

APROXIMAÇÕES A SINAIS MACROECONÓMICOS EM TEMPO REAL NA ÁREA DO EURO*

João Valle e Azevedo**

Ana Pereira***

1. INTRODUÇÃO

Apresentamos neste artigo uma metodologia que tem por objectivo estimar em tempo real sinais macroeconómicos relevantes. A metodologia é ilustrada para o caso de duas medidas de actividade económica na área do euro: as flutuações de ciclo económico no produto e a componente alisada do crescimento do produto. Em linha com Baxter and King (1999), flutuações de ciclo económico são definidas como as oscilações com período entre 6 e 32 trimestres no produto. Esta definição reflecte o conhecimento das durações típicas das fases de expansão e recessão nas economias desenvolvidas. As flutuações de ciclo económico assim definidas podem ser interpretadas como as flutuações no Produto Interno Bruto (PIB) real não atribuíveis quer ao crescimento de longo prazo, quer a erros de medição, quer ainda a outras flutuações de período curto não associadas usualmente a fenómenos de ciclo económico. Assim sendo, não são mais do que os desvios (não erráticos) do PIB em relação a uma tendência (bem definida estatisticamente) de longo prazo. Esta definição tem sido extensamente usada na literatura (ver, *e.g.*, Stock e Watson 1999).

A componente alisada do crescimento do produto (daqui em diante, crescimento alisado) é definida como o crescimento do produto excluindo flutuações com período inferior a um ano. O crescimento alisado é uma medida de crescimento do PIB livre de oscilações de curto prazo ou erráticas que tornam difícil a avaliação da situação económica agregada. Este sinal foi aproximado por Altissimo *et al.* (2007) na construção de um indicador coincidente para a área do euro, o EuroCoin (denominado como a componente de médio e longo prazo do crescimento do produto).

Os sinais acima definidos podem ser aproximados com uma precisão arbitrária por aplicação de médias móveis (ou filtros) à série de interesse, mas tal requer que se conheça totalmente o passado e o futuro distantes dessa série. A extracção em tempo real é assim restringida pela disponibilidade de dados sendo, portanto, uma tarefa difícil. O Gráfico 1 apresenta as aproximações aos sinais de interesse para a área do euro, obtidas usando o filtro de Baxter e King (1999) (filtro BK) no centro da amostra. A incorporação de dados adicionais (do futuro ou do passado) geraria diferenças negligenciáveis entre estas estimativas e o sinal pretendido. Usar o filtro BK implica, no entanto, perder estimativas relevantes no início e fim da amostra, ao passo que o interesse está em obter estimativas destes sinais em tempo real (por exemplo, obter estimativas dos sinais para o primeiro trimestre de 2009 usando apenas dados disponíveis até aí).

Mostraremos que a metodologia aqui apresentada tem vantagens claras em relação a outras alternativas, resultando em indicadores de actividade que possuem várias propriedades desejáveis:

* Os autores agradecem os comentários e sugestões de José Ferreira Machado, Nuno Alves, Mário Centeno e Ana Cristina Leal. As opiniões expressas no artigo são da responsabilidade dos autores não coincidindo necessariamente com as do Banco de Portugal ou do Eurosistema, todos os erros e omissões são da exclusiva responsabilidade dos autores.

** Departamento de Estudos Económicos, Banco de Portugal e Universidade Nova de Lisboa.

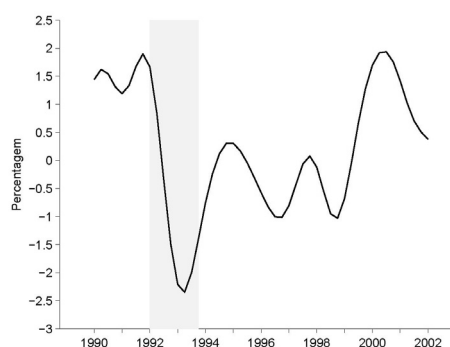
*** Departamento de Estudos Económicos, Banco de Portugal.

- i) São atempadas, uma vez que a solução proposta é suficientemente flexível para permitir ter em conta os atrasos de publicação de todas as variáveis usadas no exercício; quer os atrasos na publicação do PIB, que é tipicamente anunciado três meses após o final do trimestre a que se refere, quer os atrasos na publicação de todas as outras séries incluídas no painel de séries temporais utilizado;
- ii) Não contêm oscilações de curto-prazo, dando assim uma imagem clara das perspectivas cíclica e de crescimento da economia;
- iii) Ao contrário do que geralmente sucede, são baseados num conjunto de séries extenso e diversificado, cujas componentes idiossincráticas e de curto prazo são eliminadas pela análise de factores;
- iv) Têm uma capacidade de previsão notável a curto prazo (menos de um ano). De facto, as previsões do indicador de crescimento alisado são úteis para prever o próprio crescimento do PIB. Realçamos uma observação importante: para efeitos de previsão, aproximar uma versão alisada de uma série temporal pode ser mais útil do que aproximar a série original. Esta conclusão tem uma justificação possível: com modelos convencionais, flutuações de curto prazo são necessariamente aproximadas apesar de poderem ser essencialmente imprevisíveis ou idiossincráticas.

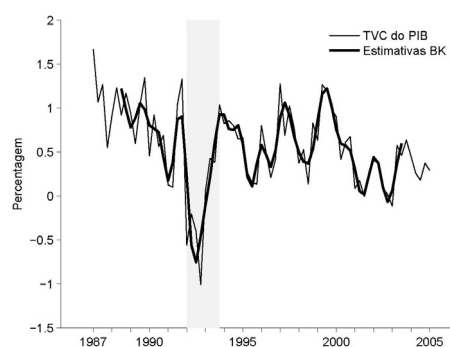
Segundo Stock e Watson (1989), os métodos baseados em modelos paramétricos assumindo uma estrutura de factores foram também utilizados para construir indicadores de crescimento. Houve também tentativas de extrair sinais semelhantes aos que tentamos aproximar num contexto paramétrico. Por exemplo, Valle e Azevedo, Koopman e Rua (2006) construíram um indicador de ciclo económico que pode ser visto como um filtro (que elimina certas flutuações indesejadas) multivariado. Ainda que nesse trabalho uma estrutura de factores comuns seja assumida para descrever um conjunto reduzido de séries temporais, a representação está longe de ser geral e o método não tem por objectivo aproximar um conjunto de flutuações previamente definido. Esse é o objectivo deste artigo. A metodologia mais próxima da apresentada neste artigo é a seguida por Altissimo *et al.* (2007) que resultou no

Gráfico 1

FLUTUAÇÕES DE CICLO ECONÓMICO DO PIB DA ÁREA DO EURO, OBTIDAS COM O FILTRO BK



CRESCIMENTO ALISADO DO PIB DA ÁREA DO EURO, OBTIDO COM O FILTRO BK



Fonte: Cálculos dos autores.

Nota: As áreas sombreadas representam a datação de recessões do CEPR.

indicador EuroCoin. Este indicador é obtido por projecção de factores estimados na componente alisada do crescimento do produto, não tendo em conta a informação contida nas observações passadas do PIB. Faremos adiante o contraste mais detalhado entre este e o nosso método.

2. APROXIMAÇÕES AOS SINAIS DE INTERESSE

2.1. Como aproximar os sinais de interesse

A variável de interesse ao longo do artigo será o (logaritmo do) PIB trimestral real, a melhor *proxy* disponível para a actividade económica agregada. Defina-se x_t como o logaritmo do PIB e $\Delta x_t = x_t - x_{t-1}$, como a sua taxa de crescimento. Para sermos gerais, suponha-se que estamos interessados em isolar o sinal y_t que define um sinal em x_t (Δx_t). Ao contrário da quase totalidade da literatura (ver Secção 4.3.1 para uma excepção e crítica que lhe fazemos), iremos explorar informação contida num número arbitrário de séries adicionais para aproximar os sinais de interesse. Suponhamos que estão disponíveis c séries de regressores $z_1, \dots, z_c$. A estimativa $\hat{y}_t$ do sinal y_t (por exemplo, flutuações de ciclo económico) será uma média ponderada das observações de x (ou Δx) e das observações de $z_1, \dots, z_c$:

$$\hat{y}_t = \sum_{j=-f}^p \hat{B}_j x_{t-j} + \sum_{s=1}^c \sum_{j=-f}^p \hat{R}_{s,j} z_{s,t-j} \quad (1)$$

ou, no caso do interesse recair em y_t definido em Δx_t (como o crescimento alisado):

$$\hat{y}_t = \sum_{j=-f}^p \hat{B}_j \Delta x_{t-j} + \sum_{s=1}^c \sum_{j=-f}^p \hat{R}_{s,j} z_{s,t-j} \quad (2)$$

em que p representa o número de observações no passado que são usadas e f o número de observações no futuro que são consideradas. Para obter a estimativa de y_t , escolhem-se os pesos $\{\hat{B}_j, \hat{R}_{1,j}, \dots, \hat{R}_{c,j}\}_{j=-f, \dots, p}$ associados com a série de interesse e com os regressores disponíveis que minimizam a média dos desvios quadrados entre as estimativas $\hat{y}_t$ e y_t .

Nota f pode ser negativo, o que tem particular interesse se no período T (o trimestre corrente, digamos) a série de interesse x_t (ou Δx_t) não está disponível. Assim, é trivial extrair o sinal y_{T+k} quando $k > 0$. Apenas temos que pôr $f = -k$ na solução, de modo a que apenas informação disponível (ou seja, até ao período T neste caso) seja considerada.

No resto do artigo, usaremos $p = 50$ (valores mais elevados de p resultaram em diferenças negligenciáveis nas aproximações). Para aproximar os sinais de interesse em tempo real estabelece-se que $f = -2$ (no primeiro ou segundo mês de um dado trimestre) ou $f = -1$ (no terceiro mês de um dado trimestre), tendo assim em conta os atrasos na publicação da estimativa final do PIB para a área do euro.

Os sinais que aproximamos (crescimento alisado e flutuações de ciclo económico) têm uma frequência trimestral (como o PIB), mas procuraremos em cada mês uma estimativa para o trimestre corrente¹. Assim, ao longo de cada trimestre, nova informação mensal será utilizada para actualizar as estimativas. Resulta que esta informação infra-trimestral adicional é útil, no sentido em que permite obter estimativas mais precisas dos sinais de interesse. Como sub-produto, procuraremos em cada mês

(1) Assim, por exemplo, iremos aproximar em Janeiro os sinais correspondentes ao primeiro trimestre, em Abril os do segundo trimestre e em Setembro os do terceiro trimestre. Seria trivial aproximar em qualquer mês qualquer outro trimestre.

uma estimativa do crescimento do PIB do ano corrente, baseada nas estimativas mais actualizadas para o crescimento alisado e nas suas previsões relevantes.

3. REGRESSORES

3.1. Modelo de factores

Nas aproximações aos sinais macroeconómicos em tempo real apresentadas neste artigo, os regressores trimestrais, $z_1, \dots, z_c$, serão séries resultantes de factores comuns (estimados), que sumariam a informação contida num extenso painel de séries temporais mensais². Consideremos o seguinte painel de variáveis mensais:

$$W = \{w_{it}\} \quad i = 1, \dots, n; \quad t = 1, \dots, T^*,$$

Realçamos que todas as variáveis no painel estão organizadas de tal modo que para o mês t elas estão de facto disponíveis. Assim, se um índice de Produção Industrial se refere a um mês mas está apenas e sempre disponível um mês depois, usaremos a série desfasada um período como um w_{it} . Assim, temos efectivamente em conta os desfasamentos de publicação de todos os indicadores.

Assuma-se que cada variável no painel pode ser decomposta numa componente comum, χ_{it} , gerada por um pequeno número (digamos q) de choques ortogonais (os chamados factores dinâmicos), e uma componente idiossincrática ξ_{it} , ortogonal a χ_{it} , $i = 1, 2, \dots, n$, em todos os períodos. Especificamente:

$$w_{it} = \chi_{it} + \xi_{it} \quad (3)$$

onde:

$$\chi_{it} = \lambda_{i1}F_{1t} + \lambda_{i2}F_{2t} + \dots + \lambda_{ir}F_{rt} \quad (4)$$

Assim, um conjunto potencialmente (e normalmente) reduzido de F_{jt} 's, resume uma parte importante dos movimentos de todas as variáveis (a componente χ_{it}), o que resulta numa possibilidade de incorporação parsimoniosa da informação contida em W na aproximação aos sinais de interesse.

3.2. Regressores (trimestrais)

Os factores comuns $F_{1t}, F_{2t}, \dots, F_{rt}$, e o seu número (r) podem ser estimados de várias formas. Para mais detalhes sobre a estimação dos factores, veja-se Valle e Azevedo e Pereira (2008). Reportaremos aqui apenas os resultados obtidos com os dois primeiros factores estáticos estimados (que serão partidos em 6 séries trimestrais). Tal resultou sempre nas melhores aproximações. No mês t^* (do trimestre t), o conjunto de regressores a ser usado nas aproximações baseia-se em 2 factores estáticos estimados como já descrito (denominados $\hat{F}_{i,t^*}$), cada um partido em três séries trimestrais. Temos assim o conjunto de regressores actualizado com os elementos de Z_{t^*} , onde:

$$Z_{t^*} = (\hat{F}_{1,t}^1, \hat{F}_{1,t}^2, \hat{F}_{1,t}^3, \hat{F}_{2,t}^1, \hat{F}_{2,t}^2, \hat{F}_{2,t}^3)'$$

(2) Agradecemos a Giovanni Veronese a disponibilização de uma versão transformada e realinhada dos dados utilizados no cálculo do novo indicador EuroCoin de Altissimo *et al.* (2007). A base de dados engloba 144 variáveis mensais referentes às economias nacionais e da área do euro de Maio de 1987 até Agosto de 2005 ($T^* = 220$).

e:

$$\begin{aligned}\hat{F}_{l,t}^1 &= \hat{F}_{l,t}^*, \hat{F}_{l,t-1}^1 = \hat{F}_{l,t-3}^*, \hat{F}_{l,t-2}^1 = \hat{F}_{l,t-6}^*, \dots \\ \hat{F}_{l,t}^2 &= \hat{F}_{l,t-1}^*, \hat{F}_{l,t-1}^2 = \hat{F}_{l,t-4}^*, \hat{F}_{l,t-2}^2 = \hat{F}_{l,t-7}^*, \dots \quad l = 1, 2 \\ \hat{F}_{l,t}^3 &= \hat{F}_{l,t-2}^*, \hat{F}_{l,t-1}^3 = \hat{F}_{l,t-5}^*, \hat{F}_{l,t-2}^3 = \hat{F}_{l,t-8}^*, \dots\end{aligned}\quad (5)$$

Importa relembrar que os sinais de interesse estão definidos no PIB do trimestre corrente, embora as aproximações sejam calculadas (ou actualizadas) todos os meses.

4. DESEMPENHO DOS INDICADORES

4.1. Avaliação dos indicadores num exercício em pseudo tempo real

Os indicadores propostos de flutuações de ciclo económico e de crescimento alisado serão avaliados analisando a sua performance em tempo real. Especificamente, e em linha com Orphanides e Van Norden (2002), analisaremos os erros das aproximações obtidas em tempo real. Estes erros de aproximação podem ser estimados comparando estas estimativas com as obtidas considerando o uso de observações futuras da variável de interesse. Obviamente, com a disponibilidade de novos dados, as aproximações que as exploram variam no fim da amostra. Esta variação pode ser o resultado de revisões nos próprios dados, algo que não analisaremos aqui, e revisões resultantes da natureza dos filtros no fim da amostra (e no nosso caso, conjuntamente com a re-estimação de momentos e factores). A magnitude destas revisões é muitas vezes ampla, mesmo num contexto multivariado (Orphanides e Van Norden 2002). O facto de a performance dos filtros se deteriorar no fim da amostra não é conceptualmente diferente do facto de as previsões em geral se deteriorarem quando o horizonte de previsão é maior. Qualquer aproximação a um sinal (ou a uma variável ainda não observada) sofrerá revisões. O método aqui apresentado é uma tentativa de mitigar revisões (ou erros de aproximação) nas estimativas de sinais que consideramos relevantes para quem conduz política monetária ou fiscal.

Importa explicitar em que dimensões o nosso exercício pode ser visto como um exercício em tempo real. Por um lado, todas as transformações nos dados, a estimação de factores, a estimação dos segundos momentos necessários para resolver o problema de projecção e o cálculo dos pesos dos filtros é realizado em tempo real. Temos ainda em conta todos os atrasos de publicação dos dados³.

Algumas estatísticas serão calculadas de modo a comparar as estimativas em tempo real com as estimativas obtidas no “meio” da amostra, que denominaremos estimativas “finais”. Estas estimativas finais são mais uma vez obtidas aproximando os sinais usando a amostra toda e rejeitando depois um número de observações suficiente, de modo a assegurar que apenas revisões negligenciáveis ocorrerão quando dados mais recentes estiverem disponíveis. Os critérios usados para avaliar a performance dos indicadores em tempo-real foram os seguintes:

- a) *Correlação*_t [$y_t, \hat{y}_t$], onde $\hat{y}_t$ é a aproximação óptima ao sinal y_t e que, pode ser mostrado, é uma boa medida da variância do erro de aproximação. Calculamos esta estatística na amostra, usando os sinais estimados (digamos, $\hat{y}_t^*$) como $\hat{y}_t$ e aproximando y_t pelas estimativas “finais”, a que chamaremos y_t^F ;

(3) Por exemplo, o PIB da área do euro para um dado trimestre só está disponível no terceiro mês do trimestre seguinte. Assim, nos dois primeiros meses desse trimestre, apenas usamos dados até à última observação do PIB, que se refere a dois trimestres antes.

b) O rácio Ruído Sinal, calculado como $\sum_t (\hat{y}_t^* - y_t^F)^2 / \sum_t (y_t^F - \bar{y}^F)^2$;

c) Para as aproximações a flutuações de ciclo económico, a proporção de tempo em que $\hat{y}_t^*$ e y_t^F têm o mesmo sinal (o que dá uma indicação sobre se $\hat{y}_t^*$ indica correctamente se o PIB está acima ou abaixo da tendência de longo prazo).

O *benchmark* será o filtro univariado de Christiano and Fitzgerald (2003). Referimos ainda que a estimação de segundos momentos e factores terá em conta apenas informação disponível em cada momento (aproximação *real-time*) ou, alternativamente, usa toda a amostra (aproximação *today onwards*) mantendo $f = -1$ no filtro no terceiro mês do trimestre e $f = -2$ no primeiro e segundo meses. Com este exercício, esperamos entender as revisões resultantes da incerteza associada à estimação de segundos momentos e à estimação dos factores. É de esperar que estas revisões sejam menos severas à medida que o tamanho da amostra aumenta, ao passo que as aproximações *real-time* incluem objectos imprecisamente estimados, pelo menos no início do período de avaliação.

4.2. Flutuações de ciclo económico

Em primeiro lugar, apresentamos a avaliação das nossas aproximações em tempo real às flutuações de ciclo económico da área do euro. O Quadro 1 apresenta as estatísticas, anteriormente mencionadas, para aproximações realizadas no terceiro mês do trimestre com todas as variações consideradas. Adicionalmente, o Quadro 2 contém a avaliação das aproximações realizadas no primeiro e segundo mês do trimestre para a selecção das melhores aproximações (em *real-time* e *today onwards*) do Quadro 1.

As principais conclusões são:

- Tanto o filtro univariado como o filtro multivariado apresentam uma boa performance no período (embora curto) de avaliação;
- O ajustamento das aproximações *today onwards* é semelhante ao das aproximações *real-time*;
- Os resultados obtidos utilizando factores estimados por componentes principais (PC) são muito semelhantes aos obtidos com componentes principais generalizadas (GPC);
- A qualidade das aproximações é muito semelhante ao longo dos meses do trimestre, mas o filtro multivariado apresenta uma performance superior nos primeiros dois meses.

O Gráfico 2 apresenta as aproximações com melhor performance em *real-time* e *today onwards* (filtro multivariado com 2 factores, MBPF PC KERNEL) num terceiro mês do trimestre assim como as estimativas “finais” das flutuações de ciclo económico para a área do euro. Adicionalmente, o Gráfico 3 compara as estimativas “finais” com a melhor aproximação multivariada no terceiro mês do trimestre quando faltam 4,3,...,0 observações trimestrais do PIB assim como das correspondentes variáveis mensais do painel e, também, quando estão disponíveis 1,2,...,5 trimestres adicionais de informação. Todas as medidas melhoram à medida que mais dados vão ficando disponíveis e em todos os casos o filtro multivariado tem de longe a melhor performance. As diferenças entre métodos tendem a desaparecer após 5 trimestres adicionais de informação. Novamente, verificamos que a performance do filtro univariado é muito boa e semelhante à dos filtros multivariados, sendo que o último tem uma perfor-

Quadro 1

ESTATÍSTICAS DE AVALIAÇÃO PARA APROXIMAÇÕES ÀS FLUTUAÇÕES DE CICLO ECONÓMICO DA ÁREA DO EURO NO TERCEIRO MÊS DO TRIMESTRE

Período de Avaliação: 1999(2) - 2004(3)

Performance em relação às flutuações de ciclo económico (3º mês do trimestre) ^(a)

	Correlação		Rácio Ruído Sinal		Concordância de Sinal	
	<i>Real Time</i>	<i>Today Onwards</i>	<i>Real Time</i>	<i>Today Onwards</i>	<i>Real Time</i>	<i>Today Onwards</i>
<i>Filtros Benchmark</i>						
BPF AR	0.87	0.89	0.41	0.38	0.91	0.91
BPF KERNEL	0.87	0.88	0.43	0.40	0.91	0.91
<i>com 2 factores</i>						
MBPF PC KERNEL	0.86	0.89	0.46	0.48	0.77	0.82
MBPF GPC KERNEL	0.85	0.88	0.48	0.48	0.82	0.86

Fonte: Cálculos dos autores.

Nota: (a) BPF AR - filtro univariado com segundos momentos estimados por um modelo AR (o critério BIC foi utilizado na escolha do número de defasamentos); BPF KERNEL - filtro univariado com segundos momentos estimados de forma não paramétrica; MBPF - filtro banda multivariado; PC - espaço dos factores estimado por componentes principais; GPC - espaço dos factores estimado por componentes principais generalizadas; KERNEL - estimação não-paramétrica dos segundos momentos.

Quadro 2

ESTATÍSTICAS DE AVALIAÇÃO PARA TODOS OS MESES DO TRIMESTRE, PARA APROXIMAÇÕES ÀS FLUTUAÇÕES DE CICLO ECONÓMICO DA ÁREA DO EURO

Período de Avaliação: 1999(2) - 2004(3)

Performance em relação às flutuações de ciclo económico ^(a)

	Correlação		Rácio Ruído Sinal		Concordância de Sinal	
	<i>Real Time</i>	<i>Today Onwards</i>	<i>Real Time</i>	<i>Today Onwards</i>	<i>Real Time</i>	<i>Today Onwards</i>
BPF AR						
1º/2º meses	0.85	0.88	0.46	0.38	0.77	0.91
3º mês	0.87	0.89	0.41	0.38	0.91	0.91
MBPF PC KERNEL						
(2 factores)						
1º mês	0.88	0.89	0.41	0.42	0.86	0.86
2º mês	0.87	0.88	0.42	0.41	0.86	0.86
3º mês	0.86	0.89	0.46	0.48	0.77	0.82

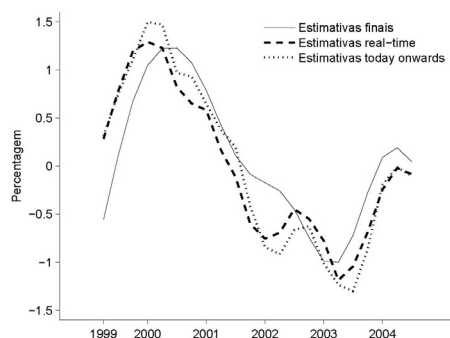
Fonte: Cálculos dos autores.

Nota: (a) BPF AR - filtro univariado com segundos momentos estimados por um modelo AR (o critério BIC foi utilizado na escolha do número de defasamentos); MBPF PC KERNEL - filtro banda multivariado, espaço dos factores estimado por componentes principais e estimação não-paramétrica dos segundos momentos.

mance superior quando mais informação fica disponível. Estas aproximações com dados adicionais são na prática relevantes dado que estamos interessados em detectar um sinal caracterizado por flutuações (persistentes) com período entre 6 e 32 trimestres.

Gráfico 2

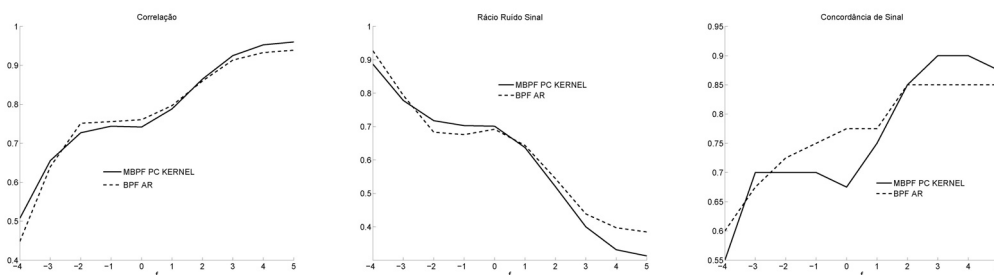
FLUTUAÇÕES DE CICLO ECONÓMICO DO PIB DA
ÁREA DO EURO: ESTIMATIVAS FINAIS E
APROXIMAÇÕES *REAL-TIME* (MBPF PC KERNEL, 2
FACTORES MENSAIS) E *TODAY ONWARDS* (MBPF
PC KERNEL, 2 FACTORES MENSAIS)
Período de Avaliação: 1999(2)-2004(3)



Fonte: Cálculos dos autores.

Gráfico 3

AValiação das aproximações *REAL-TIME* ÀS FLUTUAÇÕES DE CICLO ECONÓMICO DA ÁREA DO
EURO. CORRELAÇÃO COM AS ESTIMATIVAS FINAIS, RÁCIO RUÍDO SINAL E CONCORDÂNCIA DE SINAL
QUANDO f TRIMESTRES DE DADOS ADICIONAIS SÃO CONSIDERADOS (MBPF PC KERNEL COM 2
FACTORES MENSAIS)
Período de Avaliação: 1999(2)-2003(1)



Fonte: Cálculos dos autores.

Nota: No eixo horizontal, -1 representa a estimativa em *real-time* (recorde-se que nos filtros $f = -1$ no terceiro mês do trimestre porque a última observação disponível do PIB corresponde ao trimestre anterior, estes resultados foram apresentados no Quadro 2), o 1 representa a estimativa obtida quando está disponível uma observação adicional de dados e assim por diante.

4.3. Crescimento alisado

Esta sub-secção centra-se na avaliação das aproximações em tempo real ao crescimento alisado na área do euro. O Quadro 3 apresenta as estatísticas para avaliação das aproximações realizadas num terceiro mês do trimestre e considerando todas as variações em análise. Adicionalmente, o Quadro 4

Quadro 3

ESTATÍSTICAS DE AVALIAÇÃO PARA APROXIMAÇÕES AO CRESCIMENTO ALISADO DA ÁREA DO EURO NO TERCEIRO MÊS DO TRIMESTRE

Período de Avaliação: 1996(4) - 2004(3)

Performance em relação ao crescimento alisado (3º mês do trimestre) ^(a)

	Correlação		Rácio Ruído Sinal	
	Real Time	Today Onwards	Real Time	Today Onwards
<i>Filtros Benchmark</i>				
BPF AR	0.77	0.78	0.52	0.51
BPF KERNEL	0.77	0.78	0.53	0.51
<i>com 2 factores</i>				
MBPF PC KERNEL	0.81	0.86	0.47	0.41
MBPF GPC KERNEL	0.79	0.87	0.50	0.41

Fonte: Cálculos dos autores.

Nota: (a) BPF AR - filtro univariado com segundos momentos estimados por um modelo AR (o critério BIC foi utilizado na escolha do número de defasamentos); BPF KERNEL - filtro univariado com segundos momentos estimados de forma não-paramétrica; MBPF - filtro banda multivariado; PC - espaço dos factores estimado por componentes principais; GPC - espaço dos factores estimado por componentes principais generalizadas; KERNEL - estimação não-paramétrica dos segundos momentos.

Quadro 4

ESTATÍSTICAS DE AVALIAÇÃO PARA TODOS OS MESES DO TRIMESTRE, PARA APROXIMAÇÕES AO CRESCIMENTO ALISADO DA ÁREA DO EURO

Período de Avaliação: 1996(4) - 2004(3)

Performance em relação ao crescimento alisado ^(a)

	Correlação		Rácio Ruído Sinal	
	Real Time	Today Onwards	Real Time	Today Onwards
BPF AR				
1º/2º meses	0.38	0.42	0.74	0.73
3º mês	0.77	0.78	0.53	0.51
MBPF PC KERNEL				
(2 factores)				
1º mês	0.60	0.75	0.65	0.56
2º mês	0.70	0.78	0.59	0.52
3º mês	0.81	0.86	0.47	0.41

Fonte: Cálculos dos autores.

Nota: (a) BPF AR - filtro univariado com segundos momentos estimados por um modelo AR (o critério BIC foi utilizado na escolha do número de defasamentos); MBPF PC KERNEL - filtro banda multivariado, espaço dos factores estimado por componentes principais e estimação não-paramétrica dos segundos momentos.

contém a avaliação das aproximações realizadas no primeiro e segundo mês do trimestre para a selecção de melhores aproximações (em *real-time* e *today onwards*) do Quadro 3.

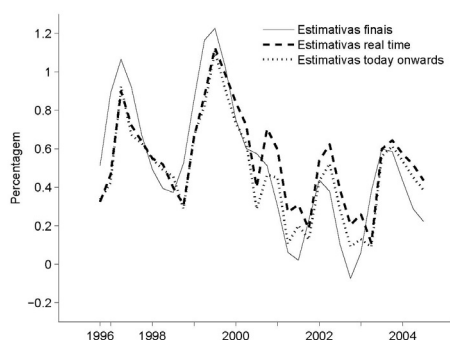
As conclusões principais são:

- O filtro multivariado apresenta uma performance claramente superior à dos filtros univariados em todas as dimensões em análise. A perda de uma observação do PIB, como sucede num primeiro ou segundo mês do trimestre, implica uma deterioração na performance do filtro univariado mas não tanto na do filtro multivariado;
- Como referido, as aproximações multivariadas são mais precisas no terceiro mês do trimestre, seguidas pelas do segundo mês e finalmente pelas do primeiro. Em contraste com o caso das flutuações de ciclo económico, existem agora ganhos consideráveis se nas aproximações forem utilizados factores, em particular nos dois primeiros meses do trimestre;
- O ajustamento das aproximações *today onwards* é muito elevado no contexto do filtro multivariado. Verificámos que se obtinha sempre o melhor resultado em *real-time* utilizando exactamente 2 factores mensais, partidos em 6 séries trimestrais. Para incorporar um número superior de factores talvez fosse necessário um horizonte temporal mais alargado, dado o desempenho claramente distinto das aproximações *in-sample* (*today onwards*) e *out-of-sample* (*real-time*), como documentado em Valle e Azevedo e Pereira (2008);
- Como antes, os resultados obtidos com componentes principais (PC) são muito semelhantes aos obtidos com componentes principais generalizadas (GPC).

Para uma melhor aferição da qualidade das aproximações, o Gráfico 4 apresenta as estimativas finais do crescimento alisado da área do euro bem como as melhores aproximações em *real-time* e *today onwards* no terceiro mês de cada trimestre. Como se pode verificar, o indicador multivariado acompanha com elevada precisão o sinal. Adicionalmente, no Gráfico 5 é analisado o comportamento dos melhores indicadores num terceiro mês do trimestre quando faltam 4, 3, ..., 0 observações trimestrais do PIB bem como dos regressores (ou seja, estamos também a analisar a capacidade das aproximações em prever o sinal) e, também, quando estão disponíveis 1, 2, ..., 5 trimestres adicionais de infor-

Gráfico 4

CRESCIMENTO ALISADO DO PIB DA ÁREA DO EURO. ESTIMATIVAS FINAIS E APROXIMAÇÕES EM *REAL-TIME* E *TODAY ONWARDS* (MBPF PC KERNEL, $k = 2$ FACTORES MENSAIS)
Período de Avaliação: 1996(4)-2004(3)

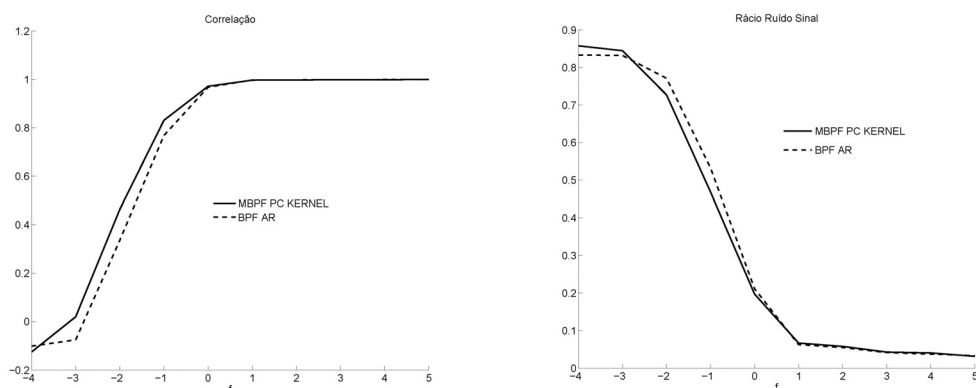


Fonte: Cálculos dos autores.

Gráfico 5

AVALIAÇÃO DAS APROXIMAÇÕES EM *REAL-TIME* AO CRESCIMENTO ALISADO DA ÁREA DO EURO. CORRELAÇÃO COM AS ESTIMATIVAS FINAIS E RÁCIO RUÍDO SINAL QUANDO f TRIMESTRES DE DADOS ADICIONAIS SÃO CONSIDERADOS (MBPF PC KERNEL COM 2 FACTORES MENSAIS)

Período de Avaliação: 1996(4)-2004(3)



Fonte: Cálculos dos autores.

Nota: No eixo horizontal, -1 representa a estimativa em *real-time* (recorde-se que nos filtros $f = -1$ no terceiro mês do trimestre porque a última observação disponível do PIB corresponde ao trimestre anterior, estes resultados foram apresentados no Quadro 4), o 1 representa a estimativa obtida quando está disponível uma observação adicional de dados e assim por diante.

mação. A conclusão principal é que as aproximações multivariadas apresentam ainda uma performance superior à do filtro univariado, sendo ainda informativas acerca do sinal (rácio ruído sinal inferior a 1) mesmo quando faltam 3/4 trimestres de dados.

4.3.1. Comparação com o indicador EuroCoin

O indicador EuroCoin de Altissimo *et al.* (2007) procura aproximar uma medida mensal do crescimento do PIB trimestral limpa de flutuações com período inferior a um ano (denominada ali como a componente de médio e longo prazo do crescimento do produto). Esta medida mensal do PIB trimestral é obtida através de interpolação linear dos dados trimestrais, o que é na nossa opinião indesejável por razões estatísticas e ainda estéticas. Por sua vez, nós procuramos aproximar o crescimento do PIB trimestral excluindo flutuações com período inferior a um ano nos três meses de cada trimestre.

O novo EuroCoin é obtido por projecção de factores mensais alisados na componente de médio e longo prazo do crescimento do produto. Estes factores mensais alisados não contêm flutuações com período inferior a 12 meses. O objectivo é obter um indicador que não contenha flutuações de curto prazo, à semelhança do sinal. Na nossa abordagem este passo é desnecessário e seria mesmo indesejável pois cada *vintage* do nosso indicador (que utiliza toda a informação disponível) é por definição alisada, embora sujeita a revisões. O filtro multivariado utilizado mitiga de forma óptima essas revisões. Além do mais, permite-nos explorar a dinâmica infra-trimestral que surge da partição dos factores mensais, indispensável à actualização eficiente do indicador nos três meses do trimestre. As séries resultantes da partição de factores alisados seriam quase indistinguíveis. Mas mais importante é podermos incorporar na nossa solução as observações disponíveis do PIB. De facto, esta informação é a mais relevante para as aproximações (como é facilmente visível através da análise da performance do filtro univariado).

5. CAPACIDADE DE PREVISÃO

5.1. Crescimento trimestral

Nesta secção apresentam-se resultados referentes à capacidade que as aproximações ao crescimento alisado em *real-time* têm de prever o crescimento do PIB trimestral. Assim, aproximaremos o crescimento alisado a vários horizontes de distância (trimestres futuros) e compararemos essas estimativas com as observações do crescimento do PIB trimestral. Embora tenhamos como objectivo principal aproximar um sinal em particular, pode-se justificar o uso do método para previsão se partirmos do pressuposto que as flutuações com frequências mais altas (aquelas com período inferior a um ano) do crescimento do PIB são impossíveis de prever dado um conjunto de regressores. Em teoria, se as flutuações erráticas (ou qualquer outro tipo de flutuação) de uma série temporal são de facto imprevisíveis dado um conjunto de regressores, então não é ideal desenvolver métodos orientados para aproximar também essas flutuações. Assim, de aproximações orientadas para a componente previsível da série pode surgir um desempenho superior em termos de previsão se de facto se verificar a restrição imposta (de imprevisibilidade de algumas flutuações). Esta ideia ainda não está plenamente desenvolvida mas acreditamos que importantes observações podem ser retiradas do presente exercício. O exercício centra-se em previsões realizadas no terceiro mês do trimestre, de 1992(1) a 2004(4), considerando-se como métodos alternativos os seguintes:

- Aproximação univariada ao crescimento alisado com estimação não-paramétrica dos segundos momentos dos dados, denominada por BPF KERNEL;
- Aproximação univariada ao crescimento alisado com segundos momentos resultantes de um modelo auto-regressivo (o critério BIC foi utilizado na escolha do número de desfasamentos), denominada por BPF AR;
- Aproximação multivariada ao crescimento alisado com estimação não-paramétrica dos segundos momentos necessários e inclusão de 2 factores mensais divididos (estimados por componentes principais) como regressores, denominada por MBPF PC KERNEL;
- Projecção de 2 factores mensais divididos (estimados por componentes principais) no crescimento do PIB, obtida com segundos momentos estimados como no método anterior MBPF PC KERNEL, representado por PC KERNEL;
- Regressão do crescimento do PIB sobre (um máximo de 2) factores divididos estimados por componentes principais e desfasamentos do PIB, com o número de desfasamentos determinado pelo critério BIC, tal como em Stock e Watson (2002), denominada por DI -AR SW. A inclusão de mais factores não conduziu a uma melhor performance.

Os resultados são apresentados no Quadro 5. As conclusões principais são as seguintes:

- A aproximação multivariada ao crescimento alisado posiciona-se muito bem a um e dois trimestres de distância, dominando em geral a aproximação ao PIB não alisado comparável, PC KERNEL. Isto significa que utilizando exactamente os mesmos segundos momentos estimados mas procurando aproximar o crescimento alisado em vez do crescimento do PIB, obtemos uma capacidade de previsão superior. Em termos gerais, estas conclusões são

também válidas para as aproximações univariadas ao crescimento alisado, mas neste caso os ganhos só são relevantes a um trimestre de distância;

- A regressão com factores (DI AR - SW) tem uma fraca capacidade de previsão no contexto da área do euro;
- No caso de 3 trimestres de distância (ou mais, resultados não apresentados), todos os métodos apresentam uma fraca capacidade de previsão, o que permite confirmar a bem conhecida dificuldade em prever o crescimento do PIB trimestral a horizontes largos (para resultados recentes, ver Runstler *et al.* 2008, Angelini *et al.* 2008). De facto, a 3 trimestres de distância a raiz do erro quadrático médio (REQM) da previsão com um modelo auto-regressivo (AR) consiste basicamente no desvio padrão do crescimento do PIB, indicando que o razoável será considerar como previsão o crescimento médio na amostra.

Em geral, os resultados sugerem que a nossa aproximação multivariada ao crescimento alisado, apesar de orientada para um diferente propósito, é útil para previsão a curto prazo do crescimento trimestral do PIB. Adicionalmente, esta aproximação pode ter um papel ainda mais relevante na previsão do crescimento anual do PIB. Em primeiro lugar, os resultados do Gráfico 5 revelam que a nossa aproximação ao crescimento alisado a largos horizontes de distância (até 4 trimestres) ainda contém informação sobre o sinal, ao passo que as previsões do crescimento trimestral no Quadro 5 revelam a inutilidade de todos os métodos a mais de (pelo menos) 3 trimestres de distância. Em segundo lugar, a taxa de crescimento do PIB anual resultante da taxa de crescimento do PIB trimestral alisado é indistinguível da taxa de crescimento do PIB anual resultante da taxa de variação em cadeia do PIB trimestral (ver Gráfico 6). Assim, aproximando-se com precisão o crescimento alisado a diversos horizontes, pode aproximar-se com precisão o crescimento do PIB anual. Se por sua vez utilizarmos as previsões inúteis do crescimento trimestral para previsão do crescimento do PIB anual, não é provável que os resultados sejam promissores. A próxima subsecção analisa esta questão em mais detalhe, avaliando as previsões de crescimento do PIB anual obtidas por vários métodos ao longo dos meses do ano.

Quadro 5

RÁCIO DO ERRO QUADRÁTICO MÉDIO DAS PREVISÕES DE CADA MÉTODO COM O ERRO QUADRÁTICO MÉDIO DA PREVISÃO DE UM MODELO DE REGRESSÃO UNIVARIADO (O CRITÉRIO BIC FOI UTILIZADO NA ESCOLHA DO NÚMERO DE DESFASAMENTOS)

Período de Avaliação: 1992(1) - 2004(4)

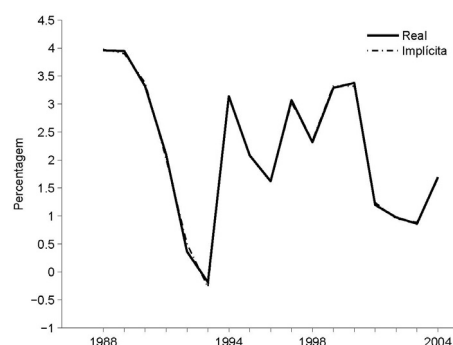
Resultados de simulação de previsões *out-of-sample*: Taxa de crescimento do PIB da área do euro

Método	EQM relativo		
	horizonte de previsão, h=1 (trimestre corrente)	horizonte de previsão, h=2 (1 trimestre de distância)	horizonte de previsão, h=3 (2 trimestres de distância)
PC KERNEL	1.03	0.82	0.8
BPF AR	0.93	0.99	1
BPF KERNEL	0.93	1.03	1.02
MBPF PC KERNEL	0.78	0.84	0.81
DI AR - SW	1.71	1.77	0.79
REQM, AR	0.00297	0.0035	0.0039

Fonte: Cálculos dos autores.

Gráfico 6

TAXA DE CRESCIMENTO ANUAL DO PIB: REAL E IMPLÍCITA PELO CRESCIMENTO ALISADO DO PIB REAL TRIMESTRAL DA ÁREA DO EURO



Fonte: Cálculos dos autores.

5.2. Crescimento anual

Com recurso a diversos métodos, nesta subsecção avaliam-se previsões para o crescimento do PIB anual em vários momentos do ano. Para o efeito, prevê-se as taxas de crescimento do PIB trimestral em falta e em seguida deriva-se o crescimento anual implícito. Quando utilizamos as aproximações ao crescimento alisado, derivamos o crescimento anual recorrendo às aproximações mais actualizadas do crescimento alisado para os trimestres relevantes (o Gráfico 6 justifica esta abordagem). Para os métodos que não aproximam o crescimento alisado, as taxas de crescimento anuais são derivadas das taxas trimestrais disponíveis assim como das previsões relevantes do crescimento trimestral. Para se ser justo nas comparações substituímos as previsões inúteis do crescimento trimestral (piores do que a média no período de avaliação) por estimativas em tempo real da média da taxa de crescimento do PIB trimestral. O Quadro 6 apresenta os resultados para previsões realizadas no final de cada trimestre. No final do primeiro trimestre (Março), não existe informação sobre o PIB trimestral do ano corrente, e portanto são necessárias previsões dos quatro trimestres. No final do quarto trimestre (Dezembro) já está disponível informação sobre o crescimento do PIB nos primeiros três trimestres.

O Quadro 7 analisa a capacidade de previsão da nossa aproximação nos 12 meses do ano e o Gráfico 7 mostra as previsões realizadas em Março, Junho, Setembro e Dezembro juntamente com as observações do crescimento anual do PIB. Os resultados podem ser resumidos da seguinte forma:

- Os resultados obtidos com a regressão com factores (DI AR - SW) são bastante pobres. Existem ganhos significativos se o filtro multivariado (MBPF PC KERNEL) for utilizado para previsão do crescimento anual, enquanto que o filtro univariado (BPF AR) tem também resultados bons;
- O Quadro 7 revela que a qualidade das previsões melhora principalmente devido à publicação do PIB trimestral, visível a partir do decréscimo significativo da REQM das aproximações realizadas no final de cada trimestre, coincidindo com a publicação do PIB do trimestre anterior. Ainda assim, verificamos que a informação mensal publicada dentro de cada

trimestre melhora em geral as previsões. Realçamos que só é possível explorar esta informação num contexto multivariado;

- No período em análise, verifica-se que só a partir de Junho é que podemos ter uma visão clara e precisa do crescimento do ano corrente. Ainda assim, a recessão de 1993 é já claramente prevista no final de Março.

Quadro 6

RÁCIO DO ERRO QUADRÁTICO MÉDIO DAS PREVISÕES DE CADA MÉTODO COM O ERRO QUADRÁTICO MÉDIO DA PREVISÃO DE UM MODELO DE REGRESSÃO UNIVARIADO (O CRITÉRIO BIC FOI UTILIZADO NA ESCOLHA DO NÚMERO DE DESFASAMENTOS)

Período de Avaliação: 1993(1) - 2004(4)

Resultados de simulação de previsões out-of-sample: Taxa de crescimento anual do PIB da área do euro

Métodos	EQM relativo de previsões realizadas no final do:			
	1º trimestre	2º trimestre	3º trimestre	4º trimestre
BPF AR	1.00	0.98	1.12	0.72
MBPF PC KERNEL	1.02	0.83	0.99	0.81
DI AR - SW	2.08	1.76	2.23	3.56
REQM, AR	0.0069	0.0046	0.0018	0.0007

Fonte: Cálculos dos autores.

Quadro 7

RAIZ DO ERRO QUADRÁTICO MÉDIO DAS PREVISÕES DA TAXA DE CRESCIMENTO ANUAL REALIZADAS NO FINAL DE CADA MÊS

Período de Avaliação: 1993(1) - 2004(4)

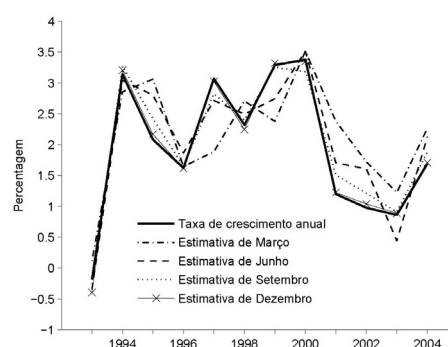
Resultados de simulação de previsões out-of-sample:
Taxa de crescimento anual do PIB

Previsão em	REQM das previsões	
	MBPF PC KERNEL	
Janeiro	0.0108	
Fevereiro	0.0108	
Março	0.0070	
Abril	0.0062	
Maio	0.0058	
Junho	0.0042	
Julho	0.0035	
Agosto	0.0029	
Setembro	0.0018	
Outubro	0.0020	
Novembro	0.0018	
Dezembro	0.0006	

Fonte: Cálculos dos autores.

Gráfico 7

TAXA DE CRESCIMENTO ANUAL DO PIB E PREVISÕES REAL-TIME REALIZADAS NO FINAL DE MARÇO, JUNHO, SETEMBRO E DEZEMBRO



Fonte: Cálculos dos autores.

6. CONCLUSÕES

Neste artigo mostrámos como é possível integrar de forma útil os recentes desenvolvimentos na análise de modelos dinâmicos de factores na aproximação a sinais macroeconómicos relevantes. O filtro multivariado resultante, alimentado por factores extraídos de um diversificado painel de séries temporais, é preciso e supera em diversas dimensões a aproximação óptima univariada. Além disso, possui várias vantagens sobre tentativas (multivariadas) semelhantes de aproximar sinais macroeconómicos em tempo real.

Analisaram-se com algum detalhe as aproximações a dois sinais macroeconómicos relevantes relacionados com a actividade real na área do euro: flutuações de ciclo económico e crescimento alisado do PIB real. O exercício forneceu aproximações em tempo real que têm em conta os atrasos na publicação de todas as variáveis envolvidas. Na análise da capacidade de previsão do crescimento alisado, destacou-se uma importante observação: aproximar uma versão alisada de uma série temporal pode revelar-se mais útil do que aproximar a por vezes errática (ou imprevisível nas frequências elevadas) série original. Os modelos de previsão convencionais aproximam as variáveis de interesse em todas as frequências, independentemente do conteúdo preditivo das variáveis disponíveis a cada frequência. No futuro, pretendemos explorar com mais rigor esta ideia.

REFERÊNCIAS

- Altissimo, F., Cristadoro, R., Forni, M., Lippi, M. e Veronese, G. (2007). "New Eurocoin: Tracking Economic Growth in Real-time", *CEPR Discussion paper* 5633.
- Angelini, E., Camba-Mendez, G., Giannone, D., Reichlin, L. e Rünstler, G. (2008). "Short-term Forecasts of Euro Area GDP Growth", *CEPR Discussion Paper* 6746.
- Baxter, M. e King, R. (1999). "Measuring business cycles: approximate band-pass filters for economic time series", *Review of Economics and Statistics*, 81:575-93.
- Christiano, L. e Fitzgerald, T. (2003). "The band-pass filter", *International Economic Review*, 44:435-65.
- Orphanides, A. e Norden, S. van (2002). "The unreliability of output-gap estimates in real time". *Review of Economics and Statistics*, 84:569-83.
- Rünstler, G., Barhoumi, K., Benk, S., Cristadoro, R., Reijer, A., Jakaitiene, A., Jelonek, P., Rua, A., Ruth, K. e Nieuwenhuyze, C. Van (2009). "Short-term forecasting of GDP using large monthly datasets - a pseudo real-time forecast evaluation exercise", *Journal of Forecasting*, forthcoming.
- Stock, J. e Watson, M. (1999). "Business cycle fluctuations in US macroeconomic time series". In J. B. Taylor and M. Woodford (Eds.), *Handbook of Macroeconomics*, 3-64. Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Stock, J. e Watson, M. (1989). "New indexes of coincident and leading economic indicators", *NBER Macroeconomics Annual*, 351-393.
- Stock, J. e Watson, M. (2002). "Macroeconomic Forecasting Using Diffusion Indexes", *Journal of Business and Economic Statistics*, 20(2):147-162.

Valle e Azevedo, J. e Pereira, A. (2008). "Approximating and Forecasting Macroeconomic Signals in Real-Time", Banco de Portugal, *Working Paper* 19.

Valle e Azevedo, J., Koopman, S. e Rua, A (2006). "Tracking the business cycle of the Euro area: A Multivariate model based band-pass filter", *Journal of Business and Economic Statistics*, 24(3):278-290.