

Notas sobre projeção de contratação de operações de crédito

Sander Magalhães Lacerda
Emerson Tizziani

Notas sobre projeção de contratação de operações de crédito

Sander Magalhães Lacerda
Emerson Tizziani*

Resumo

O artigo aplica duas técnicas econométricas de projeção para contratações de operações de crédito do BNDES: suavização exponencial e vetores autorregressivos. Na primeira, o comportamento passado da série é a única referência para a projeção de seus valores futuros. Na segunda, são utilizadas outras informações – taxas e prazos dos financiamentos e variáveis macroeconômicas – na tentativa de obter maior acurácia das projeções. São estudados dois tipos de operação de financiamento: máquinas e equipamentos na modalidade automática e projetos de investimento na modalidade não automática. Conclui-se que os erros de projeção das operações automáticas são menores, independentemente do modelo utilizado, e que a formulação de vetores autorregressivos apresenta, em geral, menores erros de projeção em relação à suavização exponencial. O melhor desempenho relativo dos vetores autorregressivos acontece no horizonte de projeção de seis meses à frente.

*Respectivamente, economista e administrador do BNDES. Os autores agradecem os comentários a Adriana Sokolik Garrido, Humberto Jose Mingotti Gabrielli, Rosiney Zenaro, Paulo Moreira Franco, Tiago Rossi Soeiro e a um parecerista anônimo. Este artigo é de exclusiva responsabilidade dos autores, não refletindo, necessariamente, a opinião do BNDES.

Abstract

The article compares two methods of forecasting – exponential smoothing and vector autoregression – applied to the credit concessions from BNDES. First we used the past behavior of the series as the only reference for the projection of its future values. Then we included other information – terms of financing and macroeconomic variables – in an attempt to obtain more accurate predictions. We discuss two types of financing operations: machinery and equipment (small operations managed by partner banks) and investment projects (mostly large investment projects analysed by BNDES itself). The main conclusions are that vector autoregressions are better at forecasting than exponential smoothing and that the projection errors of machinery and equipment operations are smaller, regardless of the model used. The best relative performance of vector autoregressive happens in the forecast horizon of six months forward.

Introdução

Este artigo explora duas técnicas de projeção para contratação de operações de crédito. Na primeira, a história da série é a única referência para a projeção. Este é o modelo **univariado**. A outra incorpora informações adicionais – taxas, prazos e indicadores macroeconômicos – que possam aumentar a acurácia da projeção do valor contratado. As correlações observadas no passado entre as variáveis são utilizadas como referência para a projeção de seus valores futuros. Esse modelo de **vetores autorregressivos (VAR)** é comparado com o primeiro por meio do erro quadrado médio de cada, calculado fora da amostra.

Foram estudados dois tipos de operação de financiamento do BNDES: máquinas e equipamentos na modalidade automática e projetos de investimento na modalidade não automática. Para máquinas e equipamentos, utilizam-se como variáveis explicativas do valor contratado: a taxa média à qual os recursos foram oferecidos; o prazo médio de utilização dos recursos; e algumas variáveis macroeconômicas – produção industrial e taxa de câmbio nominal. A projeção de contratações de financiamentos para projetos de investimento¹ utiliza, adicionalmente, os valores da carteira de operações em tramitação nos níveis anteriores à contratação, a fim de verificar se, em alguma medida, as contratações podem ser previstas por padrões de tramitação das operações nos níveis.

Os exercícios de projeção da contratação de financiamentos fazem parte do esforço da Área de Planejamento do BNDES em atender às exigências do Banco Central quanto à implementação

¹ Os projetos de investimento na modalidade não automática são aqueles cujo valor excede R\$ 10 milhões, no caso de empresas postulantes classificadas como grandes, ou R\$ 20 milhões, se o porte for menor.

de estrutura de gerenciamento de capital,² cujo principal objetivo é controlar e monitorar o capital mantido pela instituição visando fazer frente aos riscos aos quais ela está sujeita. No planejamento de necessidade de capital, são consideradas as projeções de ativos, passivos, receitas e despesas para os três anos seguintes, para o que contribui a Área de Planejamento por meio de proposta de orçamento plurianual, consolidando as projeções de todas as áreas operacionais do BNDES.

Os métodos quantitativos utilizados no tratamento dos dados serão discutidos na próxima seção. Em seguida, serão expostos os procedimentos para o cálculo de prazos e taxas médios das operações contratadas. As seções seguintes tratam dos resultados quantitativos das projeções para as operações não automáticas e automáticas. A última seção é destinada às considerações finais.

Estratégia quantitativa

A comparação entre as duas técnicas de projeção é realizada por meio da construção de uma medida dos **erros de previsão fora da amostra** de cada uma. A amostra considerada tem como início janeiro de 2002 e como fim dezembro de 2007. Com os dados desse período, são estimados os parâmetros iniciais dos modelos. Em seguida, passa-se à simulação de como seria a *performance* mês a mês de cada modelo entre janeiro de 2008 e dezembro de 2011. Os parâmetros, recalculados a cada mês a fim de incorporar novas informações, são utilizados para realizar as projeções para os meses posteriores. Os valores projetados são comparados com os valores

² Resolução 3.988, de 30.6.2011, do Conselho Monetário Nacional.

observados pelo somatório do quadrado da diferença entre os valores projetados e os valores realizados (o **erro quadrado médio**).

O objetivo desse procedimento é replicar, dentro de certos limites, o conjunto de informações que estava disponível para a realização da projeção naquele passado e avaliar em que medida era factível prever os valores que seriam realizados e quais tipos de modelo geram os menores erros de projeção.

O tipo básico de modelo é o **univariado**, em que apenas o comportamento passado da série de valores é levado em consideração para a projeção. Por sua simplicidade e razoável capacidade preditiva no curto prazo, os modelos univariados são uma referência para avaliar outras técnicas de projeção. Foi adotado um **modelo univariado de suavização exponencial** e uma estratégia automática de modelagem durante a simulação do desempenho fora da amostra. Utilizou-se o pacote *forecast* do *software* R para gerar, fora da amostra e a cada mês, a especificação automática do melhor modelo de suavização exponencial e a projeção para os horizontes de um, seis e 12 meses.³

A técnica de suavização exponencial é uma alternativa ao, mais difundido, método de Box-Jenkins, também conhecido como ARIMA, de modelagem e projeção de séries temporais. Na formulação ARIMA, existe uma preocupação em tornar a série estacionária, caso ela não o seja, antes de iniciar os diagnósticos que permitem identificar os componentes autorregressivo, de média móvel e sazonal que melhor representem os dados. Na suavização exponencial, a série – estacionária ou não – é decomposta em seus componentes de nível, inclinação e sazonalidade. Os parâmetros e estados iniciais do modelo univariado são estimados por máxima verossimilhança.

³ Ver Hyndman e Khandakar (2008).

Uma vez montada a projeção de referência, por meio do procedimento univariado, buscou-se verificar se o auxílio de outras informações poderia antecipar os valores contratados, levando-se em consideração efeitos defasados entre as séries, por meio da técnica de vetores autorregressivos (VAR). Partiu-se da hipótese de que os valores de algumas variáveis ajudam a antecipar o valor provável das contratações de financiamentos. A taxa média de juros oferecida ao demandante de recursos, assim como o prazo médio de carência e de amortização dos financiamentos, alimentam as equações do VAR. Foram também incorporadas algumas variáveis macroeconômicas que podiam estar correlacionadas com as séries de valores contratados e, dessa forma, aportar informação a respeito de como se pode esperar que a demanda por financiamento comporte-se no futuro. A Tabela 1 exhibe as variáveis utilizadas.

Tabela 1

Variáveis utilizadas na análise de VAR

Variável	Fonte
Valor contratado das operações de crédito	BNDES
Taxa média de juros ao tomador final do crédito	BNDES
Prazo médio (carência mais amortização) do crédito	BNDES
Índice da produção industrial no Brasil*	IBGE (PIM-PF)
Índice da produção industrial nos Estados Unidos*	United States Census Bureau
Taxa de câmbio real-dólar americano (compra) – média de período	Banco Central do Brasil

Fonte: Elaboração própria.

*Sem ajuste sazonal.

Uma limitação da análise VAR é o número de variáveis passíveis de ser incorporadas ao procedimento de estimação. Em geral, não mais que seis variáveis são utilizadas ao mesmo tempo, pois acréscimos de variáveis aumentam o número de parâmetros a serem estimados e reduzem os graus de liberdade do processo de estimação, além de dificultarem a interpretação dos resultados.⁴ Como foram incluídas três variáveis de crédito – valor, prazo e taxa – restaram apenas outras três variáveis a selecionar e buscou-se incorporar três fatores principais: uma medida do desempenho da economia brasileira, outra do desempenho da economia internacional e uma terceira da relação de troca entre a economia brasileira e a internacional.

O indicador mais geral de desempenho da economia é o Produto Interno Bruto (PIB), mas ele é divulgado apenas na frequência trimestral, ou anual. Do ponto de vista do acompanhamento orçamentário da contratação de operações de crédito do BNDES, é conveniente trabalhar com dados na frequência mensal, pois esta é a frequência das reuniões do Comitê de Orçamento da instituição. Por isso, em vez de trabalhar com o PIB brasileiro, usou-se uma *proxy* do PIB, que é divulgada na frequência mensal – a produção industrial. Para o desempenho da economia internacional, tomou-se como *proxy* a produção industrial nos Estados Unidos. É importante reconhecer que essa variável está longe do ideal, pois não capta o desempenho de importantes parceiros comerciais do Brasil, como a China. Porém, não se logrou encontrar uma medida alternativa que atendesse às necessidades do estudo. A fim de medir as relações de troca (nominais) entre o Brasil e o resto do mundo, foi utilizada a

⁴ “Several criticisms of the VAR approach [...] center around the relatively small amount of information used by low-dimensional VARs. To conserve degrees of freedom, standard VARs rarely employ more than six to eight variables” [Bernanke, Boivin e Elias (2004, p. 1)].

taxa de câmbio nominal, que, ademais, também aporta informação a respeito de períodos de instabilidade econômica.

Para estudar numericamente as relações entre essas variáveis por meio da metodologia de VAR, são montadas **regressões** entre cada uma das variáveis e as demais. Nas equações de regressão são também incluídos os valores defasados de cada uma das variáveis, a fim de captar relações não contemporâneas entre elas.

Foi utilizado o pacote *vars* do *software* R para avaliar o desempenho do VAR fora da amostra. O número máximo de defasagens foi definido automaticamente pelo critério AIC.⁵ Para a estimação do VAR, a princípio, são montados os vetores com todas as variáveis selecionadas e são calculados os coeficientes das regressões entre as variáveis.⁶ O valor da estatística *t* determina se os coeficientes são significativos e, se o valor da estatística *t* associado a um parâmetro estimado é menor do que dois, em valor absoluto, então a variável é excluída da equação, que é novamente estimada.⁷

É importante ressaltar os limites da metodologia de VAR, conforme aplicada neste artigo. Do ponto de vista da capacidade de

⁵ O Akaike Information Criterion (AIC) é uma medida de ajuste aos dados de um modelo estatístico e seu propósito é comparar diferentes modelos. A fórmula geral do AIC é: $AIC = 2k - 2\ln(L)$, sendo *k* o número de parâmetros do modelo e *L* o valor maximizado da função de verossimilhança.

⁶ O VAR com defasagens é montado como: $y_t = c + A_1y_{t-1} + A_2y_{t-2} + \dots + A_p y_{t-p} + e_t$. O vetor de erros, e_t , é tal que: (i) a média dos erros é igual a zero, $E(e_t) = 0$; (ii) a matriz de covariância dos erros é semidefinida positiva, $E(e_t e_t') = \Omega$; e (iii) não há correlação serial nos erros, e $E(e_t e_{t-k}') = 0$ para qualquer *k* diferente de zero. Todas as variáveis do VAR são calculadas em logaritmos, a fim de reduzir os problemas de aumento da variância com o aumento do nível da variável.

⁷ Seja $\hat{\beta}$ um estimador do parâmetro β . A estatística *t* para esse parâmetro é

$$t_{\hat{\beta}} = \frac{\hat{\beta}}{\text{erro padrão de } \hat{\beta}}.$$

antecipar valores futuros, modelos *ad hoc* e puramente estatísticos – univariados e VAR – geram muitas vezes os menores erros de previsão.⁸ Para realizar análise de política, por outro lado, são necessários modelos estruturais, em que existe maior preocupação por interpretar as variáveis tendo como referência modelos teóricos.⁹ Este trabalho está focado apenas em projeção e não são explorados modelos estruturais. Por essa razão, os coeficientes das variáveis da equação do **valor contratado** estimadas por meio do VAR não devem ser interpretados como elasticidades da demanda por crédito. Pelo mesmo motivo, os resultados obtidos neste artigo não foram relacionados com a literatura econômica empírica que busca estimar elasticidades da demanda por crédito no segmento pessoa jurídica.

Outra questão metodológica que vale a pena abordar é o tratamento de séries não estacionárias no VAR. Não se tratou da existência de raízes unitárias nas séries porque sua presença não se mostrou relevante para os resultados obtidos.¹⁰ Conforme discutido na literatura econométrica, não existe um consenso sobre o tratamento de séries com raiz unitária em modelos VAR. A estimação do modelo com as séries em nível (isto é, não estacionarizadas por meio de di-

⁸ “*In the case of linear projection [...] the only concern is forecasting, for which it does not matter whether it is X that causes Y or Y that causes X. Their observed historical comovements [...] are all that is needed for calculating a forecast*” [Hamilton (1994, p. 76)].

⁹ “*In data description and forecasting, VARs have proven to be powerful and reliable tools that are now, rightly, in everyday use. Structural inference and policy analysis are, however, inherently more difficult because they require differentiating between correlation and causation; this is the ‘identification problem,’ in the jargon of econometrics. This problem cannot be solved by a purely statistical tool, even a powerful one like a VAR. Rather, economic theory or institutional knowledge is required to solve the identification (causation versus correlation) problem*” [Stock e Watson (2001, p. 102)].

¹⁰ Os testes de Dickey-Fuller Aumentado mostram que, para o período considerado, não é possível rejeitar a hipótese de raiz unitária nas séries de valor contratado e de produção industrial no Brasil e nos Estados Unidos.

ferenciação) resulta em estimativas consistentes dos coeficientes.¹¹ A decisão sobre como lidar com as séries não estacionárias carece de um fundamento teórico consensual e depende, em última análise, de considerações pragmáticas.¹² Os resultados obtidos com a diferenciação das séries não estacionárias e sua inclusão no VAR foram bastante inferiores aos resultados do VAR em nível e, por essa razão, não se usaram as séries diferenciadas.

Cálculo de prazos e taxas médios

Foram consideradas três moedas contratuais para os cálculos de taxas médias *ex ante* para os tomadores finais: taxa de juros de longo prazo (TJLP), dólar, cesta de moedas e taxa fixa.¹³ A composição da taxa para o tomador final depende da modalidade da operação, se direta ou indireta (Quadro 1).

Na modalidade direta, a taxa de juros para o cliente final é a soma de custo financeiro, *spread* básico e *spread* de risco. O custo financeiro é a parcela correspondente à moeda do contrato, ou seja, se a moeda do contrato é a TJLP, o custo financeiro é, atualmente, de 5% a.a. O *spread* básico é a remuneração que o BNDES recebe pela realização da operação. O *spread* de risco reflete a probabilidade de

¹¹ Ver Sims, Stock e Watson (1990).

¹² “[A]n ‘unrestricted VAR in levels’ avoids throwing away information (Sims, 1980). Even if the true model is a VAR in differences, hypothesis tests based on a VAR in levels will have the same asymptotic distribution as if the correct model had been used. However, it may be overparameterized and give correspondingly bad forecasts” [Allen e Fildes (2005, p. 13)].

¹³ As demais moedas contratuais têm participação pequena no total contratado em projetos de investimento (1,3% do total contratado em 2011). Os financiamentos de máquinas e equipamentos na modalidade automática são quase todos realizados em taxa fixa ou em TJLP.

não pagamento da dívida pelo cliente final e seu valor visa cobrir a inadimplência esperada das operações de financiamento.

Quadro 1

Componentes da taxa de juros e modalidade da operação

Componentes da taxa de juros	Modalidade direta	Modalidade indireta
<i>Spread</i> básico	<i>Spread</i> + fatores de alteração	<i>Spread</i> + fatores de alteração
<i>Spread</i> de risco	Taxa de risco	-
Remuneração do agente financeiro	-	Taxa de remuneração do agente
Intermediação financeira	-	Taxa de intermediação
Custo financeiro	Moeda de cobrança	Moeda de cobrança

Fonte: Elaboração própria, com base nas Políticas Operacionais do BNDES.

Na modalidade indireta, a taxa de juros é a soma de custo financeiro, *spread* básico, remuneração do agente financeiro e taxa de intermediação financeira. A remuneração do agente financeiro é a parcela destinada a remunerar os bancos que proveem capilaridade às operações do BNDES. A taxa de intermediação financeira reflete o risco dos agentes financeiros.

A montagem de taxas médias *ex ante* é realizada da seguinte forma: se a operação é em taxa fixa, o mutuário, no momento da contratação da operação, conhece a taxa vigente até a quitação da operação e não é necessário especificar como se forma a expectativa da taxa futura. Se a operação não tem taxa fixa, o mutuário não conhece, no momento da contratação da operação, o custo futuro dos recursos. Apesar de não conhecer, *ex ante*, o valor preciso do custo financeiro que incidirá mais adiante sobre o saldo devedor do financiamento, assume-se que existe uma expectativa a respeito dessa variável, que pode ser aproximada tomando-se expectativas

de mercado. Ou, na falta de informações sobre as expectativas a respeito de uma taxa de referência, adota-se alguma hipótese simplificadora, como é o caso das operações em TJLP, em que foi tomado como expectativa de evolução futura o valor vigente da taxa na data da contratação. Para as operações em cesta de moedas e dólar, foi utilizada a expectativa de mercado de variação da taxa de câmbio, divulgada pelo Banco Central (Sistema Expectativas), para um horizonte de um ano a partir das datas de contratação. Quando se trata de recursos oriundos de captação internacional, o custo financeiro dos contratos em dólar e em cesta de moedas inclui, além da variação da taxa de câmbio, os custos financeiros da captação e a expectativa de prêmio cobrado nas próximas emissões do BNDES.

Os prazos médios foram calculados por meio da soma, para cada operação de financiamento, de seus prazos de carência e de amortização, e de sua ponderação pela razão entre o valor da operação e o valor total da linha de financiamento (máquinas e equipamentos ou projetos de investimento) em cada mês.

Máquinas e equipamentos financiados na modalidade automática

As operações automáticas de financiamento de máquinas e equipamentos fazem parte do produto BNDES Finame.¹⁴ A estimativa do modelo univariado¹⁵ para os dados do período entre janeiro de 2002

¹⁴ As informações sobre as operações de financiamento de máquinas e equipamentos na modalidade automática foram obtidas no universo “Informação das Operações”. As operações de interesse foram identificadas pela rubrica “BNDES Finame” do objeto “Produto AOI”.

¹⁵ O procedimento automático de escolha da especificação do modelo univariado encontrou uma especificação com erro multiplicativo, tendência aditiva e sazonalidade multiplicativa. As equações de cada um desses componentes são as seguintes:

e dezembro de 2007 resultou nos valores dos parâmetros mostrados na Tabela 2.

Tabela 2

Máquinas e equipamentos: parâmetros e estados iniciais estimados do modelo univariado

Estados iniciais		Parâmetros de suavização	
l_0	0,256	α	0,393
b_0	0,016	β	0,000
s_1	1,142	γ	0,000
s_2	0,943		
s_3	1,048		
s_4	1,023		
s_5	1,056		
s_6	1,057		
s_7	1,064		
s_8	1,087		
s_9	0,892		
s_{10}	0,926		
s_{11}	0,738		
s_{12}	1,024		

Fonte: Elaboração própria.

$$l_t = \alpha (y_t / s_{t-m}) + (1-\alpha)(l_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \beta (l_t - l_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}$$

$$s_t = \gamma (y_t / (l_{t-1} - b_{t-1})) + (1-\gamma)s_{t-m}$$

$$\hat{y}_{t+h|t} = (l_t + hb_t)s_{t-m+h_m^*}$$

sendo m o número de períodos sazonais (12, se dados mensais; ou quatro, se dados trimestrais), l o nível da série, b sua inclinação, s seu componente sazonal e $\hat{y}_{t+h|t}$ é a projeção h períodos à frente. O método de estimação calcula os valores iniciais para l_0 , b_0 , s_{1-m}, \dots, s_0 e os parâmetros de suavização α , β e γ .

A equação da variável “valor” do VAR estimado, considerando-se o período entre janeiro de 2002 e dezembro de 2007, é mostrada na Tabela 3, em que “taxa” é o custo financeiro para o tomador, “prodind_br” a produção industrial no Brasil, “prodind_eua” a produção industrial nos Estados Unidos e “cambio” a taxa de câmbio nominal.

As demais equações do modelo – uma para cada variável relacionada na Tabela 3 – completam a descrição do comportamento conjunto das variáveis segundo as correlações entre elas observadas no período.

Tabela 3

Máquinas e equipamentos: estimativa da equação do valor contratado

Variáveis	Estimativa	Erro-padrão	Valor t	Pr (> t)	
prodind_eua.l1	9,66	0,897	10,77	2,3E-15	***
prodind_br.l2	1,43	0,264	5,40	1,4E-06	***
prodind_br.l4	(0,80)	0,281	(2,84)	6,2E-03	**
taxa.l6	(1,08)	0,245	(4,42)	4,6E-05	***
cambio.l9	0,94	0,187	5,04	5,03E-06	***
constante	(45,73)	4,048	(11,30)	3,56E-16	***

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Parâmetros significativos a 0,1% (***), 1% (**) ou 5% (*).

O erro quadrático médio (EQM) dos dois modelos foi calculado da seguinte forma: foram adotados horizontes de projeção de um, seis e 12 meses. No período de **treinamento**, os modelos foram ajustados apenas com as séries até dezembro de 2007. A partir de janeiro de 2008, e a cada mês até dezembro de 2011, foi realizada a **pseudoprojeção** para cada horizonte e o erro quadrado médio foi calculado. A Tabela 4 mostra o EQM de cada um dos modelos e o Gráfico 1 exibe os valores realizados e as projeções um mês adiante.

Tabela 4

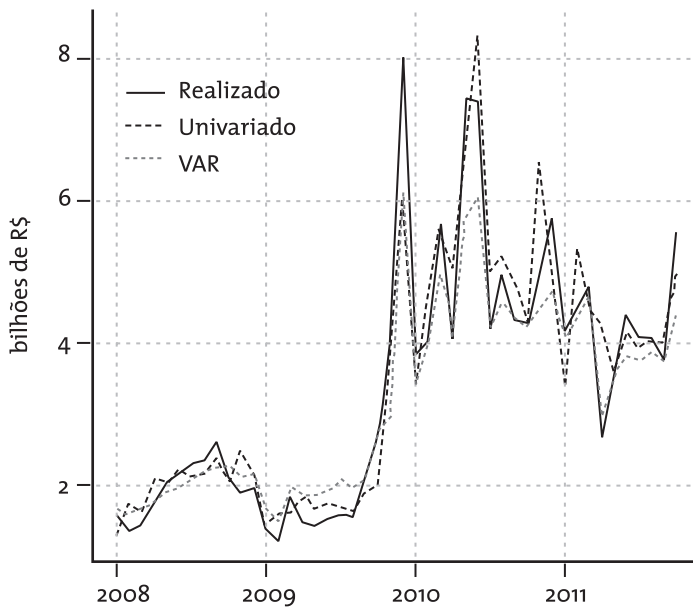
Máquinas e equipamentos: erro quadrático médio segundo prazo da projeção em meses

	Univariado	VAR
Um mês	18	14
Seis meses	350	84
12 meses	350	332

Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 1

Contratação de financiamento de máquinas e equipamentos: projeção um mês adiante (em R\$ bilhões)



Fonte: Elaboração própria.

O VAR obteve o menor EQM em todos os três horizontes, sendo a diferença maior no horizonte de seis meses. O modelo univariado apresentou erros grandes de projeção para horizontes de seis e 12 meses em função da mudança de padrão da série, com a entrada em operação do Programa de Sustentação do Investimento (PSI), em meados de 2009, que resultou em um notável aumento dos financiamentos de máquinas e equipamentos. O VAR com horizonte de seis meses foi relativamente bem-sucedido em incorporar o PSI.

Projetos de investimento

Os resultados das estimativas das duas classes de modelos para a série de contratações de projetos de investimento, considerado o período entre janeiro de 2002 e dezembro de 2007, são discutidos adiante.¹⁶ O modelo univariado revelou apenas sazonalidade e não foi encontrada tendência (Tabela 5).¹⁷

¹⁶ As informações sobre os projetos de investimento foram obtidas no universo “Informação das Operações” e foram adotados os seguintes procedimentos. Foram considerados todos os projetos de investimento submetidos ao BNDES, mesmo aqueles que, posteriormente, vieram a ser cancelados. Foram excluídas as modalidades de operação: financiamento de comércio exterior, automáticas, não reembolsáveis, mercado de capitais (prestação de garantia, garantia de subscrição, subscrição de valores e participação acionária), venda de ativos, repasses a outras instituições financeiras e renegociação de dívidas. Foram também excluídos dois projetos atípicos de grande valor (R\$ 49,7 bilhões) contratados em 2009 e 2010. Nas operações com o produto “limite de crédito”, foram excluídas as operações de contratação de limite de crédito por empresa, sendo apenas incluídas as solicitações de utilização do limite de crédito, a fim de evitar dupla contagem. Para essas operações de solicitação de utilização do limite de crédito, os valores das operações nos níveis de consulta, análise e aprovação foi considerado igual ao valor contratado. Os valores das carteiras de operações nos níveis de consulta, análise e aprovação foram obtidos por meio da soma, a cada mês, dos valores das operações que entravam em cada nível.

¹⁷ O procedimento automático de escolha da especificação do modelo univariado encontrou uma especificação com erro multiplicativo, nenhuma tendência e sazonalidade multiplicativa, conforme as seguintes equações:

Tabela 5

Projetos de investimento: estimativas dos estados iniciais e dos parâmetros do modelo univariado

Estados iniciais		Parâmetros de suavização	
l_0	2,280	α	0,1969
s_1	1,513	γ	0,0001
s_2	1,638		
s_3	0,741		
s_4	0,708		
s_5	0,999		
s_6	1,338		
s_7	0,721		
s_8	0,819		
s_9	0,726		
s_{10}	0,509		
s_{11}	1,355		
s_{12}	0,935		

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados da estimativa da equação da variável “valor contratado” do VAR são mostrados na Tabela 6. As variáveis significativamente correlacionadas ao valor contratado de projetos de investimento no período foram a produção industrial nos Estados Unidos, a taxa para os tomadores de recursos e a taxa de câmbio nominal.

$$l_t = \alpha (y_t / s_{t-m}) + (1-\alpha) l_{t-1} ,$$

$$s_t = \gamma (y_t / l_{t-1}) + (1-\gamma) s_{t-m} ,$$

$$\hat{y}_{t+h|t} = l_t s_{t-m+h_m^+}$$

A explicação das variáveis encontra-se na nota de rodapé 15.

Tabela 6

Projetos de investimento: estimativa da equação do valor contratado

Variáveis	Estimativa	Erro-padrão	Valor t	Pr (> t)	
prodind_eua.l2	(48,0)	12,7	(3,8)	0,000391	***
taxa.l4	(0,8)	0,3	(2,7)	0,009323	**
prodind_eua.l4	49,0	12,8	3,8	0,000308	***
cambio.l7	(7,1)	1,3	(5,6)	5,23E-07	***
cambio.l9	4,9	1,3	3,6	0,000575	***

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Parâmetros significativos a: 0,1% (***), 1% (**) ou 5% (*).

As projeções do VAR para as contratações de projetos de investimento resultaram em erros de projeção maiores. As séries mensais de valor contratado de projetos de investimento são bastante voláteis, o que resulta da influência de eventos singulares, tais como a contratação de grandes projetos em um universo de relativamente poucos projetos, o que é responsável pela existência de um importante componente irregular.

Os projetos de investimento submetidos ao BNDES são analisados quanto a seus aspectos econômicos, financeiros e legais e os postulantes devem apresentar uma série de documentos, certidões e licenças para a contratação de financiamentos. A maior complexidade de grandes projetos de investimento pode tornar o período de tramitação entre a solicitação do crédito e a celebração do financiamento alguns meses mais demorado do que no caso das operações Finame. Esse lapso de tempo dilui a correlação entre as variações nas condições de financiamento e a resposta da demanda por recursos. Existem, além disso, grandes projetos de investimento cuja submissão ao BNDES não depende tanto das condições financeiras oferecidas, mas sim de políticas públicas que tornam esses

investimentos factíveis, como é o caso de projetos de infraestrutura. Tomem-se, por exemplo, as concessões de rodovias. Trata-se de solicitações de financiamento que são feitas a partir de decisão governamental de licitar os empreendimentos. Os respectivos projetos são submetidos ao BNDES após a realização dos leilões e os investimentos acontecem, em sua maior parte, nos primeiros anos de vigência das concessões. A interrupção dos leilões resulta em interrupção da demanda por financiamento, por melhor que sejam as taxas e os prazos que vierem a ser oferecidos.

Outros projetos de investimento dependem de ciclos que não estão necessariamente correlacionados às variáveis macroeconômicas utilizadas neste estudo. São exemplos os projetos nos setores de papel e celulose e de mineração, cuja rentabilidade está relacionada a certas características dos mercados internacionais desses produtos.

Conforme mostra o Gráfico 2, quando o VAR não incorpora informações sobre o valor da carteira de operações em tramitação, o resultado da projeção não acompanha as grandes oscilações mensais do valor contratado. O modelo univariado reproduz melhor a volatilidade da série, mas não com a mesma sincronidade, de maneira que seu erro quadrado médio é apenas um pouco menor do que o do VAR.

Tabela 7

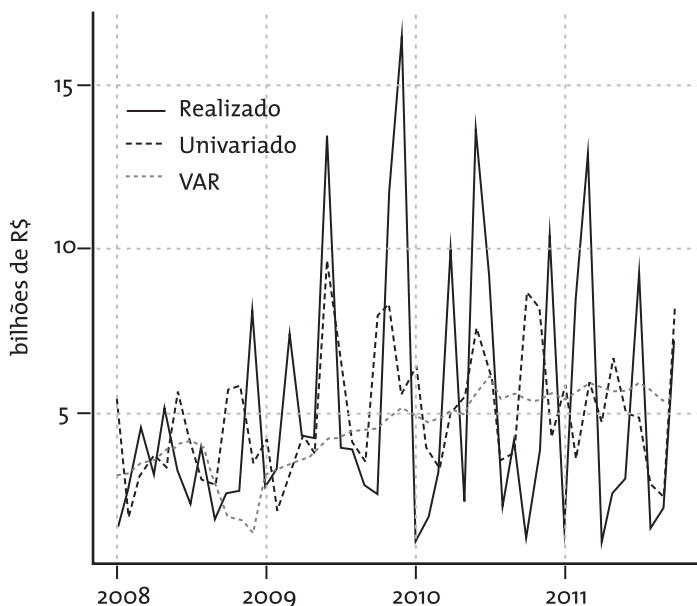
Projetos de investimento: erro quadrático médio segundo prazo da projeção em meses

	Univariado	VAR	VAR nvl
Um mês	667	686	616
Seis meses	897	819	860
12 meses	897	986	1.059

Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 2

Projeção um mês adiante da contratação de projetos de investimento (em R\$ bilhões)



Fonte: Elaboração própria.

A introdução do valor da carteira de operações em tramitação nos níveis de consulta, análise e aprovação como variáveis do VAR melhorou o desempenho do modelo no horizonte de um mês adiante, mas piorou em horizontes maiores, conforme evidencia a última coluna da Tabela 7. A carteira de operações nos níveis, no curto prazo, compensa o fato de o VAR não captar a sazonalidade das contratações.¹⁸

¹⁸ A incorporação de sazonalidade mensal no VAR reduz os graus de liberdade a ponto de prejudicar a capacidade do modelo de utilizar informação das demais variáveis para projetar o valor contratado.

Comentários finais

A projeção de contratação de operações de financiamento por meio de modelos quantitativos é mais precisa quando aplicada às operações automáticas. Colabora para esse resultado a agilidade entre a submissão do pedido de financiamento e sua contratação, de forma que o valor contratado responde com relativa rapidez às mudanças nas condições de financiamento (taxas e prazos praticados) e às mudanças nas expectativas macroeconômicas. Além disso, o número relativamente baixo de projetos de investimento pode resultar em grandes variações do valor contratado de um mês para o outro. Para fins de comparação, o número de operações de financiamento de máquinas e equipamentos na modalidade automática foi superior a 250 mil no ano de 2011, enquanto os projetos de investimento não chegaram a 1.570 no mesmo período.

Atualmente, as projeções orçamentárias das operações não automáticas são realizadas por meio da consulta às áreas operacionais e levam em consideração um conjunto de informações muito mais detalhado a respeito de eventos futuros, tais como o estoque de projetos em tramitação e as prováveis datas em que serão contratados. São também atribuídas, pelas equipes gerenciais responsáveis pelos projetos, as datas prováveis de desembolso de recursos e as respectivas probabilidades de realização. A projeção dos desembolsos é feita com base na agregação de informações sobre as expectativas das áreas operacionais a respeito dos projetos, seus respectivos valores e datas de contratação e desembolso.

Para um prazo de cerca de 18 meses adiante, existe um bom detalhamento das possíveis contratações de projetos de investimento, ou seja, os projetos estão registrados com algum detalhamento nos sistemas de informação eletrônica do BNDES. Para o horizonte entre 18 e 36 meses, são abrangidos os prováveis projetos que serão submetidos

ao BNDES nos próximos anos tendo como referência políticas públicas ou tendências setoriais. Ainda que não tenham entrado formalmente com pedido de financiamento, existem projetos, como as concessões de infraestrutura de transporte (rodovias, ferrovias, portos e aeroportos), que são levados em conta para a montagem de projeções pelas áreas operacionais nos horizontes acima de 18 meses. Para os segmentos em que os investimentos são mais pulverizados, as projeções são feitas pelas equipes de especialistas setoriais com base em suas expectativas de crescimento da economia e dos setores considerados.

Referências

- ALLEN, P.; FILDES, R. *Levels, differences and ECMs – principles for improved econometric forecasting*. Preprint of an article accepted for publication in the Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 2005. Disponível em: <<http://www.umass.edu/resec/faculty/allen/docs/obes.pdf>>. Acesso em: 1º mar. 2013.
- BERNANKE, B.; BOIVIN, J.; ELIASZ, P. Measuring the effects of monetary policy: a factor-augmented vector autoregressive (FAVAR) approach. *Working Paper 10.220*. National Bureau of Economic Research, 2004.
- DURBIN, J.; KOOPMAN, S. J. *Time series analysis by state space methods*. Oxford University Press, 2001.
- HAMILTON, J. D. *Time series analysis*. Princeton University Press, 1994.
- HYNDMAN, R. J.; KHANDAKAR, Y. Automatic time series forecasting: the forecast package for R. *Journal of Statistical Software*, v. 27, n. 3, 2008.
- SIMS, C.; STOCK, J.; WATSON, M. Inference in linear time series models with some unit roots. *Econometrica*, v. 58, n. 1, 1990.
- STOCK, J.; WATSON, M. Vector autoregressions. *Journal of Economic Perspectives*, v. 15, n. 4, 2001.