

UM INDICADOR DE RISCO SISTÊMICO BASEADO NO MODELO DE DÍVIDA CONTINGENTE*

Nuno Silva** | Nuno Ribeiro** | António Antunes**

153

Artigos

RESUMO

Este artigo apresenta um novo indicador de risco sistémico assente no modelo de dívida contingente. O modelo proposto adapta o trabalho de Gray, Merton e Bodie (2007) às características de um país da área do euro. Posteriormente, com base nos balanços intersetoriais e assumindo um mecanismo de transmissão de choques onde todos os ativos são constantemente valorizados a preços de mercado, consideram-se todas as combinações de choques em diversas dimensões capazes de esgotar a base de capital de pelo menos um dos setores institucionais. A probabilidade destes choques acontecerem é de seguida estimada. A metodologia proposta é aplicada à economia portuguesa no período entre 2002 e 2010. Para tal, consideraram-se choques em sete dimensões, os quais podem ser divididos em dois tipos: choques no capital próprio de alguns setores (sociedades não financeiras, instituições financeiras, sociedades de seguros e administrações públicas) e choques nos passivos (sociedades não financeiras e particulares). No caso de choques sobre os passivos de particulares, distinguiram-se os passivos relacionados com hipotecas residenciais dos restantes. O indicador desenvolvido aponta para um elevado nível de risco sistémico desde o final de 2007.

1. INTRODUÇÃO

Tradicionalmente a literatura sobre risco sistémico tende a focar-se nas instituições financeiras e nas relações entre elas. A crise financeira que começou nos EUA em 2007 e, em particular, a atual crise da dívida soberana europeia são exemplos de que existem canais de contágio mais abrangentes do que os que estão associados estritamente às interconexões entre bancos. Neste contexto, a extensão do estudo dos canais de transmissão de choques de natureza financeira ao conjunto da economia é essencial para entender os mecanismos subjacentes à formação do risco sistémico.

Na base do risco sistémico estão geralmente posições financeiras desequilibradas, associadas, *inter alia*, a elevados graus de alavancagem, que se tendem a acumular nas fases ascendentes do ciclo económico. Neste contexto, choques desfavoráveis de elevada magnitude, de natureza real ou financeira, tendem a produzir uma cascata de perdas por toda a economia. Dependendo da fragilidade dos vários setores e das interconexões existentes entre eles, estes choques acabam ora por se diluir, gerando mais ou menos expressivas oscilações na economia, ou por ser amplificados, caso em que conduzem a reduções muito pronunciadas da atividade económica. A este respeito, o modelo de dívida contingente tem sido usado

* Os autores agradecem ao Departamento de Estatística pelo fornecimento de informação relativa às contas financeiras nacionais. As opiniões expressas no artigo são da responsabilidade dos autores, não coincidindo necessariamente com as do Banco de Portugal ou do Eurosistema. Eventuais erros e omissões são da exclusiva responsabilidade dos autores.

** Banco de Portugal, Departamento de Estudos Económicos.

para identificar estas posições ao nível dos balanços setoriais, bem como os canais de transmissão dos choques. Nesta área destacam-se os artigos de Gapen, *et al.* (2004, 2008), Gray, Merton e Bodie (2007) e Gray *et al.* (2008). No entanto, estes estudos focam-se em economias sujeitas a risco cambial, pelo que lhes falta a generalidade suficiente para serem aplicados a grandes economias avançadas.

Na sequência do trabalho de Castrén e Kavonius (2009), Silva (2010) propõe-se a adaptar o modelo às especificidades das economias da área do euro, nomeadamente, a existência de uma moeda comum num contexto de política orçamental descentralizada. Adicionalmente, introduz-se um mecanismo de transmissão de choques onde todos os ativos são permanentemente avaliados a preços de mercado. Este estudo pretende estender o modelo proposto em Silva (2010) alterando algumas das suposições então feitas e propondo um novo indicador de risco sistémico que explicitamente estima, em cada momento no tempo, a probabilidade de pelo menos um dos setores em análise entrar em incumprimento no prazo de um ano. O valor estimado é interpretado como sendo a probabilidade da economia no seu conjunto entrar em rutura financeira. O modelo foi desenhado para poder ser aplicado a qualquer economia avançada, muito em particular às economias dos países participantes na área do euro, sendo que algumas das suas hipóteses permitem captar alguns factos estilizados da atual crise financeira, nomeadamente, a importância sistémica da ligação entre os riscos no sistema bancário e os riscos soberanos. Finalmente, o indicador proposto constitui a primeira medida conhecida pelos autores baseada no modelo de dívida contingente que faz a síntese de toda a informação das contas nacionais financeiras.

Este estudo é composto por 7 secções. A secção 2 apresenta o modelo de dívida contingente (modelo de Merton). A secção 3 explicita a utilização das contas nacionais financeiras com o objetivo de aplicar o modelo de dívida contingente ao nível setorial. O procedimento é exemplificado com dados para a economia portuguesa. A secção 4 apresenta uma forma de aplicação de choques exógenos e detalha o mecanismo de transmissão no sistema de posições financeiras intersetoriais. A secção 5 introduz o conceito de fronteira de estabilidade na literatura de estabilidade financeira. Este conceito é depois utilizado na secção 6 na construção da medida de risco sistémico apresentada, que se designará por “probabilidade da economia entrar em rutura financeira”. A secção 7 conclui.

2. O MODELO DE DÍVIDA CONTINGENTE

O modelo de dívida contingente faz apelo ao modelo de Merton (1974) para avaliar os passivos de um determinado emissor de dívida, que designaremos por empresa, mas que poderá ser um setor económico, como veremos mais adiante. Considere-se uma empresa que emite dívida num determinado momento com uma determinada maturidade. A questão que se coloca é se, no momento da maturidade da dívida, a empresa tem ativos suficientes para honrar esse compromisso. A empresa honrará o compromisso se o valor dos seus ativos suplantam na maturidade o valor da dívida a pagar. Se isso não acontecer, a empresa declarar-se-á insolvente, sendo os ativos liquidados a favor dos credores. A diferença entre a dívida e os ativos será então o montante da perda que os credores terão de suportar. O processo de decisão de efetuar ou não o re-embolso da dívida na maturidade é análogo ao de exercer ou não uma opção de compra sobre um ativo. Naturalmente, o detentor da opção comprará o ativo subjacente unicamente se o seu preço de mercado, nessa altura, for superior ao preço previamente acordado. Neste caso hipotético, o ativo subjacente é a totalidade dos ativos da empresa e o preço de exercício é o valor nominal da dívida. Por sua vez, e seguindo a mesma lógica, o valor de mercado da dívida deverá ser igual ao seu valor nominal descontado por uma taxa de juro sem risco deduzido do valor de uma opção de venda sobre o ativo da empresa ou setor¹. Ou seja, na ausência de oportunidades de arbitragem, um investidor deverá estar indiferente entre tomar um montante de dívida sem risco, ou tomar o mesmo montante com risco mas garantindo que, em caso de não re-embolso, ele pode reaver a diferença entre aquilo

¹ A taxa de juro sem risco utilizada neste estudo é a *Eurepo* a 3 meses.

que recebe (o valor do ativo da empresa) e aquilo que deveria receber (o re-embolso da dívida). Tal é conseguido através da opção de venda. Em termos práticos, conhecido o valor corrente da empresa, a volatilidade da rendibilidade da empresa em bolsa, o valor da dívida e a taxa de juro sem risco, o modelo de dívida contingente permite calcular uma série de medidas de risco, de onde se destacam a distância ao incumprimento, a probabilidade de incumprimento e a perda esperada.

Designemos por A o valor de mercado dos ativos de uma empresa ou setor e por B e E o valor da sua dívida contingente e o seu capital próprio a preços de mercado, respetivamente. Na ausência de fricções financeiras e assumindo liquidez na maturidade de todos os ativos da empresa, verifica-se a identidade

$$A = E + B \quad (1)$$

ou seja, o valor da empresa é igual à diferença entre os seus ativos e o valor da sua dívida com risco (ou contingente). Suponha-se que A segue um processo estocástico de difusão em torno de uma tendência determinística equivalente à taxa de retorno sem risco. Assuma-se também que em $t = 0$ a empresa emite obrigações de cupão zero de valor nominal B_T correspondente à totalidade da sua dívida. Uma empresa é considerada insolvente se, na maturidade, o valor dos seus ativos, A , for inferior a B_T . Assim, seguindo a teoria de apreçamento de opções já enunciada, o valor corrente da empresa, E , é igual ao de uma opção europeia sobre o ativo subjacente A , com maturidade em $t = T$ e preço de exercício igual à dívida a liquidar nesse momento, ou seja, B_T . Aplicando o Lema de Itô, impondo condições de não arbitragem e de fronteira correspondentes a uma opção de compra, e definindo $\tau = T - t$, obtém-se a seguinte equação para o valor de E ,

$$E = A\Phi(d_1) - B_T e^{-r\tau} \Phi(d_2) \quad (2)$$

em que definimos

$$d_1 = \frac{\ln \frac{A}{B_T} + (r + \frac{1}{2} \sigma_A^2) \tau}{\sigma_A \sqrt{\tau}} \quad (3)$$

$$d_2 = \frac{\ln \frac{A}{B_T} + (r - \frac{1}{2} \sigma_A^2) \tau}{\sigma_A \sqrt{\tau}} \quad (4)$$

Nas equações anteriores, σ_A é a volatilidade do retorno do ativo, r é a taxa de juro de um ativo sem risco, que supusemos constante, τ é o intervalo de tempo até à maturidade e Φ é a função cumulativa normal estandardizada. A equação 2 tem uma interpretação simples. O primeiro termo avalia o valor dos ativos ponderados por um valor relacionado com a probabilidade de a opção de compra ser exercida; o segundo termo desconta o montante de dívida a re-embolsar, ponderado por um montante menor do que o anterior (devido ao sinal negativo no argumento de $\Phi(\cdot)$) por haver limitação superior nos prejuízos.

Por sua vez, o prémio de risco da dívida, P , pode ser calculado como

$$P = e^{-r\tau} B_T + E - A \quad (5)$$

Note-se que, no caso sem risco, $P = 0$ e o valor do ativo resume-se à dívida nominal descontada pela taxa de juro acrescida do valor do capital próprio.

A equação 2 apresenta duas incógnitas, A e σ_A . De forma a obter o valor destas variáveis é necessário

impor uma segunda condição. Uma possibilidade é dizer que o valor da empresa, E , também segue um movimento Browniano geométrico mas com parâmetros diferentes dos de A .

Aplicando o Lema de Itô e igualando os termos correspondentes à volatilidade resulta que

$$E\sigma_E = A\sigma_A\Phi(d_1) \quad (6)$$

onde σ_E é a volatilidade do retorno da empresa.

Resolvendo o sistema composto pelas equações 2 e 6 para cada momento é possível obter uma série temporal para A e σ_A ². Substituindo A e E na equação 1, pode-se então recuperar B e calcular a distância ao incumprimento, d_2 , a probabilidade de incumprimento, $N(-d_2)$, e a perda esperada, ou seja, P .

As empresas raramente têm uma única emissão de dívida. Felizmente o modelo de Merton é passível de ser adaptado para emissões de dívida de diferentes níveis de senioridade. Neste estudo é utilizada essa adaptação em relação à dívida das administrações públicas, a qual é dividida em três tranches com diferentes níveis de subordinação³.

3. O MODELO DE DÍVIDA CONTINGENTE AO NÍVEL SETORIAL

O modelo de Merton foi inicialmente desenvolvido para ser aplicado a empresas cotadas em bolsa, para as quais informação sobre o seu valor de mercado e volatilidade dos seus retornos está publicamente disponível e é fácil de interpretar. A aplicação do modelo de dívida contingente a setores económicos requer um conjunto de assunções e simplificações que se detalham mais à frente. Esta secção tem três subsecções: a primeira articula uma forma de conjugar a análise ao nível micro e ao nível setorial; a segunda explicita a abordagem seguida na estimação das designadas contas “quem-a-quem” a partir das contas nacionais financeiras. Finalmente, iremos mostrar como é que estas, juntamente com informação do mercado, podem ser usadas para definir o capital próprio, a volatilidade do retorno do capital e a barreira de incumprimento dos vários setores em análise. Os resultados obtidos são divulgados em Silva, Ribeiro e Antunes (a publicar).

3.1. Do nível micro para o nível setorial

Considere-se uma economia com oito setores: sociedades não financeiras, banco central, outras instituições financeiras e monetárias, outros intermediários financeiros e auxiliares financeiros, sociedades de seguros e fundos de pensões, administrações públicas, particulares e resto do mundo⁴. Todos estes setores apresentam as suas próprias especificidades. No entanto, com base na sua diversidade, podem ser divididos em dois tipos. Por um lado, existem aqueles setores que podem ser vistos apenas como um único agente económico. É o caso das administrações públicas e do banco central. Para estes setores, é indiferente analisar o seu risco de crédito ao nível micro ou em termos agregados porque coincidem.

2 Note-se que, ao contrário do assumido no modelo original de Black e Scholes (1973), a hipótese de estacionariedade de σ_A não é tida em conta na resolução deste sistema.

3 Para mais informação a este respeito, ver Cossin e Pirotte (2007).

4 Dado que a quase totalidade das pensões em Portugal são de benefício definido, resolveu-se atribuir os ativos e passivos dos fundos de pensões em questão ao balanço dos setores que em última instância são responsáveis pelo seu pagamento. Este procedimento permite-nos interpretar o setor sociedades de seguros e fundos de pensões como sendo constituído apenas por empresas de seguros. Por esse motivo, este setor será doravante designado por SS. Os acrónimos OIFM e OIFAF serão em diante utilizados para designar as outras instituições financeiras monetárias e os outros intermediários financeiros e auxiliares financeiros, respetivamente. Nos gráficos apresentados e sempre que facilite a exposição do conteúdo, os setores sociedades não financeiras, administrações públicas e resto do mundo são denominados como SNF, AP e RM, respetivamente.

Por outro lado, existem aqueles setores que resultam da agregação de vários agentes económicos. É o caso das sociedades não financeiras, OIFM, OIFAF, SS, particulares e resto do mundo. Para estes setores, o capital próprio e a dívida do agregado correspondem à soma do capital próprio e da dívida de todos os agentes que os compõem, respetivamente. A volatilidade do retorno do capital próprio é, no entanto, inferior à média da volatilidade do retorno dos capitais próprios de cada um dos agentes que compõem o setor devido à existência de um efeito diversificação. Adicionalmente, ao ignorar a heterogeneidade existente em cada setor, e dadas as não linearidades inerentes ao modelo de avaliação do valor de mercado da dívida, a aplicação do modelo de dívida contingente ao nível setorial tende a subestimar o risco existente na economia. Este enviesamento é especialmente importante no caso de setores com um elevado nível de heterogeneidade, como as sociedades não financeiras e os particulares. Este problema é de difícil resolução sem abordar a questão ao nível micro. No entanto, mostrar-se-á na secção 4.1 como esta dificuldade pode ser mitigada conceitualmente no desenho dos choques que estão subjacentes ao cálculo do indicador de risco sistémico.

3.2. As contas quem-a-quem

O modelo de Merton pode ser aplicado ao nível setorial utilizando para tal as contas nacionais financeiras não consolidadas que no caso de Portugal são publicadas trimestralmente pelo Banco de Portugal⁵. Estas contas estão organizadas de forma matricial com base nos oito setores já apresentados e sete instrumentos (ouro monetário e direitos de saque especiais, numerário e depósitos, títulos exceto ações, empréstimos, ações e outras participações, reservas técnicas de seguros e outros débitos e créditos). Títulos exceto ações e empréstimos estão divididos em curto e longo prazo. O instrumento dos títulos exceto ações inclui derivados financeiros, os quais são tratados como um instrumento à parte. Ações e outras participações incluem ações cotadas, não cotadas e fundos de investimento. As reservas técnicas de seguros foram divididas entre reservas relacionadas com seguros e reservas associadas a fundos de pensões⁶. À exceção do ouro monetário e direitos de saque especiais, todas as operações são registadas segundo o princípio da dupla entrada, pelo que qualquer ativo tem um passivo correspondente que lhe serve de contrapartida. Esta característica faz com que o sistema seja fechado no seu conjunto, tornando-o especialmente útil para o estudo dos canais de propagação dos choques na economia.

Infelizmente no caso de Portugal, à exceção de “depósitos” e “empréstimos”, as contas nacionais financeiras não contêm qualquer informação relativamente aos balanços bilaterais (contas quem-a-quem). No entanto, estas podem ser estimadas por máxima entropia tal como é feito em vários estudos no mercado interbancário (ex. Sheldon and Maurer (1998), Upper and Worms (2004) and Wells (2004)).

Considere-se para tal que os balanços bilaterais num dado instrumento k podem ser representados por uma matriz $N \times N$ onde N é o número de setores e x_{ij}^k é a exposição do setor i ao setor j no instrumento k :

⁵ Estes dados são publicados para todos os países da área do euro, embora com diferentes níveis de detalhe.

⁶ Esta divisão foi necessária de forma a separar as sociedades de seguros dos fundos de pensões. De forma a facilitar a exposição, os instrumentos em análise serão doravante referidos apenas como “depósitos”, “títulos de dívida”, “empréstimos”, “ações”, “seguros”, “pensões” e “outros”.

$$\begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{iN} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{N1} & \cdots & x_{Nj} & \cdots & x_{NN} \end{bmatrix}^k \quad \text{com} \quad \sum_{j=1}^N x_{ij}^k = a_i^k \quad e \quad \sum_{i=1}^N x_{ij}^k = l_j^k$$

Neste caso, a_i^k e l_j^k correspondem ao total de ativos e ao total de passivos do setor i e j no instrumento k , respetivamente.

Adicionalmente, considere-se que a_i^k e l_j^k podem ser vistos como os componentes de $f^k(a)$ e $f^k(l)$, as distribuições marginais dos ativos e dos passivos, respetivamente, e que x_{ij}^k é uma realização da distribuição conjunta $f^k(a, l)$.

Assumindo independência, ou máxima entropia, x_{ij}^k é o produto das duas distribuições marginais. Com o objetivo de melhorar os resultados, várias restrições foram impostas a posteriori. Em particular, as exposições intra-setores foram deduzidas a partir da diferença entre dados consolidados e não consolidados e o banco central foi considerado como sendo totalmente detido pelas administrações públicas. Adicionalmente, todas as exposições entre banco central, OIFM, OIFAF e SS foram restringidas de forma a igualar a diferença entre as contas consolidadas e não consolidadas do setor financeiro em agregado. Sendo que nem todas as restrições consideradas correspondem a zeros, definiu-se um procedimento iterativo em que cada matriz é rebalanceada imediatamente após a restrição ser imposta. Este mecanismo garante que a igualdade entre ativos e passivos é respeitada para cada instrumento. O algoritmo repete-se até que se atinja a convergência⁷.

3.3. Assunções setoriais

3.3.1. Capital próprio e volatilidade dos retornos do capital próprio

O capital próprio de uma empresa é geralmente definido como sendo a sua riqueza líquida, isto é, o excesso de valor dos ativos sobre os passivos. Este pode ser medido em termos contabilísticos, refletindo o passado da empresa, ou a valor de mercado, caso em que reproduz não só o passado da empresa, mas, sobretudo, as expectativas relativamente ao seu futuro. Deste modo, para fins de aplicação do modelo de dívida contingente, é mais adequado utilizar os valores de mercado. No caso de empresas cotadas, estes valores resultam da cotação em bolsa, pelo que são do conhecimento público e não requerem qualquer tipo de estimativa adicional. Para as restantes, o valor contabilístico é passível de ser ajustado fazendo apelo à evolução das suas congéneres cotadas. Este procedimento pode ser replicado ao nível setorial, mas apenas para os setores que emitem ações, tais como, as sociedades não financeiras, OIFM, OIFAF e SS. Os direitos conferidos aos detentores das ações destes setores podem ser considerados como equivalentes a opções de compra nos seus ativos com preço de exercício igual aos seus passivos. No caso das sociedades de seguros, não existindo ações cotadas em Portugal, e dado que estas empresas ao nível europeu tendem a investir em ativos similares e, portanto, estão sujeitas a riscos idênticos,

⁷ Os dados relativos às ações não cotadas foram ajustados de forma a melhor refletir a evolução do mercado. Este ajuste é posterior à estimativa das contas quem-a-quem. De forma semelhante, também a separação entre sociedades de seguros e fundos de pensões é posterior à estimativa das contas quem-a-quem.

decidiu-se multiplicar o valor contabilístico registado nas contas nacionais financeiras pelo rácio *price-to-book* implícito em cada momento às ações constantes do índice *Stoxx Europe 600 Insurance*. Os fundos de investimento emitidos, os quais são especialmente relevantes no caso de OIFAF, também são contabilizados como fazendo parte do seu capital próprio. A volatilidade dos retornos do capital próprio destes setores foi estimada com base no índice PSI-20, no caso das sociedades não financeiras, do índice PSI-Serviços financeiros no caso de OIFM e OIFAF, e do índice *Stoxx Europe 600 Insurance* no caso de SS. Em relação ao banco central, apesar de este emitir “ações”, as quais são totalmente detidas pelas administrações públicas, estas não se encontram cotadas no mercado. Sendo assim, resta-nos utilizar o seu capital próprio contabilístico, o qual tem em conta o valor de mercado do ouro, mas exclui os lucros futuros do banco. Dado que no caso português o banco central não se encontra cotado, não é possível calcular a volatilidade do retorno dos seus capitais próprios. Como alternativa, calculou-se a volatilidade do retorno do capital próprio do Banque National de Belgique, o qual é o único banco central na zona euro cotado no mercado.

Para os setores que não emitem “ações”, tais como particulares, administrações públicas e resto do mundo, a definição do seu capital próprio não resulta diretamente das contas financeiras. Felizmente no caso dos particulares continua a fazer sentido considerar que o seu capital próprio corresponde à soma da riqueza líquida de cada agente que compõe o setor. De forma a manter a consistência com a forma como os mercados valorizam as empresas, a riqueza dos particulares deverá corresponder à soma da posição financeira líquida das famílias, da sua riqueza imobiliária e do valor presente das suas poupanças futuras. A informação necessária ao apuramento da posição financeira líquida dos particulares encontra-se nas contas nacionais financeiras e é definida como a diferença entre ativos e passivos financeiros. Relativamente à riqueza imobiliária, não se encontram disponíveis estatísticas para todos os países da área do euro. No caso de Portugal, as estimativas mais recentes foram preparadas no contexto da elaboração do Relatório Anual 2010 do Banco de Portugal, as quais foram usadas neste estudo. Por fim, o valor presente das poupanças dos particulares foi estimado considerando uma série infinita de fluxos financeiros com valor igual aos da poupança atual e uma taxa de desconto igual à taxa de juro implícita ao valor das obrigações nacionais a 10 anos. Assumiu-se que estes fluxos cresceriam a uma taxa anual de 2 por cento, que corresponde ao nível considerado pelo BCE como compatível com a estabilidade de preços e tomado como referência na condução da política monetária. No que diz respeito à volatilidade do retorno do capital próprio dos particulares, estimou-se a volatilidade de um portfolio semelhante ao detido pelos particulares⁸.

Nos setores tratados anteriormente os conceitos de capital próprio e riqueza líquida foram considerados como sucedâneos. Contudo, no caso das administrações públicas e do resto do mundo, parece existir evidência empírica a sugerir que esta definição não é a mais razoável. Nas próximas duas subsecções iremos apresentar uma nova abordagem à avaliação do capital próprio destes dois setores.

⁸ A volatilidade da Euribor a 6 meses foi utilizada como medida da volatilidade dos “depósitos”, “seguros” e “pensões”. A volatilidade das taxas de juro implícitas nas obrigações nacionais a 10 anos foi usada para os ativos em “títulos de dívida”, “empréstimos” e “outros”. A volatilidade do PSI-20 foi utilizada como proxy para os investimentos em “ações”. A volatilidade dos retornos em imobiliário foi estimada com base no índice de preços de habitação Confidencial Imobiliário. Finalmente, a volatilidade das poupanças futuras dos particulares foi estimada assumindo que a única fonte de incerteza é a taxa de desconto (para mais informação sobre este procedimento ver secção 3.3.1.1 relativamente ao setor das administrações públicas). A estimativa obtida da volatilidade foi posteriormente ajustada de forma a refletir a estrutura de financiamento do setor. Dadas estas hipóteses, a volatilidade dos retornos do capital próprio dos particulares tendeu a variar num intervalo entre 20% e 45%.

3.3.1.1. As administrações públicas

O lado esquerdo do balanço das administrações públicas é constituído pela soma dos seus ativos financeiros e reais com o valor atual dos impostos futuros. Por seu turno, o lado direito do balanço é composto pelo valor atual das despesas futuras e pelos passivos financeiros incorridos. Não considerando os ativos reais, para os quais não se dispõe de estimativas, a riqueza líquida das administrações públicas corresponde à soma da posição financeira líquida com o valor presente das poupanças futuras. Sendo que a posição financeira líquida da maioria das administrações públicas dos países da zona euro é negativa, e seguindo uma lógica baseada na riqueza líquida, ter-se-á necessariamente de chegar à conclusão que as poupanças futuras são mais que suficientes para compensar este facto, ou alternativamente, que as administrações públicas da grande maioria destes países se encontram insolventes. Estimar o valor das poupanças futuras das administrações futuras é, no entanto, uma tarefa com algum nível de complexidade, na medida em que envolve não só estimar a receita, mas também a despesa futura. Não obstante essas dificuldades de estimação, dado os permanentes défices públicos, é difícil argumentar que esta poupança será suficiente para compensar as atuais posições financeiras fortemente negativas. Ainda assim, até muito recentemente a questão do financiamento não se afigurou como um obstáculo ao endividamento dos Estados da zona euro. Acontece que, ao contrário das empresas, as receitas e despesas das administrações públicas são em grande medida definidas politicamente. Pelo menos do ponto de vista teórico, a receita de um Estado é unicamente condicional à riqueza do país e ao seu PIB futuro. De forma semelhante, à parte de algumas despesas obrigatórias, as quais por definição não podem ser evitadas, o Estado tem autonomia para definir quanto pretende gastar. Enquanto os mercados acreditarem que um determinado governo tem capacidade para equilibrar as finanças públicas nalgum horizonte futuro, as administrações públicas continuarão a obter financiamento mesmo no caso em que as estimativas para as contas públicas no futuro imediato apontem para défices significativos e persistentes. No momento em que surjam dúvidas sobre essa capacidade, o governo poderá ter que exercer algumas das opções de que dispõe, nomeadamente, aumentar impostos ou reduzir despesas. Estes factos não permitem assumir a equivalência entre capital próprio e riqueza líquida neste setor. Em alternativa, a abordagem que é seguida neste trabalho consistiu na avaliação do espaço de manobra de que o governo de um determinado Estado dispõe para consolidar as suas finanças públicas no momento em que surjam desconfianças entre os operadores de mercado quanto à capacidade de o governo realizar essa consolidação. Dado que o modelo de Merton se propõe estimar o lado esquerdo do balanço com base unicamente no lado direito, as receitas futuras do governo serão ignoradas para este efeito. Em contrapartida, no lado direito do balanço são identificadas as despesas que não sejam essenciais ao exercício estrito da soberania e, como tal, sejam passíveis de redução sem pôr em causa a própria existência do Estado como entidade soberana. Os passivos financeiros correspondem a responsabilidades já assumidas por contrapartida, *grosso modo*, de défices passados e, como tal, são exigíveis pelos credores no seu vencimento. Contudo, existe alguma flexibilidade no que diz respeito às despesas futuras, as quais dividiremos em duas categorias: “obrigatórias” e “discricionárias”. As despesas discricionárias correspondem ao conjunto de bens e serviços que as administrações públicas prestam aos cidadãos, mas que não são necessários ao exercício da soberania. Com base nas suas receitas e em escolhas políticas, o Estado decide o seu nível de despesas discricionárias. Em contraste, as despesas obrigatórias correspondem a gastos que não podem ser evitados, sob pena de estar em causa a existência do próprio Estado, nomeadamente, defesa, justiça, administração interna e negócios estrangeiros⁹. Neste estudo, definiu-se que as despesas obrigatórias correspondem a 30% do PIB¹⁰. Em face de uma forte redução da confiança do mercado na

⁹ Pode argumentar-se também que existe um nível mínimo de despesa associado à redistribuição de riqueza e à coesão social, sem o qual as funções de soberania referidas podem estar comprometidas.

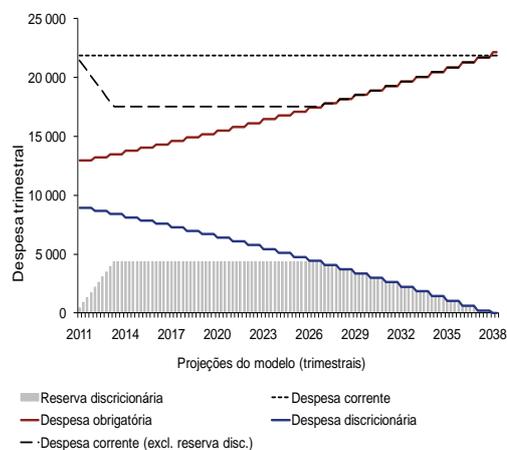
¹⁰ Este valor foi decidido de forma relativamente arbitrária e com alguma subjetividade. Ainda assim, corresponde a uma aproximação da média da despesa realizada pelas administrações públicas de países com um nível de produto médio-alto e países com um nível de produto elevado não pertencentes à OCDE, onde o estado social é menos desenvolvido do que na maioria dos países da zona do euro.

capacidade do soberano cumprir os seus compromissos financeiros, o governo pode reduzir a despesa discricionária, indiciando um aumento da poupança futura. No limite, quando confrontado com choques extremamente negativos, o Estado poderá eliminar toda a sua despesa discricionária, mas nunca a sua despesa obrigatória. Embora possa acontecer que esta opção nunca seja exercida, e daí não fazer parte da riqueza líquida das administrações públicas, ela deve ser tida em conta aquando da valorização do capital próprio deste setor. Neste estudo, designaremos esta opção como reserva discricionária, a qual corresponde à capacidade do Estado soberano aumentar a poupança por via da redução da despesa. De forma a melhor espelhar a realidade no modelo, foram impostas três restrições adicionais. Em primeiro lugar, de forma a refletir a rigidez normalmente associada à despesa pública, considera-se que nenhum Estado tem condições para reduzir a despesa mais de 2 por cento por trimestre. Em segundo lugar, assume-se que não é possível o governo reduzir a sua despesa nominal em mais de 20 por cento do seu nível atual. Sempre que alguma destas condições for efetiva, esta hipótese implica que o Estado não pode apropriar-se da totalidade da diferença entre despesa corrente e despesa obrigatória. A despesa discricionária remanescente é, portanto, inelástica e deve ser assimilada como fungível com a despesa obrigatória. Neste estudo designamos o horizonte temporal necessário para que estas restrições sejam efetivas de “período de ajustamento”. Por fim, considera-se que a despesa obrigatória cresce a uma taxa anual de 2 por cento, a qual corresponde à taxa de inflação compatível com o objetivo primordial de estabilidade de preços do BCE na condução da política monetária. A partir do momento em que a despesa total, já tendo em conta a reserva discricionária, intersesta a despesa obrigatória, a reserva discricionária começa a diminuir, isto é, a possibilidade de fazer poupanças adicionais é decrescente no tempo. A reserva discricionária desaparece no momento em que a despesa obrigatória iguala o atual nível de despesa total. O conjunto de fluxos financeiros futuros associados à reserva discricionária é sujeito a uma avaliação em termos presentes, para a qual é necessário definir uma taxa de desconto. Neste estudo, foi utilizada a taxa de juro implícita nas obrigações nacionais a 10 anos, a qual introduz a opinião do mercado relativamente à sustentabilidade do atual nível de despesa e receita do Estado. O gráfico 1 apresenta o processo de estimação da reserva discricionária com base na informação do último trimestre de 2010. O capital próprio das administrações pública é calculado somando a sua posição financeira líquida com a sua reserva discricionária.

Relativamente à volatilidade dos retornos do capital próprio das administrações públicas, a maioria dos estudos realizados nesta área utiliza a volatilidade da taxa de juro implícita às obrigações nacionais a 10 anos. Neste estudo utilizou-se uma metodologia diferente, mais consistente com a definição de capital

Gráfico 1

ESTIMAÇÃO DA RESERVA DISCRICIONÁRIA EM 2010 T4



Fonte: Cálculos dos autores.

próprio das administrações públicas definida anteriormente. Em termos gerais, considerou-se que o capital próprio das administrações públicas depende apenas da taxa de desconto utilizada para calcular o valor presente dos fluxos futuros associados às reservas discricionárias. Assumiu-se que essa taxa segue uma distribuição triangular com limite inferior igual ao mínimo observado durante o período amostral da taxa de juro implícita às obrigações nacionais a 10 anos. A moda e o limite superior da distribuição foram calibrados para que o desvio padrão iguale a volatilidade da taxa de juro implícita às obrigações nacionais durante o trimestre em causa e o valor esperado seja tão próximo quanto possível da taxa de juro efetivamente observada no final do trimestre.

3.3.1.2 O resto do mundo

O setor “resto do mundo” resulta da agregação de vários agentes económicos com características muito distintas. Esta heterogeneidade cria dificuldades à presente análise. Adicionalmente, o facto de estarmos a avaliar o resto do mundo apenas na sua relação com o país em análise diz-nos muito pouco sobre a situação financeira do resto do mundo. Assim, independentemente da definição utilizada para capital próprio, esta será sempre de difícil interpretação. Isto não significa que o resto do mundo é irrelevante no modelo. O resto do mundo é muito importante como absorvedor e emissor de choques. A título de exemplo, se uma empresa não residente ou um soberano não cumprirem as suas responsabilidades, isto poderá ter um impacto importante sobre a economia em análise. Dadas as restrições, procurámos sobretudo garantir que a definição utilizada é passível de ser aplicada a todos os países, independentemente de terem uma posição financeira positiva ou negativa em relação ao exterior. Adicionalmente, definiu-se o capital próprio do resto do mundo de forma a não afetar o valor de mercado da sua dívida. Não faria sentido concluir que os ativos de algum setor relativamente ao resto do mundo valiam menos só porque um determinado país tem uma posição externa bastante positiva. Assim, a metodologia seguida em relação ao resto do mundo é bastante semelhante à seguida para as administrações públicas. O lado esquerdo do balanço do resto do mundo corresponde ao valor presente de todas as exportações futuras para o país em análise acrescido de todos os ativos financeiros. Em contrapartida, o lado direito do balanço inclui o valor atual das importações futuras ao qual acrescem os passivos financeiros do resto do mundo. Contrariamente às administrações públicas, não é possível argumentar que existe um nível mínimo de importações. No caso limite, se o resto do mundo tiver dificuldades de pagamento, as empresas do país em análise deixarão de exportar restaurando o equilíbrio por essa via. Deste modo, assumiu-se que o capital próprio corresponde ao valor presente de todas as importações futuras do resto do mundo, acrescidas da sua posição financeira líquida. As importações constituem, assim, um amortecedor, diminuindo sempre que interpretadas como insustentáveis pelo mercado. A sustentabilidade dessas importações é avaliada utilizando uma taxa de desconto, a qual pode ser definida através do modelo CAPM. Desta forma, pretende-se que a taxa de desconto incorpore o risco sistemático nas exportações para o resto do mundo face ao portfolio de mercado. Assim, países que têm as suas exportações concentradas em mercados mais voláteis terão necessariamente taxas de desconto mais elevadas. Por seu turno, o índice *Vstoxx*, que é uma medida de volatilidade implícita baseada no índice *Dow Jones Eurostoxx 50*, é utilizado como *proxy* para a volatilidade dos retornos do capital próprio do resto do mundo.

3.3.2 A barreira de incumprimento

A literatura relativa ao modelo de dívida contingente considera geralmente a barreira de incumprimento, B_T , como sendo igual à soma dos passivos de curto prazo com 50 por cento dos passivos de longo prazo. Esta hipótese é justificada pela possibilidade de no longo prazo as empresas poderem ajustar o seu comportamento de acordo com a evolução do mercado. Tendo por base as contas nacionais financeiras, os instrumentos “depósitos”, “empréstimos (curto prazo)”, “títulos de dívida (curto prazo)” e “outros” foram considerados como passivos de curto prazo, enquanto “empréstimos (longo prazo)”, “títulos de dívida (longo prazo)”, “seguros” e “pensões” foram considerados como passivos de longo prazo. Para

todos os setores exceto as administrações públicas e o resto do mundo seguiu-se uma abordagem em linha com a literatura. Para estes setores, a segmentação por maturidade foi ignorada na medida em que a definição utilizada para o seu capital próprio foi justificada pela sua capacidade de ajustamento. No caso das administrações públicas impôs-se uma estrutura de passivos mais complexa de forma a ter em conta as idiosincrasias do setor. Assim, os passivos das administrações públicas foram divididos em três tranches de forma a incorporar a ideia proposta por Silva (2010) de que o soberano tem capacidade para impor restrições ao comportamento dos agentes económicos residentes que não seria possível aplicar aos não residentes. Este procedimento tem sido observado durante a atual crise de dívida soberana durante a qual os bancos residentes acomodaram a menor procura dos não residentes nos leilões de dívida pública. Esta flexibilidade imposta tem que ser considerada aquando da valorização da dívida das administrações públicas detida por agentes económicos residentes. Assim, considerou-se como dívida sénior o valor presente de todas as despesas obrigatórias, incluindo todas as despesas inevitáveis durante o período de ajustamento. A primeira tranche de dívida subordinada é composta por "títulos de dívida" e "empréstimos" detidos pelo resto do mundo, "depósitos", maioritariamente detidos por particulares e "outros" que correspondem a passivos junto de fornecedores. Finalmente, a segunda tranche de dívida subordinada inclui os restantes passivos, nomeadamente, "empréstimos" e "títulos de dívida" detidos por todos os setores exceto o resto do mundo, o que corresponde, quase na totalidade, a passivos em relação a OIFM. As administrações públicas não têm passivos sob a forma nem de "seguros" nem de "pensões". Considerou-se que "depósitos" tem menos risco que "empréstimos" e "títulos de dívida" na medida em que é politicamente menos aceitável não honrar compromissos relativamente a particulares do que persuadir os bancos residentes a renovar linhas de crédito previamente existentes. Todas as definições encontram-se sumarizadas no quadro 1.

Quadro 1
TABELA DE ASSUNÇÕES SETORIAIS

	Setores que emitem ações	Particulares	Resto do Mundo	Administrações Públicas
Capital próprio	SNF, OIFM, OIFAF, SSFP: Valor das ações cotadas, valor ajustado das ações não cotadas e valor dos fundos de investimento BC: Valor contabilístico das respetivas ações	Posição financeira líquida + Ativos imobiliários + Valor presente das poupanças futuras	Posição financeira líquida + Valor presente das importações futuras	Posição financeira líquida + Valor presente das reservas discricionárias
Volatilidade do retorno do capital próprio	SNF: PSI-20 BC: Banque Nationale de Belgique OIFM e OIFAF: PSI-Serv. Financeiros SSFP: <i>Stoxx Europe 600 Insurance</i>	Volatilidade do portfolio de ativos de particulares ajustado para a estrutura de financiamento do setor	VStoxx	Simulação onde as taxas de juro implícitas nas obrigações de dívida pública a 10 anos seguem uma distribuição triangular
Passivos (curto prazo)	Depósitos Empréstimos (curto prazo) Títulos de dívida (curto prazo) Derivados financeiros Outros		Depósitos Empréstimos Títulos de dívida Seguros Pensões Outros	Sénior: Valor presente das despesas obrigatórias 1ª sub.: Depósitos, Títulos de dívida e Empréstimos detidos por não residentes e outros
Passivos (longo prazo)	Empréstimos (longo prazo) Títulos de dívida (curto prazo) Seguros Pensões			2ª. sub.: Títulos de dívida e Empréstimos detidos por residentes

4. O MODELO DE DÍVIDA CONTINGENTE EM TERMOS PROSPETIVOS

Na secção 3 mostrou-se como aplicar o modelo de dívida contingente ao nível setorial de forma a estimar o valor de mercado dos ativos de cada setor, bem como vários indicadores de risco. Em termos prospetivos, não existe informação disponível quer quanto ao valor de mercado do capital próprio de cada setor, quer em relação à volatilidade futura dos seus retornos. Assim, é necessário fazer mais suposições relativamente à forma como os choques são transmitidos na economia. Nesta secção são descritos os tipos de choques a estudar com o modelo. De seguida desenha-se o mecanismo de transmissão que permite quantificar as perdas que resultam desses mesmos choques.

4.1. O que é que entendemos por choque?

Os agentes económicos são constantemente confrontados com mudanças que afetam as suas decisões. Estas decisões podem resultar de alterações esperadas ou inesperadas no ambiente em que operam. A hipótese de racionalidade dos agentes económicos assume que apenas as alterações inesperadas implicam alterações nas escolhas dos agentes. Desta forma, alterações previsíveis já se encontram totalmente incorporadas no valor de mercado dos ativos. No modelo utilizado neste estudo, com exceção do banco central, todos os setores encontram-se contabilizados, pelo menos parcialmente, a valor de mercado¹¹. Deste modo assume-se que apenas alterações inesperadas são relevantes. Designaremos essas alterações como choques, os quais são interpretados como eventos exógenos, na medida em que são determinados fora do modelo.

Para cada setor, o modelo apresentado até agora tem duas variáveis endógenas, A e σ_A , e várias variáveis exógenas, nomeadamente, E , σ_E , B_T e r . Para fins prospetivos, no entanto, como será melhor explicado na secção 4.2, assumimos que σ_E segue uma trajetória definida endogenamente. Adicionalmente, assume-se que r está fixo. Deste modo, obtém-se um modelo onde apenas existe a possibilidade de ocorrência de choques diretos nos agregados de balanço, nomeadamente em E e B_T . Dada a igualdade entre os lados esquerdo e direito do balanço, esta abordagem é equivalente a considerar choques em A . No entanto, ao considerarmos apenas choques em E e B_T , evita-se o risco de duplicação de choques. Em relação a E , existem duas situações distintas. Por um lado, para aqueles setores que emitem "ações", qualquer choque em E afeta não só o setor que sofre o choque mas também todos os seus acionistas de forma proporcional à sua detenção de capital. Por outro lado, no caso dos setores que não emitem ações (particulares, administrações públicas e resto do mundo), o capital próprio é visto como correspondente a ações sem setor detentor. Por outras palavras, o capital próprio destes setores é apenas uma medida da solvência do setor e não propriamente um ativo de outro setor. Isto garante-nos que continuamos a olhar apenas para um dos lados do balanço¹². Em contraste com E , B_T é composto por um grande número de instrumentos: "depósitos", "títulos de dívida", "empréstimos", "seguros", "pensões" e "outros". Cada um destes instrumentos pode ser interpretado como uma variável exógena, sendo possível simular choques em cada um deles individualmente.

No parágrafo anterior restringiu-se o número de choques suscetíveis de serem analisados no modelo a choques em E e em B_T . No contexto do modelo de Merton, no entanto, faz sentido olhar apenas para choques em E na medida em que se trata de um modelo de um só fator. Por outras palavras, existe apenas uma fonte de incerteza. Os compromissos são cumpridos sempre que os ativos superem a barreira de incumprimento na maturidade. Caso contrário, os detentores de dívida têm que assumir perdas. O

¹¹ O capital próprio de particulares não se encontra a valor de mercado. No entanto, vários dos instrumentos utilizados na sua estimação estão ora a preço de mercado, como é o caso de "ações", ora de acordo com algum modelo de avaliação, como é o caso dos ativos imobiliários e das poupanças futuras. O capital próprio das administrações públicas e do resto do mundo são contabilizados através de um modelo baseado em dados de mercado.

¹² Tal não seria possível se considerássemos que o capital próprio de um determinado setor é constituído pela soma e subtração de elementos do lado esquerdo e direito do balanço.

modelo não considera a possibilidade de não pagamento sem insolvência explícita, ou seja, sem que a totalidade da base de capital tenha sido consumida. No entanto, é possível que muitos dos agentes económicos que compõem um setor se tornem insolventes sem que isso signifique que o setor, no seu todo, seja insolvente. Como exemplo, considere-se que a atividade económica diminui inesperadamente. As sociedades financeiras têm menos lucros, as instituições financeiras registam mais perdas de crédito, as administrações públicas registam maiores défices, o desemprego aumenta e as importações aumentam. Todos estes eventos tendem a diminuir o capital próprio de cada um dos setores e, por conseguinte, o valor de mercado da dívida. Isto são tudo choques em E . No entanto, ao mesmo tempo, algumas empresas fecharão, alguns bancos desaparecerão e alguns particulares decretar-se-ão insolventes. Ao nível agregado, é impossível ter isto em conta sem considerar a possibilidade de choques em B_T .

4.2. O mecanismo de transmissão de choques

Na última secção discutiu-se que choques faria sentido considerar no contexto de uma aplicação do modelo de dívida contingente ao nível setorial. Definiram-se e justificaram-se dois tipos de choques: choques em E e choques em B_T . Como explicitado na secção 2, no contexto do modelo de Merton, os passivos são contingentes no valor dos ativos e o capital próprio funciona como um amortecedor de choques, na medida em que representa um direito residual sobre os rendimentos gerados pelo ativo. No caso de choques em E , este impacto é direto, enquanto para choques em B_T , é o setor que detém o ativo correspondente que sofre uma perda no seu capital próprio. O choque é depois transmitido por duas vias. Por um lado, os detentores do capital dos setores atingidos sofrem uma perda proporcional à percentagem do capital detido. Daqui em diante este mecanismo irá ser denominado de “canal de capital”. Por outro lado, dado que o valor da dívida é contingente nos ativos, qualquer choque que produza alterações ao nível da qualidade da dívida implica também perdas no setor que detém essa dívida como ativo. Este canal constituirá o “canal de dívida” na taxonomia utilizada¹³. As perdas que resultam deste canal não são geralmente registadas nos balanços. No entanto, a sua consideração contribui para melhor compreender os canais de transmissão de choques na economia. Assim, qualquer que seja a fonte da perda, ela tem de ser transmitida aos detentores de capital dos setores atingidos. O mecanismo repete-se até que o choque se tenha dissipado totalmente. Este modelo de transmissão pode ser replicado através de um algoritmo onde as perdas relacionadas com ambos os canais são calculadas e distribuídas no fim de cada iteração¹⁴. Este mecanismo iterativo encontra-se representado no gráfico 2. O painel A ilustra como um choque hipotético no capital próprio de todos os setores se propaga. O painel B mostra como é que as perdas de cada setor são calculadas e distribuídas.

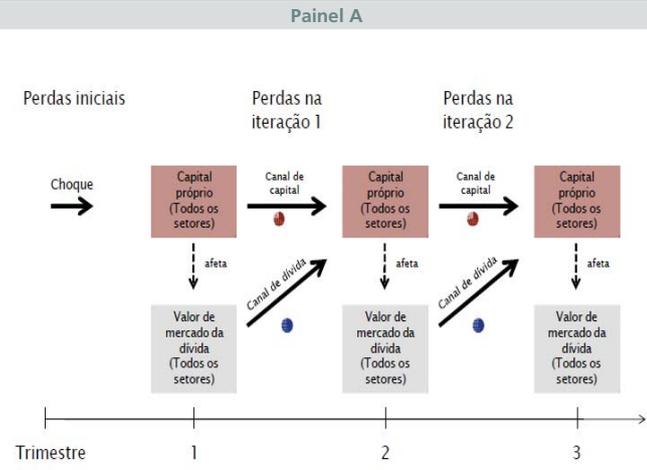
Os canais de capital e de dívida têm duas interpretações económicas bastante distintas. Enquanto o canal de capital corresponde a perdas efetivamente verificadas, o canal de dívida considera as perdas esperadas como resultado de alterações na probabilidade de incumprimento e perda dado o incumprimento dos vários setores. Na ausência de risco de crédito, isto é, assumindo que todos os setores cumprem todas as suas responsabilidades, o canal de dívida não existiria no modelo. Ao contrário das perdas relacionadas com o canal de capital, as quais são quantificáveis de forma trivial com base nas iterações anteriores, as perdas associadas ao canal de dívida exigem a utilização de um modelo de valorização de dívida, tal como o modelo de dívida contingente. Uma vez definido o valor futuro do capital próprio de cada setor com base no modelo de transmissão de choques, falta-nos apenas definir uma trajetória em relação à

¹³ O valor dos choques em E e B_T correspondem às perdas iniciais indicadas no gráfico 2 – Painel A. O primeiro impacto de ambos os tipos de choques pertence ao canal de capital. Relativamente a choques em B_T , note-se que aqueles setores que falharam os seus compromissos tornam-se mais solventes após o choque. Este ganho é registado no canal de dívida.

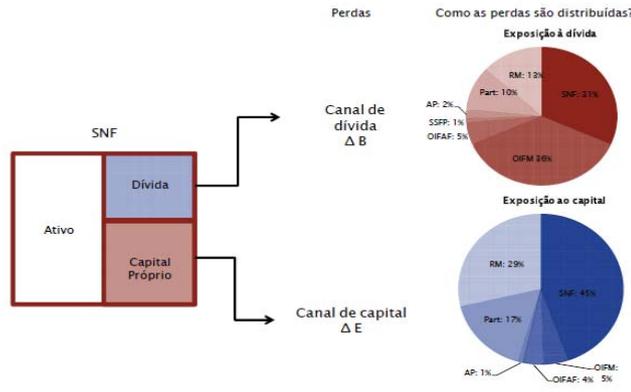
¹⁴ Apesar das perdas originadas pelo canal de dívida em iterações anteriores serem transmitidas pelo canal de capital, considera-se que estas perdas pertencem ao canal de dívida, na medida em que se este último não existisse, estas perdas também não existiriam.

Gráfico 2

O MECANISMO DE TRANSMISSÃO DE CHOQUES



Painel B



evolução da volatilidade dos retornos do capital próprio após o choque para podermos aplicar o modelo de dívida contingente em termos prospetivos. Manipulando o sistema de equações definido na equação 2, obtém-se a seguinte expressão¹⁵:

$$\sigma_E = \sigma_A \left(1 + \frac{B_T}{E} e^{-rT} \Phi(d_2) \right)$$

Substituindo d_2 e σ_A , que não estão disponíveis no momento da iteração, pelos seus valores na iteração anterior é possível ter uma previsão de σ_E .

De forma a melhor representar a realidade, o modelo integra três aspetos que merecem atenção adicional. Dois desses aspetos referem-se à forma como as OIFM e as administrações públicas inte-

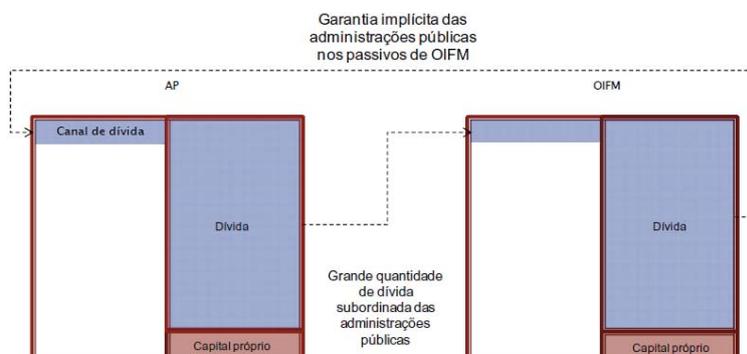
15 Ver Bensoussan, Crouhy, Galai, Wilkie e Dempster (1994).

ragem. Na secção 3.3.2 considerou-se que a barreira de incumprimento das administrações públicas se encontra dividida em três tranches com diferentes níveis de risco e, portanto, diferentes valores. Esta diferenciação também tem que ser tida em linha de conta no mecanismo de transmissão de choques. Assim, choques na capacidade do soberano pagar as suas dívidas afetam principalmente os detentores de dívida mais júnior, ou seja, as OIFM. Em paralelo, considera-se que o Estado garante toda a dívida das OIFM. Assim, todas as variações no valor de mercado da dívida das OIFM tendem a repercutir-se no capital próprio das administrações públicas e, de forma indireta, nos detentores de dívida do soberano. Neste estudo considera-se que, para o período amostral, o valor desta garantia já está incorporado nas expectativas de mercado associadas à taxa de desconto utilizada para calcular o valor presente da reserva discricionária. No entanto, para fins prospetivos, qualquer alteração no valor de mercado da dívida das OIFM deverá ser subtraída explicitamente no capital próprio das administrações públicas. Em conjunto, estamos perante um ciclo que se autoalimenta de forma semelhante ao que se tem verificado durante a atual crise financeira (Gráfico 3).

O último aspeto a considerar tem a ver com a forma como o resto do mundo interage com os restantes setores. Como qualquer outro setor, o resto do mundo age simultaneamente como um detentor de ativos e um emissor de capital e dívida. Como detentor de ativos, admite-se que o resto do mundo absorve todas as variações no valor dos ativos que detém. De forma semelhante, enquanto emissor de dívida, se algum dos agentes que compõem o resto do mundo não pagar as suas dívidas faz sentido pensar que tal gerará uma cascata de perdas no sistema. No entanto, é menos razoável assumir que perdas no capital próprio do resto do mundo causadas por perdas registadas por agentes residentes em iterações anteriores sejam devolvidas aos setores residentes em iterações subseqüentes. As perdas tenderão a dissipar-se dentro do resto do mundo, sendo que apenas uma pequena parte deverá voltar a impactar os setores residentes através de ações de não residentes detidas por agentes residentes. Acontece que, tal como referido na secção 3.3.1.2 deste estudo, o setor resto do mundo engloba apenas os agentes económicos não residentes na sua relação com os residentes. Assim, qualquer cálculo da exposição sob a forma de “ações” de agentes económicos residentes a não residentes com base nas contas nacionais financeiras levaria a uma excessiva sobreavaliação da mesma. De forma a evitar este problema, este estudo optou por assumir que o resto do mundo não transmite perdas no canal de capital. Em relação ao canal de dívida, esta hipótese não foi excluída à partida. No entanto, qualquer perda neste canal deverá ser irrelevante dada a definição de capital próprio do resto do mundo utilizada.

Gráfico 3

MECANISMO DE INTERAÇÃO ENTRE AS ADMINISTRAÇÕES PÚBLICAS E OIFM



5. A FRONTEIRA DE ESTABILIDADE

A secção anterior propôs um método de quantificação das perdas decorrentes da ocorrência de choques. A partir daí é possível calcular uma série de indicadores de risco. Na sequência da crise financeira internacional que teve origem nos Estados Unidos em 2007, o acompanhamento do risco sistémico assumiu particular relevância para os decisores de política. Neste quadro, indicadores avançados da robustez do sistema financeiro assumem importância acrescida. Esta secção apresenta o conceito de fronteira de estabilidade, o qual, à parte de ser um indicador de risco por si só, é um conceito fundamental na metodologia associada ao nosso novo indicador de risco sistémico.

De acordo com Silva, Ribeiro e Antunes (a publicar), as perdas relacionadas com os canais de capital e de dívida evoluem de forma totalmente diferente à medida que o número de iterações aumenta. Enquanto a variação marginal nas perdas relacionadas com o canal de capital tende a diminuir à medida que o número de iterações aumenta (independentemente do número de iterações), a variação marginal nas perdas totais relacionadas com o canal de dívida evolui de forma não monotónica. Silva, Ribeiro e Antunes (a publicar) estudam as características destes dois canais e concluem que apesar de o canal de capital ser o mais importante para choques convergentes, é o canal de dívida que determina se o sistema tem capacidade ou não de absorver o choque. Este tipo de mecanismo cria uma falsa sensação de robustez na medida em que nas primeiras iterações o canal de capital tende a dominar sobre o canal de dívida. No entanto, nos casos divergentes há um ponto a partir do qual o canal de capital é dominado pelo canal de dívida gerando uma série de perdas que conduz ao colapso do sistema. Este mecanismo é consistente com o que é advogado por Castrén e Kavonius (2009), Allen e Gale (2000), Gallegati, Greenwald, Stiglitz e Ruchiaridi (2008) e Haldane (2009), os quais, embora de forma não formalizada, referem a existência de um ponto de inflexão da rede. Uma vez ultrapassado este ponto, todas as interações na economia tornam-se canais de amplificação e não de absorção tornando um sistema aparentemente robusto num sistema muito frágil. No nosso modelo, este ponto é motivado pela existência de risco de crédito.

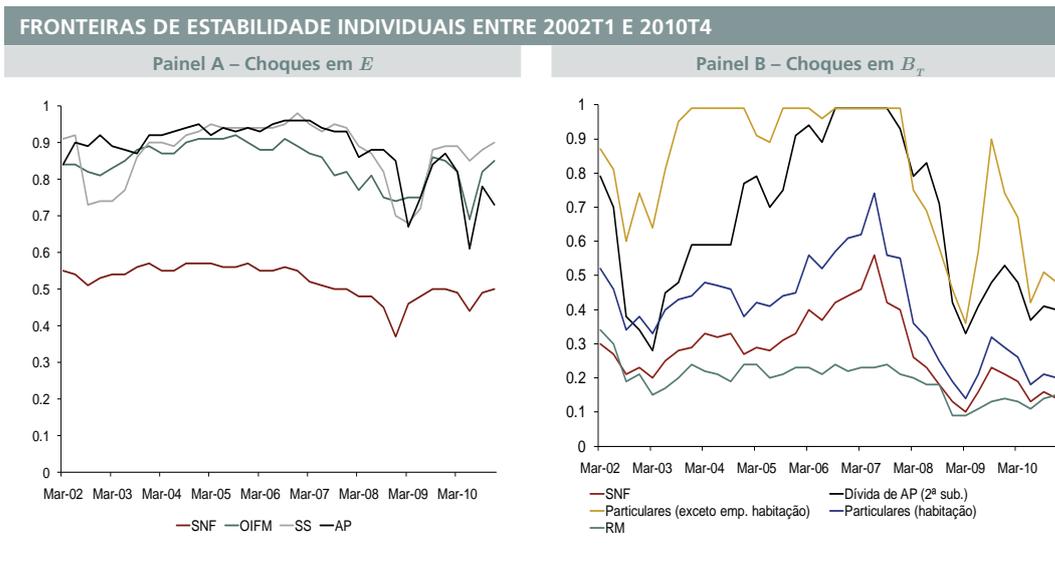
Seguindo a ideia relacionada com a existência deste ponto de inflexão, introduz-se neste estudo o conceito de fronteira de estabilidade. Defina-se fronteira de estabilidade como o espaço geométrico em R_n composto por todas as combinações de choques inesperados em n dimensões capaz de conduzir o sistema ao colapso num determinado momento do tempo. O sistema colapsa a partir do momento em que o capital próprio de pelo menos um dos setores se torna não positivo após a total absorção de um determinado choque. Qualquer ativo ou combinação de ativos pode constituir uma dimensão. Quando n é igual a um, designa-se de fronteira de estabilidade individual. Condicional nos balanços, nas relações intersectoriais e na perceção de risco do mercado, as fronteiras de estabilidade individuais permitem aferir a dimensão do choque inesperado necessário para fazer colapsar o sistema. O resultado vem sobre a forma de percentagem de todos os ativos nessa dimensão.

Com base na secção 4.1 consideraram-se choques no capital próprio de todos os setores. Adicionalmente, consideraram-se choques nos passivos das sociedades não financeiras, OIFAF, SS, particulares e resto do mundo. Para os particulares, estimou-se também a fronteira de estabilidade associada às hipotecas residenciais. Por fim, estimou-se a fronteira de estabilidade associada às duas tranches de dívida subordinada das administrações públicas.¹⁶ O gráfico 4 apresenta as fronteiras de estabilidade para algumas destas dimensões.

Como se constata no gráfico 4, as fronteiras de estabilidade não são estáticas no tempo. Quanto melhor for a estrutura financeira, maior é o choque necessário para fazer colapsar o sistema, o que sugere uma

¹⁶ A existência de fronteiras de estabilidade relacionadas com choques em B_T foram justificadas pela existência de heterogeneidade intersectorial. No caso das administrações públicas esta heterogeneidade não existe. No entanto, em contraste com o que acontece nas empresas, no caso do soberano é possível que este decida unilateralmente não pagar parte da sua dívida sem que isso signifique que deixe de existir. Este facto justifica a consideração de choques nos passivos das administrações públicas.

Gráfico 4



Fontes: Cálculos dos autores.

maior robustez. Este princípio é válido também para fronteiras de estabilidade com mais dimensões. Conclui-se daqui que é possível avaliar alterações no risco sistémico com base em alterações no posicionamento da fronteira de estabilidade. Quanto mais distante estiver a fronteira de estabilidade da origem no espaço R_n , maior é a resiliência da rede intersetorial a choques nas dimensões consideradas. Na secção 6 mostra-se como resumir toda a informação contida na(s) fronteira(s) de estabilidade num único indicador.

6. O INDICADOR DE RISCO SISTÉMICO

A secção 5 apresentou o conceito de fronteira de estabilidade. Tal como foi argumentado, a fronteira de estabilidade é, por si só, um indicador de risco, na medida em que representa todas as combinações de choques inesperados de magnitude suficientemente elevada para consumir o capital próprio de pelo menos um setor. Contudo, o conceito de fronteira de estabilidade não tem em conta a probabilidade de ocorrência destes choques. O objetivo do indicador de risco sistémico proposto é justamente avaliar a probabilidade da economia sofrer uma combinação de choques para além da fronteira de estabilidade. Dada a impossibilidade de estimar o modelo quando um determinado setor fica com capital próprio não positivo, designamos a probabilidade de isso acontecer de probabilidade da economia entrar em rutura financeira. Matematicamente, o indicador proposto pode ser definido como:

$$I = \int_{(FE_1, \dots, FE_n)}^{(\infty, \dots, \infty)} \Psi(\dim 1, \dots, \dim n)$$

onde Ψ é uma função densidade probabilidade n-dimensional e $\{FE_1, \dots, FE_n\}$ são as coordenadas da nossa fronteira de estabilidade multidimensional.

Para muitas das dimensões apresentadas na secção 5 é difícil ter uma opinião fundamentada sobre a sua distribuição. É o caso de choques nos passivos de OIFM, OIFAF, SS e resto do mundo. Iremos portanto

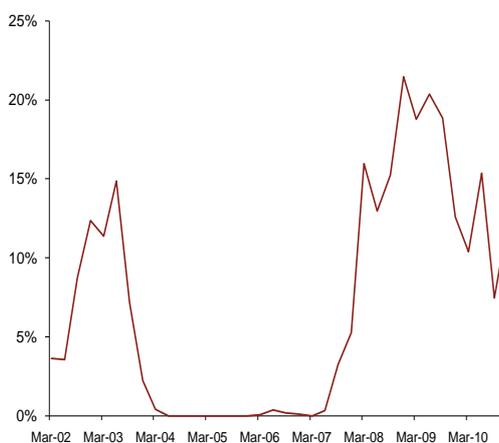
deixar estas dimensões fora do nosso indicador de risco sistémico¹⁷, o que nos deixa com 7 dimensões:

1. Capital próprio das sociedades não financeiras
2. Capital próprio de OIFM e OIFAF (optou-se por juntar estas duas dimensões)
3. Capital próprio de SS
4. Capital próprio das administrações públicas
5. Passivos das sociedades não financeiras
6. Passivos de particulares exceto “empréstimos” concedidos por OIFMs para aquisição de habitação.
7. Passivos de particulares em “empréstimos” concedidos por OIFMs para aquisição de habitação.

Por simplicidade, assumiu-se que Ψ é uma distribuição Normal com 7 dimensões, valor esperado nulo e matriz variância-covariância Ω . O valor esperado de Ψ tem de ser necessariamente nulo, na medida em que apenas as inovações, ou choques, são de interesse neste modelo. Os desvios esperados no valor futuro das posições de balanço já estão contabilizados no capital próprio de cada setor a valor de mercado. Assim, o desafio analítico reside na estimação de Ω , o qual, à semelhança da fronteira de estabilidade, não é constante ao longo do tempo. Cada uma das matrizes variâncias-covariâncias foi estimada com base em dados sobre o retorno do capital próprio de cada um dos setores nos 12 meses precedentes a cada trimestre. No caso das dimensões 1, 2 e 3, Ω foi estimado com base na volatilidade dos retornos do PSI-20, do PSI-Serviços Financeiros e do *Stoxx Europe 600 Insurance*, respetivamente. A volatilidade da dimensão 4 foi estimada com base no retorno das estimativas mensais do capital próprio das administrações públicas. Para as restantes dimensões, utilizou-se a volatilidade dos desvios dos fluxos de empréstimos em incumprimento (em percentagem do total de empréstimos concedidos) em relação à média dos últimos doze meses. Com base nestas hipóteses obteve-se a probabilidade da economia entrar em rutura financeira¹⁸. No gráfico 5 apresenta-se a série da probabilidade da economia entrar em rutura financeira para o período Março de 2002 a Dezembro de 2010. O indicador de risco proposto aponta para dois períodos de risco sistémico especialmente elevado, nomeadamente, o período entre 2002 e 2003 e o período após Setembro de 2007. Apesar de o indicador indicar probabilidades

Gráfico 5

PROBABILIDADE DE COLAPSO FINANCEIRO DA ECONOMIA



—Fonte: Cálculos dos autores.

¹⁷ As dimensões relacionadas com o capital próprio do banco central, dos particulares e do resto do mundo foram também excluídas do indicador. Este facto não deverá ter grande impacto, uma vez que a fronteira de estabilidade relacionada com estas dimensões é sempre próxima de 1.

¹⁸ Na prática esta probabilidade foi estimada por via de simulações de Monte-Carlo. Para mais resultados, ver Silva, Ribeiro e Antunes (a publicar).

de ruptura financeira claramente acima de 10% em ambas as crises, as fronteiras de estabilidade no gráfico 4 (painel A) e as estimativas de Ω sugerem que o primeiro período foi, não exclusivamente, mas especialmente focado num setor apenas, SS, o qual atingiu níveis de volatilidade do capital próprio muito elevados. Em oposição, a atual crise é caracterizada por uma forte diminuição das fronteiras de estabilidade associadas a todas as dimensões. De facto, quase todas as fronteiras de estabilidade apresentadas no gráfico 4 atingiram o seu mínimo durante a atual crise, contribuindo para que a probabilidade de rutura financeira da economia registasse o seu valor máximo, cerca de 20%, em Dezembro de 2008.

7. CONCLUSÃO

Este estudo propõe um novo indicador de risco sistémico baseado em análise de redes e no modelo de dívida contingente. O indicador proposto pretende ser uma *proxy* da probabilidade da economia entrar em rutura financeira no prazo de um ano. Do ponto de vista conceptual, a metodologia proposta pode ser dividida em duas partes. Em primeiro lugar, são estimadas todas as combinações de choques necessários para colapsar o sistema de relações intersetoriais na economia. O conjunto dessas combinações constitui a fronteira de estabilidade, conceito introduzido neste artigo. De seguida, avalia-se a probabilidade de ocorrência desses choques. O modelo proposto tem a vantagem de permitir a construção de um indicador-síntese do risco sistémico na economia. Movimentos do indicador podem depois ser melhor entendidos, analisando deslocações das fronteiras de estabilidade individuais, bem como alterações nos parâmetros da distribuição multivariada dos fatores de risco e da velocidade de absorção da rede. O modelo contribui ainda para melhor entender a forma como os choques são transmitidos na economia e o papel de cada setor. Em particular, considera-se explicitamente a forte interconexão existente entre o risco soberano e o risco no setor bancário.



REFERÊNCIAS

- Allen, F. e Gale, D. (2000), "Financial contagion", *Journal of political economy*, 108(1), 1-33.
- Bensoussan, A., Crouhy, M. Galai, D. Wilkie, A. e Dempster, M. (1994), "Stochastic equity volatility and the capital structure of the firm", *Philosophical Transactions: Physical Sciences and Engineering*, pp. 531-541.
- Black, F. e Scholes, M. (1973), "The pricing of options and corporate liabilities", *Journal of Political Economy*, 81(2), 637-654.
- Castren, O. e Kavonius, I. (2009), "Balance sheet interlinkages and macro-financial risk analysis in the euro area", *ECB Working Paper Series*.
- Cossin, D. e Piroette, H. (2007), *Advances credit risks analysis: financial approaches and mathematical models to assess, price and manage credit risk*, John Wiley & Sons, Ltd.
- Gallegati, M., Greenwald, B., Richiardi, M., e Stiglitz, J. (2008), "The asymmetric effect of diffusion processes: risk sharing and contagion", *Global Economy Journal*, 8(3), 2.
- Gapen, M., Gray, D., Lim, C. e Xiao, Y. (2004), "The contingent claims approach to corporate vulnerability analysis: estimating default risk and economy-wide risk transfer", *IMF Working Papers*.
- Gapen, M., Gray, D. F., Lim, C. e Xiao, Y. (2008), "Measuring and analyzing sovereign risk with contingent claims", *IMF Staff Papers*.
- Gray, D., Lim, C., Loukoianova, E. e Malone, S. (2008), "A risk-based debt sustainability framework: incorporating balance sheets and uncertainty", *IMF Working Papers*.
- Gray, D., Merton, R., e Bodie, Z. (2007), "New framework for measuring and managing macrofinancial risk and financial stability", *NBER Working Paper Series*.
- Haldane, A. (2009), "Rethinking the financial network", *Speech at Financial Student Association*, Amsterdam, April.
- Merton, R. (1974), "On the price of corporate debt", *Journal of Finance*, 29(2), 449-470.
- Sheldon, G. e Maurer, M. (1998), "Interbank lending and systemic risk: an empirical analysis for Switzerland", *Swiss Journal of Economics and Statistics (SJES)* 134(IV), 685-704.
- Upper, C. e Worms, A. (2004), "Estimating bilateral exposures in the German interbank market: Is there a danger of contagion?", *European Economic Review* 48,(4), 827-849.
- Wells, S. (2004), "Financial interlinkages in the United Kingdom's interbank market and the risk of contagion", *Bank of England Working Paper*.