns critérios para homogeneizar as séries. Estes critérios, chamados de filtros, foram os seguintes:

i - Se a série A_t mede valores acumulados dentro do ano, a série é transformada em fluxo:

$$\begin{aligned} F_t &= A_t - A_{t-1} && \text{para } t \neq \text{janeiro} \\ F_t &= A_t && \text{para } t = \text{janeiro} \end{aligned}$$

ii - Se a série está medida em cruzados correntes é deflacionada pelo IGP-DI.

iii - Se a série é um fluxo, isto é, mede os acontecimentos relativos a um mês isolado, é tomada a média móvel de 12 meses para suavizá-la, ou seja, para diminuir a variância da componente irregular.

$$y_t = (F_t + F_{t-1} + \dots + F_{t-11}) / 12$$

iv - Se a série registra a evolução de um estoque, ou seja, a acumulação de valores ao longo do tempo, ela já está suavizada e não necessita da transformação sugerida em (iii).

Vale mencionar que a série estoque deveria receber um tratamento diferente do mencionado para que fosse homogeneizada da mesma forma. Neste caso:

$$F_t = E_t - E_{t-1}$$

$$y_t = (F_t + F_{t-1} + \dots + F_{t-11}) / 12 = (E_t - E_{t-12}) / 12$$

Entretanto este filtro quando aplicado às séries-estoque do banco resultou em séries com variância excessiva, mesmo após a aplicação de (iii). Optou-se, então, por não utilizar este procedimento aparentemente mais correto.

Os critérios (i) a (iv) acima mencionados obedeceram à necessidade de homogeneizar as séries, e, adicionalmente, diminuir a variância da componente irregular. O passo seguinte foi a retirada das componentes sazonal e tendencial. Para tanto:

v - Foi calculada a taxa de variação de 12 meses de cada série objetivando retirar a componente sazonal suposta multiplicativa.

No que se refere à retirada da componente tendencial, trata-se de uma opção aparentemente não considerada nos trabalhos precedentes. Contudo, verificou-se que a identificação das séries antecedentes torna-se problemática quando é mantida a componente tendencial, uma vez que os resultados ficam mais ambíguos.

De fato, as funções de auto-correlação e correlação cruzada defasada calculadas sobre séries com tendência de crescimento apresentam um decaimento suave, o que torna o reconhecimento da defasagem característica mais ambíguo, e pode apresentar correlações significativas entre séries não relacionadas.

Com base nesta constatação foi introduzido mais um filtro:

vi - Para aquelas séries que após (v) ainda apresentaram tendência, foi tomada, recorrentemente, a diferença de primeira ordem até obter estacionaridade.

O critério de testar a não estacionaridade, consiste em verificar se a média da primeira diferença da série é maior do que o desvio-padrão da primeira diferença, Ou seja:

$$\mu = \sum_1 (y_t - y_{t-1}) / (n-1)$$

$$\sigma^2 = \sum_t (y_t - y_{t-1} - \mu)^2 / (n-2)$$

se $\mu > \sigma$, então a série ainda tem tendência, caso contrário a série é considerada estacionária. Com base neste teste todas as séries ficaram estacionárias após a primeira diferença.

Vale mencionar a existência de um tratamento mais rigoroso (ver Engle e Granger, 1987) para testar a estacionaridade que deverá ser utilizado num desenvolvimento futuro deste projeto.

Em suma, a aplicação destes filtros é compatível com a hipótese II da Seção 2, isolando a componente cíclica para testar a relação dinâmica entre estas séries e a série-alvo.

A relação dinâmica foi testada calculando-se a correlação entre a série-alvo (y) e cada uma das séries candidatas (x) para diversas defasagens da série candidata, ou seja:

$$\rho_j = E \{ (x_t - E(x_t))(y_{t-j} - E(y_{t-j})) \} \quad j = -5, \dots, 0, \dots, 12$$

São selecionadas as séries tais que:

$$\rho_L = \max_t \{ \rho_t \}$$

$$L \geq 4 \quad \text{e} \quad \rho_L \geq n^{-1/2}$$

O parâmetro L , como definido, é chamado de defasagem característica da série e foi utilizado como referência para colocar todas as séries em fase com a série-alvo.

O procedimento de filtrar e identificar as séries relevantes foi implementado com todas as séries do banco de dados e resultou na seleção do conjunto de 66 séries.

O cálculo da correlação foi realizado com tamanhos de amostras diferentes dependendo do comprimento da série candidata. A maior parte das séries permitiam o cálculo da correlação a partir de janeiro de 1981. Tendo em vista avaliar a estabilidade da correlação estimada, o cálculo da mesma foi desenvolvido para o período 1981/88 e repetido para o período mais curto 1984/88.

O teste de estabilidade da relação de dependência permitiu, juntamente com outros critérios - inexistência de correlação significativa de defasagens negativas, sinal correto da correlação e antecipação efetiva suficiente - a seleção das seguintes séries abaixo relacionadas (séries antecedentes) para compor o indicador.

A relação das séries selecionadas é apresentada juntamente com suas fontes, defasagem característica, atraso na publicação e mnemônico.

Fonte	Mnemo	t	Atraso	Nome
IBS	- abt	5	- 2	Produção de Aço Bruto
FIESP	- smt	11	- 3	Salários Nominais Médios -Mat. Transporte
FIESP	- tvpt	9	- 5	Total de Vendas Nominais - Plástico
ANFAVEA	- vvt	9	- 4	Venda de Veículos Merc Externo e Interno
MIC	- cvt	11	- 5	Faturamento Real nas Concec de Veículo
FCSP	- spct	6	- 5	Consultas de Venda a Prazo SPC-Total SP
BACEN	- cpft	5	- 3	Sist. Monetário Crédito a Pessoa Física
BACEN	- crt	7	- 3	Sist. Monetário Crédito a Atividade Rural
BOVESPA	- bvt	4	- 0	Índice BOVESPA
CACEX	- ebt	6	- 3	Exportação de produtos Básicos (Ton)
CACEX	- est	5	- 3	Exportação de Semimanufaturados(US\$)
BACEN	- dmt	12	- 3	Dívida Mobiliária Federal Fora BACEN

Vale notar que a denominação das séries acima corresponde à forma como elas foram documentadas no banco Lead e que precede a aplicação dos filtros.

A.2 - Construção do Indicador e da Função de previsão:

O indicador antecedente fica determinado por ponderadores que podem ser estimados por diferentes critérios.

$$I_t = \sum_{j \in A} \alpha_j y_{j,t-l_j}$$

onde A é o conjunto das séries antecedentes.

1 - Indicadores IC e ID construídos da seguinte forma:

$$\alpha_j = \rho_j / \sigma_j$$

onde ρ_j é a correlação com a série-alvo na defasagem característica e σ_j é o desvio padrão da série antecedente.

2 - Indicador IR, utilizando como ponderadores os parâmetros da regressão entre a série alvo e as antecedentes.

Algumas séries não são suficientemente longas para cobrir as reversões ocorridas de 1981 a 1983. Por isto foram construídas duas versões para o indicador escolhido: um indicador que desconsidera estas séries (IR), mas que serve para validar o método, e outro incluindo-as para efetuar a previsão (IR*).

Séries	IC			ID			IR	IR*
	ρ	σ	α	ρ	σ	α	α	α
Anteced.								
abt	.25	.083	3.0	.43	.016	26.8	27.9	22.3
smt	.06	.073	.8	.08	.015	5.3	8.9	-36.3
tvpt	.34	.194	1.7	.19	.031	6.1	-9.1	-4.7
vvt *	.40	.117	3.4	.31	.036	8.6		8.8
cvt *	.47	.240	1.9	.51	.046	11.0		10.3
spct	.70	.131	5.3	.38	.024	15.8	-40.0	-19.7
cptf	.78	.563	1.4	.29	.139	2.0	-0.6	0.8
crt	.49	.460	1.0	.42	.116	3.6	6.1	2.4
bvt	.89	.653	1.4	.58	.117	4.9	10.3	3.9
dmt	.53	.437	1.2	.16	.105	1.5	9.8	6.9
ExBas	.63	.123	5.1	.07	.045	1.5	-5.8	5.5
ExSMf				.12	.056	2.1	2.4	-4.2

As séries marcadas com * só são utilizadas nos modelos de previsão.

O parâmetro ρ refere-se à correlação com a série-alvo na defasagem característica, σ é o desvio padrão da série antecedente, e α é o peso da série no indicador antecedente. Os parâmetros dos indicadores IC e ID foram estimados no período 1984/88, e os do IR no período 1981/88.

A.3 Função de previsão:

Os modelos A,B,C definidos na Seção 2 foram estimados e tiveram suas componentes não significativas descartadas. A seguir são apresentados os resultados.

Vale mencionar que alguns modelos dinâmicos poderiam ser simplificados cancelando raízes semelhantes no polinômio auto-regressivos da variável dependente e na defasagem distribuída da variável independente. Entretanto, isto não foi feito pois o modelo resultante teria a variável dependente defasada juntamente com uma estrutura AR(1) nos resíduos, o que exigiria procedimentos especiais de estimação (Correção de Hatanaka).

Em todos os casos foi necessário construir a previsão a 4-passos a partir da previsão a 1-passo, que é feita de acordo com a solução do sistema abaixo:

Seja a função de previsão:

$$y_t = \alpha y_{t-1} + \beta y_{t-2} + \gamma I_t + \delta I_{t-1}$$

E as previsões a 1, ... , 4 períodos são:

$$\begin{aligned} \hat{y}_{t+1} &= \alpha y_t + \beta y_{t-1} + \gamma I_{t+1} + \delta I_t \\ \hat{y}_{t+2} &= \alpha \hat{y}_{t+1} + \beta y_t + \gamma I_{t+2} + \delta I_{t+1} \\ \hat{y}_{t+3} &= \alpha \hat{y}_{t+2} + \beta \hat{y}_{t+1} + \gamma I_{t+3} + \delta I_{t+2} \\ \hat{y}_{t+4} &= \alpha \hat{y}_{t+3} + \beta \hat{y}_{t+2} + \gamma I_{t+4} + \delta I_{t+3} \end{aligned}$$

Nos modelos no nível y_{t+4} é a previsão desejada, e nos modelos na primeira diferença a previsão é calculada:

$$\hat{Y}_{t+4} = Y_t + \hat{y}_{t+1} + \hat{y}_{t+2} + \hat{y}_{t+3} + \hat{y}_{t+4}$$

A.3.1 - Modelo no Nível - Ajuste Instantâneo:

$$y_t = 59.9 + 2.1 IC_t$$

(20,0) (14,1)

$$\begin{aligned} (81.08, 88.08) \quad R^2 = 0.71 \quad \sigma = 3.88 \quad DW = 0.05 \\ \text{Chow} = 1.4 \quad r^2 = -0.11 \end{aligned}$$

A.3.2 - Modelo B no Nível Ajuste Dinâmico:

$$y_t = 3.145 + 1.353 y_{t-1} - 0.397 y_{t-2} + 0.273 IC_t - 0.218 IC_{t-1}$$

(2,0) (21,7) (9,4) (2,4) (1,9)

$$\begin{aligned} (81.09, 88.08) \quad R^2 = 0.995 \quad \sigma = 0.58 \quad DW = 2.0 \\ \text{Chow} = 1.3 \quad r^2 = 0.747 \end{aligned}$$

Extraíndo-se as raízes dos polinômios no operador diferença obtém-se:

$$(1 + 0,467L) (1 - (0,91 - 0,148i)L) (1 - (0,91 + 0,148i)L) y_t = \\ = 0,273 (1 - 0,798L) IC_t$$

e como existem raízes complexas, o modelo tem um ciclo com periodicidade de 39 meses.

A.3.3 - Modelo C na Diferença Ajuste Dinâmico:

$$\Delta y_t = \underset{(4,8)}{0,463} \Delta y_{t-1} + \underset{(4,0)}{0,362} \Delta y_{t-2} + \underset{(5,9)}{0,357} ID_t - \underset{(4,2)}{0,298} ID_{t-1}$$

$$\langle 81,08,88,08 \rangle \quad R^2 = 0,77 \quad \sigma = 0,52 \quad DW = 1,9$$

$$\text{Chow} = 0,7 \quad r^2 = 0,45$$

Extraíndo-se as raízes dos polinômios no operador diferença obtém-se:

$$(1 + 0,413L) (1 - 0,876L) \Delta y_t = 0,357 (1 - 0,835L) ID_t$$

A.3.4 - Modelo A com mecanismo de correção de erros (Modelo MCE):

$$\Delta y_t = \underset{(9,9)}{0,402} \Delta y_{t-1} + \underset{(9,5)}{0,303} \Delta y_{t-2} + \underset{(5,6)}{0,205} \Delta IR_t - \underset{(4,7)}{0,097} \Delta IR_{t-1} \\ - \underset{(4,0)}{0,185} (y_{t-1} - IR_{t-1})$$

$$\langle 81.08, 88.08 \rangle \quad R^2 = 0,788 \quad \sigma = 0,500 \quad DW = 1,87$$

$$\text{Chow} = 1,3 \quad r^2 = 0,50$$

Extraíndo-se as raízes dos polinômios no operador diferença obtém-se:

$$(1 + 0,385L) (1 - 0,787L) \Delta y_t = 0,205 (1 - 0,473L) \Delta IR_t$$

A.3.5 -Modelo A previsão, com mecanismo de correção de erros(Previsão MCE):

$$\Delta y_t = \underset{(3,4)}{0,449} \Delta y_{t-1} + \underset{(2,1)}{0,212} \Delta y_{t-2} + \underset{(6,8)}{0,587} \Delta IR_t - \underset{(2,9)}{0,262} \Delta IR_{t-1}$$

$$- \underset{(5,5)}{0,782} (y_{t-1} - IR_{t-1})$$

$$\langle 84.08, 88.08 \rangle \quad R^2 = 0,814 \quad \sigma = 0,412 \quad DW = 1,42$$

$$\text{Chow} = 1,3 \quad r^2 = 0,72$$

Extraíndo-se as raízes dos polinômios no operador diferença obtém-se:

$$(1 + 0,288L) (1 - 0,737L) \Delta y_t = 0,587 (1 - 0,448L) \Delta IR_t$$

A.3.6 - Ajuste do Indicador IR:

$$y_t = 27,9 \text{ abt}_t + 8,9 \text{ smt}_t - 9,1 \text{ tvpt}_t - 40,0 \text{ spct}_t - 0,6 \text{ cpft}_t$$



$$+ 5,1 \text{ crt}_t + 10,3 \text{ bvt}_t + 9,8 \text{ dmt}_t + 5,8 \text{ ebt}_t \\ + 2,4 \text{ est}_t$$

$$\langle 81.11.88.06 \rangle \quad R^2 = 0,965 \quad \text{CRDW} = 1,925 \quad \text{A.D.F.} = -4,6$$

As estatísticas CRDW e A.D.F. são usadas para se testar co-integração das séries (para uma descrição destes testes ver Pereira, 1988), e não se pode rejeitar a hipótese de que y_t e IR_t co-integram.

A.4 Mudança da Função de Perda

O objetivo deste trabalho era desenvolver a previsão a 4-passos. Infelizmente os parâmetros estimados, implicitamente, minimizando o erro de previsão a 1-passo, não são necessariamente ótimos para o erro de previsão a 4-passos.

Para prever o erro a 4-passos, o modelo pode ser reparametrizado, resolvendo as equações que definem a previsão a 4-passos anteriormente definida, que resulta no seguinte:

$$Y_t = A Y_{t-4} + B Y_{t-3} + C I_{t-3} + D I_{t-2} + E I_{t-1} + F I_{t-4} + u_t \\ + G u_{t-1} + H u_{t-2} + I u_{t-3}$$

Onde A, B, ..., I são funções não lineares de α , β , γ , δ .

Os parâmetros deste modelo deveriam ser estimados utilizando procedimentos não lineares de estimação com restrição e

supondo uma estrutura de média móvel nos resíduos. Como não dispomos de instrumental adequado foram feitas tentativas grosseiras de estimar os parâmetros, ignorando as restrições não lineares entre os parâmetros e a estrutura de média móvel no resíduo.

Para esta função de perda foram tentados diversos modelos. Ocorreram problemas retratados nas estatísticas abaixo, que inutilizaram esta aproximação.

A.4.1 Modelo no nível:

$$y_t = 16.0 + 3.0 y_{t-4} - 2.2 y_{t-5} + 2.0 IC_t - 2.3 IC_{t-1} \\ \begin{matrix} (4.0) & (11.0) & (9.0) & (9.4) & (2.0) \\ & & & & \end{matrix} \\ + 1.0 IC_{t-2} - 0.3 IC_{t-3} \\ \begin{matrix} (1.0) & (0.5) \end{matrix}$$

$$\langle 81.08, 88.06 \rangle \quad R^2 = 0.93 \quad \sigma = 1.9 \quad DW = 0.78 \\ \text{Chow} = 0.62 \quad r^2 = -1.8$$

A.4.2 - Modelo na diferença

$$\Delta_4 y_t = 2.0 y_{t-4} + 0.065 y_{t-5} + 1.1 ID_t - 0.17 ID_{t-1} \\ \begin{matrix} (5.0) & (0.16) & (4.0) & (0.5) \end{matrix} \\ + 0.099 ID_{t-2} - 0.05 ID_{t-3} \\ \begin{matrix} (0.9) & (0.15) \end{matrix}$$

$$\langle 81.09, 88.06 \rangle \quad R^2 = 0.72 \quad \sigma = 2.1 \quad DW = 0.64 \\ \text{Chow} = 0.5 \quad r^2 = -2.8$$

Onde $\Delta_4 y = Y_t - Y_{t-4}$

A.4.3 - Modelo na diferença de ordem 4 das séries

Devido aos problemas apresentados nestas especificações foi feita uma derradeira tentativa, redefinindo as diferenças para diferenças de quatro periodos, e construido o indicador antecedente D que resultou:

$$\Delta_4 y_t = \underset{(6,4)}{1,05} \Delta_4 y_{t-4} - \underset{(5,2)}{1,281} \Delta_4 y_{t-5} + \underset{(2,5)^t}{1,0} D_t + \underset{(0,2)^{t-1}}{0,15} D_{t-1} \\ - \underset{(1,8)^{t-2}}{1,3} D_{t-2} + \underset{(2,1)^{t-3}}{0,9} D_{t-3}$$

$$\langle 81.10,88.08 \rangle \quad R^2 = 0,785 \quad \sigma = 1,9 \quad DW = 0,95 \\ \text{Chow} = 1,4 \quad r^2 = -1,9$$

A.5 - Medida da Probabilidade de Reversão

Para implementar esta formulação devem ser estimadas as funções de densidade dos regimes de queda é normal μ_t e ν_t e a probabilidade a priori ξ_t .

Se na economia brasileira as flutuações da produção seguissem a um padrão aproximadamente periódico, a probabilidade a priori poderia ser calculada como a razão entre o prazo decorrido deste a última reversão e o comprimento esperado do ciclo. Na ausência deste padrão, foi tentada uma outra construção, também mal-sucedida, com base na distância no tempo da última reversão, ou seja ξ_t evoluiria suavemente de 0 até 0,5 a partir da última reversão. Esta forma de uso também não deu bons resultados pois

tornou o procedimento mais lento no reconhecimento do fim das pequenas oscilações da série-alvo.

As probabilidades μ_i e ν_i foram estimadas definindo os períodos de crise e normal ao longo da amostra (1977,1988) de acordo com a tabela da Seção 2, e estimada a frequência relativa ϕ em diversas faixas de variações no nível da série alvo.

Estas frequências foram suavizadas com uma média móvel centrada de três faixas e as duas primeiras e duas últimas faixas que têm comprimento diferente foram normalizadas, obtendo-se os resultados $\hat{\phi}$ abaixo apresentados.

VALOR OBSERVADO						VALOR PREVISTO A 4 PASSOS					
Crise			Normal			Crise			Normal		
Limite	ϕ	\bar{x}	Limite	ϕ	\bar{x}	Limite	ϕ	\bar{x}	Limite	ϕ	\bar{x}
-2,86	2	0,3	-0,80	0	0,1	-2,37	0	1,9	-1,82	0	0,8
-1,93	4	1,1	-0,06	1	2,1	-2,02	1	5,6	-0,44	15	1,4
-1,68	8	8,8	-0,36	4	6,7	-1,72	6	8,5	-0,14	4	10,4
-1,44	9	9,4	-0,11	15	10,3	-1,43	6	8,9	0,17	11	8,3
-1,19	12	12,5	0,13	12	14,7	-1,13	10	10,0	0,48	9	10,0
-0,95	13	13,6	0,37	17	15,0	-0,84	13	13,4	0,79	17	12,1
-0,70	14	14,9	0,62	16	12,7	-0,54	16	12,0	1,09	17	12,7
-0,45	14	14,6	0,86	5	11,3	-0,25	6	11,0	1,40	11	12,7
-0,21	11	11,5	1,10	13	13,0	0,05	10	7,5	1,71	9	8,3
0,04	7	7,6	1,34	7	9,7	0,35	6	8,9	2,01	4	5,9
0,82	3	1,0	2,11	9	1,7	0,55	10	8,1	2,90	9	1,5
999	0	0,1	999	0	0,5	999	0	2,5	999	0	0,5

TEXTOS PARA DISCUSSÃO INTERNA

EDITADOS A PARTIR DE 1987

- Nº 104 - "Estudos para a Reforma Tributária - Tomo 1: Proposta de Reforma do Sistema Tributário Brasileiro", Fernando A. Rezende da Silva, Março 1987, 63 p.
- Nº 105 - "Estudos para a Reforma Tributária - Tomo 2: Tributação de Renda e do Patrimônio", Francisco de Paulo Correia Carneiro Giffoni e Luiz A. Villela, Fevereiro 1987, 67 p.
- Nº 106 - "Estudos para a Reforma Tributária - Tomo 3: Tributação de Mercadorias e Serviços", Ricardo Varsano, Fevereiro 1987, 165 p.
- Nº 107 - "Estudos para a Reforma Tributária - Tomo 4: Contribuições Sociais", Fernando A. Rezende da Silva e Beatriz A. Silva, Fevereiro 1987, 94 p.
- Nº 108 - "Estudos para a Reforma Tributária - Tomo 5: Federalismo Fiscal", José Roberto Afonso e Thereza Lobo, Março, 153 p.
- Nº 109 - "A Aritmética da Escala Móvel: Uma Análise do Comportamento do Salário Real num Regime de Reajustes, com Periodicidade Endógena", Fábio Giambiagi, Março 1987, 30 p.
- Nº 110 - "Inflação, Preços Mínimos e Comercialização Agrícola: A Experiência dos Anos Oitenta", Gervásio Castro de Rezende, Abril 1987, 39 p.
- Nº 111 - "A Política Salarial e a Crise Econômica", Fernando A. Rezende da Silva, Maio 1987, 32 p.
- Nº 112 - "Surplus Labor and Industrialization", Kevin M. Murphy, Andrei Shleifer e Robert W. Vishny, Maio 1987, 19 p.

- Nº 113 - "Um Modelo de Consistência Multissetorial para a Economia Brasileira", Márcio Gomes Pinto Garcia, Maio 1987, 42 p.
- Nº 114 - "Endividamento Municipal: O Estado Atual das Dívidas das Capitais Estaduais", Thompson Almeida Andrade, Agosto 1987, 26 p.
- Nº 115 - "Modelo de Equilíbrio Geral para o Brasil com Fluxos Reais e Financeiros Integrados", Marco Antonio Cesar Bonomo, Outubro 1987, 43 p.
- Nº 116 - "Elasticidades de Engel no Brasil usando um Sistema de Equações com Especificação LOGIT", José W. Rossi e Cesar das Neves, Outubro 1987, 15 p.
- Nº 117 - "Projeções do IPCA", Pedro L. Valls Pereira e Sergio S. Portugal, Outubro 1987, 36 p.
- Nº 118 - "A Carteira de Trabalho e as Condições de Trabalho e Remuneração dos Chefes de Família no Brasil", Ricardo Paes de Barros e Simone Varandas, Outubro 1987, 28 p.
- Nº 119 - "Perspectivas e Necessidades Educacionais da Mão-de-Obra", Manoel Augusto Costa, Outubro 1987, 16 p.
- Nº 120 - "Modelo Multissetorial CEPAL/IPEA para o Brasil", Fáb^{io} Giambiagi, Guilherme Gomes Dias, Juan José Perei^{ra} e Márcio Gomes Pinto Garcia, Outubro 1987, 124 p.
- Nº 121 - "A Reforma Fiscal no Processo de Elaboração da Nova Constituição", Fernando A. Rezende da Silva e José Ro^{berto} R. Afonso, Novembro 1987, 53 p.
- Nº 122 - "Avaliação do Sistema Tributário Proposto no Projeto de Constituição", Ricardo Varsano, Novembro 1987 35 p.
- Nº 123 - "O Orçamento Brasileiro: seu Processo Atual e as Re^{for}mulações Propostas no Projeto Constitucional", Ma^{ria} da Conceição Silva, Novembro 1987, 30 p.

- Nº 124 - "As Contribuições Sociais no Projeto de Constituição", Beatriz Azeredo, Novembro 1987, 55 p.
- Nº 125 - "Endividamento Municipal: Análise da Situação Financeira de Quatro Capitais Estaduais (São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Salvador)", Thompson A. Andrade, Novembro 1987, 33 p.
- Nº 126 - "Ajuste Externo e Agricultura no Brasil: 1981/86", Gervásio Castro de Rezende, Dezembro 1987, 46 p.
- Nº 127 - "Considerações sobre a Relação entre a Dívida Pública e a Inflação", José W. Rossi, Dezembro 1987, 09 p.
- Nº 128 - "Estratégias de Desenvolvimento: América Latina vs. Leste Asiático", Armando Castelar Pinheiro, Dezembro 1987, 35 p.
- Nº 129 - "Industrial Policies and Multinational Enterprises in Latin America", Helson C. Braga e Virene Matesco, Dezembro 1987, 30 p.
- Nº 130 - "A Sensibilidade das Medidas de Desigualdade à Padronização da Jornada de Trabalho", Ricardo Paes de Barros, Janeiro 1988, 28 p.
- Nº 131 - "Influência das Paridades Cambiais sobre a Dívida Externa: O Caso Brasileiro - 1983/86", Fábio Giambiagi, Janeiro 1988, 23 p.
- Nº 132 - "O (Des) controle do Endividamento de Estados e Municípios - Análise Crítica das Normas Vigentes e Propostas de Reforma", Fernando Rezende e José R. Afonso, Janeiro 1988, 75 p.
- Nº 133 - "O Efeito-Tanzi" e o Imposto de Renda da Pessoa Física: Um Caso de Indexação Imperfeita", Fábio Giambiagi, Março 1988, 17 p.

- Nº 134 - "Estimação e Resultados do MOPSE - Modelo para Projeções do Setor Externo", Sandra M. Polónia Rios, Regis Bonelli, Eustáquio J. Reis, Março 1988, 86 p.
- Nº 135 - "Investimento em Capital Fixo na Economia Brasileira: Estimativas Trimestrais para o Período 1975/87", Armando Castelar Pinheiro e Virene Matesco, Março 1988, 23 p.
- Nº 136 - "Os Investimentos Governamentais na Infra-Estrutura Social: O Caso do FINSOCIAL", Bernhard Beiner, Abril 1988, 27 p.
- Nº 137 - "Testes de Exogeneidade da Moeda para a Economia Brasileira", Pedro L. Valls Pereira e João Luiz Mascolo, Maio 1988, 22 p.
- Nº 138 - "A Receita Fiscal no Brasil: 1982/87 - Análise do Comportamento da Arrecadação Global e da sua Composição", Fábio Giambiagi, Maio 1988, 18 p.
- Nº 139 - "O Brasil e a Atual Rodada de Negociações do GATT", José Tavares de Araujo Jr, Maio 1988, 21 p.
- Nº 140 - "Produtividade e vantagens comparativas dinâmicas na indústria brasileira: 1970/83", Helson C. Braga e Ernani Hickmann, Junho 1988, 23 p.
- Nº 141 - "Dívidas e Déficits: Projeções para o Médio Prazo", E.J. Reis, R. Bonelli e S.M. Polónia Rios, Junho 1988, 45 p.
- Nº 142 - "Importação de Tecnologia e Esforço Tecnológico da Indústria Brasileira: Uma Análise de seus Fatores Determinantes", Helson C. Braga e Larry N. Willmore, Junho 1988, 32 p.
- Nº 143 - "Estimativas de Preços Econômicos no Brasil", Ronaldo Serôa da Motta, Junho 1988, 18 p.

- Nº 144 - "Migrações Interestaduais no Brasil, 1950/80", Manoel Augusto Costa, Junho 1988, 55 p.
- Nº 145 - "Distribuição de Renda: Evolução no Último Quarto de Século", Regis Bonelli e Guilherme Sedlacek, Junho 1988, 23 p.
- Nº 146 - "Cenários Demográficos Regionais até 2005", Manoel Augusto Costa, Junho 1988, 38 p.
- Nº 147 - "Demanda Derivada de Energia no Transporte de Passageiro", Newton de Castro, Julho 1988, 41 p.
- Nº 148 - "Mobilidade entre Classes de Renda no Brasil", Manoel Augusto Costa, Julho 1988, 50 p.
- Nº 149 - "Uma Análise Comparativa de Alguns Resultados do Suplemento Previdência da PNAD-83 e Dados da DATAPREV", Kaizô Iwakami Beltrão e Francisco Eduardo Barreto de Oliveira, Julho 1988, 36 p.
- Nº 150 - "Os Conceitos de Custo da Dívida Mobiliária Federal e Déficit Operacional do Setor Público: Uma Crítica", Fábio Giambiagi, Julho 1988, 18 p.
- Nº 151 - "Linkages and Economic Development: the Case of Brazil Reconsidered", Benedict J. Clements e José W. Rossi, Agosto 1988, 22 p.
- Nº 152 - "On the Empirical Content of the Formal-Informal Labor Market Segmentation Hypothesis", Ricardo Paes de Barros, Agosto 1988, 50 p.
- Nº 153 - "Estabelecimento e Comparação de Linhas de Pobreza para o Brasil", Sonia Rocha, Setembro 1988, 41 p.
- Nº 154 - "Trend, Seasonality and Seasonal Adjustment", A. C. Harvey e Pedro L. Valls Pereira, Setembro 1988, 50 p.

- Nº 155 - "Decomposição dos Efeitos de Intensidade Energética no Setor Industrial Brasileiro", Ronaldo Serôa da Motta e João Lizardo de Araújo, Outubro 1988, 22 p.
- Nº 156 - "As Desigualdades Inter-Regionais de Desenvolvimento Econômico no Brasil", Thompson Almeida Andrade, Outubro 1988, 29 p.
- Nº 157 - "Produtividade Total dos Fatores de Produção na Indústria Brasileira: Mensuração e Decomposição de sua Taxa de Crescimento", Helson C. Braga e José W. Rossi, Novembro 1988, 36 p.
- Nº 158 - "Notas Sobre a Relação entre a Inflação, o 13º Salário e o Déficit Público"; Fabio Giambiagi, Dezembro 1988, 14 p.
- Nº 159 - "Alta Inflação e Fronteira de Estabilidade: Um Modelo para a Análise de Trajetórias Explosivas da Inflação", Fabio Giambiagi, Dezembro de 1988, 32 p.
- Nº 160 - "Indexação e Reajuste Salarial: Uma Alternativa Para Lidar com o Problema da Defasagem", Fabio Giambiagi, Dezembro de 1988, 17 p.

O INPES edita ainda as seguintes publicações: Pesquisa e Planejamento Econômico; Literatura Econômica; Coleção Relatórios de Pesquisa; Série Monográfica; Série PNPE; Série Estudos de Política Industrial e Comércio Exterior (EPICO); Relatório Interno; Informes Conjunturais; Boletim Conjuntural; Série Estudos sobre Economia do Setor Público (ESEP); Série Fac-Símile; Informe Técnico INPES e Carta de Conjuntura.