

Pacífico GESTÃO DE RECURSOS

[Carta Pacífico 3]

[Modelos e Simulações de Cenários Econômicos]

Dezembro de 2012

Índice

1. Introdução	2
2. Os principais modelos econômicos utilizados por bancos centrais	4
2.1. Modelos estatísticos e modelos estruturais	4
2.2. O modelo SAMBA	5
3. Análise de cenários alternativos	7
3.1. Mudança forçada na condução da política monetária	8
3.2. Redução na meta de superávit primário	10
3.3. Queda no produto mundial	14
3.4. Decomposição de choques geradores do IPCA	16
4. Conclusão	18
5. Apêndice	19
6. Referências bibliográficas	23

1. Introdução

Ao longo dos últimos anos, a forma como os bancos centrais no mundo se comunicam com o público vem se modificando e se tornando cada vez mais transparente. A partir de 1995, por exemplo, o Federal Reserve começou a divulgar a taxa de juros decidida em cada reunião, o que não era feito até então, fornecendo ao público transparência em relação ao seu principal instrumento de condução de política monetária. Desde então, muitas outras medidas foram implementadas, como as conferências de imprensa, que ocorreram pela primeira vez em 2011, e a divulgação de previsões a partir de 2012, visando sempre tornar claros os motivos que levam o Federal Reserve a tomar suas decisões.

No Brasil, a transparência já era um dos pilares do regime de metas para a inflação adotado em 1999 e continua a ser intensificada ao longo dos anos através da divulgação das Atas do COPOM e dos Relatórios Trimestrais de Inflação, contribuindo, inclusive, para a redução na volatilidade dos mercados de renda fixa, como mostram Costa Filho e Rocha (2010) e Janot e Souza-Mota (2012). Além de tornar mais claros seus motivos, bancos centrais também passaram a divulgar cada vez mais as ferramentas usadas no processo decisório, inclusive seus modelos econômicos.

De fato, grandes doses de discricionariedade vêm dando espaço à análise de perspectivas econômicas por meio de sofisticados modelos de previsão que são expostos com transparência. No Brasil, um exemplo que ilustra esta tendência é o crescente destaque dado a resultados obtidos através do modelo SAMBA (*Stochastic Analytical Model with a Bayesian Approach*). Trata-se de um modelo econômico utilizado pelo Banco Central do Brasil com o objetivo de simular exercícios que permitam analisar políticas econômicas e elaborar cenários. Estas ferramentas, já bastante disseminadas entre autoridades monetárias, permanecem, contudo, ainda pouco compreendidas pelo público em geral.

O objetivo desta carta é tentar, de forma simples e clara, elucidar as principais características deste modelo para, em seguida, demonstrar brevemente seu uso como ferramenta de análise. Na primeira parte, explicaremos as diferenças entre algumas classes de modelos econômicos utilizados por bancos centrais. Além de identificarmos a que classe o SAMBA

pertence, discutiremos suas principais características, buscando deixar claro quando elas são análogas a modelos similares de bancos centrais estrangeiros e quando refletem características particulares da economia brasileira. Na segunda parte, o foco será mostrar situações nas quais o SAMBA pode ser usado como ferramenta de análise, apresentando os resultados de algumas simulações. Concluiremos destacando os benefícios e os cuidados necessários em utilizar tais ferramentas no auxílio à análise macroeconômica. Por fim, no apêndice, descreveremos de forma um pouco mais detalhada o funcionamento deste tipo de modelo, para os leitores interessados.

2. Os principais modelos econômicos utilizados por bancos centrais

2.1. Modelos estatísticos e modelos estruturais

Um modelo econômico representa, de forma simplificada, relações econômicas entre um conjunto de variáveis através de uma série de relações lógicas e quantitativas. Esta simplificação ajuda a destacar quais são os canais de ligação mais importantes entre as variáveis econômicas de interesse, ajudando a entender melhor como a economia funciona. Devido a esta capacidade de representação, modelos econômicos são amplamente utilizados por bancos centrais para fazer previsões e simulações, com o objetivo de auxiliar a condução da política monetária.

Em termos gerais, os modelos adotados pelos bancos centrais se dividem em duas categorias: estatísticos e estruturais. Modelos estatísticos são modelos que utilizam informações e dados macroeconômicos existentes para realizarem previsões. Em geral, a ferramenta básica utilizada pelos bancos centrais para calcular correlações é o *Vector Auto-Regressive* (VAR). Este tipo de modelo calcula correlações entre variáveis e, a partir dessas correlações, faz projeções para o futuro. O nome desta ferramenta deriva do termo “autoregressividade”, que significa simplesmente que uma variável é afetada por valores passados desta mesma variável. Modelos estatísticos não precisam fazer hipóteses sobre o funcionamento da economia, eles se baseiam apenas nos dados passados para projetar dados futuros. Ou seja, modelos estatísticos são usados para fazer previsões, principalmente para atividade econômica e inflação, em situações em que não se espera nenhuma mudança estrutural relevante em relação ao passado. Exemplos de modelos de projeções que usam VARs podem ser encontrados em Banbura, Giannone e Reichlin (2008).

Os modelos estruturais, por outro lado, permitem analisar situações hipotéticas com o intuito de inferir possíveis resultados, ou seja, simular políticas contrafatuais e medidas diferentes das adotadas para entender as possíveis consequências. Além disso, eles permitem realizar previsões condicionadas à ocorrência de choques específicos, como variações de gastos do governo ou de taxas de juros nominais. Por exemplo, o que aconteceria com a inflação se o Banco Central agisse de outra forma, interrompendo antes o

recente ciclo de corte de juros, ou até mesmo se o revertesse? E se levasse além o corte de juros? Qual seria o efeito na atividade econômica? O que ocorreria com a economia se sofrêssemos um choque nos termos de troca? Ou uma mudança na meta de inflação? Enfim, modelos estruturais são os mais adequados para simular eventos que não ocorreram, mas poderiam ocorrer no futuro. Os modelos estruturais em macroeconomia vão desde os VARs estruturais com um mínimo de teoria econômica, como em Sims (1980), até os modernos e grandes modelos de equilíbrio geral estimados com métodos bayesianos, como em Smets e Wouters (2007).

2.2. O modelo SAMBA

O modelo SAMBA, utilizado pelo Banco Central do Brasil, se enquadra na categoria de modelo estrutural, mais precisamente nos chamados DSGE (*Dynamic Stochastic General Equilibrium*). A principal diferença entre modelos DSGE e os antigos modelos macroeconômicos é o fato de o DSGE possuir fundamentos microeconômicos. A microfundamentação veio como resposta à “crítica de Lucas”: os antigos modelos se baseavam em correlações estatísticas que, mesmo vigentes em determinado regime econômico, podem se mostrar instáveis caso haja uma mudança na forma como a política econômica é conduzida. Por exemplo, se um banco central acelerasse a emissão de moeda, as expectativas de inflação deveriam sofrer um ajuste, efeito que não é captado por modelos estatísticos comuns. Num modelo microfundamentado, as únicas hipóteses utilizadas se referem às preferências dos indivíduos e da tecnologia das firmas que compõem a economia. Com preferências e tecnologias constantes, as regras que regem o comportamento das pessoas permanecem inalteradas mesmo sob uma mudança de regime econômico. Modelos DSGE, construídos a partir da agregação dessas decisões individuais, são capazes de mensurar o impacto de mudanças estruturais na economia, realizar experimentos contrafatuais e prever efeitos de políticas alternativas. Seu nome é DSGE, pois o modelo é dinâmico, estudando como a economia evolui com o passar do tempo; estocástico, levando em conta que a economia é afetada por choques aleatórios; e de equilíbrio geral, significando que as decisões tomadas em um setor da economia afetam e são afetadas pelos demais setores.

Graças às suas qualidades, modelos DSGE são cada vez mais utilizados por bancos centrais em todo o mundo. Em cada país, o modelo possui um nome diferente, com algumas premissas e peculiaridades próprias. O Banco Central Europeu utiliza o NAWM, *New Area-Wide Model* (Christoffel, Coenene e Warne, 2008), que supõe, por exemplo, equivalência ricardiana, ou seja, que choques relacionados à política fiscal não teriam um efeito real no produto¹. Já o Banco Central do Canadá utiliza o ToTEM, *Terms-of-Trade Economic Model* (Murchison e Rennison, 2006), o qual insere na economia um setor produtor de *commodities*.

De forma análoga, o SAMBA utiliza as bases do modelo padrão DSGE, mas incorpora nuances próprias da economia brasileira, como metas de superávit primário e a existência de preços administrados pelo governo dentro do índice de preços ao consumidor (IPCA²). Além disso, incorpora alguns aspectos que são menos comuns em outros modelos DSGE, mas que são bastante relevantes para descrever a economia brasileira, como a inclusão de importações como insumos na função de produção, e não como bens de consumo final. Outra característica própria ao DSGE brasileiro é supor financiamento externo das importações, o que promove um canal de transmissão extra que amplifica os efeitos de choques externos nas condições de financiamento na economia.

O modelo SAMBA, assim como outros modelos DSGE, incorpora em suas equações uma *regra de Taylor* para simular a função de reação da autoridade monetária. Proposta pelo economista John Taylor em 1993, trata-se de uma regra de política monetária que determina o quanto o banco central deve alterar a taxa de juros nominal como resposta a mudanças na inflação ou no nível de atividade econômica. Dada a impossibilidade de modelar a complexidade do processo deliberativo que é o COPOM, que depende também das idiosincrasias dos seus membros, o modelo SAMBA utiliza esta regra para estimar como o Banco Central deverá se comportar na condução da política monetária.

A intuição da *regra de Taylor* é simples: quando a inflação está acima da meta e o produto está em linha com o potencial, o banco central eleva a taxa de juros; quando a inflação está

¹ Com a crise fiscal na Europa, a crítica deste aspecto levou alguns acadêmicos, como Coenen, Straub e Trabandt (2012), a construir um NAWM modificado para levar em conta efeitos reais de política fiscal.

² Índice de Preços ao Consumidor Amplo, calculado pelo IBGE.

na meta e o produto abaixo do potencial, espera-se uma queda da taxa de juros. Desta forma, o banco central responde tanto ao hiato do produto quanto aos desvios da inflação em relação à meta; qual destes fatores será privilegiado dependerá das preferências de cada banco central, afinal, este é o principal *trade-off* que ele enfrenta.

3. Análise de cenários alternativos

Nesta carta, o foco é simular como a economia brasileira reagiria a diversos choques exógenos, através de um modelo similar ao descrito e calibrado para o caso brasileiro no trabalho “SAMBA: *Stochastic Analytical Model with a Bayesian Approach*” (Castro, Gouvea, Minella, Santos e Souza-Sobrinho, 2011). Ao fazê-lo, compararemos o efeito previsto pelo SAMBA com a intuição econômica, de forma a entender quando o modelo indica consequências que poderiam passar despercebidas pela análise intuitiva e, pelo outro lado, verificar quais são os casos em que o modelo SAMBA tem pouco a acrescentar. Como nenhum modelo é capaz de prever todos os cenários, o preparo do analista é fundamental para identificar em quais circunstâncias o uso de modelos como o SAMBA possui mais utilidade.

Destacamos a *regra de Taylor* no capítulo anterior para tornar mais claros os cenários que estudamos em nossas simulações. Ao avaliar o impacto de vários choques ou mudanças estruturais na economia, consideramos em alguns casos três *regras de Taylor* diferentes: um banco central (BC) “padrão”, um BC *hawkish* e um BC *dovish*. *Hawkish* é o termo comumente usado por analistas e investidores para se referir a um BC mais avesso à inflação, enquanto *dovish* se refere àqueles que dão menos importância a uma inflação acima da meta. No modelo, o BC *hawkish* é duas vezes mais avesso a desvios da inflação em relação a sua meta do que um BC “padrão”, enquanto o BC *dovish* é duas vezes menos avesso que o BC normal. Assim, com uma inflação acima da meta, o BC *hawkish* será o que mais aumentará a taxa de juros para trazê-la de volta à meta, condizente com o que é entendido pela expressão.

3.1. Mudança forçada na condução da política monetária

Agora que esclarecemos as características principais dos modelos DSGE, usaremos um modelo similar ao SAMBA para estimar como variáveis econômicas responderão a um determinado choque. O foco será em tentar simular questões presentes na atual discussão de conjuntura econômica brasileira. Sendo assim, começaremos com a análise de uma mudança forçada na condução da política monetária.

Em agosto de 2011, o Banco Central do Brasil deu início a uma série de cortes na taxa básica de juros, chegando ao patamar mais baixo já alcançado desde a adoção do Real. Foram dez cortes promovidos pelo COPOM, trazendo a Selic de 12,5% ao ano para 7,25%. O recrudescimento da crise na zona do Euro, o baixo crescimento econômico global e a recuperação mais lenta do nível de atividade doméstico permitiram esta flexibilização monetária, em um contexto de inflação controlada. Contudo, foram numerosas as críticas de analistas a este movimento de redução de juros. Entre elas, a de que o COPOM não estaria mais perseguindo o centro da meta de 4,5%, que estaria atrás de metas de crescimento ou até que estaria reagindo a pressões políticas. Assim sendo, simulamos o que aconteceria caso o COPOM forçasse a queda de juros além do razoável, mantendo este nível de juro forçadamente baixo por um período prolongado de tempo.

Como no modelo SAMBA o Banco Central se comporta segundo uma *regra de Taylor*, um corte de juros em magnitude maior do que a recomendada por esta regra pode ser visto como um choque para baixo na taxa de juros. A partir deste ponto, a *regra de Taylor* sugeriria uma elevação dos juros de volta para o seu nível adequado. Então, para fazer com que estes se mantenham baixos, supomos um novo choque na taxa de juros a cada novo período, impedindo que a taxa de juros volte a subir para o nível sugerido pela *regra de Taylor*.

O que ocorreria com as demais variáveis, como o produto e a inflação, dado esse cenário para a política monetária? Algumas respostas estão expostas na figura 1, abaixo³. Eles

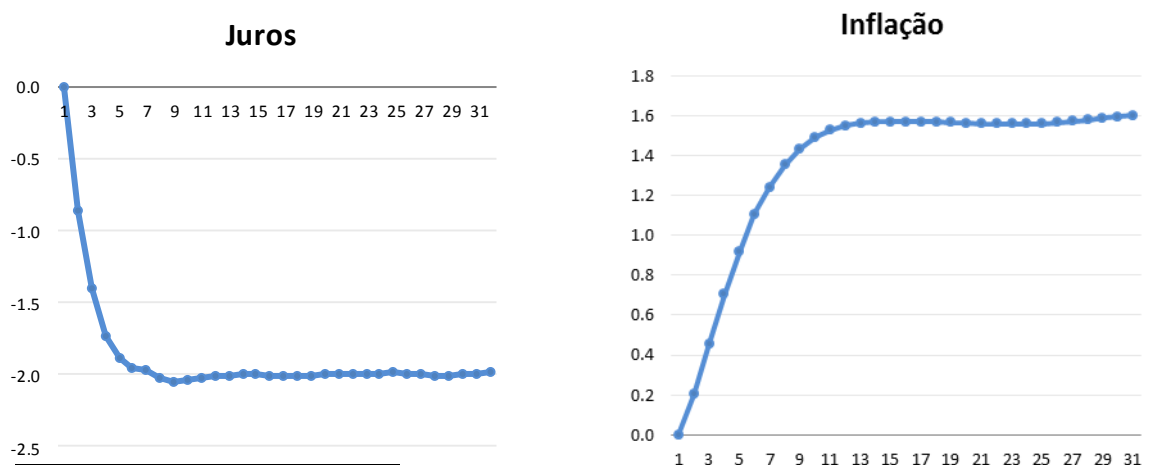
³ Nesta figura, cada um dos quatro gráficos representa como cada variável evolui, a cada novo período, quando comparada com seu nível inicial antes do choque, que equivale a zero. Por exemplo, a taxa de juros cede 2 pontos percentuais em relação ao seu nível inicial, enquanto que a inflação eleva-se aproximadamente 1,6 ponto percentual em relação ao seu nível inicial.

representam, na ordem, o que aconteceria a cada novo período com a taxa de juros, variável que recebe um choque estipulado em dois pontos percentuais para baixo, com o produto, com a inflação e com a taxa de câmbio real⁴.

O efeito inicial da redução nos juros é, como esperado, a aceleração do nível de atividade, o aumento da inflação e uma depreciação cambial. Sobre esta última, como a taxa de câmbio deriva, dentre outras coisas, da diferença entre a taxa de juros nacional e a internacional, trata-se também de um resultado previsível.

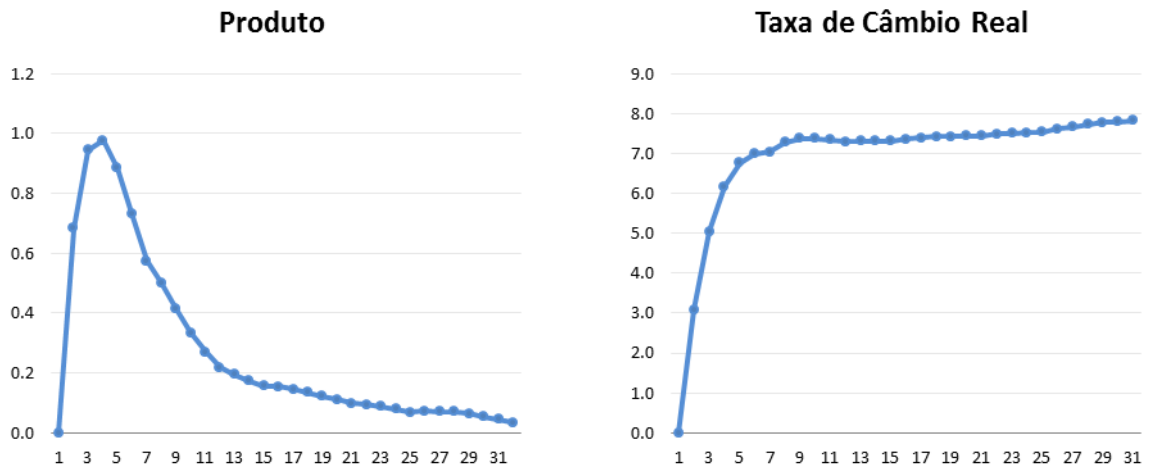
Com o passar do tempo, observa-se que a manutenção da taxa de juros em um nível forçadamente baixo gera efeitos cada vez menores sobre o nível de atividade. No terceiro gráfico da figura abaixo, observa-se que a taxa de crescimento do produto começa a decrescer após um aumento inicial, o que reflete a impossibilidade de estimular a economia eternamente, visto que ela tenderá a retornar ao seu crescimento potencial. Por outro lado, a inflação continua a aumentar até se estabilizar num patamar superior. Logo, uma taxa de juros num patamar permanentemente mais baixo eleva a inflação e faz com que esta se estabilize em um nível mais alto, sem que haja, contudo, perda do controle ou explosão inflacionária.

Figura 1: Efeito de um choque na política monetária



⁴ A taxa de juros exposta nos gráficos desta carta está em percentual por trimestre; a inflação foi calculada como a variação do IPCA acumulada nos últimos quatro trimestres; a taxa de câmbio real é um índice composto a partir da taxa de câmbio nominal, preços internos e preços externos em que um aumento desse índice corresponde a uma desvalorização real; e a série do produto reportada nos gráficos consiste no desvio da taxa de crescimento do produto em relação ao seu nível potencial.

Figura 1 (continuação)



Fonte: Modelo DSGE elaborado pela Pacífico Gestão de Recursos

Em suma, num modelo similar ao SAMBA, uma hipotética manutenção da taxa SELIC em um nível forçadamente baixo por um longo período de tempo seria, como esperado, um estímulo à economia no curto prazo, ainda que se observe a natureza decrescente deste efeito. Por outro lado, a inflação aumentaria e não retornaria à meta. Isto nos permite concluir que, caso a autoridade monetária decidisse, neste cenário hipotético, promover uma posterior redução da inflação em direção à meta, seria de se esperar um período de crescimento abaixo do potencial devido à necessidade de um aumento na taxa de juros.

3.2. Redução na meta de superávit primário

A política fiscal voltou ao debate público recentemente, com o anúncio que o superávit primário perseguido em 2012 seria de 2,6% do PIB, graças à possibilidade de se considerar alguns abatimentos nesta conta. A meta anterior, de 3,1% do PIB, voltaria a valer a partir de 2013. O modelo SAMBA nos permite estudar os possíveis impactos teóricos de uma redução na meta de superávit primário sobre as demais variáveis. Nesta linha, uma análise detalhada e interessante da política fiscal brasileira através de um modelo DSGE foi feita por Carvalho e Valli (2011). Ao contrário de outros modelos DSGE, o SAMBA inclui uma meta de superávit fiscal entre suas premissas. Cabe ressaltar, contudo, que por questões técnicas, o modelo

supõe que ajustes ocorrem por meio de variações nos gastos do governo, na medida em que o nível de arrecadação de impostos é considerado exógeno, ou seja, não influenciado por outras variáveis do modelo. Na simulação abaixo, supomos uma queda de um ponto percentual na meta para o superávit.

Na modelagem do SAMBA, supõe-se que o superávit primário deve ser aquele necessário para estabilizar a relação dívida/PIB. Assim, se o superávit inicial está no nível que estabiliza essa relação, uma redução do superávit primário provocaria uma elevação da dívida para um dado nível de produto. Logo, o modelo supõe que eventualmente o superávit precisará ser elevado, para depois retornar novamente àquele nível inicial, como pode ser visto na figura 2⁵. É interessante notar, contudo, que este retorno do superávit primário ao seu nível inicial se dá de formas diferentes, a depender do Banco Central apresentar perfil *hawkish*, *dovish* ou padrão. Por que isto acontece?

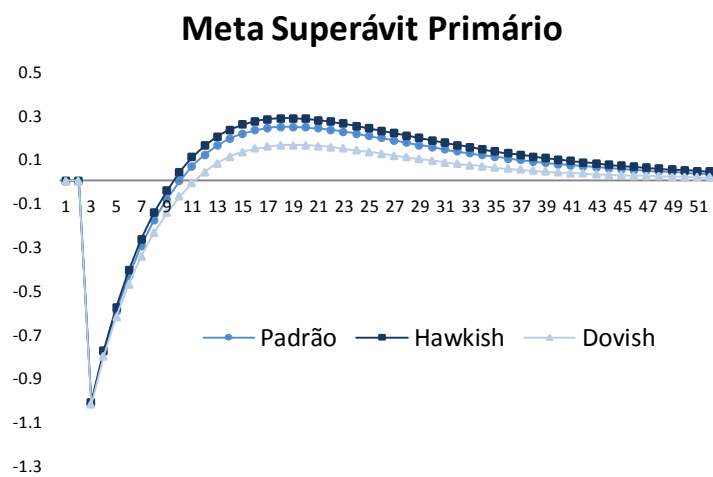
Com a queda do superávit fiscal, há um aumento dos gastos do governo que age como um choque positivo para o produto e a inflação, como se nota nas figuras 3 e 4. Como o BC *hawkish* é mais avesso à inflação acima da meta, ele é o que sobe a taxa de juros mais rapidamente no primeiro momento, como se nota na figura 5, resultando numa inflação bem mais baixa do que àquela obtida pelo BC padrão ou *dovish* (figura 3). De forma análoga, percebe-se que a demora de um BC *dovish* em aumentar os juros faz a inflação alcançar um nível mais alto, o que, mais a frente, o obriga a manter a taxa de juros mais alta do que um BC *hawkish* por um período mais longo de tempo, de forma a garantir a convergência da inflação de volta à meta.

Os diferentes comportamentos possíveis do BC e suas consequências sobre juros e inflação são o motivo pelo qual percebemos também diferentes trajetórias para o superávit primário retornar àquele que estabiliza a relação dívida/PIB. Observa-se na figura 2 que o superávit primário precisa ser elevado em menor magnitude quando o BC possui perfil *dovish*. Isto ocorre devido às diferentes taxas de inflação, na medida em que a inflação mais alta obtida pelo BC *dovish* provoca alguma redução nominal do estoque de dívida. Contudo, é bom

⁵ As figuras 2, 3, 4 e 5 abaixo, representam como cada variável evolui, a cada novo período, em relação ao seu nível inicial que equivale a 0.

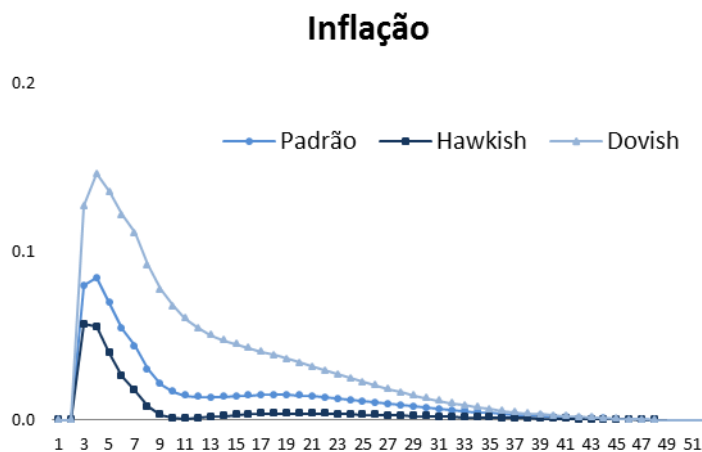
lembrar que esse resultado advém das hipóteses do modelo. Na prática, é possível que a inflação mais alta afete outras variáveis tais como o prêmio de risco do país, prejudicando a estabilidade de longo prazo da dívida pública.

Figura 2: Efeito de um choque na meta de superávit primário



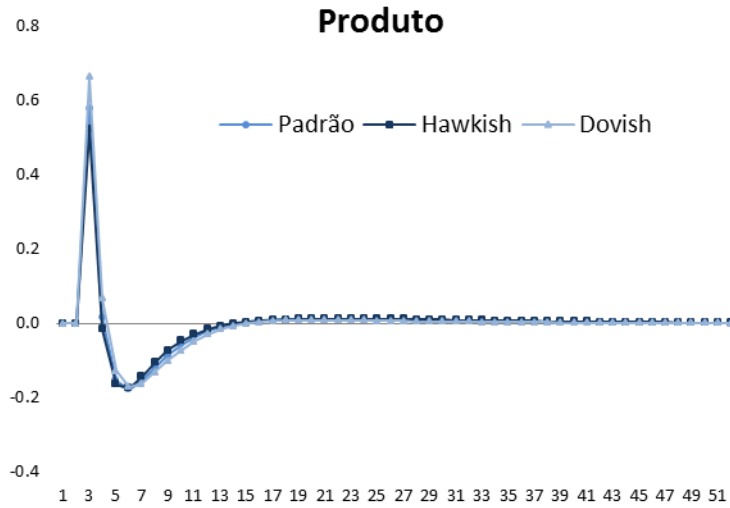
Fonte: Modelo DSGE elaborado pela Pacífico Gestão de Recursos

Figura 3: Efeito de um choque na meta de superávit primário sobre a inflação



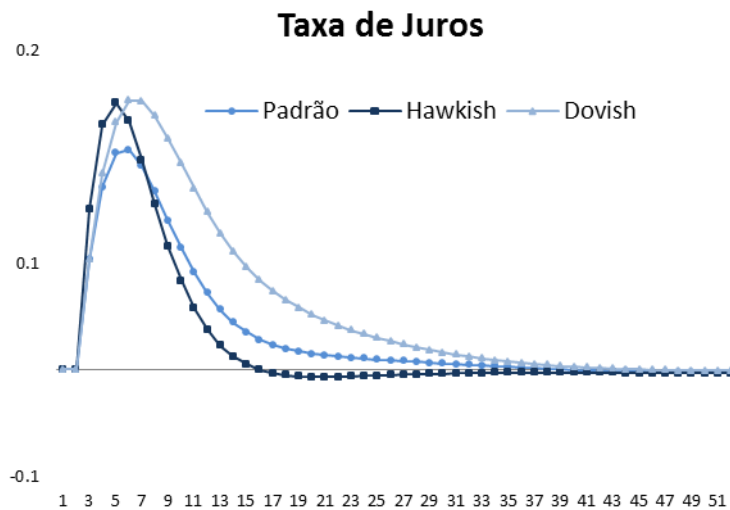
Fonte: Modelo DSGE elaborado pela Pacífico Gestão de Recursos

Figura 4: Efeito de um choque na meta de superávit primário sobre o produto



Fonte: Modelo DSGE elaborado pela Pacifico Gestão de Recursos

Figura 5: Efeito de um choque na meta de superávit primário sobre a taxa de juros



Fonte: Modelo DSGE elaborado pela Pacifico Gestão de Recursos

Em suma, a redução do superávit primário gera um aumento dos gastos governamentais que leva a uma alta do produto e da inflação. Dado este choque, as reações distintas de cada tipo de BC determinarão a evolução da inflação e da taxa de juros. Um BC mais *dovish*, que demore a combater o aumento da inflação, deverá manter a taxa de juros elevada por mais tempo para fazer com que a inflação retorne à meta.

3.3. Queda no produto mundial

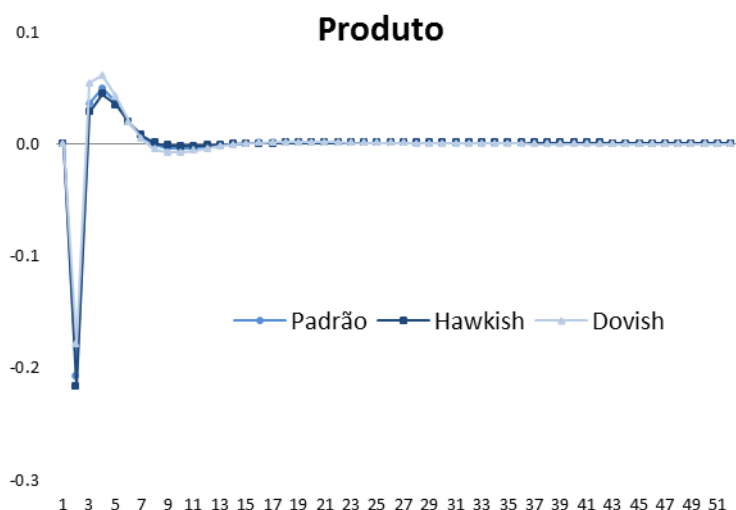
Os anos de 2011 e 2012 foram marcados por importantes riscos externos, como a possibilidade de um cenário de ruptura na Europa, de uma desaceleração brusca da economia chinesa ou o “abismo fiscal” que os EUA poderiam enfrentar. Estes riscos, assim como um cenário global de menor crescimento e inflação, foram fatores importantes considerados pelo COPOM durante o ciclo de redução da taxa SELIC iniciado em agosto de 2011.

Tentamos então, através de um modelo semelhante ao SAMBA, simular quais seriam os efeitos sobre a economia brasileira de um choque na economia global. Este choque seria marcado por uma queda de um ponto percentual no produto global, simultaneamente a uma redução em mesma magnitude da inflação mundial. Ao observar as figuras abaixo⁶, nota-se que o principal efeito desses choques ocorre sobre o produto doméstico, ainda que em magnitude baixa (figura 6). No período em que há a contração do produto mundial, ocorre uma contração em menor escala do produto nacional em relação à sua trajetória potencial. Nos períodos seguintes, a economia se recupera e, após alguns períodos, volta a convergir à sua trajetória anterior. Ao contrário do que ocorre com o produto, não se evidencia praticamente nenhum efeito na inflação doméstica (figura 7). Como o efeito sobre a inflação seria muito pequeno, a *regra de Taylor* do modelo não exigiria do banco central praticamente nenhuma resposta de política monetária, sendo assim indiferente considerar um perfil mais *dovish* ou *hawkish* para este.

⁶ As figuras 7 e 8, abaixo, representam como cada variável evolui, a cada novo período, em relação ao seu nível inicial que equivale a 0.

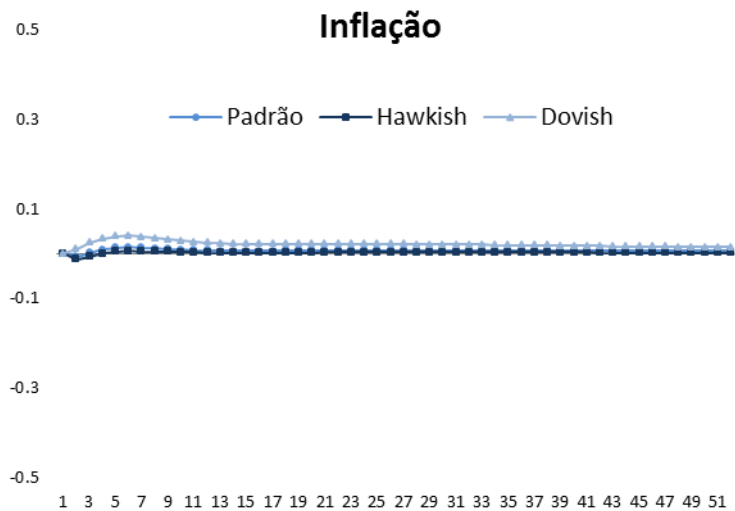
Duas possíveis interpretações poderiam ser feitas a partir destes resultados. A primeira seria que a economia brasileira é relativamente fechada, onde os principais determinantes da inflação e da taxa de juros seriam internos. Alguns dados podem corroborar esta tese, como a pequena participação do Brasil no fluxo mundial de comércio ou o menor peso das exportações e importações brasileiras no produto, quando comparado com outras economias. Além disso, em 2012, outras economias da América Latina parecem ter sido menos afetadas pelas incertezas externas do que o Brasil, economias, estas, que aparentam possuir grau de abertura bastante superior ao da brasileira. Por outro lado, outra interpretação seria que o modelo pode não conseguir captar corretamente o efeito de um choque no produto mundial, possivelmente por não considerar todos os seus possíveis canais de transmissão para a economia doméstica. Importante canal de contágio parece ser o das expectativas dos empresários e dos consumidores, que se retraem simplesmente por observar a existência de importantes riscos externos. Este canal de expectativas não é levado em consideração pelo modelo, cujos principais elos entre a economia doméstica e a economia externa são o comércio internacional de bens, o mercado de ativos e empréstimos.

Figura 6: Efeito de um choque no PIB mundial no produto doméstico



Fonte: Modelo DSGE elaborado pela Pacifico Gestão de Recursos

Figura 7: Efeito de um choque no PIB mundial na inflação



Fonte: Modelo DSGE elaborado pela Pacifico Gestão de Recursos

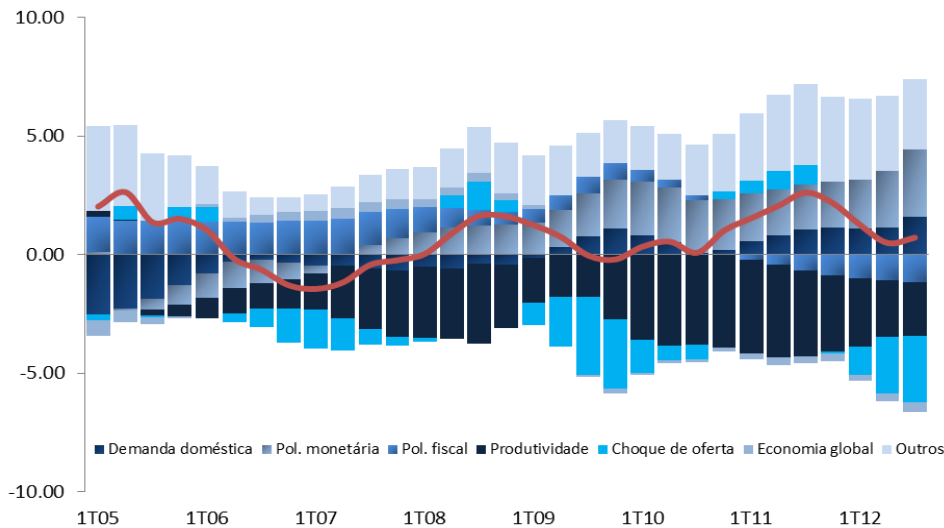
3.4. Decomposição de choques geradores do IPCA

Além das simulações de cenário discutidas acima, é interessante mostrar a capacidade do modelo SAMBA de estimar os choques que produziram certa série histórica. Em outras palavras, a partir das realizações de uma variável, o modelo consegue estimar quais choques conseguem explicar a evolução dessa variável e a magnitude do efeito de cada choque. Por exemplo, decompostemos abaixo a inflação do primeiro trimestre do ano 2005 até o terceiro trimestre de 2012.

Na figura 8 abaixo, encontram-se ilustrados a inflação realizada, correspondendo à linha vermelha⁷, e os diversos choques que a influenciaram. Dividimos os diversos choques em sete categorias: de oferta, de produtividade, de demanda doméstica, de política monetária, de política fiscal, de economia global e outros. Isso nos dá informações que ajudam a entender a trajetória recente da inflação.

⁷ Esta série consiste na diferença entre os valores para a inflação e a meta, por trimestre, acumulada nos últimos quatro trimestres.

Figura 8: Decomposição da inflação



Fonte: Modelo DSGE elaborado pela Pacífico Gestão de Recursos

Nota-se, primeiramente, que choques de oferta ocorrem com frequência e são responsáveis por parte relevante dos desafios enfrentados pelo COPOM em controlar a inflação nos últimos anos. Choques são, por definição, incertos, por vezes contribuindo para o aumento da inflação, outras para o seu arrefecimento. No gráfico gerado pelo modelo, percebe-se este aspecto oscilatório dos choques.

Percebe-se também que choques de produtividade têm contribuído de forma benigna para a inflação nestes últimos anos, principalmente a partir de 2007. Estes se devem, provavelmente, aos ganhos de produtividade ocorridos na economia brasileira nos últimos anos, frutos da estabilização econômica e de algumas importantes reformas implementadas pelos governos passados, tanto no campo macro quanto microeconômico.

Por fim, choques de política fiscal, monetária e de demanda doméstica são bastante inerciais durante o período. Por isso, o modelo não produz alterações abruptas em seus efeitos. Outros choques, conforme descrito na figura acima, podem corresponder a alterações na quantidade de estoques, no prêmio de risco ou na paridade descoberta da taxa de juros, entre outros.

4. Conclusão

Nesta carta, tentamos explicar de forma simplificada como funcionam os principais modelos econômicos utilizados por bancos centrais no auxílio às suas decisões de política monetária. Descrevemos as principais características dos modelos DSGE, com destaque para o SAMBA, versão desenvolvida e utilizada pelo Banco Central do Brasil. Em seguida, utilizamos um modelo DSGE parecido com o SAMBA para fazer algumas simulações inspiradas por questões atuais e relevantes do debate econômico brasileiro.

Acreditamos que tão importante quanto tentar obter projeções exatas sobre o futuro é entender corretamente as relações de causalidade entre as variáveis. Projeções, ainda que sofisticadas, podem ser pouco confiáveis, seja pela dificuldade em usar dados passados para conseguir inferir o futuro, seja porque novos fatos alteram constantemente o presente. Simulações, por outro lado, podem ser extremamente úteis. Elas nos permitem entender a relação de causalidade entre diferentes variáveis, estudar os efeitos de eventuais acontecimentos hipotéticos e testar políticas econômicas contrafatuais, contribuindo sensivelmente para o preparo necessário à gestão de recursos.

A nosso ver, modelos DSGE como o brasileiro SAMBA, podem ser ferramentas de análise bastante úteis. Eles contribuem para tornar o trabalho de análise mais completo. Obviamente, modelos econômicos, tanto os estatísticos quanto os estruturais, costumam errar. Afinal, trata-se de simplificações da realidade criadas matematicamente, utilizando variáveis e relações passadas. Há sempre um grau relevante de margem de erro nas estimações dos modelos e, ainda mais importante, a realidade encontra-se em constante mudança e evolução. É desafio do analista estar ciente destas limitações e saber utilizar os resultados dos modelos com a devida moderação.

5. Apêndice

Acima, buscamos explicar as características do modelo SAMBA de uma forma simplificada, sem recorrer às equações matemáticas que compõem este modelo. Embora a derivação de todas as dezenas de equações do SAMBA fuja ao escopo desta carta, aproveitamos este apêndice para expor um modelo DSGE simples com apenas três equações. Esperamos conseguir, assim, detalhar um pouco mais a intuição técnica do funcionamento destes modelos, sempre mantendo a simplicidade da explicação.

As três equações abaixo, ainda que longe de resumir a sofisticação do modelo SAMBA, são equivalentes a algumas das equações mais importantes deste modelo: uma curva de Phillips (1), uma curva IS (2) e uma *regra de Taylor* (3).

$$\pi_t = \beta \cdot E_t\{\pi_{t+1}\} + k \cdot y_t + e_t \quad (1)$$

$$y_t = E_t\{y_{t+1}\} - \left(\frac{1}{\sigma}\right) (i_t - E_t\{\pi_{t+1}\}) + u_t \quad (2)$$

$$\dot{i}_t = \rho_i \cdot \dot{i}_{t-1} + \alpha_1 \cdot y_t + \alpha_2 \cdot \pi_t + v_t \quad (3)$$

A primeira equação modela a evolução da inflação corrente e se refere ao lado da oferta agregada da economia. Esta depende das expectativas para o próximo período, do hiato do produto (y_t) e de um choque aleatório (e_t). A intuição desta curva de Phillips é simples: o aumento das expectativas da inflação do próximo período levará os agentes a reajustarem seus preços agora; o aumento do hiato do produto implica numa maior demanda de trabalho que, elevando os salários, aumenta os preços dos produtos; e como os preços podem ser afetados por eventos aleatórios como a quebra de uma safra, isso é modelado por e_t .

A segunda equação, uma curva IS, modela a demanda agregada da economia. A intuição é que os principais fatores que determinam os gastos domésticos são a renda esperada futura e a taxa real de juros. A decisão de investir depende do retorno esperado de um projeto,

afetado pela renda futura e pela taxa de juros. De forma análoga, consumidores baseiam suas decisões de acordo com a renda esperada futura e de acordo com a taxa real de juros no caso de bens duráveis. Por sua vez, a taxa real de juros é aproximada pela taxa nominal menos a inflação esperada. Por fim, choques aleatórios de demanda são representados por u_t .

A terceira equação modela o comportamento das autoridades monetárias por meio da *regra de Taylor*. Quanto maior a inflação ou quanto maior o hiato, espera-se um aumento da taxa nominal. Além disso, inclui-se a taxa nominal de juros do período passado para refletir o fato de que mudanças na política monetária devem ocorrer de forma gradual conforme o princípio de Brainard (1967). Esse princípio mostra que quando há incerteza sobre os parâmetros do modelo, ou seja, sobre os mecanismos de transmissão da política monetária, mudanças na política monetária devem ocorrer de forma gradual. O termo v_t simboliza choques na condução da política monetária, que foi a forma pela qual modelamos anteriormente uma situação em que um banco central estabeleça uma taxa de juros diferente da pedida pela *regra de Taylor*.

Para que um modelo esteja em equilíbrio, deve-se encontrar os valores de cada variável que satisfaçam todas as equações. Assim, dado um choque qualquer, é necessário que as variáveis se ajustem para satisfazer as equações. Em outras palavras, o modelo só está em equilíbrio quando todos os aspectos da economia estão em equilíbrio. É por isso que modelos da classe do SAMBA são chamados de modelos de equilíbrio geral (*general equilibrium models*).

Este equilíbrio geral é atingido pelos canais que ligam uma equação à outra. Neste modelo simples, evidencia-se que o principal elo entre as equações são as expectativas dos valores futuros da inflação e do hiato do produto. Sendo assim, este modelo simples já aponta como as políticas de comunicação recentemente usadas por diversos bancos centrais podem ser úteis ao guiar as expectativas dos agentes. A importância deste efeito na economia brasileira foi estudada por Bevilaqua, Mesquita e Minella (2007). Além disso, como as expectativas se referem aos valores do período seguinte, elas são também o principal canal que liga um período de tempo ao outro. Esse ponto é particularmente importante, pois confere o caráter dinâmico do modelo que permite usá-lo para fazer extrapolações para o futuro. De fato, o

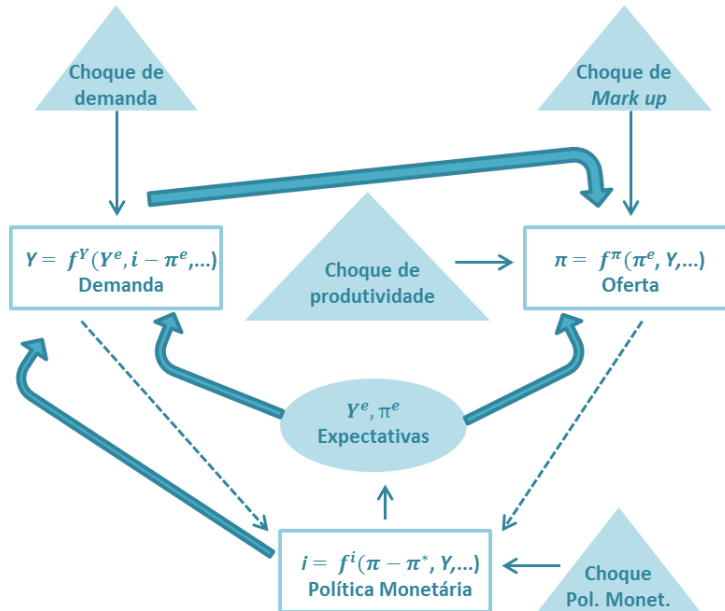
que fizemos nas simulações desta carta foi dar algum choque específico a cada caso e usar a dinâmica do modelo para projetar os prováveis efeitos nas outras variáveis.

Por fim, é preciso estimar os parâmetros das equações desse modelo por métodos empíricos. A teoria econômica consegue nos dizer que o hiato do produto afetará a inflação corrente por meio de um parâmetro k , mas não qual é o seu valor. Para conseguirmos fazer essa estimação, utilizam-se métodos estatísticos que estimam quais valores mais se adequam aos dados existentes. Ou seja, sabendo os valores da inflação, taxa de juros e produto passados, calcula-se quais os valores que os parâmetros devem assumir para tornar o modelo o mais próximo possível das séries temporais que possuímos.

No caso do SAMBA e de outros modelos DSGE de grande porte, há muitos parâmetros e relativamente poucas observações. No caso brasileiro esta questão é ainda mais grave, pois se utilizam dados a partir de 1999, ano em que o regime de metas para inflação foi implementado. Para contornar este problema, costuma-se usar técnicas bayesianas. Esse tipo de técnica supõe uma distribuição de probabilidades *a priori* para cada parâmetro, a qual é atualizada de acordo com o teorema de Bayes. Em outras palavras, o modelo assume que seus parâmetros seguem certa regra e utiliza os novos dados para atualizar esta regra, de forma que o modelo se aperfeiçoe ao longo do tempo. Caso as estimações fossem feitas usando apenas os dados sem nenhuma “regra inicial”, haveria um alto grau de incerteza a respeito dos valores estimados, comprometendo a capacidade preditiva do modelo.

Além das equações expostas acima, cabe ressaltar o diagrama abaixo, que reforça o que dissemos a respeito das principais características do modelo DSGE. Como já mencionado anteriormente, esses modelos se baseiam em três equações inter-relacionadas: *curva IS* (demanda), *curva de Phillips* (oferta) e *regra de Taylor* (política monetária). Ou seja, o nível de produto (Y) determinado pela curva IS é um insumo para a determinação da inflação (π), que por sua vez contribui para a formulação da política monetária, juntamente com o nível de produto (e inflação esperada). A taxa de juros nominal determinada pela *regra de Taylor* afeta diretamente o produto real e indiretamente a inflação, sendo as expectativas um canal que afeta ambas as variáveis Y e π . Completa-se, assim, o ciclo ilustrado a seguir.

Figura 9



Fonte: Argia M. Sbordone, Andrea Tambalotti, Krishna Rao, and Kieran Walsh: “Policy Analysis Using DSGE Models: An Introduction”.

Em suma, apesar da simplicidade, este pequeno modelo DSGE exposto acima nos ajuda a entender de forma mais técnica os mecanismos do SAMBA. O que fizemos nesta carta, em cada simulação, foi dar um choque (do tipo de ϵ_t, u_t, v_t) e ver como as variáveis de interesse devem evoluir de forma a satisfazer cada equação do SAMBA. Em cada período, reportou-se o equilíbrio e, por meio dos elos entre os períodos, observou-se como uma mudança no período corrente afeta os períodos futuros.

6. Referências Bibliográficas

Banbura, Giannone e Reichlin; (2008) “Bayesian VARS with large panels”; Journal of Applied Econometrics.

Bevilaqua, Mesquita e Minella; (2007) “Brazil: Taming Inflation Expectations”; Banco Central do Brasil, Working Paper Series n. 129.

Brainard; (1967) "Uncertainty and the Effectiveness of Monetary Policy." American Economic Review 57(2), pp. 411-425.

Carvalho e Valli; (2011) “Fiscal Policy in Brazil through the Lens of an Estimated DSGE Model”; Banco Central do Brasil, Working Paper Series n. 240.

Castro, Gouvea, Minella, Santos e Souza-Sobrinho; (2011) “SAMBA: Stochastic Analytical Model with a Bayesian Approach”; Banco Central do Brasil, Working Paper Series n. 239.

Christoffel, Coenene Warne; (2008) “The New Area-Wide Model of the euro area: a micro-founded open-economy model for forecasting and policy analysis”; European Central Bank Working Paper Series n. 944.

Coenen, Straub e Trabandt; (2012) “Gauging the Effects of Fiscal Stimulus Packages in the Euro Area”.

Costa Filho e Rocha; (2010) “Como o Mercado de Juros Futuros Reage à Comunicação do Banco Central?”; Economia Aplicada, v.14, n.3, pp. 265-292.

Janot e Souza-Mota; (2012) “O Impacto da Comunicação do Banco Central do Brasil sobre o Mercado Financeiro”; Banco Central do Brasil, Trabalhos para Discussão n. 265.

Murchison e Rennison; (2006) “TEM: The Bank of Canada’s New Quarterly Projection Model”; Bank of Canada Technical Report, n. 97.

Sbordone, Tambalotti, Rao and Walsh; (2010) “Policy Analysis Using DSGE Models: an Introduction”; FRBNY Economic Policy Review October 2010.

Sims (1980), Macroeconomics and Reality, Econometrica.

Smets and Wouters, (2007) “Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach. American Economic Review.



Pacifico GESTÃO DE RECURSOS

Av. Ataulfo de Paiva 204, 2º andar – Leblon

Rio de Janeiro 22440-033

Tel.: 55 21 3033-3300

ri@pagr.com.br

Este material tem o único propósito de divulgar informações e dar transparência à gestão executada pela Pacifico Gestão de Recursos, não devendo ser considerado como oferta de venda de cotas de fundos de investimento ou de qualquer título ou valor mobiliário e não constitui o prospecto previsto na Instrução CVM 409 ou no Código de Auto-Regulação da ANBID. Fundos de Investimento não contam com a garantia do administrador do fundo, do gestor da carteira, de qualquer mecanismo de seguro ou, ainda, do Fundo Garantidor de Créditos – FGC. A rentabilidade obtida no passado não representa garantia de rentabilidade futura. Para avaliação da *performance* do fundo de investimento, é recomendável uma análise de, no mínimo, 12 (doze) meses. Os fundos geridos pela Pacifico Gestão de Recursos utilizam estratégias com derivativos como parte integrante de sua política de investimento. Tais estratégias, da forma como são adotadas, podem resultar em significativas perdas patrimoniais para seus cotistas, podendo inclusive acarretar perdas superiores ao capital aplicado e a consequente obrigação do cotista de aportar recursos adicionais para cobrir o prejuízo do fundo. Os fundos geridos pela Pacifico Gestão de Recursos estão autorizados a realizar aplicações em ativos financeiros no exterior. Ao investidor é recomendada a leitura cuidadosa do prospecto e do regulamento do fundo de investimento ao aplicar os seus recursos. Fundos multimercados e fundos de ações podem estar expostos a significativa concentração em ativos de poucos emissores, com os riscos daí decorrentes. As informações divulgadas neste material possuem caráter meramente informativo e não constituem, em nenhuma hipótese, recomendações ou aconselhamentos sobre investimentos. A Pacifico Gestão de Recursos não se responsabiliza pela publicação acidental de informações incorretas, nem por decisões de investimento tomadas com base neste material.