Parte 2
Capítulo 3

Gerenciamento de riscos da Dívida Pública Federal

Anderson Caputo Silva
Rodrigo Cabral
William Baghdassarian

1 Introdução

O gerenciamento de riscos há muito se consolidou como atividade essencial no mercado financeiro. No entanto, sua relevância e sofisticação aumentaram substancialmente nos últimos anos, principalmente em função da expansão do mercado de derivativos, da maior disponibilidade de ferramentas amigáveis de gerenciamento de riscos e de regras prudenciais e monitoramento de riscos mais estritos impostos por reguladores dos mercados de capitais e bancos centrais.

Esforços para a implantação de práticas modernas de gerenciamento de risco também vêm ocupando a lista de prioridades de gestores de dívida pública. Depois da série de crises nos mercados de dívida no final dos anos 1990, um conjunto crescente de países tem incorporado explicitamente o gerenciamento de riscos no seu objetivo formal de gestão da dívida pública, definido por muitos países como "minimizar os custos de financiamento de longo prazo sujeito a níveis prudentes de risco".[1]

Em consequência desse processo, diversos departamentos de dívida pública[2] – DMOs no mundo passaram ou vêm passando por mudanças institucionais significativas para lidar com a demanda pela melhoria do capital humano e tecnológico.[3] Nesse sentido, a mudança mais notória tem sido o foco em fortalecer as capacidades de *middle-office*, mais especificamente as áreas de gerenciamento de risco e planejamento de longo prazo.[4] O gerenciamento de riscos da dívida pública tornou-se, assim, uma atribuição fundamental entre as funções de um DMO.

Acompanhando essa tendência, o Tesouro Nacional iniciou em 2001 um programa com o Banco Mundial para desenvolvimento de capacidade técnica e construção de ferramentas e sistemas de gerenciamento de riscos.[5] Dois anos depois, o arcabouço brasileiro de gerenciamento de riscos então construído foi apresentado e validado em um seminário do qual participaram especialistas de diversos países e organizações internacionais.[6]

---

[1] Ver *Guidelines for public debt management* (2001).

[2] Passaremos a usar o termo genérico e consagrado na literatura DMO (*Debt Management Office*) para nos referirmos à área/departamento do governo encarregada da gestão da dívida pública.

[3] Alguns exemplos são Reino Unido, França, Alemanha, Brasil e, mais recentemente, México.

[4] Para uma boa referência de práticas de gerenciamento de riscos veja OCDE (2006).

[5] Para ajudar na construção do arcabouço brasileiro de gerenciamento de riscos, foram contratados consultores de nível internacional, tanto da Academia como do mercado financeiro, e uma firma especializada em desenvolvimento de sistemas para o mercado financeiro.

[6] O *Workshop on Public Debt Management in Brazil* foi realizado no Rio de Janeiro, na Fundação Getulio Vargas (FGV), em março de 2003. Participaram especialistas seniores em gestão da dívida pública de nove países – Brasil, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, França, Itália, Portugal, Reino Unido e República Tcheca, assim como representantes da OCDE e do Banco Mundial.

Desde então, diversos estudos foram produzidos pela equipe de gerenciamento de riscos do Tesouro Nacional, apresentados em seminários acadêmicos e profissionais e publicados[7] em diversos meios. Esses estudos têm um papel relevante no esforço contínuo de aprimoramento das práticas de gerenciamento de risco no Brasil. No entanto, seu caráter altamente técnico deixa uma lacuna no entendimento de como agregar cada aspecto particular para formar o conjunto completo de atribuições do gestor de riscos da dívida pública.

O objetivo deste capítulo é descrever o escopo das atividades e os principais desafios no gerenciamento de risco da dívida pública. Além de prover uma visão geral de como o Tesouro Nacional lida com o gerenciamento de riscos, tem também a (ambiciosa) intenção de atender, ou minimizar, demandas recorrentes de pesquisadores e países em estágio inicial de desenvolvimento de capacidade na área por um mapa consistente de ferramentas e responsabilidades que essa atividade engloba. Ademais, uma boa visão das ferramentas que precisam ser desenvolvidas e as habilidades específicas requeridas por tal função podem ser um guia útil para aqueles dispostos a aprimorar suas práticas de gerenciamento de riscos.

O capítulo está organizado do seguinte modo: na seção 2 apresentamos uma visão geral sobre o escopo das atividades do gestor de riscos da dívida pública, dividindo suas atribuições em o que denominamos funções periféricas e funções principais de gerenciamento da dívida. Na seção 3 apresentamos os principais indicadores de risco usados por um DMO. Na seção 4 ressaltamos o papel importante do gestor de riscos em prover, baseado em análises quantitativas, uma referência de longo prazo (*benchmark*) para guiar as estratégias de dívida de curto e médio prazos, assim como seu papel no desenho e no monitoramento das estratégias de dívida e uma breve discussão sobre a gestão integrada de ativos e passivos (ALM).[8] Uma discussão acerca das atribuições periféricas do gestor de riscos da dívida pública é conduzida na seção 5. Na seção 6 trazemos as considerações finais.

2 Escopo e principais desafios do gerenciamento de riscos da dívida pública

O conjunto de atribuições de um gestor de riscos de dívida pública não é pequeno. Nesta seção apresentamos uma visão geral de tais atribuições e dos principais desafios com os quais os gestores de risco de dívida pública geralmente se deparam no atendimento de demandas de diferentes clientes (tipicamente técnicos graduados do governo ou autoridades) e contrapartes (gestores da dívida). A maior parte dos desafios está relacionada com a adaptação de ferramentas de gerenciamento de risco já usadas por acadêmicos, investidores e analistas de mercado às necessidades específicas de uma entidade pública que gere uma carteira de obrigações líquidas.

Construir uma lista completa de atribuições de um gestor de riscos não é uma tarefa fácil, inevitavelmente sujeita a contestações. Apesar disso, tentamos agrupá-las em duas categorias: funções periféricas e funções principais de gerenciamento da dívida. As atribuições mais comuns de um gestor de riscos na primeira categoria são exercícios de dinâmica da dívida e avaliações de sustentabilidade. Funções de gerenciamento da dívida incluem a identificação de referências de longo prazo (estrutura ótima da dívida), construção e constante avaliação de indicadores de risco (para a mensuração dos diversos riscos envolvidos) e o desenho, o monitoramento e as análises de *trade-off* entre diferentes estratégias de refinanciamento que podem ser implementadas pelo DMO.

As funções periféricas citadas anteriormente não são atribuições exclusivas do gestor de riscos da dívida pública. De fato, exercícios de dinâmica da dívida e testes de sustentabilidade são conduzidos usualmente por

[7] Referências de estudos mais técnicos são dadas ao longo do capítulo para o leitor mais interessado.
[8] Do inglês *Assets and Liabilities Management*.

uma gama variada de partes interessadas, como analistas financeiros, acadêmicos e formuladores de política fiscal. Nesse ponto, a relevância ou diferencial do gestor de riscos advém de sua informação privilegiada quanto à estratégia de refinanciamento do governo, o que lhe confere uma posição vantajosa na condução de exercícios de dinâmica da dívida e sustentabilidade.

A incorporação da estratégia real de refinanciamento gera estimativas mais acuradas da dinâmica da dívida e dos riscos envolvidos. Dessa forma, o gestor de riscos da dívida pública pode prover informações valiosas aos tomadores de decisão para a formulação e a avaliação de políticas públicas que afetam o nível de endividamento do país, como aquelas relacionadas às metas de resultado primário ou assunção de passivos contingentes. Muitas vezes, a *expertise* dos gestores de risco da dívida pública constitui-se em uma fonte preciosa de informação que não é explorada em sua totalidade pelos formuladores de política. Na seção 5 discorremos detalhadamente sobre essas atividades periféricas do gestor de riscos.

O analista de riscos também é responsável por prover insumos relevantes para uma gestão prudente e apropriada da dívida pública. A lista, como mencionada anteriormente, é extensa. Talvez a melhor maneira de ilustrar tais assuntos fosse tratar separadamente seu papel em prover diretrizes gerais para a composição ótima da dívida, produzir um conjunto amplo de indicadores que meçam os diferentes tipos de risco que precisam ser monitorados e elaborar, supervisionar e avaliar os *trade-off*s de diferentes estratégias de financiamento.

Uma questão fundamental para os gestores da dívida é aquela relacionada a qual composição e perfil de dívida o governo deveria perseguir, ou seja, qual é a estrutura ótima da dívida de longo prazo. O gestor de riscos da dívida pública tem um papel importante nessa discussão ao apontar prós e contras e possivelmente quantificar os custos e riscos associados a diferentes estratégias de dívida de longo prazo.

A teoria de gerenciamento de dívida provê alguma luz sobre as características gerais da carteira de dívida pública. No entanto, para prover diretrizes mais específicas e quantitativas, diversos especialistas em gerenciamento de dívida engajaram-se em um debate que tem ganho atenção crescente entre os DMOs de todo o mundo, qual seja, a determinação de um *benchmark*.

Outra atribuição importante do gestor de riscos da dívida pública é seu papel ativo na formulação, no monitoramento e na análise de *trade-off*s entre diferentes estratégias de refinanciamento que podem ser escolhidas pelo DMO. O processo de desenho de uma estratégia de dívida é de responsabilidade conjunta com outras áreas do DMO, como o *front-office*, por exemplo, e foi explorado com detalhes no capítulo anterior.

O gestor de riscos identifica possíveis riscos para a implementação da estratégia de dívida e refina as estimativas (alvos) para a composição e o perfil da dívida no futuro (tipicamente em horizontes de um ano, como acontece nos planos anuais de financiamento). É também seu papel o monitoramento da execução da estratégia e, quando necessário, a sugestão de medidas corretivas na condução da estratégia de emissões.

Na seção 4 discutimos a questão da estrutura ótima da dívida, explicitando o modelo analítico atualmente usado pelo Tesouro Nacional, e tecemos alguns comentários adicionais sobre o papel do gestor de riscos na formulação e no monitoramento das estratégias de curto e médio prazos.

Uma atribuição central do gestor de riscos é o cálculo e o monitoramento de um conjunto abrangente de indicadores de risco. Esses indicadores não são, em sua maior parte, necessariamente sofisticados. Na prática, um bom conjunto de indicadores simples, tais como composição, prazo médio, duração de repactuação e perfil de maturação (medido como um percentual da dívida que vence no curto prazo, por exemplo), pode prover informações úteis quanto aos riscos de taxa de juros e de refinanciamento da dívida.

Medidas mais sofisticadas de risco, que usualmente envolvem simulações estocásticas, têm tido uso crescente nos DMOs, complementando as medidas tradicionais. Em sua grande maioria, tais medidas são

adaptações de indicadores que já tinham sido desenvolvidos do ponto de vista do investidor (como o tão conhecido Valor em Risco – VaR). O desafio principal torna-se então adaptar esses indicadores para o ponto de vista do devedor, em especial do gestor da dívida pública. Entre os indicadores comumente utilizados para esse fim estão o *Cash-Flow-at-Risk* (*CfaR*), o *Cost-at-Risk* (*CaR*) (ou *Stock-at-Risk – SaR*) e o *Budget-at-Risk* (*BaR*).

Análises estocásticas também são frequentemente empregadas por gestores de risco da dívida pública para subsidiar decisões em transações específicas. Exemplos típicos são operações de troca e outras operações de gerenciamento de passivos que requerem análises de *trade-off*s em termos de custo e risco.

O conjunto de indicadores de risco também precisa incluir mensurações do lado da demanda. Isto é, o gestor da dívida precisa monitorar o risco sob a ótica da demanda que pode vir a causar descontinuidades ou insucessos na estratégia programada de emissões. Tais medidas são particularmente importantes nos mercados emergentes, nos quais a quantidade de risco, notadamente risco de taxa de juros, que a base de investidores pode suportar, representa uma restrição significativa para uma implementação suave da estratégia de dívida.

Da mesma forma que os participantes do mercado mensuram suas exposições à taxa de juros através de indicadores como o *Present Value of a Basis Point* (*PVBP*) ou o *VaR*, o gestor de riscos da dívida pública também deveria fazê-lo para identificar o ritmo e a quantidade de transferência de riscos do governo para o setor privado que uma dada estratégia de refinanciamento embute. Em algumas circunstâncias, por exemplo, níveis anormais de *VaR* causados por volatilidade macroeconômica podem reduzir significativamente a demanda por ativos prefixados, forçando o gestor da dívida a incorrer em custos maiores ou mesmo a provocar mudanças inesperadas na composição de suas emissões. Na seção 3 discutimos os indicadores de risco tradicionais e estocásticos, além de medidas de risco do lado da demanda.

Finalmente, é mister ressaltar que para que um DMO esteja apto a lidar com todas essas funções há uma necessidade de investimento significativo no aprimoramento de seus recursos humanos e tecnológicos. O desenvolvimento de sistemas de gerenciamento de risco que permitam comparações adequadas de *trade-off*s em termos de custos e riscos entre diferentes estratégias potenciais de refinanciamento é um passo essencial que pode melhorar substancialmente o processo de tomada de decisões no DMO.[9]

3 Indicadores de risco da dívida pública

A gestão de risco da dívida pública tem muitas dimensões. Nesta seção, ilustramos os principais indicadores comumente usados por gestores de risco de dívida pública. A maioria deles é relativamente simples de ser calculada. Esses indicadores são chamados aqui de "indicadores tradicionais". Outros envolvem simulações estocásticas e usualmente pertencem à chamada família de indicadores em risco ou *at-Risk*. Apesar de não serem extremamente complicados, esses indicadores representam adaptações de medidas frequentemente empregadas pelo setor privado, como o Valor em Risco (Var) (*Value-at-Risk*) para o ponto de vista do devedor.

É mister ressaltarmos que, apesar da simplicidade dos chamados "indicadores tradicionais", muitos países não os calculam e parece não haver um consenso metodológico internacional entre aqueles que

[9] O Tesouro Nacional desenvolveu um sistema de gerenciamento de riscos e planejamento estratégico da dívida pública – o sistema Gerir. Ele provê a base para o trabalho de *front* e *middle-office* na formulação e na análise de estratégias de dívida. Por meio do Gerir, os analistas da dívida simulam diferentes estratégias de refinanciamento para a dívida pública brasileira e comparam seus resultados, medidos por um conjunto de indicadores relevantes. O sistema foi desenvolvido após uma investigação exaustiva da experiência internacional e passou pelo escrutínio de especialistas de risco de diferentes países. O Anexo 1 traz algumas ilustrações do sistema, também abordados no Box 2 do Capítulo 1, Parte 2.

o fazem. O primeiro problema origina-se de um problema crônico que muitos DMOs enfrentam em termos da falta de sistemas de *back-office* que sejam capazes de calcular de modo agregado e acurado mesmo o mais simples indicador de dívida, qual seja, o estoque da dívida. O segundo problema, a falta de consenso metodológico, também tem consequências relevantes já que torna a comparação de indicadores de risco entre países uma tarefa por si só arriscada.

Para ilustrar este último ponto, mostramos a seguir uma tabela com o prazo médio da dívida pública brasileira usando duas metodologias diferentes, que geram discrepâncias significativas nas estatísticas produzidas. Haja vista que não apenas os gestores de dívida, mas uma gama variada de investidores e agências de classificação de risco usam esses indicadores para comparações internacionais, esse exercício traz uma importante mensagem de cautela para aqueles que enveredam por tais comparações.[10]

Tabela 1. Diferenças entre prazo médio e vida média

Valores expressos em anos

Dez./08	Prazo médio (metodologia tradicional)	Vida média (metodologia alternativa)
Dívida Pública Federal (DPF)	3,5	5,6
Dívida Interna (DPMFi)	3,3	4,9
Dívida Externa (DPFe)	5,6	12,3

A metodologia tradicional[11] usada pelo Tesouro Nacional considera todos os fluxos de desembolso (inclusive pagamentos de cupons) para calcular o prazo médio da dívida pública. No entanto, a metodologia usada pela maioria dos países limita-se a considerar os pagamentos de principal. Apesar de também não haver uma harmonização internacional quanto à nomenclatura nessa área, esses dois modos de cálculo são usualmente chamados de prazo médio e vida média, respectivamente. A primeira metodologia dá uma ênfase maior ao risco de refinanciamento da dívida, embora seja mais conservadora, e torne difíceis comparações internacionais. Nesse sentido, o Tesouro Nacional decidiu passar a publicar essa estatística com as duas metodologias.

Na metodologia tradicional, o prazo médio da dívida doméstica era de 3,3 anos no final de 2008, enquanto para comparações internacionais a vida média era de 4,9 anos. Essa vida média excedia, por exemplo, a vida média da dívida de vários países com melhores classificações de risco do que o Brasil. Mais que isso, enquanto a maioria dos países usa valores nominais dos fluxos, o Brasil calcula o valor presente de cada um deles. Em uma dívida que contém uma boa quantidade de papéis de longo prazo e com cupom, essas diferenças tornam-se muito significativas.

Apresentamos as medidas de risco nas subseções a seguir, agrupando-as pelos tipos mais relevantes de risco[12] aos quais a dívida pública está exposta, quais sejam: risco de mercado,[13] risco de refinanciamento, risco orçamentário e risco de demanda.

---

[10] De fato, esse exercício foi motivado pelas frequentes comparações de analistas financeiros e agências de classificação de risco do prazo médio da dívida pública brasileira com países similares. No Anexo 4 trazemos uma breve descrição das diferenças metodológicas no cálculo desse indicador.

[11] Tal assunto, também explorado no Capítulo 4 da Parte 1, está detalhado no Anexo 4.

[12] Note que há outros tipos de risco que não estão citados aqui, como o risco de crédito e o risco operacional, sobre os quais teceremos alguns comentários no final da seção.

[13] Apesar de usarmos a denominação "risco de mercado", um termo mais preciso seria "risco de valor", já que o estoque ou valor da dívida no Brasil não é marcado a mercado, mas sim calculado como o valor presente dos fluxos usando-se para desconto a taxa de emissão de cada título.

3.1 Risco de mercado

O risco de mercado pode ser definido como a incerteza relacionada aos custos esperados oriunda da volatilidade das variáveis de mercado (juros, câmbio, inflação etc.). No mercado financeiro, esse tipo de risco está associado à volatilidade dos preços dos ativos, mas no caso da dívida pública esse risco refere-se a mudanças no valor da carteira (estoque da dívida).

Apesar de ser um conceito aparentemente bastante simples, há uma discussão relativamente ampla que envolve a metodologia para calcular o risco de mercado devido a divergências acerca da medida relevante de estoque, que é o elemento básico para uma medida de risco de mercado. O valor da dívida deveria ser marcado a mercado, como são tratados os ativos financeiros pelos bancos, por exemplo, ou marcado pela curva, isto é, pela taxa de rendimento pela qual cada título foi originalmente vendido? O estoque deveria ser expresso em termos nominais ou reais?[14] Essas são algumas das perguntas frequentes no contexto desse debate, que tem merecido atenção dos DMOs.

Apesar da discussão relevante mencionada anteriormente, muitos países calculam medidas de risco de mercado. Na categoria de "indicadores tradicionais", a composição, a duração, duração de repactuação e a convexidade são as mais comuns, enquanto o chamado *Cost-at-Risk* é oriundo do grupo de indicadores estocásticos. Testes de estresse são comumente usados como complementares na análise de risco de mercado para medir as consequências de choques severos, usualmente nas taxas de juros e câmbio.

Os conceitos de duração e convexidade estão bem estabelecidos na literatura e, em geral, não há diferenças metodológicas significativas entre o modo de calculá-las do ponto de vista de um investidor ou de um gestor de riscos de dívida pública.[15] De fato, metas de duração são usadas por muitos países, como Dinamarca e Suécia. Por esses motivos, não dedicamos aqui muita atenção em descrevê-las.[16]

A duração de repactuação é um conceito menos usual. Ele mede o tempo médio que uma mudança nas taxas de juros impacta a dívida toda. Para títulos prefixados é uma medida equivalente à duração. No entanto, para títulos pós-fixados, indexados à taxa de juros, por exemplo, representa o tempo entre mudanças na taxa de juros relevante (na Libor, por exemplo). Devido ao fato de que o estoque da dívida na maioria dos países usualmente é composto de um *mix* de instrumentos nominais e indexados (em geral, às taxas de juros, à inflação ou ao câmbio), o uso desse indicador tem sido crescente.

$$Duration_{refixing} = \frac{1}{PV} x \sum_{i=1}^{n} PV_i x T_i \,, \qquad (1)$$

em que:

PV – valor presente do fluxo total;

T_i = 1 dia – para títulos indexados à taxa Selic *(overnight)*;

[14] Essas e outras discussões sobre o estoque são exploradas em Baghdassarian (2003) e Bonomo et al. (2003).

[15] Apesar de, em muitos casos, investidores usarem medidas marcadas a mercado enquanto gestores de dívida usam marcações à curva.

[16] Há um debate interessante sobre o uso da duração como meta. Deve-se ter cuidado na avaliação de quão próximo deve ser perseguida essa meta, uma vez que pode gerar estranhas tomadas de decisão do ponto de vista do devedor. Pensemos em um aumento das taxas de juros causando uma redução na duração. Para seguir determinada meta preestabelecida, o gestor da dívida seria levado a aumentar a emissão de títulos de longo prazo para contornar essa redução. Mas, nesse caso, ele seria levado a emitir títulos mais longos justamente no momento em que as taxas de juros estão mais altas!

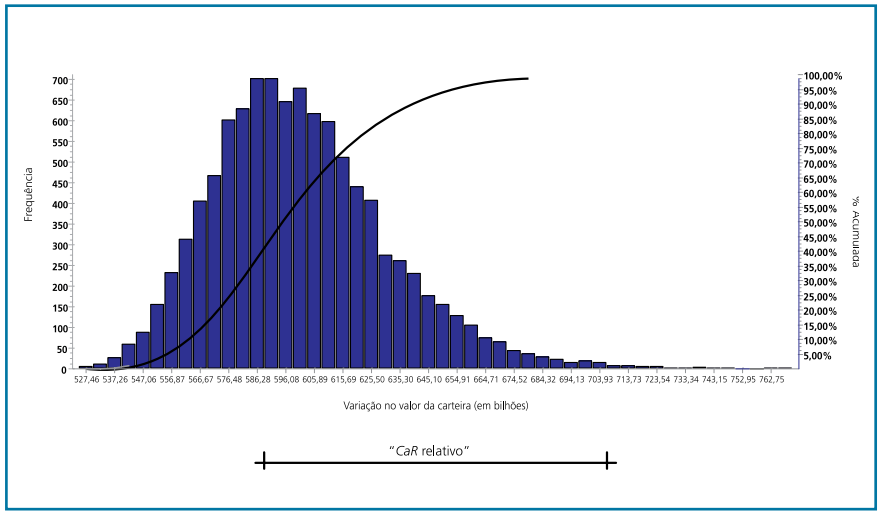
T_i = 6 meses – para títulos indexados à taxa Libor de 6 meses;

T_i = t – para outros.

O *Cost-at-Risk* (*CaR*)[17] representa o valor esperado máximo que o estoque da dívida pode alcançar em um determinado período, dado um certo nível de significância. Enquanto os indicadores de risco de mercado que havíamos discutido até agora são indicadores da sensibilidade do estoque da dívida a mudanças repentinas nas variáveis de mercado, especialmente nas taxas de juros, o *CaR* provê uma medida de incerteza com relação ao valor esperado do estoque no futuro (por exemplo, em períodos de um, cinco ou dez anos). Esse indicador também tem a vantagem de incorporar os efeitos de uma gama maior de fatores de risco que podem afetar o estoque da dívida, como mudanças nas taxas de juros, na inflação, no câmbio e no PIB (quando apropriado), considerando também a possível correlação entre eles.

Pode-se calcular o *CaR* relativo e absoluto. O *CaR* absoluto consiste na diferença entre o valor máximo do estoque futuro, dado certo nível de significância, e o valor inicial do estoque da dívida. Por sua vez, o *CaR* relativo mede a diferença entre esse mesmo valor máximo de estoque futuro a certo nível de significância e a média da distribuição de estoques futuros. O Gráfico 1 a seguir ilustra esses conceitos.

Gráfico 1. *Cost-at-Risk* (*CaR*)



O uso do *CaR* também está relacionado à discussão acerca do papel que o gestor de riscos da dívida pública pode ter nas análises de sustentabilidade da dívida.[18] É de fato um instrumento que agrega incerteza assim como hipóteses sobre o refinanciamento da dívida.

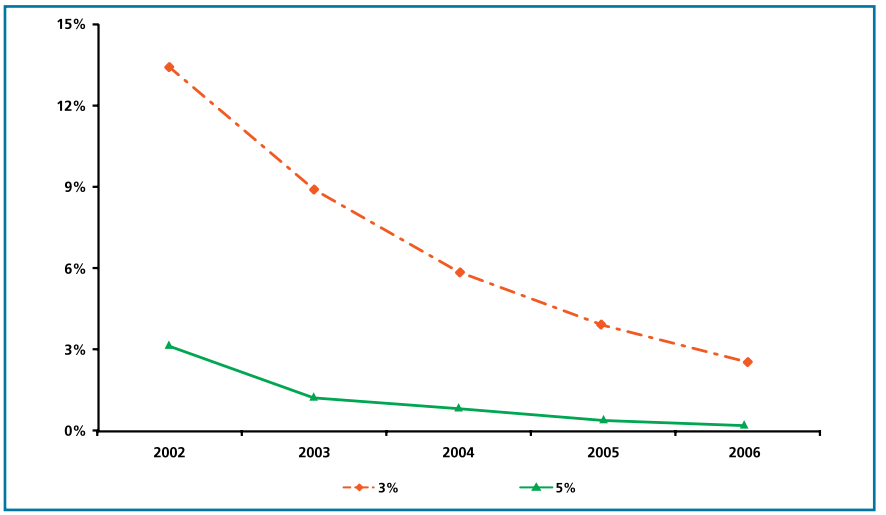
Outro ponto importante a ser considerado aqui é que, apesar de suas propriedades similares, há diferenças relevantes entre o *CaR* e o bem conhecido *VaR*. Poder-se-ia dizer que o *CaR* é uma adaptação do

[17] Baghdassarian (2003) apresenta a metodologia para o cálculo do *CaR*, do *CfaR* e do *BaR*.
[18] Essa discussão será explorada na seção 5.

VaR para as necessidades específicas do ponto de vista do emissor, preocupado com o valor do estoque da sua dívida (na maioria das vezes com base na marcação pela curva e não na marcação a mercado, como é o caso do *VaR*) em um período de tempo muito maior do que o usual para o *VaR* (tipicamente um dia). Essas diferenças "sutis", incluindo a importância de se considerar a estratégia de refinanciamento, trazem desafios significativos na modelagem de tal instrumento, especialmente no que se refere à precificação dos diferentes instrumentos a serem emitidos no futuro (estratégia) e seus prêmios de risco relativos.[19]

Finalmente, complementando as medidas comentadas, gestores de risco de dívida pública conduzem, em geral, testes de estresse. Há vários modos de realizar esses exercícios. Uma abordagem comum consiste em aplicar choques a variáveis-chave, tais como taxas de juros e câmbio, em termos de desvios-padrão, baseados na distribuição dos seus valores históricos sobre um determinado período de tempo. A mensuração da sensibilidade de tais choques tornou-se uma prática importante no Brasil, seja para compreender como se comportaram no passado seja para ajudar a medir as consequências futuras da estratégia de dívida que está sendo implantada ou analisada. Também mereceu atenção especial nas análises de agências de classificação de risco e analistas financeiros.[20] O Gráfico 2 mostra um exemplo de um teste de estresse para a dívida brasileira apresentado no Plano Anual de Financiamento 2006.[21]

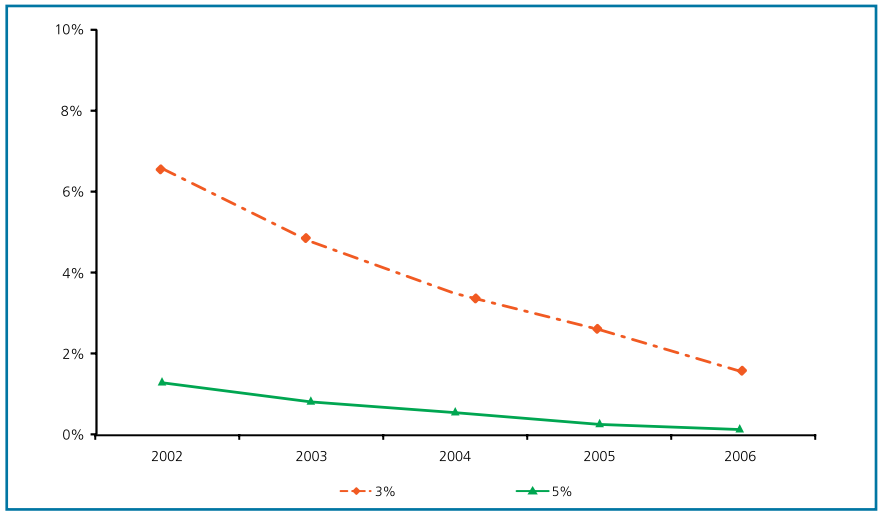
Gráfico 2. Probabilidade de aumentos no estoque da DPF e da DPMFi de 3% e 5% em relação ao PIB como consequência de choques nas taxas de juros e de câmbio



[19] Uma discussão acerca dessas complexidades está fora do escopo deste capítulo. Para maior profundidade, veja Bonomo, Costa, Rocque e Silva (2003) e Cabral (2004).

[20] Esse tipo de análise de fato teve destaque nas discussões das autoridades brasileiras com agências de classificação de risco como Fith, Moody's e Standard & Poors.

[21] Para uma discussão mais detalhada, veja Plano Anual de Financiamento (2006).



3.2 Risco de refinanciamento

O risco de refinanciamento da dívida pública é definido como o risco de mudanças abruptas no perfil de pagamentos da dívida no momento do seu refinanciamento. Em casos extremos, pode levar à incapacidade de um governo de refinanciar parte ou a totalidade da dívida vincenda em determinado momento.

De modo similar ao caso do risco de mercado, os indicadores de risco de refinanciamento também podem ser divididos em medidas "tradicionais" e uma medida em risco (*at-Risk*). O Tesouro Nacional usa três indicadores para mensurar esse tipo de risco: prazo médio, perfil de maturação da dívida (em especial o percentual da dívida vendendo no curto prazo) e o *Cash-Flow-at-Risk* (*CfaR*). Como mostraremos a seguir, cada um desses indicadores mede o risco de refinanciamento de uma perspectiva diferente e seu uso conjunto é recomendado.

O prazo médio explicita um ponto de equilíbrio de todos os vencimentos de dívida. Como é uma média, um acompanhamento da evolução desse indicador ao longo do tempo pode ajudar a prevenir encurtamentos sistemáticos da dívida, o que poderia trazer problemas para os gestores.

O segundo indicador é o percentual da dívida vencendo em 12 meses. É uma medida complementar ao prazo médio e está focada no curto prazo. Enquanto o prazo médio mede possíveis reduções sistemáticas nos prazos dos fluxos de pagamentos, o percentual da dívida vencendo em 12 meses está mais focado nas necessidades de caixa para honrar os pagamentos em um ano. Em outras palavras, está relacionado ao risco de liquidez. Uma generalização natural é o perfil completo de maturação, acompanhando, por exemplo, o percentual vencendo em um ano, dois anos, três anos, até cinco anos, depois de dez anos etc.

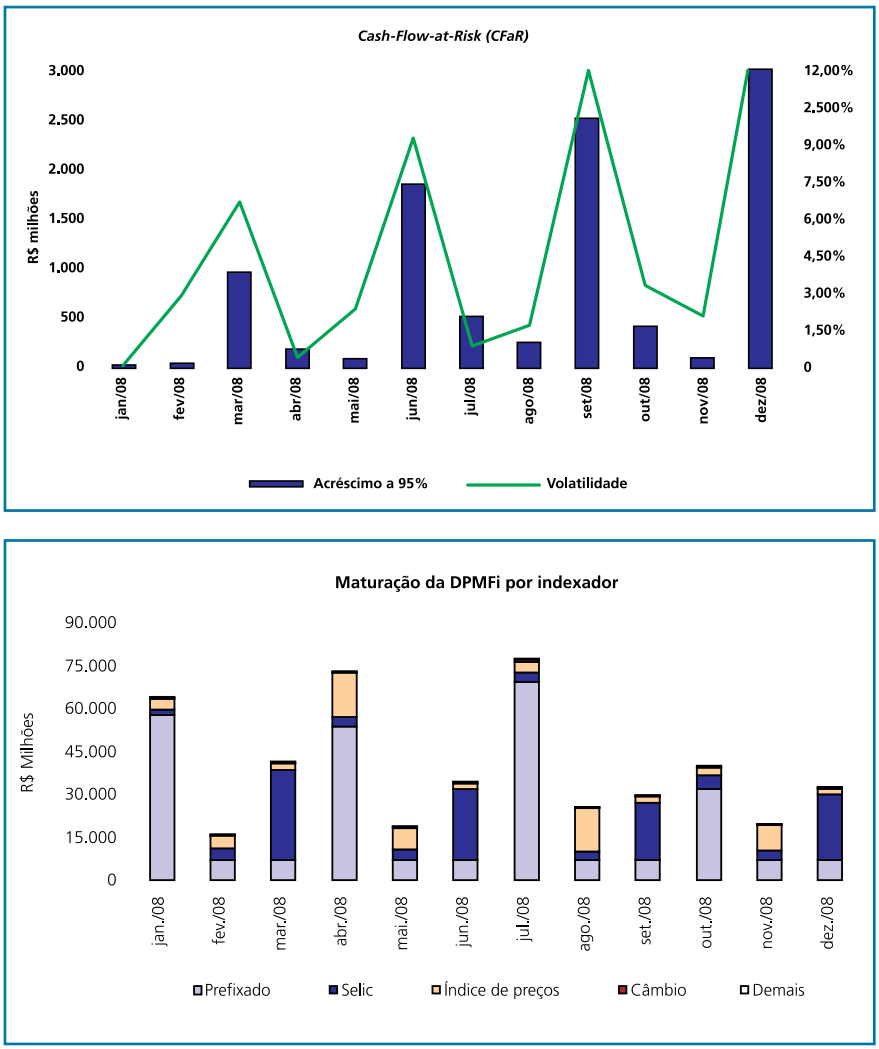
O último indicador usado para medir a exposição ao processo de refinanciamento é o *CashFlow-at-Risk* (*CfaR*), o qual mensura a incerteza associada aos fluxos de caixa futuros. O *CfaR* mede, a um dado nível de significância, o valor máximo do fluxo de caixa (pagamentos) em datas ou períodos específicos no futuro. Um título prefixado denominado em moeda doméstica não traz esse tipo de risco, dado que não há nenhum fator de risco associado a seu fluxo de caixa.[22] No entanto, é difícil saber *ex-ante* qual será o fluxo de caixa

[22] Há um debate interessante, que não exploramos aqui, sobre o título sem risco, no que diz respeito a fluxo de caixa. A maioria dos países considera o título prefixado como tal. No entanto, outros mais preocupados com variáveis reais poderiam argumentar que os títulos indexados à inflação seriam os candidatos mais apropriados a ser considerados livres de risco.

de um título em moeda estrangeira expresso em moeda local. A mesma lógica aplica-se a outros tipos de instrumentos, tais como títulos com taxas flutuantes ou indexados à taxa de inflação.

Os gráficos a seguir mostram como esse indicador tem sido usado na prática pelo Tesouro Nacional, ilustrando os *trade-offs* entre os diversos instrumentos em termos de risco de fluxo de caixa.[23]

Gráfico 3. Perfil de maturação e *Cash-Flow-at-Risk* (*CfaR*)



Como podemos observar, os indicadores discutidos nesta seção são mais complementares que substitutos na mensuração do risco de refinanciamento. Enquanto o prazo médio e o percentual da dívida vencendo no curto prazo são mais focados na distribuição temporal dos pagamentos da dívida, o *CfaR* centra-se no volume, e sua sensibilidade a choques, dos pagamentos que o gestor da dívida terá de honrar em datas específicas no futuro.

[23] Para mais detalhes sobre a metodologia de cálculo do *CfaR*, veja Relatório Anual da Dívida Pública (2004).

3.3 Risco orçamentário

O conceito de *Budget-at-Risk* (*BaR*), como usado no Brasil, consiste no risco de que o serviço da dívida dentro do ano fiscal ultrapasse o valor originalmente aprovado pelo Congresso no orçamento.

Como o serviço da dívida no orçamento é medido em termos monetários (fluxo de caixa), o *BaR* é bastante similar ao *CfaR* no sentido de que ambos medem a incerteza de fluxos de caixa. A diferença essencial entre os dois é que o *BaR* é focado no período fixo de um ano (ano fiscal), enquanto o *CfaR* é mais flexível e pode ser computado para qualquer data ou período específico. Além disso, o *BaR* tem um valor de referência exógeno, aquele aprovado pelo Congresso, e portanto tem como resultado uma probabilidade de que aquele valor seja excedido. Por sua vez, o *CfaR* provê, para um dado nível de significância (risco), o valor máximo esperado para o fluxo de caixa em determinada data ou período.

O cuidadoso monitoramento do risco orçamentário no Brasil, e em geral em outros países, é uma tarefa importante do gestor de riscos da dívida pública. Ao observar a probabilidade de exceder o orçamento, o gestor da dívida pode antecipar ou evitar uma missão potencialmente árdua e demorada de apresentar ao Congresso um requerimento de créditos suplementares para honrar a dívida. Apesar de ser razoável imaginarmos que o risco de um requerimento desse tipo não ser aprovado é pequeno, uma possível exposição da dívida soberana a esse processo pode ser algo sensível e justifica um monitoramento adequado.

3.4 Risco do lado da demanda

Definimos o risco do lado da demanda como o risco de mudanças repentinas na demanda por títulos do governo. Apesar de isso poder ocorrer em consequência de diversos motivos diferentes, o fator mais comum de mudanças abruptas de curto prazo na demanda por ativos governamentais é a taxa de juros.

Crescentemente, devido a regulações prudenciais mais estritas ou a políticas internas de investimento, os investidores têm feito uso de medidas de exposição às taxas de juros para monitorar seu risco de perdas. No mercado de renda fixa, duas das medidas mais comuns são o *Present Value of a Basis Point* (*PVBP*) e o *Value-at-Risk* (*VaR*).

O *PVBP*[24] expressa o quanto o valor da carteira mudaria dada uma variação de um ponto base (0,01%) nas taxas de juros. É similar ao conceito de duração, tendo a vantagem de também ser uma função do volume total da carteira.

$$PVBP = P(i) - P(i + 0{,}01\%) \tag{2}$$

em que:

i – taxa de retorno (rendimento);

P(i) – preço do título.

[24] Também conhecido como *Dolar Value of 1 Basis Point – DV01*.

O *Value-at-Risk* (*VaR*) complementa o *PVBP* ao incorporar a volatilidade do preço do ativo. Enquanto o *PVBP* mede a sensibilidade absoluta a mudanças nas taxas de juros, o *VaR* sofistica nosso conjunto de informação ao incorporar a probabilidade de tais mudanças.[25]

$$\sigma_p^2 = w' \sum w \,, \tag{3}$$

em que:

σ^2_p – taxa de retorno (rendimento);

$\boldsymbol{w}$ – vetor de pesos para os vários ativos na carteira;

Σ – matriz de variância/covariância de R retornos na carteira.

$$VaR = P_0.\sigma_p.\ 1{,}95 \,, \tag{4}$$

em que:

P_0 – preço inicial;

1,95 – equivalente a um nível de 95% de confiança.

Uma parte significativa dos demandantes de ativos governamentais, especialmente no Brasil, está sujeita à observância de limites quanto à exposição ao risco de taxa de juros. Tal fato traz restrições ao gestor da dívida para a transferência de risco de taxa de juros ao mercado. Durante momentos de volatilidade, agravando tal situação, o *VaR* pode atingir níveis elevados e levar a operações de *stop-loss* por parte dos investidores.

O efeito de tais mudanças na demanda pode ser desastroso à implantação de uma estratégia de dívida. É, portanto, papel do gestor de riscos da dívida pública monitorar esse risco. Nessa análise, é importante monitorar não apenas o risco da carteira atual, mas também o ritmo implícito de transferência de risco no futuro dado por determinada estratégia. Esse acompanhamento é especialmente importante naqueles países que estão em processo de aumentar o prazo de seus títulos e a participação de títulos prefixados. O Brasil encaixa-se nessa situação, e o Tesouro Nacional monitora ambos os indicadores, como ilustrado nos Gráficos 4 e 5.

[25] Em uma economia que está em processo de estabilização é perfeitamente possível, por exemplo, que o *PVBP* esteja aumentando, em função de um volume ou duração maior dos títulos prefixados (ou ambos), e que, ao mesmo tempo, o *VaR* esteja se reduzindo (em consequência de uma diminuição mais acentuada na volatilidade).

Gráfico 4. Evolução do Valor em Risco

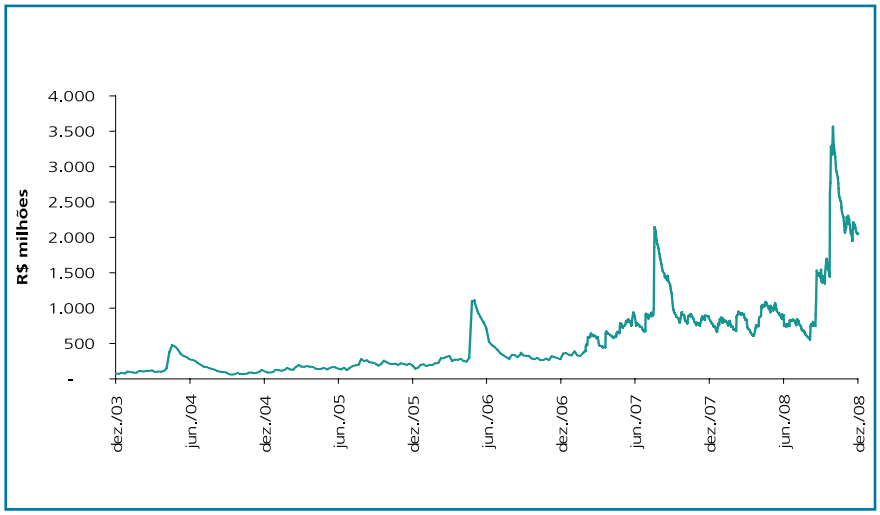
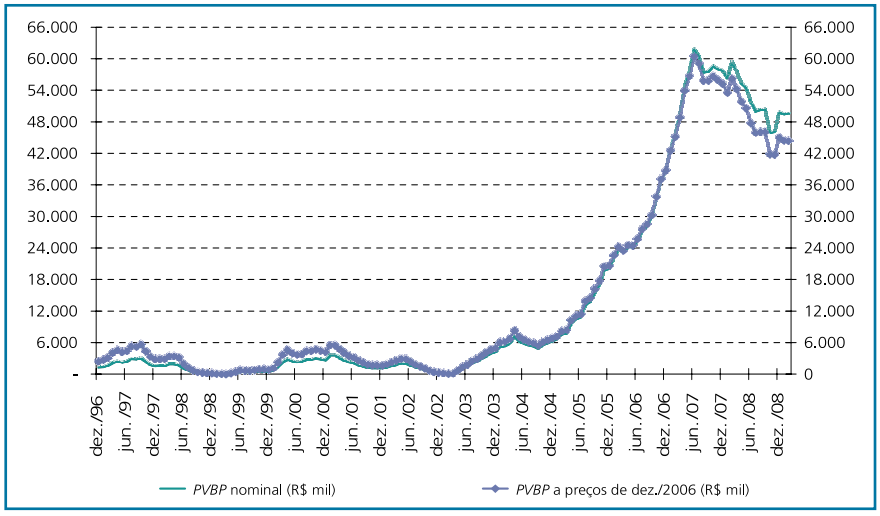


Gráfico 5. Evolução do *PVBP* nominal e a preços de dezembro/2006



4 A composição ótima de longo prazo (*benchmark*)

Esta seção destaca uma das funções principais do gestor de riscos da dívida pública, qual seja, o estabelecimento das metas de longo prazo que servirão como guia para as estratégias de dívida de curto e médio prazos.

É interessante começarmos voltando aos primeiros princípios da gestão da dívida pública e lembrarmos que sob as hipóteses da Equivalência Ricardiana, como definidas em Barro (1974), a gestão da dívida pública seria irrelevante.[26] Apesar de útil e meritória a investigação teórica da Equivalência Ricardiana, há evidências abundantes e um amplo consenso de que as fortes hipóteses por trás dela não se verificam na vida real.

[26] Ao discutirmos metas de longo prazo e estratégias de dívida é importante esclarecer que elas fazem sentido do ponto de vista teórico.

Tais hipóteses são: i) agentes com horizonte de planejamento infinito (informação completa); ii) mercados completos; iii) impostos não distorcivos.

O bastante razoável relaxamento dessas hipóteses torna relevante a gestão da dívida pública. Suavização da carga tributária, completamento do mercado, sinalização de políticas públicas, entre outros, são alguns dos objetivos da gestão da dívida pública declarados pelos diversos países.[27]

Haja vista ser relevante a gestão da dívida pública, a identificação da estrutura da dívida pública desejável no longo prazo torna-se uma questão fundamental a ser respondida para guiar as operações de curto e médio prazos da dívida.

No intuito de melhor compreendermos o papel dessa referência de longo prazo para o gestor da dívida, poderíamos fazer uma analogia com a situação de um aventureiro no meio de uma floresta que está equipado com uma bússola e, portanto, sabe exatamente que direção seguir. O fato de ter a bússola em mãos e ter certeza da direção a seguir é o único modo pelo qual ele pode estar seguro de que seus próximos passos o levarão ao local desejado. Para o gestor de riscos, a composição ótima de longo prazo (*benchmark*) representa a direção que ele deseja seguir, e sua bússola é a ferramenta de que dispõe para formular e monitorar sua estratégia.

A literatura sobre gestão da dívida pública provê algumas diretrizes acerca das características gerais da carteira de dívida pública. No entanto, no intuito de prover diretrizes mais específicas e quantitativas, diversos especialistas têm suscitado um debate que tem ganho atenção crescente entre os diversos DMOs. A procura de metodologias apropriadas para a elaboração e a determinação de um *benchmark* tornou-se um tópico importante na pauta de pesquisa de gestores da dívida em diversos países. Brasil, Canadá, Dinamarca, Portugal e Suécia são exemplos bem conhecidos.

A contribuição de instituições multilaterais como o Banco Mundial e o Fundo Monetário Internacional para esse debate também tem sido notória. Em sua publicação conjunta denominada *Guidelines for public debt management* (2001), essas duas instituições definem o *benchmark* como uma ferramenta poderosa para representar a estrutura de dívida que o governo gostaria de alcançar, baseado nas suas preferências de risco e custo esperado.

Em geral, o *benchmark* é representado por um conjunto de indicadores de dívida relevantes, tais como composição, duração, perfil da dívida etc. A ideia é que ele consista em uma meta de longo prazo, representando as preferências da sociedade. Em termos matemáticos, poderíamos enxergá-lo como um problema de otimização no qual o governo quer maximizar sua função utilidade, dadas algumas restrições.[28]

Alguns países tomam a decisão quanto à sua estrutura ótima de dívida *(benchmark*) baseados em análises bastante simples e hipóteses *ad-hoc*. Um gestor de dívida poderia concluir, por exemplo, baseado nas suas crenças sobre benefícios da diversificação, que a composição ideal da dívida deveria ser um *mix* de títulos nominais e indexados à inflação. A lógica por trás de tal raciocínio seria a de que uma carteira com esses ativos pode gerar um perfil de serviço da dívida mais estável sob choques recorrentes de demanda e oferta.

---

[27] A literatura teórica sobre a relevância da gestão da dívida pública não está restrita ao relaxamento das hipóteses da Equivalência Ricardiana. Para o nosso propósito aqui, é suficiente justificar sua relevância. Lopes (2003) e Bonomo et al. (2003) oferecem breves resenhas da literatura.

[28] Como a maioria dos países define o objetivo principal da gestão da dívida como a minimização dos custos de longo prazo sujeita a níveis prudentes de risco (ver *Guidelines for public debt management*, 2001), a identificação da função objetivo e de suas restrições é direta.

Outros poderiam seguir a (desejada) direção de desenvolver indicadores de risco e investigar os *trade-off*s que eles geram. O cálculo de um conjunto relevante de indicadores de risco para algumas composições diferentes (hipotéticas) de dívida pode ser um modo eficiente de examinar os prós e os contras de distintas carteiras.

Finalmente, poder-se-ia usar um arcabouço ainda mais analítico, construindo-se um modelo do qual a carteira ótima surgiria endogenamente. De fato, é difícil imaginarmos um modelo suprarracional capaz de considerar todos os objetivos e restrições da gestão da dívida pública e, por si só, fornecer a resposta a esse problema de composição ótima.

Como mencionado anteriormente, Canadá, Dinamarca, Portugal, Suécia e Brasil são alguns exemplos de países que usam arcabouços mais analíticos para determinar seu *benchmark*. Cabral (2004) descreve brevemente como alguns países lidam com esse assunto.[29]

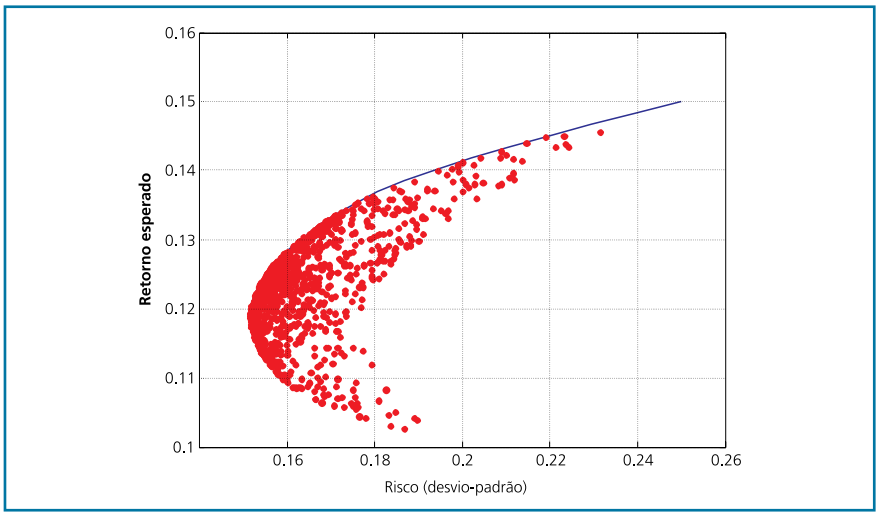
Portugal foi um dos primeiros países a desenvolver uma metodologia com essa finalidade. Granger (1999) e Matos (2001) ilustram o funcionamento do modelo português. Basicamente, é um modelo de simulação de fluxo de caixa, tendo como insumos simulações estocásticas das taxas de juros, diferentes estratégias de financiamento e cenários determinísticos para as outras variáveis econômicas, resultando em algumas carteiras "eficientes".

O modelo sueco também é baseado em fluxo de caixa, com processos autorregressivos para inflação, PIB, taxa de juros de longo prazo e taxa de câmbio, além de uma regra de Taylor para a taxa de juros de curto prazo. Com algumas hipóteses sobre a necessidade de financiamento, um conjunto de diferentes carteiras de dívida é avaliado, com medidas de custo nominal e real. Bergstrom e Holmlung (2000) descrevem o modelo com mais detalhes.

A abordagem brasileira, como descrita originalmente em Cabral e Lopes (2004), é basicamente uma análise de fronteira eficiente em que custos e riscos são medidos em termos de relações dívida/PIB. Composições de estado estacionário são simuladas por diversos períodos, baseadas em cenários estocásticos e premissas sobre os preços dos ativos. Com algumas carteiras avaliadas em termos de custo e risco e com a matriz de correlação é possível desenhar a fronteira eficiente.[30] Olhando para a fronteira eficiente, o gestor da dívida poderia escolher, tendo em vista seu apetite ao risco, o ponto (carteira) para representar o *benchmark*.

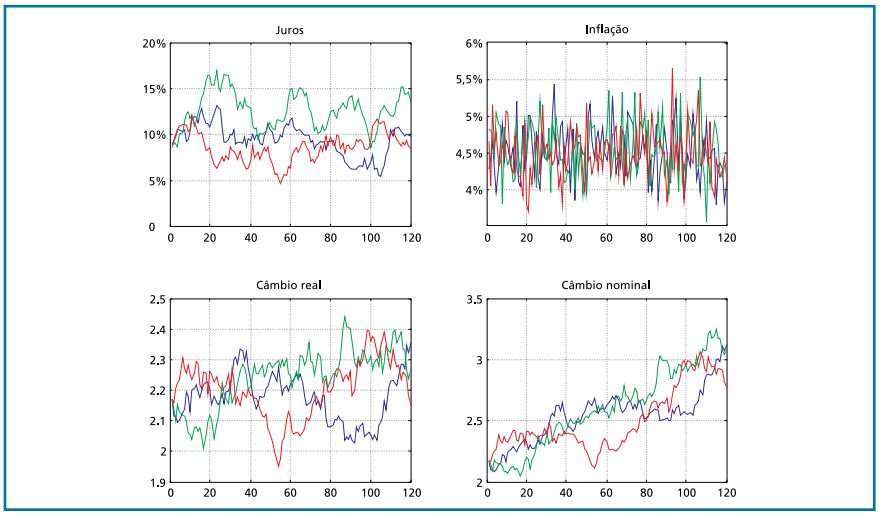
[29] Outras boas referências para a experiência internacional são *Guidelines for public debt management* (2001) e Nars (1997).
[30] É importante ressaltar que essa é uma fronteira eficiente do ponto de vista do emissor; diferente, portanto, daquela construída por um investidor.

Gráfico 6. Fronteira eficiente



No modelo brasileiro, os cenários estocásticos podem ser gerados por dois modos diferentes e, até certo ponto, complementares. No primeiro, alguns modelos financeiros estocásticos são empregados, quais sejam, um modelo de Cox, Ingersoll e Ross (CIR) para as taxas de juros doméstica e externa, um processo browniano para os índices de preços e um modelo de Chan, Karolyi, Longstaff e Sanders (CKLS) para a taxa de câmbio real. Os resíduos são correlacionados usando-se a decomposição de Cholesky. A segunda metodologia faz uso de um modelo macroestrutural para descrever a evolução das principais variáveis econômicas (curvas IS e Phillips, uma regra de Taylor e equações para o comportamento da taxa de câmbio e do prêmio de risco).[31]

Gráfico 7. Simulações estocásticas



[31] O Anexo 3 traz uma breve descrição do modelo atualmente utilizado pelo Tesouro Nacional. Cabral (2004), Cabral e Lopes (2005) e Costa, Silva e Baghdassarian (2004) trazem exemplos de implementação desse tipo de modelo.

Usando os modelos descritos acima, podemos realizar simulações de Monte Carlo e obter uma distribuição de relações dívida/PIB sobre um determinado horizonte de tempo para cada carteira (composição de dívida) considerada. A média e o desvio-padrão são extraídos das distribuições e usados como medidas de custo e risco, e as correlações são calculadas baseadas na simulação de carteiras com ativos puros e misturados, levando ao desenho da fronteira eficiente.

Tendo provido uma visão geral das metodologias usadas na determinação do *benchmark*, voltamo-nos a alguns tópicos importantes que merecem atenção na condução desses exercícios.

Em primeiro lugar, um modelo de *benchmark* deveria, idealmente, ser independente das condições de mercado correntes. Apesar de poder soar estranho à primeira vista, devemos ter em mente de que é essa separação dos objetivos de longo prazo das restrições táticas e circunstanciais que torna singular o uso de um *benchmark*.

Além disso, uma modelagem de *benchmark* deve incorporar, na medida do possível, restrições do lado da demanda, ou seja, eleger uma composição ótima baseados somente em objetivos do lado da oferta, sem examinarmos a demanda potencial por aquela carteira, seria uma decisão míope, com chances de sucesso reduzidas.

Passando a aspectos mais gerais, a formalização do *benchmark* também é algo de fundamental relevância. De fato, se este é determinado, mas não está formalizado, pode se tornar inútil.[32] Por formalização entendemos algum tipo de aprovação superior, pelo ministro ou pelo Congresso, que poderia delegar ao DMO o direito e o dever de perseguir tais objetivos. Além disso, um *benchmark* formalizado agrega transparência à gestão da dívida pública e garante algum grau de continuidade e consistência entre diferentes governos. O estabelecimento de um processo bem definido de governança é ainda outro ponto crucial, estando fora de nosso escopo a exploração em maior profundidade desse tema.

Outro ponto crítico envolve o desenho de uma estratégia de transição (médio e longo prazos) até a composição ótima (*benchmark*). Não se trata de uma tarefa fácil, particularmente em países menos desenvolvidos com carteiras de dívida muito distantes de suas carteiras ótimas ou almejadas. Voltando para a linguagem matemática, tal transição envolveria um problema complexo de otimização, na tentativa de achar-se a estratégia que otimiza a trajetória entre as condições correntes e as metas de longo prazo. Ademais, no caso desses países, pode acontecer de a existência de muitas restrições de mercado simplificarem a escolha ao eliminar muitas estratégias possíveis.

Como dissemos anteriormente, seria um pouco ingênuo pensarmos que a realidade pudesse ser replicada por um modelo analítico muito sofisticado, capaz de incorporar todos os objetivos e restrições do gerenciamento da dívida pública e capaz de gerar como solução a composição ótima da dívida. Certamente esse não é o caso. No entanto, o uso de modelos analíticos pode ser muito útil em dois aspectos, no mínimo. Primeiramente, evita-se o risco de se confiar exclusivamente na intuição (a ciência já demonstrou amplamente como a intuição pode ser enganosa).

Em segundo lugar, o processo de elaboração e discussão acerca dos modelos pode tornar-se um eficiente processo de capacitação, dado que conceitos relevantes e debates sobre *trade-off*s envolvidos fazem parte desse debate. Em vez de serem consideradas rivais, a modelagem analítica e a *expertise* subjetiva dos gestores da dívida devem ser vistas como recursos complementares.

Além de ser uma ferramenta importante no planejamento estratégico, o *benchmark* também pode prover o gestor de riscos de um modo de medir a *performance* da gestão, comparando a carteira corrente

[32] Obviamente o mesmo argumento se aplica às estratégias de médio e longo prazos.

com a carteira ótima (desejada). Se essas duas carteiras forem muito diferentes, carteiras intermediárias de *benchmark* podem ser escolhidas para a comparação. É importante ressaltar que algum grau de liberdade deve ser dado à condução da estratégia de financiamento no dia-a-dia, papel tipicamente do *front-office* para ações táticas de curto prazo, dado que as condições de mercado podem diferir dos cenários usados para o desenho da estratégia de médio prazo.

4.1 Gestão integrada de ativos e passivos (*ALM*)[33]

Em geral, o *benchmark* é elaborado sob uma visão de gestão integrada de ativos e passivos – *ALM*. Faz todo o sentido para o governo, ao avaliar seus riscos, não gerenciar seus passivos sem levar em conta a estrutura e as características de seus ativos. Os ativos financeiros do governo podem variar significativamente de um país para o outro, mas em geral têm algo em comum: seu maior ativo é a capacidade, ou o direito, de cobrar impostos. Dessa forma, as características dos superávits primários futuros torna-se um fator-chave para a determinação da estrutura ótima da dívida, ou seja, do *benchmark*.

De fato, não há consenso na literatura sobre como conduzir um ALM na gestão da dívida pública, e as diferenças significativas nos balanços de cada governo contribuem para essa lacuna. No entanto, é difícil discordarmos do argumento de que não faz sentido gerenciar os passivos sem levar em consideração os ativos daquele ente.

Dessa forma, toda a análise de risco que expusemos anteriormente, assim como a elaboração do *benchmark*, poderia ser baseada em uma carteira de ativos e passivos. Existem alguns debates importantes, que extrapolam o escopo deste capítulo, sobre que ativos soberanos deveriam ser levados em conta em uma análise desse tipo. Além disso, o escopo da análise também é controverso. Assim, questões como a inclusão ou não da base monetária e de reservas naturais, por exemplo, e a abrangência mais relevante, governo central, geral ou setor público, dentre outras, permanecem passíveis de discussão. Parece-nos não haver uma resposta única para a variedade e a diversidade de países. É mais provável que a realidade de cada economia seja suficientemente relevante para requerer uma customização da abordagem de ALM.

Já há alguns anos o Tesouro Nacional tem seu arcabouço de risco e gestão da dívida pública subsidiado por uma análise de ALM. Os principais ativos financeiros do governo são levados em consideração para a construção, o acompanhamento e a projeção de uma série de indicadores de risco baseados em estoques e fluxos financeiros do governo.

Do mesmo modo, o modelo analítico de *benchmark* atualmente em uso, tal como brevemente descrito anteriormente, leva em consideração os principais ativos financeiros do governo e suas características nas simulações das diversas carteiras e suas implicações em termos de custo e risco.

4.2 O gestor de riscos e o planejamento estratégico da dívida

Como ressaltamos no capítulo anterior, outra responsabilidade importante do gestor de riscos é sua participação no planejamento estratégico da dívida, que envolve a elaboração, o monitoramento e a análise dos *trade-off*s entre diferentes estratégias de refinanciamento que podem ser implementadas pelo DMO. O processo de elaboração de uma estratégia de dívida é uma responsabilidade compartilhada entre diferentes áreas no DMO, como o *front* e *middle-offices*, por exemplo.

[33] Do inglês, *Assets and Liabilities Management – ALM*.

Uma das atribuições do gestor de riscos é identificar possíveis riscos que envolvam a implementação da estratégia de dívida e definir metas desejáveis para os indicadores de dívida, tais como estoque, prazo médio e outros. Usualmente, essas metas são estabelecidas para o final do ano[34] (planejamento de curto prazo) e para alguns anos no futuro (planejamento de longo prazo).

Outra atribuição é monitorar a implementação da estratégia para validá-la e, quando necessário, propor medidas corretivas. Para evitar inconsistências entre o planejamento da estratégia e sua implementação, algumas vezes são necessárias mudanças, oriundas mais frequentemente de variações significativas não previstas nas condições de mercado. Modificações relevantes nos cenários em geral afetam os custos e os riscos de diferentes estratégias potenciais, podendo tornar a estratégia original subótima.

Anteriormente, apresentamos alguns modos de determinar os objetivos de longo prazo para a dívida pública (*benchmark*). Nesta subseção,[35] sumarizamos a discussão já explorada no capítulo anterior de como atingir esses objetivos. Em outras palavras, abordamos o desenho da estratégia de transição e seu monitoramento.

Como dissemos anteriormente e já explorado no capítulo anterior, uma estratégia de transição deve considerar não apenas os objetivos de longo prazo, mas também as restrições de curto prazo. Silva (2005) divide esse processo de desenho, implementação e monitoramento em oito estágios, quais sejam:

1º definição de objetivos de longo prazo e diretrizes;

2º construção de cenários macroeconômicos;

3º discussão preliminar de cenários e restrições;

4º desenho da estratégia de transição e avaliação preliminar de risco;

5º definição das metas: resultados esperados;

6º análise de oportunidades e desafios para os anos vindouros;

7º execução e planejamento tático da dívida (curto prazo);

8º monitoramento e implementação da estratégia de transição (Plano Anual de Financiamento).

Apesar de participar de todas essas oito etapas, o papel do gestor de riscos é especialmente importante em três delas: definição dos objetivos de longo prazo (*benchmark*), desenho da estratégia de transição (incluindo a definição das metas para os indicadores de dívida) e monitoramento da implementação da estratégia, atividades exploradas no capítulo anterior.

5 Funções periféricas do gestor de riscos da dívida pública

Nesta seção discutimos o papel importante que gestores de risco da dívida pública podem exercer provendo exercícios mais sofisticados e acurados de dinâmica de dívida e sustentabilidade. Mais especificamente,

[34] O Tesouro Nacional publica o seu Plano Anual de Financiamento (PAF), com a estrutura corrente da dívida e as metas para o final do ano.

[35] Aqui tratamos apenas de relacionar o conteúdo desta seção (*benchmark*) com a discussão sobre o planejamento estratégico explorada no capítulo anterior. Mais detalhes em Silva (2005) e Baghdassarian (2003).

ilustramos por meio de um exercício simples como o gestor de riscos, utilizando-se de suas habilidades desenvolvidas para conduzir análises de risco e de sua informação privilegiada quanto à estratégia de refinanciamento da dívida, pode agregar valor às análises de sustentabilidade da dívida comumente elaboradas.

A questão da sustentabilidade da dívida sempre foi um assunto de destacada relevância para os formuladores de política econômica, os investidores e os acadêmicos. Apesar de as principais variáveis que impactam a trajetória da dívida serem bastante conhecidas, as análises convencionais de sustentabilidade da dívida, tipicamente baseadas em estimativas determinísticas, mostram-se limitadas em seu escopo. Entre suas principais limitações está a não incorporação de incerteza ao modelo, levando a indicadores esperados de dívida que carecem de uma medida de dispersão potencial (erro).

Recentemente, temos visto amplos esforços no sentido do desenvolvimento de técnicas de modelagem mais sofisticadas para análises de sustentabilidade da dívida.[36] Parte desse interesse crescente está certamente relacionado a uma maior atenção aos riscos associados a choques macroeconômicos e ao uso crescente de análises de sustentabilidade pelos formuladores de política econômica para definir metas fiscais visando a um controle efetivo sobre o nível de endividamento público.

O gestor de riscos da dívida pública pode agregar valor a esse debate aprimorando a modelagem dos exercícios de sustentabilidade da dívida. As ferramentas e os modelos que ele usa para medir outros tipos de riscos (como o *Cost-at-Risk*, por exemplo) podem, com algumas adaptações, ser empregados para gerar trajetórias estocásticas de dinâmica da dívida. Dessa forma, pode-se complementar os indicadores esperados de dívida comumente originados de cenários determinísticos com uma distribuição completa de probabilidades de tais indicadores.

A agregação de incerteza nas análises de sustentabilidade da dívida pode aprimorar o conjunto de conclusões que poder-se-ia extrair desse tipo de exercício, mas pode não ser condição suficiente para garantir estimativas mais precisas. Em geral, avaliações de sustentabilidade debruçam-se sobre vários períodos à frente (comumente cinco a dez anos). Durante esse período, a composição e o perfil da dívida podem mudar substancialmente e, consequentemente, sua sensibilidade a diferentes cenários e tipos de choques macroeconômicos.

Torna-se relevante, portanto, ao conduzir tais análises, utilizar premissas acerca da estratégia de refinanciamento. Nesse quesito, a posição privilegiada do gestor de riscos da dívida pública é única. Sendo um participante ativo no processo de formulação e monitoramento da implantação da estratégia de dívida, ele se torna detentor de informação privilegiada para conduzir testes de sustentabilidade, incluindo a estratégia de refinanciamento.

A importância de incluir-se a estratégia de refinanciamento é ainda maior em países que têm perfis de dívida instáveis, que estão promovendo mudanças significativas no perfil da dívida ou que têm uma proporção alta da dívida vencendo no curto prazo. Somemos a isso o fato de que é exatamente nesses países que os testes de sustentabilidade são mais relevantes.

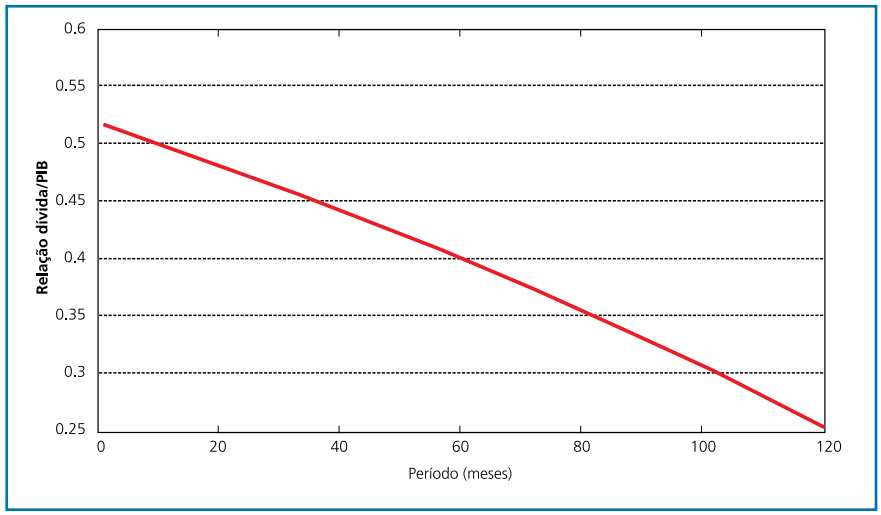
Para ilustrarmos as vantagens da inclusão de incerteza e da estratégia de refinanciamento em análises de sustentabilidade da dívida, conduzimos um exercício simples, usando dados hipotéticos. A simplicidade analítica desse exercício permite-nos abstrair as complexidades metodológicas inerentes a esse tipo de exercício e focar nos potenciais benefícios para a formulação de políticas que a agregação desses dois fatores pode gerar.

[36] Veja Barnhill (2003), Xu e Guezzi (2002), Costa, Silva e Baghdassarian (2004).

5.1 Aprimorando análises de sustentabilidade da dívida – agregando incerteza e a estratégia de refinanciamento

Começamos com algumas premissas básicas para os principais determinantes da dinâmica da dívida para um período de dez anos, quais sejam: taxas nominais de juros, inflação, crescimento do PIB e superávit primário.[37] Tomando como ponto de partida uma relação dívida/PIB de 51,70% totalmente composta de instrumentos de taxa flutuante, determinamos a trajetória dessa relação ao longo dos dez anos seguintes. Esse cenário determinístico nos permite conduzir o mais simples, embora mais usual, teste de sustentabilidade. O Gráfico 8 mostra a trajetória esperada para a relação dívida/PIB.

Gráfico 8. Trajetória esperada para a relação dívida/PIB



Essa análise é complementada, então, pela geração de trajetórias estocásticas para todas as variáveis, gerando uma distribuição das relações dívida/PIB para os diferentes horizontes nos quais conduzimos os testes.

[37] Ver o Anexo 2 para detalhes.

Gráfico 9. Distribuição das relações dívida/PIB em diferentes horizontes

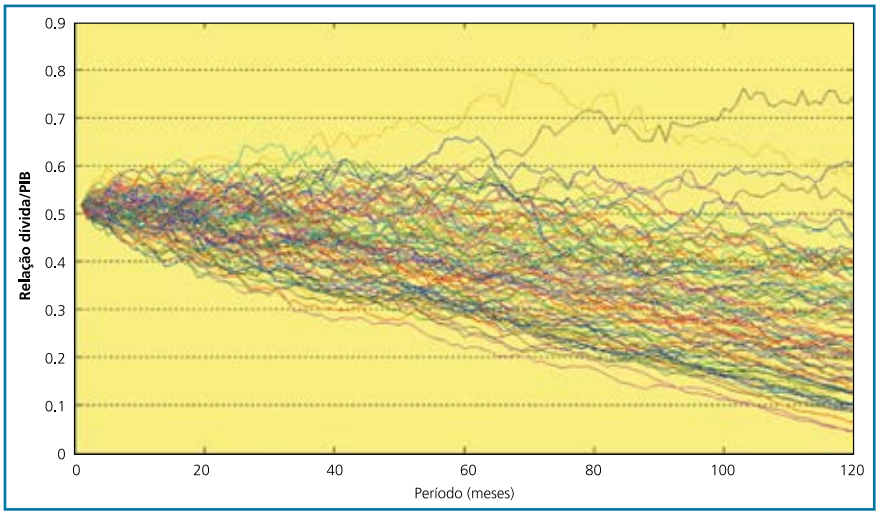


Tabela 2. Resultados determinísticos *versus* estocásticos (100% dívida flutuante)

Período	DL* média (determinística)	DL* média (estocástica)	Volatilidade	Volatilidade relativa
0	51,70%	51,70%	0,00%	0,00%
1	49,94%	49,93%	4,25%	8,50%
2	48,19%	48,09%	6,10%	12,69%
3	46,04%	46,00%	7,68%	16,69%
4	43,87%	43,78%	8,86%	20,25%
5	41,53%	41,46%	9,90%	23,89%
6	39,17%	39,16%	11,03%	28,18%
7	36,91%	36,85%	12,21%	33,12%
8	34,35%	34,26%	13,24%	38,65%
9	31,68%	31,65%	14,23%	44,97%
10	28,68%	28,39%	14,74%	51,91%

* DL = Dívida/PIB.

Note que podemos calibrar esses modelos para que reflitam os valores esperados de um cenário base. Ambas as análises nos levam a indicadores esperados (médios) similares, como explícito na Tabela 1, mas o conjunto de informação disponível para os formuladores de política econômica torna-se mais amplo com a incorporação dos cenários estocásticos.

O tomador de decisão responsável por deliberar as metas fiscais, por exemplo, pode entender melhor a margem potencial de erro que tais metas embutem em termos de dinâmica da dívida. Em outras palavras, fixando um superávit primário de 4,25% do PIB ele esperaria, baseado somente no seu cenário determinístico, que a relação dívida/PIB caísse para 41,53% em cinco anos e para 28,68% em dez anos. Paralelamente, os modelos estocásticos podem ajudá-lo a avaliar o risco de que essas relações possam se desviar de seus valores esperados. Esse exercício informaria o tomador de decisão, por exemplo, que há uma probabilidade de 95% de que a relação dívida/PIB não exceda 57,86% em dez anos.

Como mencionado anteriormente, outra dimensão importante nesses exercícios de sustentabilidade é a inclusão de "hipóteses" sobre a estratégia de refinanciamento. O fato de ter em mãos a real estratégia de dívida que o gestor pretende implantar se constitui em uma importante vantagem comparativa para o gestor de riscos da dívida pública. Os gráficos a seguir ilustram os resultados dos testes de sustentabilidade da dívida usando os mesmos cenários e simulações estocásticas dos exercícios anteriores, mas incluindo adicionalmente a estratégia de refinanciamento focada em aumentar a parcela de dívida prefixada de longo prazo.

Tabela 3. Resultados determinísticos *versus* estocásticos (incluindo a estratégia de refinanciamento)

Período	DL* média (determinística)	DL* média (estocástica)	Volatilidade	Volatilidade relativa
0	51,70%	51,70%	0,00%	0,00%
1	50,06%	50,11%	1,49%	2,98%
2	48,18%	48,22%	2,13%	4,42%
3	46,39%	46,43%	2,69%	5,80%
4	44,53%	44,58%	3,14%	7,03%
5	42,66%	42,70%	3,52%	8,23%
6	40,51%	40,55%	3,91%	9,64%
7	38,48%	38,52%	4,33%	11,23%
8	36,36%	36,40%	4,69%	12,89%
9	34,34%	34,37%	5,06%	14,73%
10	32,41%	32,44%	5,51%	16,99%

* DL = Dívida/PIB.

Gráfico 10. Trajetória esperada da relação dívida/PIB incluindo a estratégia de refinanciamento focada em aumentar a parcela de dívida prefixada de longo prazo

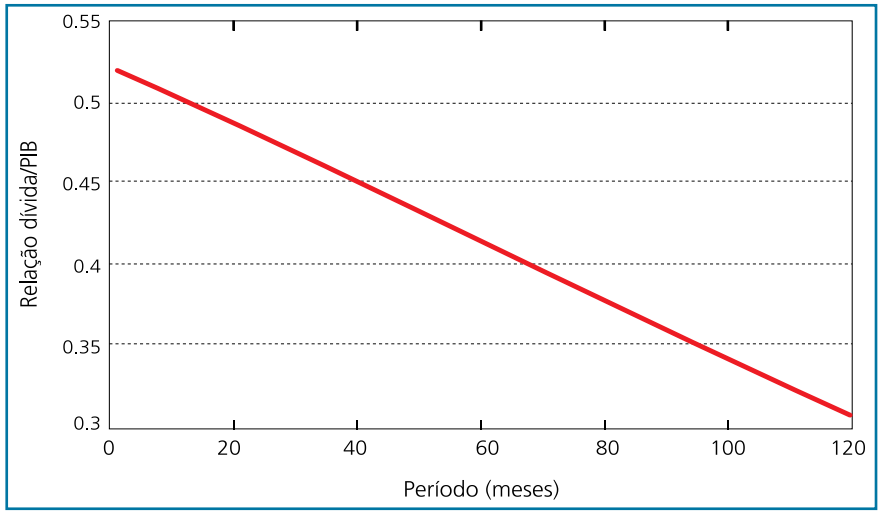


Tabela 4. Simulações incluindo e não incluindo a estratégia de refinanciamento (abordagem determinística)

Período	Sem estratégia	Com estratégia	Diferença
0	51,70%	51,70%	0,00%
1	49,94%	50,06%	-0,11%
2	48,19%	48,18%	0,02%
3	46,04%	46,39%	-0,35%
4	43,87%	44,53%	-0,66%
5	41,53%	42,66%	-1,13%
6	39,17%	40,51%	-1,34%
7	36,91%	38,48%	-1,58%
8	34,35%	36,36%	-2,01%
9	31,68%	34,34%	-2,66%
10	28,68%	32,41%	-3,72%

Gráfico 11. Distribuição da relação dívida/PIB em diferentes horizontes incluindo a estratégia de refinanciamento focada em aumentar a parcela de dívida prefixada de longo prazo

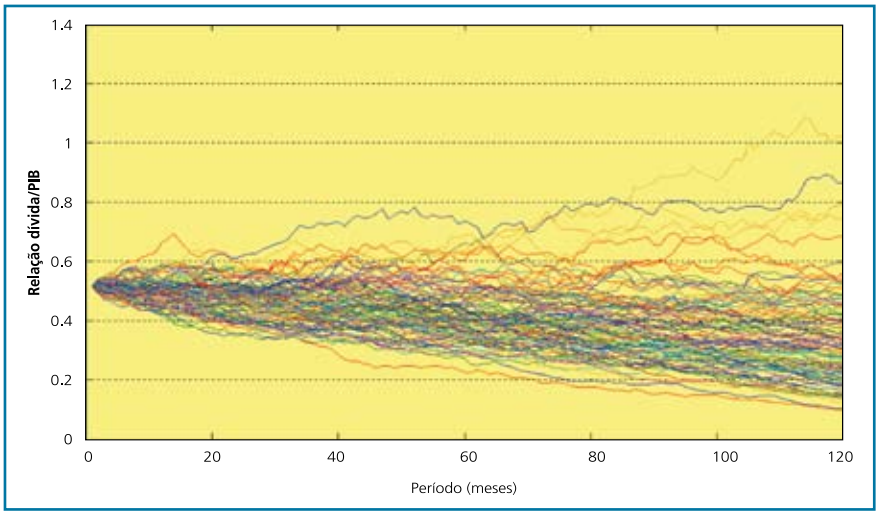


Tabela 5. Simulações incluindo e não incluindo a estratégia de refinanciamento (abordagem estocástica)

Período	Sem estratégia	Com estratégia	Diferença
0	51,70%	51,70%	0,00%
1	49,93%	50,11%	-0,18%
2	48,09%	48,22%	-0,13%
3	46,00%	46,43%	-0,44%
4	43,78%	44,58%	-0,80%
5	41,46%	42,70%	-1,24%
6	39,16%	40,55%	-1,40%
7	36,85%	38,52%	-1,67%
8	34,26%	36,40%	-2,13%
9	31,65%	34,37%	-2,72%
10	28,39%	32,44%	-4,05%

Lembremos que, no nosso exercício, a dívida original é 100% composta de instrumentos de taxa flutuante (com mudanças mensais de taxa de juros). A estratégia de refinanciamento, ao contemplar instrumentos prefixados de dez anos,[38] gera um custo maior advindo do prêmio de risco de taxa de juros cobrado pelos demandantes contraposto a uma vulnerabilidade menor da dívida a movimentos na taxa de juros.

Os resultados anteriores refletem os *trade-off*s em termos de custos e riscos envolvidos na estratégia. Notemos que a inclusão da estratégia de refinanciamento na análise fez com que o valor esperado (média) para a relação dívida/PIB em dez anos subisse de 28,68% para 32,41%. Por sua vez, a nova distribuição de relações dívida/PIB é bem menos dispersa, refletindo a redução na exposição a choques (risco). A introdução de instrumentos prefixados fez com que a dispersão relativa (razão entre um desvio-padrão e a média) diminuísse de 51,91% para 16,99%.

Poder-se-ia argumentar que o uso de modelos estocásticos com o intuito de complementar exercícios mais simples baseados em cenários determinísticos poderia levar a conclusões de mais difícil compreensão ou interpretação e muito dependentes da calibração do modelo. Nessa linha, também poderia surgir o argumento de que o uso de alguns cenários determinísticos alternativos poderia levar a uma análise mais intuitiva da sensibilidade da dívida a mudanças em seus principais determinantes.

Certos de não ser nossa intenção minimizar a importância de análises mais simples, o exercício ilustrativo que apresentamos nesta seção traz alguma luz sobre como o gestor de riscos da dívida pública pode complementar e ampliar o conjunto de informações do tomador de decisões. Apesar da relativa complexidade na elaboração de modelos de gerenciamento de risco, a apresentação de seus resultados de um modo de fácil compreensão para os tomadores de decisão não parece ser uma tarefa difícil, tendo-se tornado comum, particularmente no setor financeiro.

[38] A estratégia de refinanciamento assume que 1% da parcela flutuante vence e é trocada mensalmente pelos instrumentos prefixados de dez anos. Ao final desse período, obteremos uma composição de 100% da dívida em instrumentos prefixados.

6 Considerações finais

O objetivo deste capítulo foi descrever o processo de gerenciamento de riscos da dívida pública, apontando as principais atribuições e contribuições do gestor de riscos. Dessa forma, optamos por tentar prover uma visão geral, em vez de cobrir um ou outro tópico em detalhes, tal como técnicas de modelagem de risco.

Obviamente, a tarefa de mapear todas as atribuições do gestor de riscos da dívida pública é ambiciosa, sujeita a lacunas e críticas. Alguém sempre poderia lembrar de tópicos relevantes que foram deixados de fora. De fato, com a finalidade de cobrir o principal sem sermos exageradamente extensos, alguns assuntos relevantes, tais como o risco de passivos contingentes ou o risco de crédito, não foram abordados.[39]

Apesar dessas limitações, acreditamos que o capítulo pode servir como um guia útil àqueles que querem ter maior familiaridade com a atividade de gerenciamento de riscos da dívida pública, assim como ilustrar de forma didática e ampla como o assunto é tratado pelo Tesouro Nacional brasileiro. Ademais, em um contexto no qual DMOs de todo o mundo têm despendido atenção crescente em modernizar suas práticas de gestão de riscos, ele pode servir como um ponto de partida, haja vista dar um panorama geral das principais atividades envolvidas. Finalmente, também pode ser útil em chamar a atenção dos tomadores de decisão acerca da dívida pública em como explorar melhor as habilidades e os exercícios que podem ser providos pelos gestores de risco da dívida.

Referências

BAGHDASSARIAN, William. *Avaliação da sustentabilidade fiscal sob incerteza*. Dissertação de mestrado. 2006.

_____. *Indicadores estocásticos de risco no processo de planejamento estratégico da dívida pública. Finanças Públicas: VIII Prêmio Tesouro Nacional – 2003*. Coletânea de Monografias. Brasília: Secretaria do Tesouro Nacional, 2004.

BAGHDASSARIAN, W.; DA COSTA, C. E.; SILVA, A. C. D. *Assessing three models for the analysis of debt sustainability*. Tesouro Nacional, 2004.

BARRO, Robert J. Are government bonds net wealth? *Journal of Political Monetary Economics*, v. 82, p. 1095-1118, 1974.

BERGSTRÖM, Pal; HOLMLUND, Anders. *A simulation model framework for government debt analysis*. 2000.

BOLDER, David J. *Towards a more complete debt strategy simulation framework*. Bank of Canada Working Paper, 2002. p.13.

BONOMO, M.; COSTA, C.; ROCQUE, E.; SILVA, A. *A new framework for debt management in Brazil*. 2003.

CABRAL, R. S. V. *Tópicos em finanças e dívida pública: prêmio de risco, expectativas, benchmark e cláusulas de ação coletiva*. Tese de doutorado, Universidade de Brasília, 2004.

_____. *Benchmark para a dívida pública: duas propostas alternativas.* Trabalho apresentado no V Encontro Brasileiro de Finanças, jun., 2005. Sociedade Brasileira de Finanças.

CABRAL, R. S. V.; LOPES, M. *Benchmark para a dívida pública: duas propostas alternativas. Finanças públicas: IX Prêmio Tesouro Nacional 2004*. Brasília: Tesouro Nacional, 2005.

[39] A abordagem de *contingent claims*, explorada pelo FMI, veja Gapen e Gray (2005) e Barnhill (2003), é metodologia interessante a ser explorada.

DANMARK NATIONAL BANK. *Danish government borrowing and debt 2001*. 2001.

GAPEN, M. T.; GRAY, D. F.; LIM, C. H.; XIAO, Y. *Measuring and analysing sovereign risk with contingent claims*. Working Paper, april 2005. International Monetary Fund (IMF).

GRANGER, Rita. *Benchmarking for public debt management: the case of Portugal*. Seção Plenária 4. Trabalho apresentado no Second Sovereign Debt Management Forum, World Bank, 1999.

GUIDELINES FOR PUBLIC DEBT MANAGEMENT. *Accompanying document and selected case studies.* International Monetary Fund and The World Bank, 2003.

_____. International Monetary Fund and The World Bank, 2001.

LOPES, M. *Composição ótima para a dívida pública: uma análise macroestrutural*. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, 2003.

MEDEIROS, Otavio L.; CABRAL, Rodrigo S. V.; BAGHDASSARIAN, Wiliam; ALMEIDA, Mario Augusto. *Public debt strategic planning and benchmark composition*. Paper presented in Inter-American Development Bank, October 2005.

NARS, K. *Excellence in Debt Management: the strategies of leading international borrowers*. Euromoney Publications, 1997.

MENDOZA, E.; OVIEDO, P. *Public debt sustainability under uncertainty*. Inter-American Development Bank, 2003.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. Secretaria do Tesouro Nacional. Plano Anual de Financiamento, janeiro de 2006.

OECD. *OECD Studies in Risk Management.* OECD, 2006.

SILVA, Anderson C. *Strategic planning of the brazilian public debt: the process to design a debt management strategy.* Paper presented in The World Bank, December 2005.

XU, D.; GUEZZI, P. *From fundamentals to spreads: a fair spread model for High Yield EM Sovereigns*. Global Markets Research – Deutsche Bank, May 2002.

Anexo 1. O sistema Gerir

O sistema Gerir é um importante instrumento na gestão da dívida pública brasileira, já que permite aos gestores avaliar diferentes estratégias e seus *trade-off*s envolvidos. Além disso, os provê de ferramentas sofisticadas para analisar a dívida em um ambiente probabilístico (CaR, CfaR, BaR e VaR).

É um sistema muito flexível em termos de simulação de estratégias (emissões, *buy-backs*, trocas etc.), assim como bastante poderoso na geração de indicadores gerenciais (estoque, prazo médio do estoque, prazo médio de novas emissões, perfil de maturação, duração, composição etc.).

Seu desenvolvimento começou em 2001 e foi finalizado em 2003, tornando-se parte relevante no processo de desenho de estratégias. Nos anos subsequentes, sofreu alguns aprimoramentos para torná-lo mais acessível aos usuários finais e permitir novas funcionalidades. As figuras a seguir apresentam algumas telas do sistema para dar uma ideia de sua flexibilidade e aplicação.

Figura 1. Gerir – tela inicial

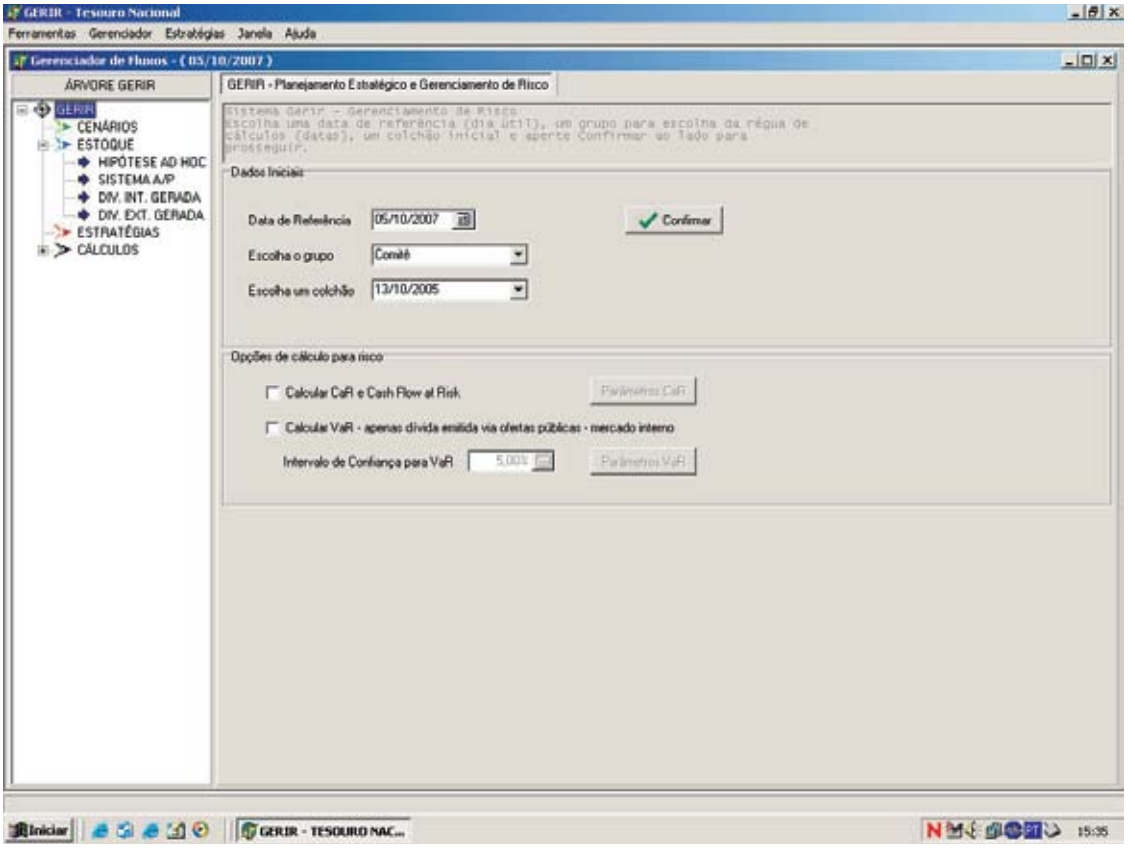


Figura 2. Gerir – entrada de cenários

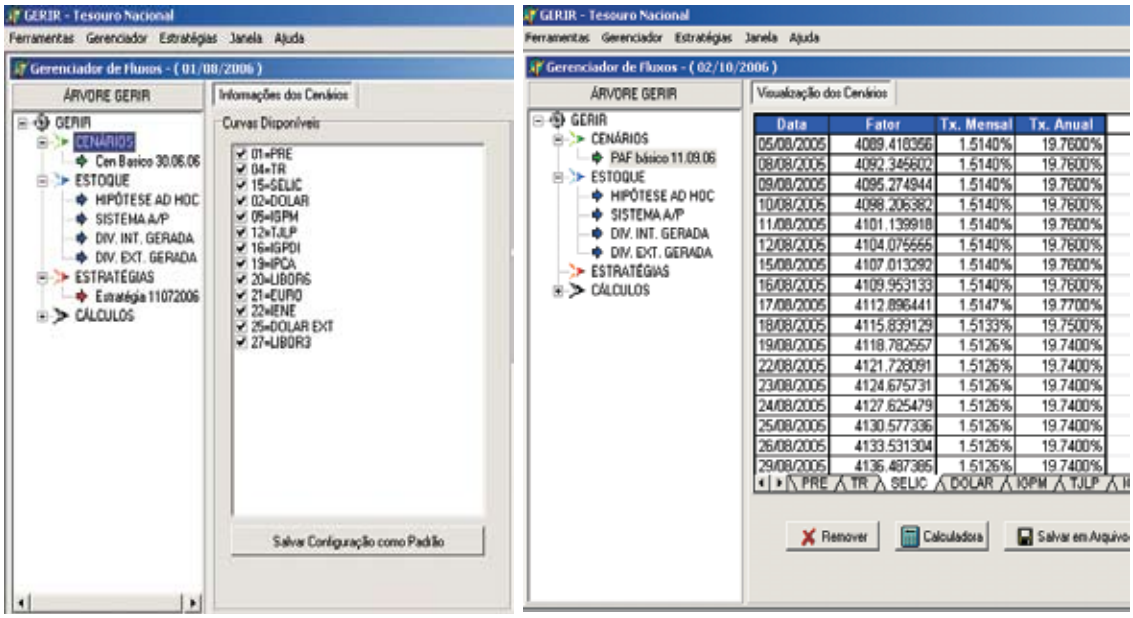


Figura 3. Gerir – seleção da carteira

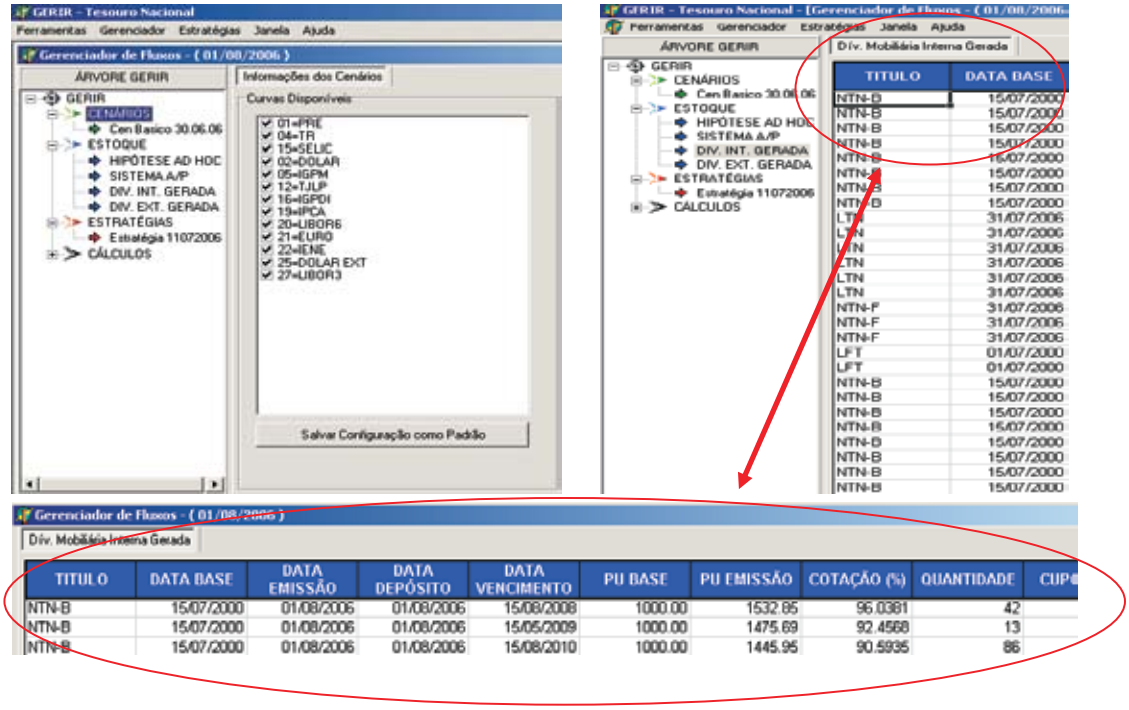


Figura 4. Gerir – estratégias de emissão

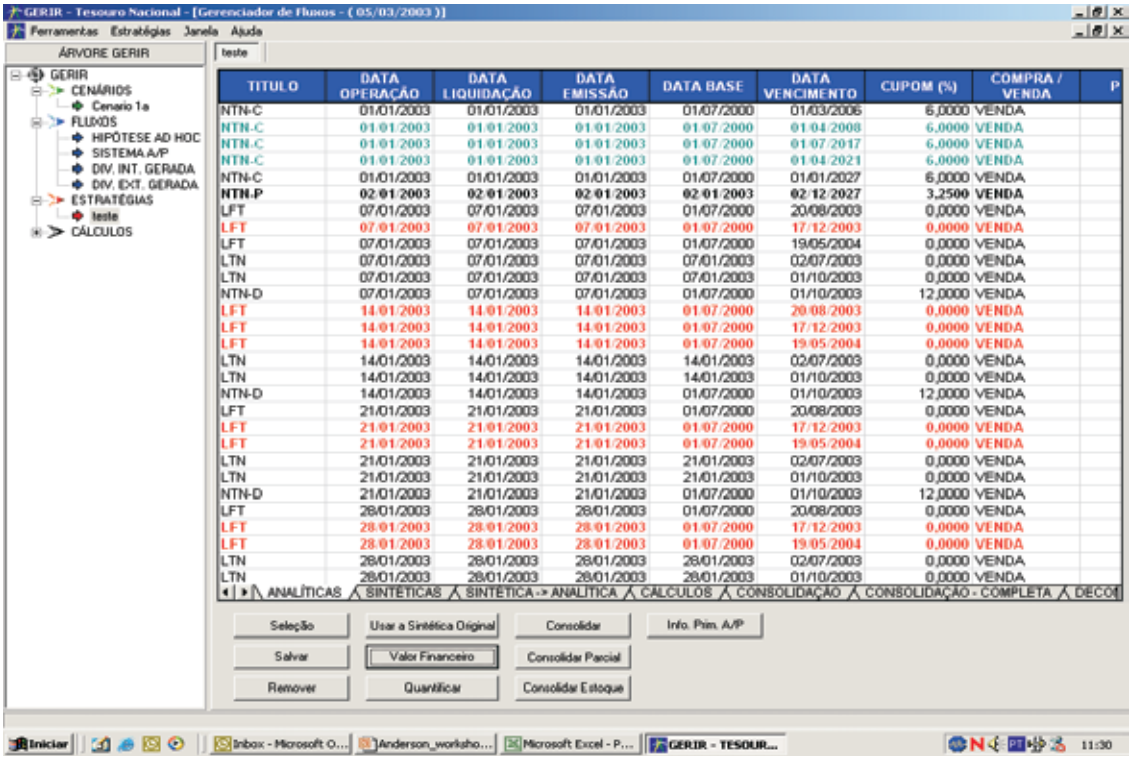


Figura 5. Gerir – produtos gerados

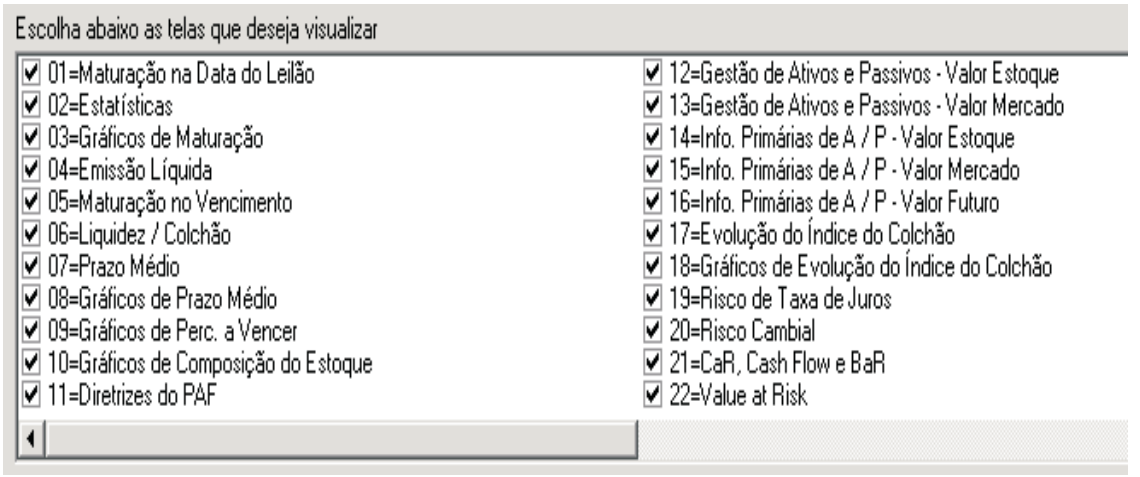


Figura 6. Gerir – perfil de maturação

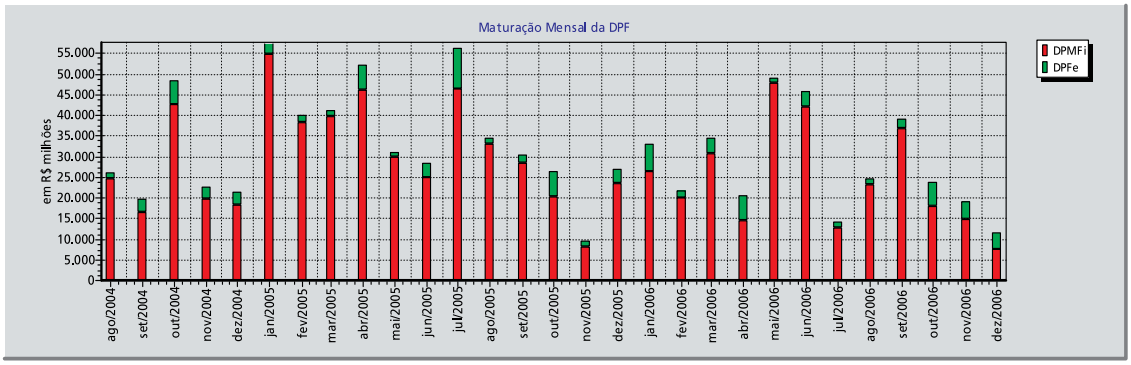
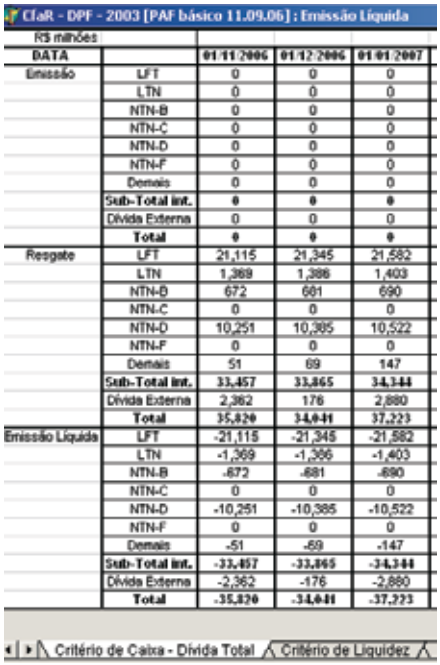


Figura 7. Gerir – liquidez, prazo médio e sensibilidade à taxa de juros



CfaR - DPF - 2003 [PAF básico 11.09.06] : Emissão Líquida

R$ milhões

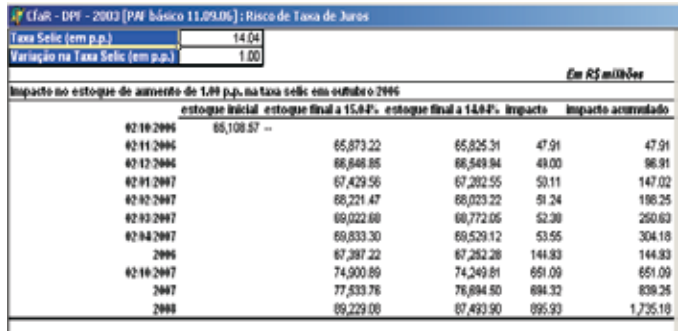
DATA		01/11/2006	01/12/2006	01/01/2007
Emissão	LFT	0	0	0
	LTN	0	0	0
	NTN-B	0	0	0
	NTN-C	0	0	0
	NTN-D	0	0	0
	NTN-F	0	0	0
	Demais	0	0	0
	Sub-Total int.	0	0	0
	Dívida Externa	0	0	0
	Total	0	0	0
Resgate	LFT	21,115	21,345	21,582
	LTN	1,369	1,386	1,403
	NTN-B	672	681	690
	NTN-C	0	0	0
	NTN-D	10,251	10,385	10,522
	NTN-F	0	0	0
	Demais	51	69	147
	Sub-Total int.	33,457	33,865	34,344
	Dívida Externa	2,362	176	2,880
	Total	35,820	34,041	37,223
Emissão Líquida	LFT	-21,115	-21,345	-21,582
	LTN	-1,369	-1,386	-1,403
	NTN-B	-672	-681	-690
	NTN-C	0	0	0
	NTN-D	-10,251	-10,385	-10,522
	NTN-F	0	0	0
	Demais	-51	-69	-147
	Sub-Total int.	-33,457	-33,865	-34,344
	Dívida Externa	-2,362	-176	-2,880
	Total	-35,820	-34,041	-37,223

Critério de Caixa - Dívida Total | Critério de Liquidez

CfaR - DPF - 2003 [PAF básico 11.09.06] : Prazo Médio

	Bradies	Globais	Euros	Ienes	Mobiliária	Contratual	Total
nov/2006	38.73	82.13	43.26	0.00	75.98	0.00	75.98
dez/2006	37.73	81.91	47.21	0.00	76.84	0.00	76.84
jan/2007	36.70	81.03	46.16	0.00	75.89	0.00	75.89
jan/2008	32.00	80.39	43.72	0.00	75.28	0.00	75.28

Prazo Médio de Emissão da Dívida Interna | Prazo Médio de Estoque da Dívida Interna



CfaR - DPF - 2003 [PAF básico 11.09.06] : Risco de Taxa de Juros

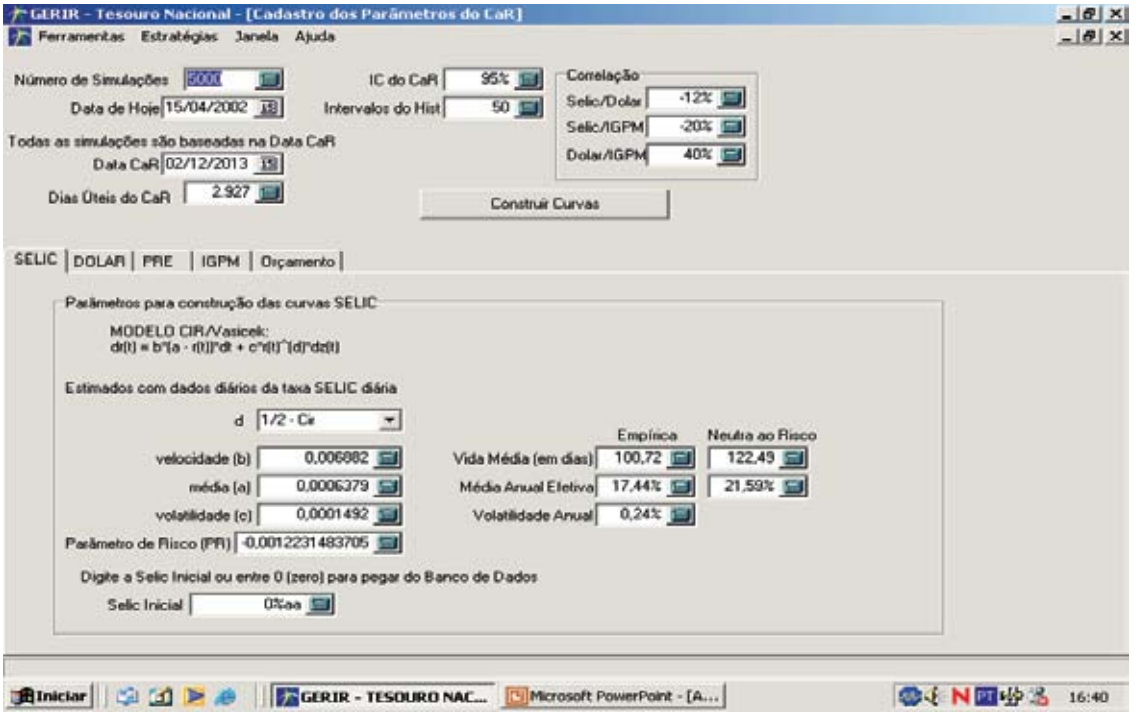
Taxa Selic (em p.p.)	14.04
Variação na Taxa Selic (em p.p.)	1.00

Em R$ milhões

Impacto no estoque de aumento de 1.00 p.p. na taxa selic em outubro 2006

	estoque inicial	estoque final a 15.04%	estoque final a 14.04%	impacto	impacto acumulado
02/10/2006	65,108.57	--			
02/11/2006		65,873.22	65,825.31	47.91	47.91
02/12/2006		66,648.85	66,549.94	49.00	96.91
02/01/2007		67,429.56	67,282.55	50.11	147.02
02/02/2007		68,221.47	68,023.22	51.24	198.25
02/03/2007		69,022.68	68,772.05	52.38	250.63
02/04/2007		69,833.30	69,529.12	53.55	304.18
2006		67,397.22	67,252.28	144.93	144.93
02/10/2007		74,900.89	74,249.81	651.09	651.09
2007		77,533.76	76,894.50	694.32	839.25
2008		89,229.08	87,493.90	895.93	1,735.18

Figura 8. Gerir – modelos estocásticos



Anexo 2. Simulações da dívida pública: exercício da seção 5

Geralmente, os exercícios de sustentabilidade consideram cenários macroeconômicos determinísticos e algumas hipóteses acerca do superávit primário e senhoriagem. Entretanto, há, no mínimo, dois outros aspectos que deveriam ser considerados para se obter estimativas mais acuradas. O primeiro diz respeito à incerteza acerca dos cenários; e o segundo, quanto à composição da dívida pública.

Apesar de termos apresentado uma breve discussão sobre esses tópicos na seção 3, não discutimos aspectos técnicos com respeito ao modelo. Assim, o objetivo deste anexo é apresentar a metodologia, as hipóteses e os parâmetros usados na seção 3 para ilustrar as consequências da incerteza e do processo de refinanciamento sobre os exercícios de sustentabilidade.

Basicamente, fazemos quatro simulações. A primeira pode ser considerada cenário de referência, já que não engloba incerteza nem estratégia de refinanciamento. No segundo exercício, inserimos incerteza, mas ainda não contemplamos uma estratégia de refinanciamento. Usamos um cenário determinístico para avaliar o impacto da estratégia de refinanciamento na terceira simulação. Finalmente, o quarto exercício considera não apenas a estratégia de refinanciamento, mas também a incerteza.

Antes de detalharmos os exercícios, é importante apresentar o arcabouço geral usado para incluir a incerteza nas simulações. Basicamente, utilizamos simulações de Monte Carlo para gerar milhares de cenários macroeconômicos. O modelo CIR (Cox-Ingersoll-Ross) foi utilizado para gerar os cenários de taxa de juros e o Movimento Browniano Geométrico[40] para o PIB e a inflação.

[40] Ver Baghdassarian (2006) para mais detalhes sobre esses modelos.

Além desses modelos, usamos o modelo tradicional de Blanchard para simular a evolução da dívida, como a equação a seguir ilustra:

$$d_t = \left(\frac{1+r}{1+n}\right).d_{t-1} - (t_t - g_t) - \frac{M_t - M_{t-1}}{p_t * PIB} \quad , \tag{9}$$

em que:

d_t – dívida líquida em t, como proporção do PIB;

r – taxa de juros real;

n – taxa de crescimento real do PIB;

t_t – impostos, como proporção do PIB;

g_t – despesas, como proporção do PIB;

M_t – base monetária em t;

p_t – nível corrente de preços;

PIB – produto interno bruto.

Um ponto de destaque é que todos os modelos foram calibrados para refletir expectativas de longo prazo e não níveis correntes. Se tivéssemos adotado níveis correntes, outras discussões periféricas provavelmente teriam surgido.

O primeiro exercício considera uma abordagem determinística para a geração de cenários e mantém uma composição de 100% da dívida em títulos com taxa flutuante. Além disso, tem como hipóteses um superávit primário de 4,25% do PIB, inflação anual em torno de 3%, taxa de juros nominal em torno de 11% a.a. e nível inicial da relação dívida líquida/PIB em 51,7%. Com esses parâmetros, traçamos a evolução da dívida líquida para os próximos dez anos. Uma hipótese relevante é que toda a dívida com taxas flutuantes vincenda é refinanciada com dívida com taxas flutuantes também.

O segundo exercício é muito similar ao primeiro, mas em vez de um cenário determinístico, utilizamos mil diferentes cenários para analisar a incerteza em torno das conclusões da primeira simulação. A Tabela 7 apresenta a evolução da dívida líquida tanto no caso determinístico como no caso estocástico. Neste último caso, usamos a média e o desvio-padrão para expressar os resultados.

Tabela 6. Cenários determinísticos *versus* estocásticos (sem estratégia de refinanciamento)

Período	DL média (determinística)	DL média (estocástica)	Volatilidade	Volatilidade relativa
0	51,70%	51,70%	0,00%	0,00%
1	49,94%	49,93%	4,25%	8,50%
2	48,19%	48,09%	6,10%	12,69%
3	46,04%	46,00%	7,68%	16,69%
4	43,87%	43,78%	8,86%	20,25%
5	41,53%	41,46%	9,90%	23,89%
6	39,17%	39,16%	11,03%	28,18%
7	36,91%	36,85%	12,21%	33,12%
8	34,35%	34,26%	13,24%	38,65%
9	31,68%	31,65%	14,23%	44,97%
10	28,68%	28,39%	14,74%	51,91%

Além da Tabela 7, os Gráficos 15 e 16 mostram a evolução mensal do crescimento nominal do PIB e da taxa de juros nominal no ambiente estocástico (em termos médios).

Gráfico 12. Crescimento nominal do PIB

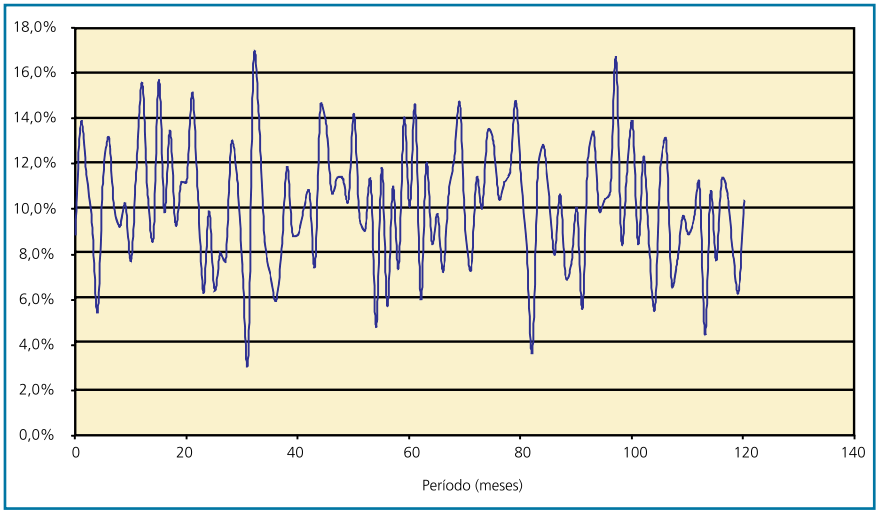
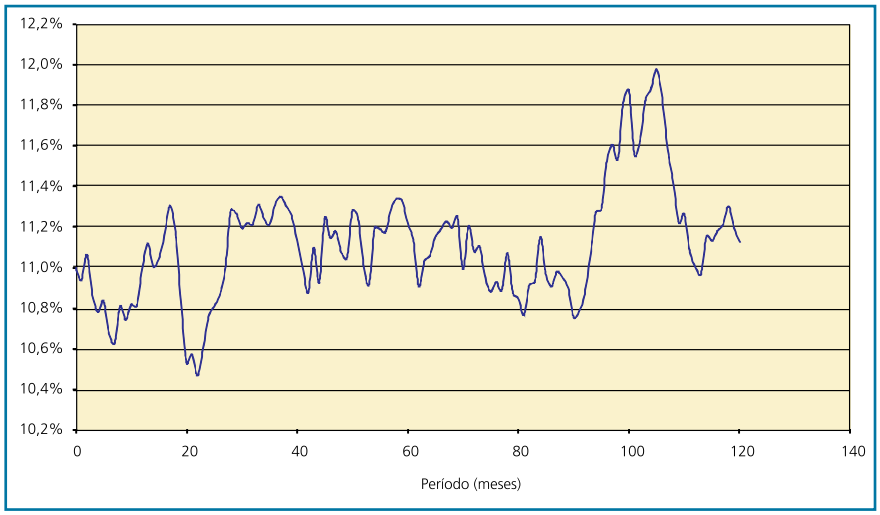


Gráfico 13. Evolução da taxa de juros nominal



No terceiro e no quarto exercícios, em vez de usarmos uma carteira fixa (100% de dívida flutuante), consideramos o efeito do refinanciamento sobre a evolução da dívida líquida. Novamente, há uma abordagem determinística e outra estocástica para avaliar os resultados.

Utilizamos as mesmas hipóteses macroeconômicas do primeiro exercício, mas adotamos uma estratégia de mudança na composição da dívida, com a parcela prefixada crescendo 1% ao mês. A Tabela 8 mostra a evolução da dívida líquida nessa simulação.

Tabela 7. Cenários determinísticos *versus* estocásticos (com estratégia de refinanciamento)

Período	DL* média (determinística)	DL* média (estocástica)	Volatilidade	Volatilidade relativa
0	51,70%	51,70%	0,00%	0,00%
1	50,06%	50,11%	1,49%	2,98%
2	48,18%	48,22%	2,13%	4,42%
3	46,39%	46,43%	2,69%	5,80%
4	44,53%	44,58%	3,14%	7,03%
5	42,66%	42,70%	3,52%	8,23%
6	40,51%	40,55%	3,91%	9,64%
7	38,48%	38,52%	4,33%	11,23%
8	36,36%	36,40%	4,69%	12,89%
9	34,34%	34,37%	5,06%	14,73%
10	32,41%	32,44%	5,51%	16,99%

Como esperado, a estratégia que considera apenas dívida flutuante é menos custosa que aquela com títulos prefixados. Se considerarmos dois desvios-padrão, enquanto a estratégia com prefixados pode levar a dívida a valores próximos de 43,5% do PIB, no caso da estratégia apenas com dívida flutuante esse valor pode chegar a 57,9%. Assim, dependendo da aversão ao risco, 2,8% não é caro para proteger a dívida contra um potencial aumento de quase 14% do PIB.

Anexo 3. Um *benchmark* para a dívida pública em um contexto de *ALM*

Nos últimos anos, o Tesouro Nacional brasileiro vem trabalhando em um arcabouço analítico de *ALM* para analisar e identificar qual deveria ser a composição almejada da dívida pública no longo prazo, o chamado *benchmark*.

Como dito anteriormente, esse tópico foi alvo de crescente atenção nos últimos anos por parte dos governos, dos organismos multilaterais e acadêmicos. No entanto, não há consenso na literatura sobre a metodologia apropriada.

Recentemente, o Tesouro brasileiro empenhou um grande esforço para construir um arcabouço de gerenciamento de riscos no estado da arte e para desenvolver modelos analíticos que subsidiassem a definição de um *benchmark* para a dívida pública. Tais modelos constituem-se em ferramenta importante nas mãos dos tomadores de decisão, tornando possível determinar a estrutura de dívida desejada pelo governo, baseada nas suas preferências de custo e risco.

Em resumo, o *benchmark* é uma estrutura ótima de longo prazo usada para guiar as estratégias de financiamento de curto e médio prazos. É um importante instrumento de gerenciamento de riscos e planejamento estratégico. Em um estado estacionário, indica composições eficientes de dívida do ponto de vista do *trade-off* entre custo e risco. Baseado nas informações geradas pelo modelo, o gestor da dívida é capaz também de avaliar a *performance* das operações de financiamento, incluindo tanto as novas emissões quanto aquelas exclusivas para gerenciamento de risco.

1 Notas metodológicas

Uma primeira discussão importante diz respeito ao conceito apropriado de dívida para se trabalhar em um contexto de ALM. O Tesouro Nacional, de fato, tem controle direto sobre a Dívida Pública Federal, que engloba toda a dívida mobiliária emitida pelo Tesouro domesticamente e no mercado internacional, assim como toda a dívida contratual do governo federal. No entanto, o indicador mais usado por analistas e investidores é a razão entre a Dívida Líquida do Setor Público e o PIB (DLSP/PIB). Esse é o conceito mais abrangente de dívida, já que compreende todo o endividamento líquido do setor público, englobando o governo federal (incluindo o INSS), o Banco Central, os governos estaduais e municipais e as empresas estatais dependentes.

O modelo de *benchmark* brasileiro considera a razão DLSP/PIB como o conceito mais relevante. Essa visão é baseada na ideia de que em uma análise intertemporal da restrição orçamentária do governo todos os ativos e passivos governamentais devem ser levados em conta para se avaliar sua situação fiscal. Portanto, o modelo se insere em um contexto de ALM.[41]

Finalmente, o modelo de *benchmark* pressupõe que a economia já esteja em estado estacionário, o que significa que todas as variáveis relevantes estão em seus valores de equilíbrio de longo prazo, o que parece ser coerente com a busca de uma composição ótima, ideal, de longo prazo, a ser perseguida. Nosso cenário estacionário compreende as seguintes características: ambiente econômico estável, reduzida vulnerabilidade fiscal, grau de investimento, taxas de juros domésticas compatíveis com níveis internacionais, inflação sob controle e crescimento econômico sustentável. Espera-se que esse cenário, de modo completo, seja atingido nos próximos anos, de forma que a análise ocorresse desse ponto em diante.

[41] De fato, a maioria dos analistas econômicos e participantes de mercado considera a relação DLSP/PIB o indicador mais relevante de sustentabilidade da dívida, seguidos por organismos internacionais e agências de *rating.*

2 O modelo estocástico

2.1 Cenários

O custo do carregamento da dívida é determinado pela evolução dos seus indicadores, isto é, as diferentes taxas de juros, câmbio e inflação. Dada nossa abordagem financeira estocástica, cada variável relevante é determinada por um processo estocástico específico, sendo descritos a seguir.

Um modelo CIR[42] é usado para a taxa de juros de curto prazo (Selic), pertencendo à classe de modelos de equilíbrio de um fator. Em outras palavras, o processo (neutro ao risco) da taxa de juros pode ser escrito como:

$$dJ_t = \alpha(J^* - J_t)dt + \sigma_1\sqrt{J_t}dz_t^1 \quad (1)$$

em que:

- J_t – taxa de juros (Selic) no instante t;
- α – parâmetro da velocidade de reversão à média;
- J^* – média da taxa de juros de longo prazo;
- σ_1 – volatilidade da taxa de juros;
- dz_t^1 – processo de Wiener.

O índice de preços segue um movimento browniano geométrico:

$$dI_t = \mu I_t dt + \sigma_3 I_t dz_t^3 \quad (2)$$

em que:

- I_t – índice de preços no instante t;
- μ_t – taxa média de crescimento do índice de preços;
- σ_3 – volatilidade do índice de preços;
- dz_t^3 – processo de Wiener.

Para a taxa de câmbio real, adotamos um modelo CKLS[43] com o expoente da taxa de câmbio no termo de volatilidade sendo igual a um. Tal processo é descrito como:

$$dC_t = \beta(C^* - C_t)dt + \sigma_2 C_t^{\gamma} dz_t^2 \quad (3)$$

[42] Modelo Cox-Ingersoll-Ross. Ver Hull (1998).
[43] O modelo CKLS (Chan-Karolyi-Longstaff-Sanders) é uma generalização do modelo CIR.

em que: C_t – taxa de câmbio real no instante *t*;

β – velocidade de reversão à média;

C^* – média de longo prazo da taxa de câmbio real;

σ_2 – volatilidade da taxa de câmbio real;

dz_t^3 – processo de Wiener.

O custo de carregamento da dívida cambial, no entanto, depende não da taxa real, mas sim da taxa nominal de câmbio. Entretanto, é possível obter a taxa nominal da taxa real desde que tenhamos os índices de preço doméstico e externo. O primeiro nós já temos; quanto ao índice de preços externo, obtemos do seguinte processo determinístico:

$$dI_t^e = \mu^e I_t^e dt \tag{4}$$

em que: I_t^e – índice de preços externo no instante *t*;

μ^e – taxa de crescimento do índice de preços externo.

A taxa de câmbio nominal pode, por definição, ser calculada como:

$$N_t = \frac{I_t}{I_t^e} C_t \tag{5}$$

Aplicando o Lema de Itô a esta última equação e utilizando o processo de difusão da taxa de câmbio real e os índices de preço interno e externo, podemos obter o processo da taxa de câmbio nominal.

Cada um dos três processos primitivos (taxa de juros, câmbio real e inflação) tem um termo estocástico caracterizado por um processo de Wiener. No entanto, na prática, essas variáveis são correlacionadas. As relações econômicas entre essas variáveis tornaria difícil, por exemplo, imaginarmos uma situação em que todas elas aumentam de valor simultaneamente ao longo do tempo. Dessa forma, no intuito de acrescentar alguma consistência macroeconômica ao modelo, é razoável postularmos alguma estrutura de correlação entre elas, e fazemos isso aplicando o método de decomposição de Cholesky para criar números (pseudo) aleatórios correlacionados.

2.2 Preço dos títulos

O custo de carregamento da dívida depende do custo de emissão de cada instrumento. Consideramos, segundo suas características de remuneração, quatro tipos de instrumentos, atualmente utilizados pelo Tesouro brasileiro: a taxa prefixada de emissão, no caso das LTNs e NTN-Fs, o cupom de juros adicionado à inflação,

no caso das NTN-Bs, a taxa Selic no caso das LFTs (taxa flutuante) e o cupom de juros adicionado à taxa de variação cambial no caso dos títulos externos.

As LFTs, títulos flutuantes, pagam exatamente a taxa de juros *overnight* composta sobre o período do título. Utilizamos a hipótese de que ela é sempre vendida ao par, ou seja, a um preço igual ao seu valor de face. Assim, seu custo *ex-post* será a taxa de juros composta no período.

Como as LTNs/NTN-Fs são títulos prefixados, seu custo de carregamento será obviamente a taxa às quais foram emitidos. O preço do título prefixado é calculado de acordo com o modelo CIR, usando a fórmula da equação (7) a seguir:

$$P(t,T) = A(t,T)e^{-B(t,T)J} \tag{7}$$

em que:

$$B(t,T) = \frac{2(e^{\gamma(T-t)} - 1)}{(\gamma + a + \lambda)(e^{\gamma(T-t)} - 1) + 2\gamma}$$

$$A(t,T) = \left[\frac{2\gamma e^{(a+\gamma+\lambda)(T-t)/2}}{(\gamma + a + \lambda)(e^{\gamma(T-t)} - 1) + 2\gamma} \right]^{2a J^{*}_{1} / \sigma_1^2}$$

$$\gamma = \sqrt{(a+\lambda)^2 + 2\sigma^2}$$

$$R(t,T) = -\frac{1}{T-t}\ln A(t,T) + \frac{1}{T-t}B(t,T)r(t)$$

O λ é conhecido como parâmetro de prêmio de risco e sua função aqui é ajustar a curva de juros do modelo àquela do estado estacionário. Teoricamente, esse parâmetro é essencial para uma precificação neutra ao risco.

O preço dos títulos indexados à inflação e ao câmbio é uma função dos títulos prefixados de prazo equivalente. No primeiro caso, o cupom de uma emissão doméstica de um título indexado à inflação ($C_{\text{inflação}}$) corresponde à taxa de um título prefixado de maturidade equivalente ajustada para descontar a inflação esperada, como podemos ver na relação seguinte:

$$C_{\text{inflação}}(t,T) = \frac{R(t,T)}{(1+\mu)} \tag{8}$$

De modo semelhante, o cupom de um título indexado ao câmbio (C_{FX}) corresponde à taxa de um título de maturidade semelhante ajustado pela variação esperada da taxa de câmbio (Δ):

$$C_{FX}(t,T) = \frac{R(t,T)}{(1+\Delta)} \tag{9}$$

Além da inflação esperada ou da variação esperada da taxa de câmbio, o preço de tais títulos é ainda ajustado por um prêmio de risco. Tal prêmio representa quanto a taxa de um título indexado à inflação ou ao câmbio deve ser menor relativamente a um prefixado de maturidade equivalente. Em outras palavras, cada prêmio representa a redução aplicada à taxa prefixada em reais para obter a taxa prefixada de uma emissão externa ou, alternativamente, o cupom de uma emissão indexada a preços, excluídas as variações esperadas de inflação e câmbio.

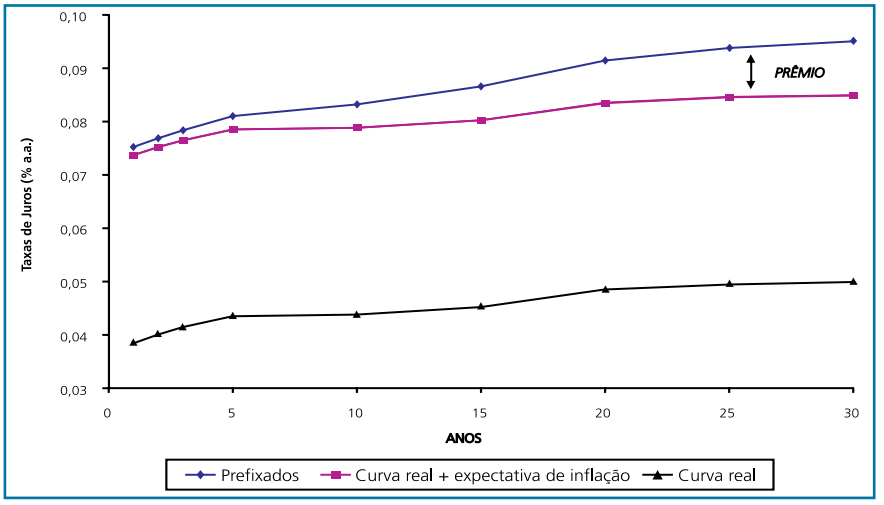
Esses prêmios são inseridos no modelo por meio do procedimento de Nelson-Siegel, o qual associa um prêmio (P) ao prazo (T) dados os parâmetros b_0, b_1, b_2 e k, como na fórmula abaixo:

$$P = \beta_0 + (\beta_1 + \beta_2 \cdot T) \cdot e^{-kT} \tag{10}$$

No caso dos títulos indexados a preços, faz sentido considerar que os prefixados pagam um prêmio sobre eles, já que o investidor que adquire tais títulos está protegido contra a inflação esperada. Quanto aos títulos externos, também é razoável conceber um prêmio positivo teórico dos títulos prefixados em reais em relação aos prefixados em dólares ou euros, já que o investidor terá proteção contra a volatilidade das flutuações no preço em reais.

A aplicação do procedimento de Nelson-Siegel é mais bem entendida ao se analisarem as curvas de juros externas, resultantes da curva doméstica prefixada menos os prêmios de Nelson-Siegel e as variações esperadas na taxa de câmbio. Da mesma forma, a curva de cupom de inflação é computada como a curva prefixada menos a inflação esperada e o prêmio de Nelson-Siegel.

Gráfico 14. Prêmios de Nelson-Siegel



Vimos, portanto, como o modelo gera a evolução das principais variáveis macroeconômicas (taxa de juros, inflação e câmbio), assim como o preço de emissão de cada tipo de título. É possível agora derivar a dinâmica da dívida e calcular o custo de carregamento para uma dada composição de dívida qualquer.

2.3 Custo de carregamento da dívida

Como assumimos por hipótese que as LFTs são vendidas ao par, seu custom de carregamento é simplesmente a taxa Selic no período:

$$R_t^{LFT} = J_t \tag{11}$$

O custo de carregamento das LTNs/NTN-Fs em cada período é uma média ponderada dos custos de emissão de todos os prefixados que estão no estoque da dívida. É computado como:

$$R_t^{LTN} = \sum_{s=0}^{n} \omega_{t-s} r_{t-s} \tag{12}$$

em que ω_{t-s} é o percentual em t de dívida prefixada emitida em (t – s) e r_{t-s} é o custo de emissão do prefixado em (t – s).[44]

Para os títulos indexados a câmbio, o custo de carregamento é composto pela evolução da taxa de câmbio nominal e pela taxa ponderada do cupom daqueles títulos que estão no estoque. Essa média dos cupons R_t^C é calculada de modo semelhante:

$$R_t^C = \sum_{s=0}^{n} \omega_{t-s}^{C} r_{t-s}^{c} \tag{13}$$

em que ω_{t-s}^{C} é o percentual em t da dívida cambial emitida em (t – s) e r_{t-s}^{c} é a taxa do cupom do título emitido em (t – s).

Assim, o custo de carregamento dos títulos indexados ao câmbio é dado por:

$$R_t^{FX} = \left[1 + \frac{dN_t}{N_t}\right](1 + R_t^C) - 1 \tag{14}$$

O caso dos títulos indexados à inflação (NTN-B) é bastante similar aos títulos indexados ao câmbio. O cupom de juros em cada período, R_t^I, é também calculado como uma média ponderada das taxas de cupons que estão em estoque:

$$R_t^I = \sum_{s=0}^{n} \omega_{t-s}^{i} r_{t-s}^{i} \tag{15}$$

[44] Cada mês, 1/12 do estoque inicial de prefixados de um ano matura, e então é substituído por uma nova emissão. Assim, o peso típico de uma emissão de um prefixado de um ano é 1/12. Para um título de cinco anos, o peso será, do mesmo modo, 1/60.

em que ω_{t-s}^{i} representa o percentual em t da dívida indexada a preços emitida em (t – s) e r_{t-s}^{i} é a taxa do cupom do título emitido em (t – s).

O custo de carregamento das NTN-Bs é dado por:

$$R_t^{NTN\text{-}B} = 1 + \frac{dI_t}{I_t}\left(1 + R_t^I\right) - 1 \tag{16}$$

Assim, para uma dada composição de dívida, seu custo de carregamento total é dado pela média ponderada do custo de carregamento de cada tipo de título, como derivado anteriormente. Em outras palavras:

$$R_t^D = \lambda_{LFT} R^{LFT} + \lambda_{LTN} R^{LTN} + \lambda_{FX} R^{FX} + \lambda_{NTN\text{-}B} R^{NTN\text{-}B} \tag{17}$$

em que R_t^D é o custo de carregamento da carteira de dívida e $\lambda_{LFT}, \lambda_{LTN}, \lambda_{NTN-D}, \lambda_{NTN-C}$ representam a parcela de cada tipo de título na composição de dívida dada.[45]

3 A dinâmica da dívida

Dado o custo de carregamento da dívida expresso pela equação (17), o estoque atual da DPF, a variação da base monetária (ΔM_t) e o superávit primário (sp_t), é possível derivarmos uma equação para a dinâmica da dívida pública:

$$DPF_{t+1} = (DPF_t - \Delta M_t - sp_t)(1 + R_t^D) \tag{18}$$

Entretanto, apesar de o Tesouro Nacional ter controle direto apenas sobre a Dívida Pública Federal, o indicador de sustentabilidade relevante a ser monitorado é a razão DLSP/PIB. É necessário, portanto, derivar uma equação para a dinâmica dessa razão como função da DPF. Isso é feito por meio da seguinte identidade:

$$NPSD_t = DPF_t + M_t + SelicPassivo_t + USDPassivo_t - Reservas_t - PIBAtivos_t - SelicAtivos_t + Outros_t \tag{19}$$

Podemos agrupar os vários ativos e passivos que compõem a DLSP nas seguintes categorias: DPF, base monetária (M), passivos do setor público indexados à Selic (SelicPassivos), passivos do setor público indexados a dólar (USDPassivos), reservas internacionais (Reservas), ativos do setor público correlacionados com o PIB (PIBAtivos), ativos do setor público indexados à Selic (SelicAtivos), e outros ativos e passivos.

O PIB segue um movimento browniano geométrico, semelhante ao processo do índice de preços doméstico (equação 2). A base monetária cresce à mesma taxa que o PIB nominal, como em um arcabouço da

[45] Obviamente, as parcelas devem somar um.

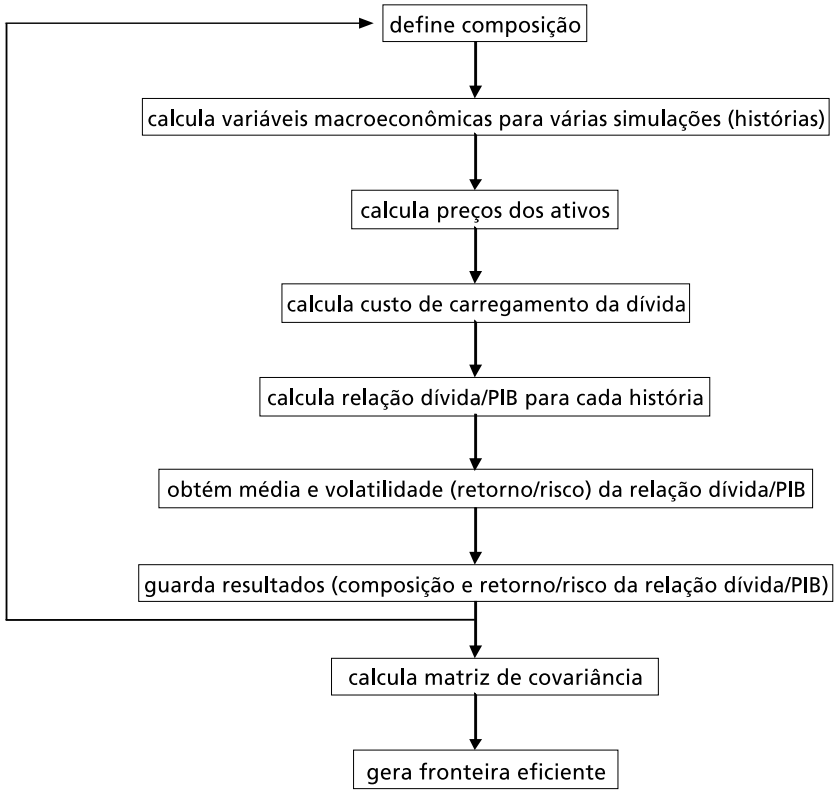
teoria quantitativa. A evolução das reservas depende das projeções de compra/venda pelo Banco Central. As outras variáveis dependem da evolução do dólar, da Selic ou do PIB. "Outros" representam passivos residuais que dependem de outras formas de indexação.

4 Aplicação do modelo

A ideia geral do modelo é relativamente simples, como podemos ver na Figura 6. Simulações de Monte Carlo são usadas para derivar uma fronteira eficiente de custo e risco para a dívida pública. Como usual, uma composição de dívida é eficiente se seu custo associado for o menor possível dado o nível de risco escolhido. O conjunto de todas as composições eficientes define a fronteira eficiente, refletindo o *trade-off* entre custo e risco enfrentado pelo gestor da dívida.

Diversos cenários estocásticos são gerados para descrever como as principais variáveis macroeconômicas (taxa de juros, câmbio e inflação) evoluem no tempo. Além disso, o preço dos títulos também evolui de acordo com esses cenários estocásticos. Apesar de serem (pseudo) estocásticas, como dito anteriormente, as equações do modelo são correlacionadas para assegurar a consistência macroeconômica.

Figura 9. Sumário esquemático da dinâmica do modelo



Uma vez de posse de um número grande de trajetórias para as principais variáveis macroeconômicas no período escolhido, uma dada carteira de dívida é fixada, baseada em uma composição de títulos representativos da DPF que diferem quanto a suas características de retorno e prazo. Sob a hipótese de que essa

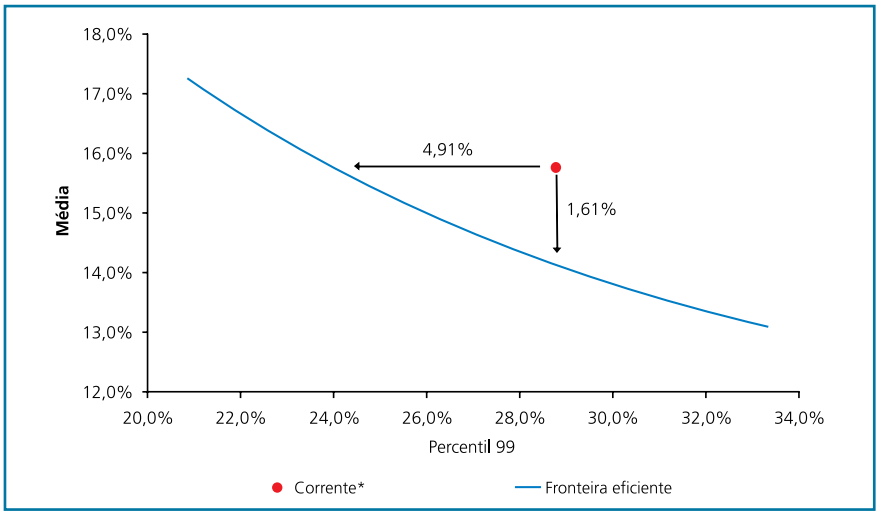
carteira seja mantida constante ao longo do tempo,[46] são simuladas diversas trajetórias estocásticas para a razão entre Dívida Líquida do Setor Público e o PIB, em estado estacionário.

No caso brasileiro, uma carteira de dívida pode ser composta de quatro diferentes tipos de instrumentos, segundo suas características de retorno: prefixados, títulos com taxas flutuantes (indexados à taxa *overnight*), títulos indexados à inflação e títulos indexados à taxa de câmbio. Cada um desses instrumentos pode ter diferentes prazos para que assim criemos um conjunto de títulos representativos de curto, médio e longo prazos. No modelo, os instrumentos de dívida considerados são os seguintes:

- prefixados (1, 2, 5 e 10 anos);
- taxa flutuante (5 anos);
- indexados à inflação (10, 20 e 30 anos);
- indexados à taxa de câmbio (dólar: 10 e 30 anos; euro: 15 anos).

Cada trajetória simulada gera diferentes preços e custos de carregamento para cada título. Assim, um diferente custo de carregamento é derivado para cada trajetória. Dessa forma, podemos computar um grande número de razões DLSP/PIB, de modo que obtemos uma distribuição de probabilidade associada a cada composição possível da dívida. A análise concentra-se nessa distribuição ao final do período de simulação (dez anos), da qual são extraídas as medidas de custo e risco.[47]

Gráfico 15. A fronteira eficiente de custo e risco



* Sob condições de estado estacionário.

[46] Tal objetivo é atingido por uma estrutura de maturação constante ao longo do tempo.

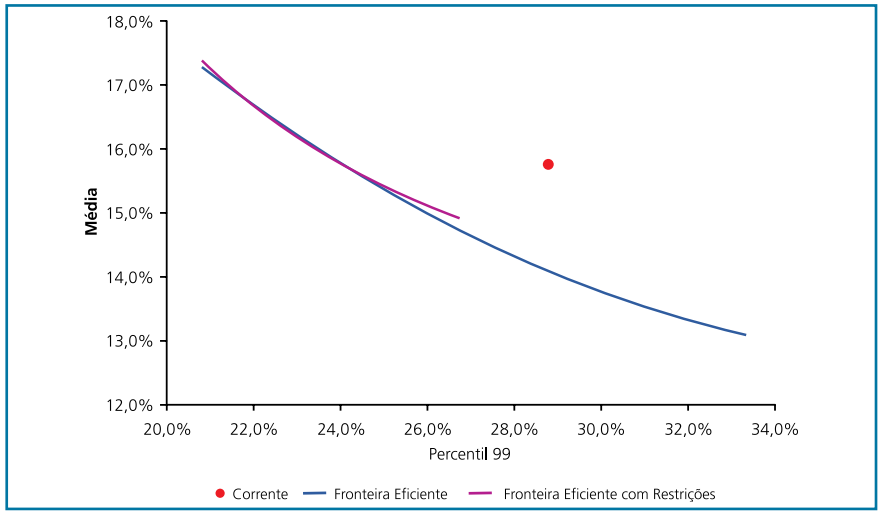
[47] Consideramos a média da razão DLSP/PIB o indicador de custo e o percentil 99 da distribuição, como alternativa a um certo número de desvios-padrão. É importante ressaltar que trabalhamos com composições da DPF para gerar medidas de custo e risco da razão DLSP/PIB. Como dito anteriormente, isso se justifica por ser este último indicador o mais considerado como *proxy* de sustentabilidade, apesar de o Tesouro ter controle direto apenas sobre a DPF.

O ponto acima da curva à direita indica a posição corrente da DLSP/PIB em termos de custo e risco, dada a composição corrente da DPF. Dessa forma, o modelo sugere que, sob condições de estado estacionário, seria possível reduzir 1,61% dos custos mantendo o nível de risco constante, ou reduzir em 4,91% o risco mantendo o custo inalterado.

Finalmente, dado o nível de apetite ao risco do governo (sociedade), é possível escolher uma composição ótima específica da fronteira eficiente, chamada de *benchmark*. A fronteira eficiente permite-nos não apenas comparar a situação de uma composição qualquer relativamente a ela, mas também dá ao tomador de decisões um cardápio completo de diferentes escolhas eficientes possíveis. Evidentemente, a escolha de uma carteira em particular como *benchmark* da dívida pública implica a escolha do nível de risco no qual o governo (e, portanto, a sociedade) está disposto a incorrer. Dado um nível de risco desejado, a carteira correspondente pode ser extraída da fronteira.

Outra característica interessante do modelo é a possibilidade de impormos restrições às composições eficientes, como podemos observar na Figura 8. Isso adiciona uma flexibilidade considerável ao modelo, já que há importantes dimensões de risco que não são diretamente capturadas pela fronteira, mas podem ser inseridas como restrições. Por exemplo, pode-se querer introduzir restrições no que diz respeito ao prazo médio ao percentual máximo de dívida a vencer em 12 meses (restrições hipotéticas).

Gráfico 16. A fronteira eficiente de custo e risco sob restrições de composição



* Sob condições de estado estacionário.

O Gráfico 16 mostra a fronteira resultante da adição das seguintes restrições: máximo de 20% de dívida externa (cambial), teto de 30% de LFT e percentual máximo de 30% de dívida a vencer em 12 meses (restrições hipotéticas).

5 Considerações finais

Em consonância com as melhores práticas internacionais, o Tesouro Nacional formula e apresenta os resultados dos estudos de *benchmark* (carteiras eficientes) ao gestor de política fiscal (ministro ou Comitê

Executivo), que é responsável por escolher o nível aceitável de risco a ser incorrido pelo governo. Temas relativos à sustentabilidade da dívida também são levados em consideração para definir os níveis máximos aceitáveis de custo.

Como dito anteriormente, apesar de uma boa gestão do *trade-off* entre custo e risco sugerir o uso das tradicionais ferramentas financeiras, deve-se lembrar que há certos fatores peculiares aos governos que impedem o uso indiscriminado da teoria de finanças ao analisar a dívida pública. Como ocorre na maioria dos países, o Brasil tem como objetivo declarado da gestão da dívida a minimização de custos de longo prazo, mantendo níveis prudentes de risco. Além disso, objetivos secundários envolvem o desenvolvimento do mercado secundário, a expansão da base de investidores e o desenvolvimento da estrutura a termo da taxa de juros, referência básica para precificação de ativos públicos e privados.

Além disso, vale mencionar que o Tesouro brasileiro também desenvolveu um modelo alternativo de *benchmark*, em fase inicial, também baseado em carteiras eficientes, usando o arcabouço de um modelo macroestrutural para descrever a evolução da economia. Tal modelo poderia ser complementar ao aqui descrito. Recentemente, o Tesouro tem envidado esforços para aprimorar as duas abordagens. Um desafio particular é chegar-se a uma boa especificação de um modelo macro, especialmente para economias emergentes. Entretanto, o uso de modelos analíticos de naturezas diferentes pode trazer ganhos importantes de complementaridade e entendimento do tema.

Anexo 4. Diferenças metodológicas entre vida média e prazo médio

Há um consenso na gestão da dívida brasileira de que o modo mais correto, em termos de refletir de forma mais acurada o risco de refinanciamento, de calcular o prazo médio da dívida é por uma fórmula bastante similar à duração de Macaulay. Entretanto, há alguns anos, o Tesouro teve de incorporar também o conceito de vida média para tornar as estatísticas de dívida brasileiras comparáveis internacionalmente.

A equação (10) expressa a metodologia usada pelo Tesouro brasileiro para calcular o prazo médio da dívida pública. Como mencionado antes, a fórmula é bastante similar à duração de Macaulay e à duração de repactuação. As diferenças mais importantes são a taxa de juros usada para descontar os fluxos financeiros (duração de Macaulay) e o fator de ponderação Ti (duração de repactuação).

$$AL = \frac{1}{PV} x \sum_{i-1}^{n} PV_i x T_i \qquad (20)$$

No cálculo do Tesouro, usamos as taxas originais de emissão dos títulos para descontar seus fluxos de caixa. Além disso, a variável Ti mede sempre o intervalo de tempo entre o instante atual e cada um dos fluxos de caixa (cupons e principal).

Por sua vez, a vida média, como expressa a seguir, considera apenas os pagamentos de principal para cada título. Em função disso, essa metodologia indica um valor superior ao prazo médio. Entretanto, como mencionado anteriormente, já que essa metodologia não considera pagamentos intermediários de cupom, não é adequada para medir o risco de refinanciamento e deve ser usada apenas para comparar o indicador brasileiro ao de outros países.

$$AM = \frac{1}{PV} x \sum_{i-1}^{n} PV_i x M_i \ , \qquad (21)$$

em que M_i corresponde ao período entre o instante atual e o vencimento do título.