

Modelos de Vetores Autorregressivos

Os modelos de vetores autorregressivos (modelos VAR) são sistemas de equações simultâneas que capturam a existência de relações de interdependência entre variáveis, e que permitem avaliar o impacto de choques estocásticos sobre determinada variável do sistema. Como citado na literatura, apesar de limitações como a eventual ausência de relações econômicas e estruturais ou o relativamente elevado número de parâmetros a serem estimados, os modelos VAR constituem-se importante instrumento de análise e de previsões, principalmente para horizontes de curto e médio prazo.

O Banco Central, assim como a grande maioria de seus pares internacionais, utiliza modelos VAR como instrumento de análise e, principalmente, de previsão de inflação desde a implementação do regime de metas para a inflação, em junho de 1999. As informações proporcionadas pelos modelos VAR, juntamente às geradas por outras ferramentas econométricas, constituem insumos importantes para o processo decisório do Comitê de Política Monetária (Copom). Dessa forma, e considerando que o sistema econômico é dinâmico, os modelos utilizados nas previsões de inflação do Banco Central estão constantemente sujeitos a aprimoramentos. O box “Modelos de Vetores Autorregressivos”, constante do Relatório de Inflação de março de 2008, apresentou os modelos VAR utilizados à época. Haja vista desenvolvimentos recentes, o objetivo deste box é fornecer informação atualizada sobre o conjunto de modelos VAR atualmente em uso pelo Banco Central.

Segundo o conhecido Teorema de Wold, toda série de tempo estacionária tem representação em média móvel¹, podendo ser aproximada por uma

1/ Para mais detalhes, ver Diebold (1998).

condição inicial e um acúmulo de novos eventos, ou seja, por uma representação autorregressiva. Diferentemente de modelos autorregressivos simples, os vetores autorregressivos possuem mais variáveis explicadas (uma por equação). No sistema de equações que compõe os modelos VAR, as variáveis são tratadas simetricamente e, para cada variável considerada, inclui-se uma equação contendo defasagens de si próprias e das outras variáveis do sistema. Sims (1980) introduziu os vetores autorregressivos como alternativa aos modelos macroeconômicos estruturais, que eram formados, em sua maioria, por uma grande quantidade de equações que apresentavam restrições teóricas difíceis de serem testadas e que resultavam em previsões inacuradas. Tendo funcionamento simples e previsões avaliadas como bem-sucedidas, os modelos VAR tiveram boa aceitação no mundo acadêmico bem como em bancos centrais.

Os modelos VAR examinam as relações entre as variáveis impondo poucas restrições à estrutura da economia, quais sejam, basicamente, a escolha das variáveis e das defasagens. Todas as demais características dos modelos são determinadas, de modo geral, pela amostra considerada. A rigor, em geral, a escolha das defasagens é feita com base em testes estatísticos. Atualmente, os modelos VAR utilizados pelo Banco Central estão divididos em dois grandes grupos: os VAR com fundamentação econômica e os VAR puramente estatísticos. Em ambos os casos, os modelos VAR geram projeções de inflação para os preços livres. As projeções de inflação do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) cheio são obtidas pela combinação das projeções da inflação de preços livres dos VAR com as projeções da inflação de preços administrados, que são estimadas de forma independente. Essas projeções, em conjunto com as informações dos modelos estruturais de pequeno e médio porte, têm o objetivo de auxiliar a tomada de decisões do Copom.

VAR com fundamentação econômica

Os VAR com fundamentação econômica, por sua vez, são divididos em dois subgrupos: (1) modelos estimados com dados mensais e (2) modelos estimados com dados trimestrais. Em cada

um dos subgrupos são estimados sete modelos: três VAR tradicionais, três VAR bayesianos com *prior* de Minnesota e um VECM (Vetor de Correção de Erros, uma forma de estimar séries não estacionárias). A previsão agregada de inflação de cada um dos subgrupos é a mediana das previsões dos modelos do próprio subgrupo. Com exceção das variáveis presentes na estimação do VECM, todas as variáveis endógenas são consideradas em primeira diferença.

Os modelos mensais, que possuem um número maior de observações, são estimados a partir do início de 2000, evitando-se uma série de quebras estruturais, especialmente a da transição do Plano Real e a da introdução do sistema de metas para a inflação. Os juros nominais utilizados são a taxa Selic realizada no mês, ao passo que os juros reais descontam a taxa de inflação medida pelo IGP-DI. O agregado monetário é medido pelo M1 de final de período. Para a seleção do número de defasagens, utilizam-se critérios de informação de *Akaike* (AIC), *Schwarz* (SC) e *Hannan-Quinn* (HC). A tabela 1 apresenta o conjunto de modelos estimados com dados mensais.

Tabela 1 – Modelos mensais

Denominação	Variáveis endógenas	Ajuste Sazonal	Defasagens
VAR I	preços livres, administrados, câmbio e juros reais	Sim	2
VAR II	preços livres, administrados, câmbio, juros nominais, produção industrial e moeda	Sim	6
VAR III	preços livres, juros nominais, câmbio e produção industrial	Não	1
BVAR I	preços livres, administrados, câmbio, juros nominais, produção industrial e moeda	Não	6
BVAR II	preços livres, administrados, câmbio, juros nominais, produção industrial e moeda	Sim	6
BVAR III	preços livres, administrados, câmbio e juros reais	Sim	2
VECM	preços livres, juros nominais, câmbio, produção industrial e correção de erros	Não	1

A tabela 2 apresenta o conjunto de modelos estimados com dados trimestrais². Para evitar problemas de amostra pequena, essas especificações utilizam dados iniciados no final de 1994 e *dummies* de tendência para o período imediatamente após o Plano Real. Com exceção do VECMT e de algumas variáveis utilizadas nos modelos VART III e BVART III, todas as variáveis endógenas são consideradas em primeira diferença. No VART III, o prêmio de risco, medido pelo *Emerging Markets Bond Index*

2/ O “T” após cada sigla indica que o modelo é estimado com dados trimestrais.

Plus Brazil (Embi+ Brazil), assim como a variável juro reais utilizada no BVART III são tratados em nível. Assim como nos modelos mensais, os juros nominais utilizados são a taxa Selic realizada no mês, ao passo que os juros reais descontam da Selic a taxa de inflação medida pelo IGP-DI. A moeda é medida pelo M1 de final de período. Assim como nos VAR mensais, o número de defasagens é escolhido com base nos critérios de informação de *Akaike* (AIC), *Schwarz* (SC) e *Hannan-Quinn* (HQ).

Tabela 2 – Modelos trimestrais

Denominação	Variáveis endógenas	Ajuste Sazonal	Defasagens
VART I	preços livres, administrados, juros reais e câmbio	Sim	2
VART II	preços livres, administrados, juros nominais, câmbio, produção industrial e moeda	Sim	1
VART III	preços livres, administrados, juros reais, produção industrial e prêmio de risco	Sim	1
BVART I	preços livres, administrados, juros reais, câmbio	Sim	1
BVART II	preços livres, administrados, juros nominais, câmbio, produção industrial e moeda	Sim	2
BVART III	preços livres, administrados, juros reais e câmbio	Sim	1
VECMT	preços livres, juros nominais, produção industrial, câmbio e correção de erros	Não	2

VAR estatísticos

Os VAR estatísticos não possuem restrição estrutural (de ordem econômica), seja no curto, seja no longo prazo, e utilizam um grande número de variáveis e diferentes defasagens. As variáveis são divididas em seis grupos de indicadores distintos (atividade econômica, setor externo, financeiro, preços, monetário e choques). Um critério importante da escolha das variáveis foi a correlação destas com os índices de inflação.

Os VAR estatísticos são estimados com dados mensais e divididos em duas classes, cada uma estimada por diferente abordagem. Em cada modelo da primeira classe são extraídos componentes principais de variáveis de todos os diferentes grupos de indicadores, totalizando 1.536 diferentes modelos. Na segunda classe, os modelos utilizam componentes principais e variáveis selecionadas. Nessa classe, são utilizados apenas três grupos de indicadores de cada vez, totalizando 1.440 modelos. A projeção agregada de inflação de cada classe é simplesmente a mediana das projeções da própria classe. A tabela 3 apresenta as variáveis utilizadas nas estimações.

Tabela 3 – Modelos Estatísticos

Grupo de indicadores	Variáveis selecionadas
Atividade econômica	comércio varejista, três indicadores de energia elétrica, produção industrial mensal, PIB real, utilização da capacidade instalada, desemprego
Externo	VIX, Embi, câmbio, PPI norte-americano (<i>all commodities</i>), índice de preços de exportação, índice de preços de importação, índice de <i>quantum</i> de exportação, índice de <i>quantum</i> de importação
Financeiro	Selic, Selic real calculada de quatro formas (deflacionada pelo IGP e pelo IPCA, com expectativas de 3 e 12 meses), spreads sobre a Selic, calculados para pessoa física, jurídica, total e para créditos com taxa do BNDES
Preços	administrados, IGP-DI, IPC-BR, IPC-FIPE, preços livres
Monetário	M1, M2, M3, M4, papel moeda em poder do público, base monetária e depósitos à vista
Choques	índice de commodities CRB, energia elétrica, gasolina, IPA-IPC, óleo lubrificante e petróleo

Na primeira classe, os modelos utilizam componentes principais extraídos de cada grupo de indicadores a partir de variáveis de diferentes subgrupos de indicadores. Por exemplo, no grupo de atividade econômica, obtêm-se dois componentes principais de energia (primeiro e segundo componentes), extraídos dos três índices de uso de energia elétrica, e dois componentes principais de produção, extraídos da utilização da capacidade instalada, do PIB real e da produção industrial. Na segunda classe, os modelos são formados a partir de variáveis selecionadas e combinações convexas entre os dois primeiros componentes principais de cada grupo de indicadores utilizado.

Composição das projeções

A composição final das projeções de todos os modelos VAR (econômicos e estatísticos) é uma média aritmética simples dos seis seguintes elementos: (1) mediana dos modelos VAR e VECM mensais; (2) mediana dos modelos VAR bayesianos mensais; (3) mediana dos modelos VAR e VECM trimestrais; (4) mediana dos modelos BVAR trimestrais; (5) mediana da primeira classe de VAR estatísticos; e (6) mediana da segunda classe de VAR estatísticos.

Finalmente, este boxe mostra como os modelos VAR estão sendo incorporados ao processo decisório do Copom e apresenta nova classe de

modelos VAR, os estatísticos, indicando que os modelos do Banco Central sofrem atualizações constantes. Nesse sentido, contribui para aumentar a transparência do processo decisório e, por conseguinte, a credibilidade da política monetária.

Referências

DIEBOLD, Francis X. (1998). **Elements of Forecasting**. Ed. South-Western College Publishing.

SIMS, Christopher A. (1980). Macroeconomics and reality. **Econometrica** 48, p.1-48.