



IJSN - Instituto Jones dos Santos Neves

# UM MODELO DE PREVISÃO PARA O CRESCIMENTO ANUAL DO PIB DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO  
SECRETARIA DE ESTADO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO – SEP  
INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES – IJSN

# **UM MODELO DE PREVISÃO PARA O CRESCIMENTO ANUAL DO PIB DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Maria Helena Machado Rocha Lima

ECONSUL - Consultoria e Assessoria Ltda.

Vitória, 2009

# Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. A ABORDAGEM GERAL QUE PERMITE A UTILIZAÇÃO DE UM PAINEL NÃO-BALANCEADO DE DADOS MENSIS PARA SE PREVER O PIB ANUAL.....	5
3. O MODELO E O MÉTODO DE ESTIMAÇÃO PROPOSTO.....	6
4. REFERÊNCIA.....	9

## METODOLOGIA: UM MODELO DE PREVISÃO PARA O CRESCIMENTO ANUAL DO PIB DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO <sup>1</sup>

### 1. INTRODUÇÃO.

As políticas governamentais são em grande parte baseadas em uma avaliação de qual é a evolução passada, corrente e futura do nível de atividade — em geral representado pelo PIB — em determinada região ou estado da federação. Infelizmente os dados do PIB anual do estado do Espírito Santo, parte do sistema de Contas Regionais do IBGE, só estão disponíveis com uma defasagem de dois anos.

A metodologia apresentada a seguir propõe um modelo de previsão para o PIB anual do Espírito Santo capaz de permitir obter uma boa estimativa para o crescimento do PIB do estado para os dois anos anteriores ao ano corrente (de referência), para o ano corrente e para o ano seguinte ao ano corrente. Assim, ela pode permitir a divulgação de uma previsão para o crescimento do PIB estadual do ano em curso em meados do terceiro trimestre de cada ano.

Um conjunto de variáveis mensais relacionadas com componentes do PIB do estado do Espírito Santo, cujos valores estão disponíveis com diferentes defasagens no tempo, pode auxiliar na previsão do PIB anual do estado. Há ainda um pequeno número de anos para os quais existe informação sobre o PIB anual estadual. O modelo que será proposto em seguida permite utilizar as informações contidas em um **painel não balanceado**, composto por diversas variáveis que apresentam periodicidade mensal, com informações disponíveis do início da amostra até diferentes momentos do tempo (até o mês corrente, até o mês passado, etc.). Essas informações contidas no **painel não balanceado** e os valores observados do PIB anual estadual serão utilizados pelo modelo para se prever o PIB anual para os dois anos anteriores ao ano corrente, para o ano corrente e para o ano posterior ao ano corrente. Nas previsões para o PIB anual, de cada um dos dois anos anteriores ao ano corrente, serão utilizadas informações mensais até dezembro do respectivo ano. As previsões para o ano corrente e para o ano seguinte ao ano corrente podem ser efetuadas, em cada mês do ano corrente, utilizando toda a informação disponível do início da amostra até o respectivo mês.

---

<sup>1</sup> Proposta de metodologia preparada por Maria Helena Machado Rocha Lima, da ECONOSUL - CONSULTORIA E ASSESSORIA LTDA.

Dado o pequeno número de observações para o PIB anual torna-se necessária a utilização de um modelo parcimonioso (com um número restrito de parâmetros a serem estimados) para que se tenha uma boa habilidade preditiva. No modelo proposto a parcimônia será obtida estimando-se um pequeno número de fatores comuns que irão sumariar toda a informação contida no **painel de dados não balanceados**. Os modelos de fatores têm sido empregados com bastante sucesso nas previsões de variáveis macroeconômicas. Este sucesso tem sido documentado por diversos autores.<sup>2</sup>

## 2. A ABORDAGEM GERAL QUE PERMITE A UTILIZAÇÃO DE UM PAINEL NÃO-BALANCEADO DE DADOS MENSIS PARA SE PREVER O PIB ANUAL<sup>3</sup>

Através de um exemplo simples ilustraremos qual é a abordagem geral que permite utilizar um painel não-balanceado de dados mensais para se prever o PIB anual.

Seja  $W_v^n$  o conjunto das informações relevantes que contém todas as observações disponíveis até o mês  $v$  de todas as  $n$  variáveis relevantes. Então desejamos computar a seguinte projeção:

$$\text{Proj}[Y_q/W_v^n], \quad (1)$$

onde:  $Y_q$  é o PIB estadual no ano  $q$ .

Admita-se agora que  $W_v^n$  seja composto por dois blocos  $[W_v^{n1}, W_v^{n2}]$  e que os valores para o mês  $v$  das variáveis contidas em  $W_v^{n1}$  estejam disponíveis no mesmo mês  $v$  e que os valores para o mês  $v$  das variáveis contidas em  $W_v^{n2}$  só estejam disponíveis com um mês de defasagem (ou seja, só no mês  $v+1$  serão conhecidos os valores das variáveis contidas em  $W_v^{n2}$ ). Estamos, portanto, admitindo que o conjunto das informações contidas em  $W_v^n$  é um **painel de dados não balanceados** (com o formato de uma aresta dentada).

<sup>2</sup> Como exemplos citem-se: Boivin e Ng (2005); Forni, Hallin, Lippi, e Reichlin (2005); D'Agostino e Giannone (2006); Giannone, Reichlin, e Sala (2004); Marcellino, Stock, e Watson (2003); Stock e Watson (2002a); Stock and Watson (2002b).

<sup>3</sup> Esta e a próxima seção seguem de perto a metodologia exposta no artigo de Giannone, D., L. Reichlin and D. Small (2008).

De uma maneira alternativa, mais sintética, o conjunto informação anterior pode ser representado pela seguinte notação:

$$W_v = \{X_{it|v}; i = 1, \dots, n; t = 1, \dots, T_{iv}\} \quad (2)$$

O conjunto de dados é composto por  $n$  variáveis,  $X_{it|v}$ , onde o  $i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) identifica a série de tempo e  $t$  ( $t = 1, \dots, T_{iv}$ ) indica, admitindo-se que se está no mês  $v$ , cada mês para o qual há observação para a variável  $i$  ( $t$  vai do início da amostra até a última observação disponível).

Como as informações para o PIB estadual são anuais e as informações do painel de dados não balanceados é mensal, é necessário que se introduza uma notação adicional. Há valores para o PIB acumulado nos últimos 12 meses apenas no último mês do ano para o qual há estimativas do PIB. Se  $k$  ( $k=1,2,3,\dots$ ) indica os anos com informação sobre o PIB estadual anual, então  $q = 12k$  indica os meses (dezembro de cada ano) para os quais há informação sobre o PIB acumulado nos últimos 12 meses.

Ao invés do índice do PIB anual estadual, o modelo irá projetar a taxa de crescimento do PIB anual. Seja  $Y_{12k}$  a taxa anual de crescimento do PIB estadual no mês  $12k$ . Então

$$\hat{Y}_{12k/v} = E(Y_{12k}/W_v; M), v = 12k-h. \quad (3)$$

onde  $M$  indica o modelo utilizado para se obter a esperança de  $Y_{12k}$  e  $h$  indica que a previsão foi feita  $h$  passos à frente.

A equação (3) acima é denominada “equação ponte” pois utiliza informação mensal para se obter previsões para o PIB anual. A incerteza a respeito das previsões é obtida por:

$$VY_{12k} = E[(\hat{Y}_{12k/v} - Y_{12k})^2; M] \quad (4)$$

### 3. O MODELO E O MÉTODO DE ESTIMAÇÃO PROPOSTO

A idéia fundamental subjacente ao modelo proposto é a de explorar a colinearidade das séries de tempo mensais, que compõem o nosso painel com dados mensais, sumariando toda a informação disponível através da estimação de poucos

fatores comuns. Ou seja, especificaremos um modelo com fatores comuns.

Seja  $X_{it/v}$  uma observação disponível para o mês  $t$ , para a série de tempo  $i$ , quando se está no mês  $v$ . Admita ainda que a série de tempo foi transformada de forma a mensurar valores ( ou taxa de crescimento) acumulados nos últimos 12 meses. Vamos admitir a seguinte estrutura dos fatores para as séries de tempo mensais transformadas:

$$X_{it/v} = \mu_i + \lambda_{i1}f_{1,t} + \dots + \lambda_{ir}f_{r,t} + \xi_{i,t/v}, \quad i = 1, \dots, n \quad (5)$$

onde  $\mu_i$  é uma constante;  $\chi_{it} \equiv \lambda_{i1}f_{1,t} + \dots + \lambda_{ir}f_{r,t}$  e  $\xi_{i,t/v}$  são dois processos estocásticos estacionários e ortogonais.

Admitiremos que os processos  $\chi_{i,t/v}$  (os componentes comuns) são funções lineares de poucos  $r \ll n$  fatores comuns não-observáveis ( $f_{it}$ ) que capturam quase todos os co-movimentos na economia, enquanto que os processos  $\xi_{i,t/v}$  (os componentes idiossincráticos) são afetados por choques específicos das variáveis.

O modelo acima pode ser reescrito adotando-se uma notação matricial:

$$X_{t/v} = \mu + \Lambda F_t + \xi_{t/v} = \mu + \chi_t + \xi_{t/v} \quad (6)$$

onde  $X_{t/v} = (X_{1t/v}, \dots, X_{nt/v})'$ ,  $\xi_{t/v} = (\xi_{1t/v}, \dots, \xi_{nt/v})'$ ,  $F_t = (f_{1t}, \dots, f_{rt})'$  e  $\Lambda$  é uma matriz  $n \times r$  dos pesos dos fatores com entrada genérica dada por  $\lambda_{ij}$ .

Sob a hipótese adicional de que a taxa de crescimento do PIB e os indicadores mensais têm uma distribuição normal conjunta, é possível se obter previsões da taxa de crescimento do PIB através da seguinte função linear nos fatores comuns esperados:

$$\hat{Y}_{12k/v} = \alpha + \beta' \hat{F}_{12k/v} \quad (7)$$

onde  $\hat{F}_{12k/v} = E[F_{12k}/W_v; M]$ , para  $v = 12k$ .

O método de estimação proposto aqui é o do estimador em dois passos estudado por Doz, Giannone, e Reichlin (2006) e aplicado por Giannone, Reichlin, e Sala (2004) na identificação de choques macroeconômicos. A abordagem combina a técnica de componentes principais com o filtro de Kalman. O suavizador de Kalman é usado para computar, recursivamente, o valor esperado dos fatores

comuns estimados.

Para aplicar a técnica do Filtro de Kalman para extrair os fatores comuns é necessária uma melhor explicitação da estrutura do modelo. Primeiramente, a dinâmica dos fatores comuns é parametrizada como um vetor auto-regressivo:

$$F_t = AF_{t-1} + Bu_t; u_t \sim WN(0, I_q) \quad (8)$$

onde: B é um matriz rxq de posto q, A é uma matriz rxr com todas as raízes do  $\det(I_r - Az)$  fora do círculo unitário e  $u_t$  é um processo ruído branco com os choques dos fatores comuns.

Em um modelo como este, um número de fatores comuns (r) maior do que o número de choques comuns (q) pretende capturar as relações antecedentes e defasadas entre as variáveis ao longo do ciclo de negócios.

Os componentes idiossincráticos são parametrizados sob a hipótese de que sejam ruídos brancos ortogonais, em cujo caso:

$$E(\xi_{t/v}, (\xi_{t/v})') = \Psi_{t/v} = \text{diag}(\Psi_{1,t/v}, \dots, \Psi_{n,t/v}); \quad (9)$$

$$E(\xi_{t/v}, (\xi_{t-s/v})') = 0, s > 0 \text{ para todo } v. \quad (10)$$

Também se supõe que  $\xi_{t/v}$  seja ortogonal ao choque comum  $u_t$ .

$$E(\xi_{t/v}, u_{t-s/v}') = 0 \text{ para todo } s \text{ e } v. \quad (11)$$

Como o painel de dados mensais não é balanceado há a necessidade de se lidar com observações faltantes. Para lidar com este problema a variância dos componentes idiossincráticos é parametrizada da seguinte forma:

$$\Psi_{it/v} = \begin{cases} \varphi_i, & \text{se } X_{it/v} \text{ é observável;} \\ \infty, & \text{se } X_{it/v} \text{ não é observável.} \end{cases} \quad (12)$$

Supondo que todos os erros sejam Gaussianos, as equações (6) – (12) caracterizam completamente o modelo. Maiores detalhes sobre a estimação do modelo podem ser obtidos no artigo de Giannone, Reichlin e Small (2007).



#### 4. REFERÊNCIA

Altissimo, F., A. Bassanetti, R. Cristadoro, M. Forni, M. Hallin, M. Lippi and L. Reichlin (2001): “EuroCOIN: A Real Time Coincident Indicator of the Euro Area Business Cycle,” CEPR Discussion Papers 3108.

Bafigi, A., Golinelli, and G. Parigi (2004): “Bridge Models to Forecast the Euro Area GDP,” *International Journal of Forecasting*, 20(3), 447-460.

Bai, J. (2003): “Inferential Theory for Factor Models of Large Dimensions,” *Econometrica*, 71(1), 135-171.

Bai, J. , and S. Ng (2002): “Determining the Number of Factors in Approximate Factor Models,” *Econometrica*, 70(1), 191-221.

Boivin, J., and S. Ng (2005): “Understanding and Comparing Factor-Based Forecasts,” *International Journal of Central Banking*, 3, 117-151.

Chow, G. C., and A.-L. Lin (1971): “Best Linear Unbiased Interpolation, Distribution, and Extrapolation of Time Series by Related Series,” *The Review of Economics and Statistics*, 53(4), 372-75.

Croushore, D., and T. Stark (2001): “A Real-Time Data Set for Macroeconomists,” *Journal of Econometrics*, 105(1), 111-130.

D’Agostino, A., and D. Giannone (2006): “Comparing Alternative Predictors Based on Large-Panel Dynamic Factor Models,” Working Paper Series 680, European Central Bank.

D’Agostino, A., D. Giannone, and P. Surico (2006): “(Un) Predictability and Macroeconomic Stability,” Working Paper Series 605, European Central Bank.

Doz, C., D. Giannone, and L. Reichlin (2006): “A Two-Step Estimator for Large Approximate Dynamic Factor Models Based on Kalman Filtering,” Unpublished manuscript, Université Libre de Bruxelles.

Evans, M. D. (2005): “Where Are We Now? Real-Time Estimates of the Macro Economy,” NBER Working Paper 11064, *International Journal of Central Banking*, forthcoming.

FED, C. (2001): “CFNAI Background Release,” Discussion paper, <http://www.chicagofed.org/economicresearchanddata/national/pdffiles/CFNAIbga.pdf>.

Forni, M., D. Giannone, M. Lippi, and L. Reichlin (2005): “opening the Black Box: Structural Factor Models with large Cross-Cections,” Manuscript, Université Libre de Bruxelles.

Forni, M., M. Hallin, M. Lippi, and L. Reichlin (2005): “The Generalized Dynamic Factor Model: One-Sided Estimation and Forecasting,” *Journal of the American Statistical Association*, 100(471), 830-840.

Giannone, D., L. Reichlin, and L. Sala (2004): “Monetary Policy in Real Time,” in NBER Macroeconomics Annual, ed. by M. Gertler, and K. Rogoff, pp. 161-200. MIT Press.

Giannone, D., L. Reichlin and D. Small (2008). Nowcasting: The Real – Time Information Content of Macroeconomic Data. *Journal of Monetary Economics*, vol. 55, issue 4, pages 665-676.

Kitchen, J., and R. M. Monaco (2003): “Real-Times Forecasting in Practice: The U.S. Treasury Staff’s Real-Time GDP forecast System.,” *Business Economics*, pp. 10-19.

Koenig, E. F., S. Dolmas, and J. Piger (2003): “The Use and abuse of Real-Time Data in Economic Forecasting,” *The Review of Economics and Statistic*, 85(3), 618-628.

Marcellino, M., J. H. Stock, and M. W. Watson (2003): “Macroeconomic Forecasting in the Euro Area: Country Specific versus Area-Wide Information,” *European Economic Review*, 47(1), 1-18.

Orphanides, A. (2002): “Monetary-Polity Rules and Great Inflation,” *American Economic Review*, 92(2), 115-120.

Runstler, G., and F. Sédillot (2003): “Short-Term Estimates Of Euro Area Real Gdp By Means Of Monthly Data,” Working Paper Series 276, European Central Bank.

Stock, J. H., and M. W. Watson (2002a): “Forecasting Using Principal Components from a Large Number of Predictors,” *Journal of the American Statistical association*, 97(460), 147-162.

\_\_\_\_\_ (2002b): “Macroeconomic Forecasting Using Diffusion Indexes,” *Journal of Business and Economic Statistics*, 20(2), 147-162.

**Editoração:**

Alexandre de Oliveira André

Bruna Peixoto Siqueira (capa)

Maria de Fátima Pessoti de Oliveira



Secretaria  
de Economia  
e Planejamento

