

AS FALHAS NOS MODELOS DE GESTÃO DE RISCO DURANTE A CRISE ¹

Alexandre Lowenkron
Banco BBM

15 de outubro de 2009

Em agosto de 2007, ao analisar as perdas ocorridas em alguns de seus principais fundos com base nos resultados dos modelos de gestão de risco, o diretor financeiro da Goldman Sachs declarou ao Financial Times estar vendo movimentos “de 25 desvios-padrão por vários dias seguidos”². Uma ilustração interessante do que tais movimentos significam foi fornecida por Haldane³: se assumirmos uma distribuição normal, é esperado que um movimento com magnitude de 7,26 desvios-padrão ocorra apenas uma vez a cada 13,7 bilhões de anos. Astrônomos estimam que a idade do universo seja aproximadamente esta. Portanto, para que fosse possível se observar um movimento de “25 sigmas” por vários dias seguidos, como identificado na declaração acima, precisaríamos que a idade do universo fosse multiplicada milhões de vezes.

Dado o absurdo da implicação desses números, o diagnóstico só pode ser o de que o erro em vários modelos de gestão de risco foi além do aceitável. Por ser uma simplificação da realidade, qualquer modelo está errado em algum grau, já que não replica a realidade perfeitamente. O importante é ser útil para auxiliar a tomada de decisão, ou, como colocado por Keynes, passar no simples teste de que “*it is better to be roughly right than precisely wrong*”. Na crise recente, os modelos aparentemente não passaram nesse teste. Para ilustrar esse ponto, basta recordar as severas perdas sofridas por um grande número de fundos de investimento, os grandes danos causados por ativos de crédito estruturados que vinham sendo classificados como de baixíssimo risco (AAA) e, finalmente, o fato de o capital reservado por grandes bancos norte-americanos, através de sofisticados modelos de risco com a finalidade de servir de colchão para perdas inesperadas, ter sido totalmente insuficiente, contribuindo para as sucessivas quebras observadas no período.

Assim, no episódio recente, os modelos de gestão de risco de diversas instituições não só falharam, como também foram apontados por muitos como um dos principais responsáveis pela crise. Tendo o evento do *credit crunch* como pano de fundo, o objetivo deste capítulo é contribuir para a discussão de quais foram as principais falhas dos modelos de gestão de riscos e da forma de utilizá-los.

Para tanto, o capítulo está dividido em sete seções, incluindo esta introdução. A seguir, são descritas as principais ferramentas para a gestão de riscos. Logo depois, avalia-se a crise à luz do papel dos derivativos denominados “tóxicos”. A quarta seção trata especificamente da falha em se definir cenários de estresse verdadeiramente pessimistas. A quinta analisa a inevitabilidade das crises de liquidez em função da endogeneidade do

¹ As opiniões expressas neste trabalho são do autor e não necessariamente refletem as opiniões das instituições às quais ele está ou foi vinculado. Qualquer erro ou omissão são de inteira responsabilidade do autor.

² Comentário de David Viniar sobre as perdas nos fundos Alpha e Global Equity feito ao Financial Times do dia 13 de Agosto de 2007, na matéria “Goldman pays the price of being big” (Larsen, 2007).

³ Haldane (2008).

comportamento humano e das fricções institucionais nos mercados. A sexta ressalta o aumento na co-variação dos ativos em cenários mais adversos, as chamadas “cópulas não-gaussianas”, essenciais para entender o que aconteceu. Finalmente, sintetizam-se as conclusões.

AS PRINCIPAIS FERRAMENTAS PARA A GESTÃO DE RISCOS⁴

As principais ferramentas quantitativas disponíveis na indústria financeira para se monitorar o risco financeiro são o VaR (Valor em Risco) e o Teste de Estresse. Essas métricas, hoje tão populares entre os profissionais, surgiram apenas em meados da década de 90, após uma série de desastres financeiros⁵. O progresso econômico e tecnológico foi o responsável tanto por determinar o aparecimento da demanda por ferramentas mais robustas de gestão de risco quanto por possibilitar que o suprimento destas fosse viabilizado do ponto de vista técnico e científico.

Nesse período, surgiam instrumentos financeiros cada vez mais sofisticados⁶ e houve o desenvolvimento de mercados antes pouco explorados, como o de países emergentes. Assim, a demanda por modelos de gestão de risco cresceu em função deste forte incremento no leque de alternativas para a alocação do portfólio. Além disso, em consequência da globalização, a interdependência econômica e financeira aprofundou-se, fazendo com que a identificação de quais as verdadeiras exposições das instituições aos diferentes fatores de risco se tornasse muito mais complexa. Nesse contexto, fica clara a necessidade de se ter ferramentas para auxiliar no monitoramento e no controle de riscos.

Ao mesmo tempo, a oferta de modelos para esse fim foi possibilitada pelas bases teóricas e tecnológicas então estabelecidas. No campo teórico, destacam-se os modelos econométricos para previsão de volatilidade, como os da família ARCH⁷, e os modelos financeiros de precificação de derivativos, sendo o original e mais conhecido deles o de Black-Scholes-Merton. Essas idéias tiveram tanto impacto na academia e na indústria financeira que, durante a década de 90, por duas vezes, seus autores foram laureados com o Prêmio Nobel⁸. Tão importante quanto as bases teóricas para o desenvolvimento dos modelos, foi a infra-estrutura de tecnologia da informação, que tornou possível sua utilização prática no dia-a-dia. A capacidade computacional e os meios de comunicação permitiram que fosse feita a consolidação de informações das mais diferentes áreas de uma instituição, bem como a execução dos cálculos necessários com rapidez e segurança.

⁴ O leitor familiarizado com estas métricas e seus alicerces pode passar para a seção seguinte sem ter prejuízo na compreensão das idéias do presente artigo.

⁵ Entre os exemplos mais célebres, podemos citar o *crash* da bolsa de Nova Iorque em 1987, as grandes perdas da Metallgesellschaft com exposições a contratos de petróleo e as quebras do Orange County e do Banco Barings, entre outros.

⁶ Podemos destacar os derivativos como opções de compra e venda (que desempenharam papel fundamental no *crash* de 1987), o mercado de *junk bonds*, de títulos soberanos denominados em dólar de países emergentes e, por fim, os ABS (*Asset Backed Securities*), como, por exemplo, títulos lastrados em hipotecas.

⁷ *Auto Regressive Conditional Heteroskedasticity*.

⁸ Clive Granger e Rober Engel ganharam o Nobel de Economia em 1993 por suas contribuições aos métodos econométricos para análise de séries temporais, especialmente cointegração e ARCH. Em 1997, Robert Merton e Myron Scholes foram laureados pelo seu trabalho sobre derivativos financeiros.

Neste ambiente de ebulição de idéias e produtos financeiros, o JPMorgan foi a primeira instituição a se aproveitar do ferramental disponível e propor uma medida que resumisse o risco da instituição em um único número, batizado por eles de VaR (“valor em risco”). O relatório, disponibilizado todos os dias pontualmente às 4 horas e 15 minutos, tinha como objetivo indicar qual a perda potencial da instituição no dia seguinte caso este viesse a ser um dia relativamente ruim para suas apostas. Em termos estatísticos, o VaR nada mais é que o quantil da distribuição de probabilidade do resultado gerencial de uma instituição em um nível de confiança desejado para um dado horizonte de tempo. Se, por exemplo, o VaR para o horizonte de 1 dia a 95% de confiança for de R\$ 1 milhão, isso significa que com o portfólio e as condições de mercado do dia em que a análise foi feita, é esperado que, em média, uma vez por mês (aproximadamente uma vez a cada 20 dias, ou 5 % das vezes) se perca pelo menos R\$ 1 milhão. Caso a instituição não tolere esse nível de risco, pode reduzir suas posições ou fazer um *hedge* até se sentir confortável com o seu VaR. Além disso, com o cálculo das elasticidades é possível identificar quais as apostas que mais contribuem para esse risco elevado. Em 1996, esta metodologia pioneira foi publicada em detalhes⁹.

Para resumir o risco de uma instituição em um único número, naturalmente, muitas hipóteses simplificadoras tiveram que ser feitas. Quando bem compreendidas, isso não é problemático, pois fica clara a limitação dos resultados e, conseqüentemente, é possível ter uma idéia de até que ponto se deve confiar neles. Não se deve perder de vista que o papel dos modelos é o de ser uma ferramenta auxiliar na tomada de decisão. E, para diferentes aplicações ou instantes de tempo, qualquer modelo pode ser mais ou menos útil e o gestor de risco deve ter isso em mente. Essa é uma das razões pelas quais é bom se ter uma gama de ferramentas. Quando necessário, é sempre possível complementar os modelos com análises mais subjetivas (como historicamente sempre foi feita a gestão de risco) ou, se possível, fazer as adaptações necessárias e obter versões menos parcimoniosas e mais realistas e complexas dos modelos. Muitos dos problemas na utilização do VaR vieram da falha em compreender isso.

A mais notória dentre as hipóteses simplificadoras do VaR é a de que a distribuição conjunta dos fatores de risco¹⁰ é gaussiana¹¹. Por razões que veremos mais adiante, eventos extremos são, na prática, bem mais comuns nos mercados financeiros do que os que se espera numa distribuição normal. As caudas são mais espessas. Por essa razão, quando se utiliza a hipótese de retornos normais, o mais recomendado é que o nível de confiança escolhido não seja muito elevado. Com isso, o VaR passa a ser interpretado como uma medida de risco em “condições normais de mercado”.

⁹ Toda a documentação é disponibilizada no site da RiskMetrics, *spin-off* da área de risco da JPMorgan, que passou a oferecer serviços de consultoria de risco.

¹⁰ Em geral, os fatores de risco são os retornos de ações e *commodities*, as variações nas taxas de juros/spreads e as volatilidades implícitas das opções. Todas possuem distribuições de probabilidade condicionais à informação presente possível de ser parametrizada, estimada e prevista com modelos estatísticos como os ARCH, descritos anteriormente de maneira breve.

¹¹ Distribuição Gaussiana ou Normal é uma das mais importantes em estatística e tem o conhecido formato de sino. Ela é perfeitamente definida pelo seu vetor de médias e por sua matriz de covariância. Uma das razões da sua popularidade é o conhecido Teorema do Limite Central que nos diz que a soma de um número muito grande de quaisquer variáveis aleatórias com variância finita vai tender para uma curva normal.

Modelar as caudas de uma distribuição é tarefa árdua¹² e em geral dispomos de poucas observações para uma estimação desse tipo. Ao mesmo tempo, para ser útil, a gestão de risco não pode se abster de fazer previsões sobre o que ocorre justamente nas condições mais extremas de mercado. É exatamente este o papel desempenhado pelo teste de estresse. Através de dados históricos e/ou da definição subjetiva de cenários pessimistas para as posições da instituição pelos gestores de risco, avaliam-se os impactos no resultado da instituição. Não é necessário desenhar cenários para todos os ativos, mas apenas para alguns poucos fatores de risco que podem facilmente ser mapeados no preço dos ativos.

Toda instituição deveria estabelecer um nível de perda com o qual se sente confortável em situações “normais” (VaR) e em estresse (teste de estresse). Caso em um dado dia o resultado do teste de estresse ou do VaR esteja acima dos limites estabelecidos, é necessário que sejam reduzidos os tamanhos das apostas, que seja comprada alguma proteção (*hedge*), ou que se aumente o nível de capital próprio, de forma a ampliar o “colchão” de proteção para perdas inesperadas, em face ao nível de risco mais elevado. Se nada disso for feito, o risco de insolvência será maior do que aquele definido como máximo aceitável pelos acionistas.

Uma percepção comum é a de que o maior benefício do VaR e do teste de estresse é o de impor uma metodologia estruturada para se pensar o risco. Mais do que fórmulas matemáticas, tanto o VaR quanto o teste de estresse devem ser vistos como conceitos. Quando necessário, não há por que não aprimorá-los mudando as hipóteses simplificadoras utilizadas para construí-los. É importante que os resultados sejam construídos e utilizados de forma crítica pelo gestor. Por trazerem uma aura de cientificidade e precisão, uma formulação e utilização *naive* dessas métricas pode dar a falsa sensação de segurança e, com isso, expor as instituições a riscos excessivos.

A CRISE PELA ÓTICA DOS “DERIVATIVOS TÓXICOS”: VELHAS vs. NOVAS LIÇÕES PARA A GESTÃO DE RISCOS

O desastre financeiro ocorrido em 2008 pode ser considerado fruto de uma crise de solvência, acompanhada por uma grave crise de liquidez. Nela foi central o papel desempenhado por ativos financeiros com estruturas complexas. Por esta razão, vale a pena construir a discussão sobre as falhas dos modelos de gestão de risco a partir desses derivativos complexos.

Nas últimas décadas, sempre que uma nova modalidade de derivativo financeiro surgia no mercado, ela era amplamente avalizada por grande parte da academia que acreditava que, dessa forma, a economia estava se tornando mais eficiente¹³. E, de fato, a criatividade na produção de derivativos complexos foi enorme, levando a proliferação da engenharia financeira de produtos estruturados. Ocorre que, durante a crise, muitos deles foram

¹² Entre os esforços para este finalidade destaca-se o desenvolvimento da Teoria de Valores Extremos.

¹³ A idéia é que os bancos, através da intermediação financeira, possibilitam o acesso generalizado a derivativos que seriam impossíveis de ser replicados por agentes econômicos tradicionais para os quais a transação é mais custosa ou inviável. Assim, outros agentes passavam a poder especular ou se proteger de estados da natureza que antes eram não transacionáveis (mercados incompletos). Dessa forma, os mercados se tornam mais completos para um número maior de agentes e, por isso, os derivativos, apesar de serem redundantes, tornariam o mercado mais eficiente. Ver Merton (1992), cap. 14.

considerados “derivativos tóxicos” e associados às catástrofes financeiras, tanto no Brasil como no exterior. Para ilustrar quais as novas e as velhas lições sobre modelos de gestão de risco, vamos destacar dois destes instrumentos complexos: os CDOs (*collateralized debt obligations*) lastreados em hipotecas *subprime* americanas e os derivativos de câmbio no Brasil.

Começamos com o caso dos derivativos de câmbio. Entre empresas e bancos brasileiros no período anterior à crise, cresceu a popularidade de operações de financiamento, nas quais a taxa a ser paga dependia da cotação do câmbio vigente até a data de vencimento. Se o dólar ficasse abaixo de determinado patamar, o acordado era que os juros efetivos seriam menores do que os de mercado e, caso ficassem acima, o valor devido crescia com a cotação do câmbio. Esse tipo de operação pode ser facilmente entendido como um financiamento tradicional somado a uma venda de opção de compra de dólar. Assim, a taxa de financiamento mais baixa equivalia, na verdade, ao prêmio recebido pela opção vendida e, portanto, refletia apenas uma remuneração justa pelo risco cambial que se estava correndo.

Originalmente, as empresas que entravam nesse tipo de operação eram exportadoras e, portanto, quando bem calibrada, a operação podia ser entendida como uma estratégia de proteção (*hedge*). Ocorre que, à medida que a volatilidade do mercado se reduzia, também diminuía a atratividade dessas operações. Para compensar os prêmios menores, empresas e bancos passaram a estruturar produtos cada vez mais complexos. Um exemplo disso foi o que ficou conhecido como TARN (*Target Accrual Redemption Note*), no qual a perda com a desvalorização cambial aumentava exponencialmente com a magnitude da variação no dólar. Desse modo, mesmo para exportadores, a operação deixava de ser uma operação de proteção para se tornar uma operação especulativa. Ao final do ciclo, seduzidas pelas despesas financeiras mais baixas de quem vinha fazendo tal tipo de operação, diversas empresas sem a proteção natural das exportações passaram a fazer também operações como essa. O cenário para a catástrofe estava montado. Como sabemos, de agosto a outubro de 2008, a cotação real/dólar saltou de menos 1,60 para mais de 2,35, levando empresas expostas a esses instrumentos a ter prejuízos gigantescos.

Vejam os dois principais casos com empresas brasileiras de capital aberto: Aracruz e Sadia. De acordo com informações das próprias empresas¹⁴, na Aracruz, a perda financeira com operações de derivativos de câmbio foi de US\$ 2,1 bilhões e, na Sadia, as despesas financeiras foram de R\$ 2,5 bilhões em 2008. Esses números contrastam com o fluxo de caixa operacional (EBITDA) que rodava em aproximadamente R\$ 1,4 bilhões em cada uma das empresas antes da crise. Assim, por mais que essas empresas fossem grandes exportadoras naturalmente compradas em dólar, comparando as suas perdas com o fluxo de caixa operacional, *a posteriori* ficou claro que a exposição vendida em dólar por meios de derivativos se tratava de um *hedge* descalibrado ou de uma posição especulativa. A consequência do episódio foi a consolidação da Aracruz com a VCP e da Sadia com a Perdigão. Nestes e em outros casos, em função da dificuldade em receber o valor acordado, os bancos que ofereceram tais produtos também sofreram, tendo sido obrigados a renegociar ou executar os valores devidos em decorrência do episódio.

¹⁴ Ver relatórios de resultados do quarto trimestre de 2008 de ambas as empresas, disponíveis nos respectivos *websites*.

A *priori*, uma exposição cambial excessiva como essa deveria ser capturada por um teste de estresse bem formulado. Uma vez que as perdas de fato existiram, o que houve, então, de errado? São quatro as explicações possíveis: (i) no gerenciamento de risco, não se utilizava o teste de estresse; (ii) o cenário de estresse foi correto, mas não se mediu corretamente o seu impacto no preço dos contratos de derivativos exóticos; (iii) o cenário utilizado no teste de estresse falhou, por ser muito brando; (iv) tudo foi feito corretamente e a empresa (deliberadamente ou através de uma estrutura de governança corporativa mal desenhada) permitiu que a exposição existisse, apostando contra o cenário de estresse. A última possibilidade está fora do escopo do presente capítulo¹⁵.

Algumas das lições que podemos tirar da crise não são novas, o que não significa que sejam menos relevantes. Parte significativa das falhas no episódio que acabamos de descrever enquadra-se nessa categoria. Dentre as quatro possibilidades listadas acima, as duas primeiras são velhas conhecidas e, para evitá-las, seria suficiente seguir os manuais de “melhores práticas” de VaR e de teste de estresse. Apesar disso, ainda sobre a hipótese (ii), de não se medir corretamente o impacto do cenário nos derivativos, cabe ressaltar que o uso de instrumentos complexos aumenta significativamente o risco operacional de não se fazer a decomposição do instrumento nos fatores primários de forma correta no sistema de monitoramento e gestão de riscos.

Mais preocupante, no entanto, é o fantasma de se subestimar o cenário de estresse. Essa falha não-trivial, aparentemente, foi generalizada¹⁶ e também foi fator central nos problemas ocorridos no mercado onde a crise se originou: o mercado de crédito norte-americano. Por esta razão, dedicaremos exclusivamente uma seção para discutir as possíveis razões dessa falha.

De fato, uma das lições importantes do episódio recente é que ativos complexos, de uma forma ou de outra, facilitam e potencializam crises financeiras. As perdas incorridas com derivativos de crédito nos Estados Unidos, principalmente com os CDOs, são outra evidência disso. Sem dúvida, a principal causa da crise foi o excesso de alavancagem, que minou a solvência de alguns dos principais bancos americanos. No entanto, temos que reconhecer que o excesso de alavancagem foi estimulado pela falsa sensação de segurança propiciada pela sofisticada estrutura de proteção de ativos complexos.

O mercado de crédito norte-americano é conhecido por seu dinamismo e sofisticação. Tais características sempre fizeram com que os financiamentos fossem acessíveis a um grande número de consumidores e empresas. Em uma de suas mais recentes inovações, consumidores com risco de crédito mais elevado (*subprime*) passaram a ter acesso a financiamentos imobiliários. Uma vez que dispunham de uma carteira com esse tipo de recebível suficientemente numerosa, os agentes financeiros as securitizavam através de ativos de crédito, denominados de ABS (*Asset-Backed Securities*) lastreados

¹⁵ Cabe apenas ressaltar que, para o bom funcionamento de processos complexos como a gestão financeira, onde conflitos de interesses são constantes, é fundamental haver mecanismos efetivos que garantam a existência de pesos e contra-pesos. Assim, é importante que as estruturas responsáveis por controlar o risco tenham independência e seus incentivos sejam alinhados com a sua missão. Por fim, é fundamental que tenham voz perante a alta direção e os acionistas, pois, caso contrário, nenhuma ferramenta de controle de riscos será efetiva.

¹⁶ Foi comum encontrar na mídia declarações neste sentido.

nos recebíveis primários originados. Eles eram divididos em partes (*tranches*) com diferentes ordens de prioridade para o recebimento dos créditos. Quando bem divididas, as *tranches* mais seniores tinham de fato um risco de crédito muito baixo e, conseqüentemente, eram mais caras (pagavam taxas de juros mais baixas).

No entanto, o processo de engenharia financeira não terminava aí. *Tranches* arriscadas (mezzaninas ou juniores) das carteiras de ABS's eram reempacotadas em novas carteiras nelas lastreadas. Novamente, eram divididas em mais N *tranches* com diferentes ordens de prioridade no recebimento dos créditos. Criava-se, assim, um derivativo de crédito que ficou conhecido como CDO (*Collateralized Debt Obligation*), que era como um novo ABS agora estruturado em cima das cotas intermediárias do ABS original. O processo poderia continuar com as *tranches* mais arriscadas de uma carteira de CDOs sendo reempacotados em um novo CDO. As cotas destes produtos com prioridade no recebimento dos créditos e com muita estrutura de proteção ficaram conhecidas como “*super-senior tranches*”¹⁷ dos CDOs.

Sofisticadas estruturas de proteção, somadas à existência da casa como garantia em meio a um processo de *boom* imobiliário, fizeram com que as *tranches seniores e super-seniores* dos CDOs fossem consideradas de baixíssimo risco, obtendo classificação AAA junto às principais agências de classificação de risco, possibilitando que fossem vendidas a um preço mais elevado. Para completar o emaranhado de instrumentos complexos, algumas seguradoras, como a AIG, aceitavam oferecer proteção a esses CDOs, através de contratos de Credit Default Swaps (CDS).

No final, foram os CDOs e CDS os principais responsáveis pelas perdas em grandes instituições americanas. Em um cuidadoso relatório aos acionistas¹⁸ sobre os efeitos da crise, o UBS relatou, por exemplo, que 2/3 das perdas no mercado de crédito *subprime* americano concentrou-se em operações com CDOs. Eram operações que estavam no *pipeline* para serem securitizadas posteriormente e, principalmente, operações proprietárias de carregamento das *tranches* super-seniores dos CDOs. O mesmo ocorreu com outras grandes instituições como a Lehman Brothers, Fannie Mae etc. O documento deixa claro que, na metodologia do cálculo do risco VaR, era fundamental a informação de que o ativo era considerado AAA¹⁹. Como a volatilidade de ativos de crédito AAA era muito baixa, tais posições acabavam por contribuir muito pouco para o VaR e para o estresse. Portanto, vê-se que as métricas tradicionais para controle de risco acabavam não dando a devida atenção ao que verdadeiramente determinava o risco financeiro daquelas posições: o risco de crédito dos consumidores norte-americanos (*sub-prime*) e o preço de suas casas. Tal simplificação, que se mostrou extremamente inadequada para o problema que se tinha em mãos, deve-se, em grande parte,

¹⁷ O nome deve-se ao fato de que elas teriam mais estrutura de proteção contra perdas do que a necessária para obter um rating AAA.

¹⁸ Relatório aos acionistas de dezembro de 2007 que buscava explicar as perdas, até então na casa de USD 16,7 bilhões. Existem poucos documentos confiáveis que relatam o que de fato se passou com os modelos de risco dos principais bancos afetados pela crise, e o UBS teve o mérito de ter sido um dos mais transparentes nesse aspecto (UBS AG, 2008).

¹⁹ Na página 12 do documento, eles afirmam: “A metodologia para o cálculo do VaR de crédito dependia do rating AAA das posições *Super-Seniors*. O rating AAA determinava que a série temporal financeira seria associada à posição no cálculo do VaR” (UBS AG, 2008, tradução do autor). Como a volatilidade das séries de spread AAA era baixa, o risco VaR calculado era bem pequeno.

à complexidade dos instrumentos financeiros. Esse pode ser considerado um importante erro de modelagem.

Os erros se propagaram pelos sistemas de gestão de risco, amplificando seus impactos, mas é razoável afirmar que o pecado original deu-se na classificação de risco desses ativos como AAA. Na realidade, eles sempre foram muito arriscados. Quais foram, então, as falhas que levaram a classificações errôneas como estas? Além do problema da existência de um conflito de interesse na relação do emissor com as agências de classificação, questão que não será coberta neste capítulo, basicamente foram duas as falhas nos modelos de gestão de riscos: a) na definição dos cenários de estresse; e b) na modelagem da co-dependência dos ativos em cenários mais adversos (cópuas não gaussianas). Trataremos desses dois problemas nas seções que se seguem.

CENÁRIOS DE ESTRESSE E DISTRIBUIÇÕES SUBESTIMADAS: CISNES NEGROS?

Em testemunho perante o Congresso sobre a crise, Alan Greenspan fez a seguinte afirmação a respeito dos modelos de gestão de risco:

“Toda a estrutura intelectual colapsou no verão do ano passado porque os dados que alimentavam os modelos de gestão de risco geralmente cobriam apenas as duas décadas anteriores, um período de euforia. Caso os modelos tivessem sido calibrados de forma mais apropriada para períodos históricos de estresse, os requerimentos de capital teriam sido bem mais altos e o mundo financeiro estaria, na minha opinião, bem melhor hoje em dia.”^{20,21}

Tanto para a estimação do VaR quanto para a definição do cenário de estresse, é fundamental um horizonte/cenário adequado. A tarefa, que já não é trivial, é dificultada pela escassez de dados históricos – principalmente quando o problema em questão é o de estimar eventos que se espera que ocorram uma vez a cada 100 anos - e pelos vieses comportamentais documentados pela literatura de psicologia cognitiva. Segundo esta última, as pessoas tendem a usar atalhos mentais, ou “regras de bolso”, na hora de avaliar problemas complexos. Um dos vieses é conhecido como “*heurística da disponibilidade*”, segundo a qual as pessoas tendem a estimar a frequência esperada de um evento dentro de uma população em função de quão facilmente um exemplo do evento em questão pode ser lembrado. Assim, quanto mais tempo se passou desde que determinado evento ocorreu, menos chance há de ele ser recordado e, conseqüentemente, menor a probabilidade atribuída a ele. Um exemplo disso, que será abordado na próxima seção, é o de crises de liquidez. Coincidentemente ou não, as últimas três grandes crises financeiras foram separadas por uma década (1987, 1998 e 2007/2008). O resultado disso é que, em geral, os modelos tanto de VaR quanto de teste de estresse, são muito bem calibrados dentro da amostra, mas, fora dela, têm falhado mais que o desejado.

As formas de corrigir tais problemas são duas: (i) utilizar dados históricos mais longos, conjugando-os com distribuições priores bayesianas quando for conveniente (principalmente quando o histórico for curto); (ii) traçar cenários de

²⁰ Greenspan (2008) – Tradução do autor.

²¹ Interessante notar que, no Brasil, o dólar tinha chegado a R\$ 4 em 2002, em um movimento de grande e acelerada desvalorização. Ou seja, aparentemente, no Brasil, o horizonte do teste de estresse compatível com as falhas observadas nos derivativos de câmbio seria apenas o dos últimos 5 anos.

estresse verdadeiramente pessimistas. Uma vez que ambas as soluções dependem de um alto grau de subjetivismo, este talvez seja o ponto mais polêmico do debate sobre modelos. Nicholas Taleb, crítico feroz de ferramentas como o VaR e o teste de estresse, tem uma opinião mais drástica que Greenspan e argumenta que as pessoas tendem a sofrer do que chama de “*future-blindness*”, ou seja, não são capazes de antecipar um futuro que elas próprias nunca experimentaram. Segundo ele, a realização desses eventos, batizados de “Cisnes Negros”²², seria inevitável e nunca estaríamos prontos para eles, tornando a tentativa de se fazer gestão de risco da forma tradicional totalmente inócua.

De fato, é possível que isso seja verdade, mas a primeira pergunta que vem à mente é: qual seria a alternativa, caso se abandonasse totalmente o paradigma atual? Se alimentadas de cenários de estresse verdadeiramente conservadores, ferramentas tradicionais de gestão de risco identificariam facilmente exposições como o de empresas brasileiras com derivativos de câmbio. Além disso, mesmo nesta crise, é difícil afirmar que o cenário catastrófico que se materializou estava totalmente fora do radar. Em 2002, ou seja, 6 anos antes do *Credit Crunch*, o Brasil viveu um episódio de desvalorização pelo menos tão severo quanto o recente, logo, por que um cenário de estresse não contemplaria um evento como esse? Já os problemas do mercado hipotecário americano, de fato, há muito tempo que não ocorriam. No entanto, a queda dos preços das casas nos EUA e suas conseqüências no balanço dos bancos passou a ser aventada por analistas como Nouriel Roubini desde 2005/2006²³. Na época, sua visão realmente era controversa. Uma coisa, porém, é apostar contra o cenário e outra é, dado o cenário de estresse, definir qual o tamanho máximo para a aposta. Esta última tarefa cabe ao gestor de risco. Assim, por mais que uma instituição na decisão de investimento não tivesse este como seu cenário central, um gestor de risco atento poderia tê-lo utilizado para medir suas conseqüências, a fim de impor limites nas apostas para que, caso o cenário se materializasse, os prejuízos não levassem a instituição à bancarrota.

Nessa linha, um caso emblemático foi o das previsões embutidas em relatórios de avaliação de risco de hipotecas *subprime*. Diversas fontes têm relatado²⁴ que, até algum tempo antes da crise, eles não contemplavam a queda no preço das casas, nem sequer em caso de estresse. Quando se concede um crédito imobiliário, um dos principais fatores de risco que se deve avaliar é a razão empréstimo sobre preço do imóvel. Esta razão é importante, tanto para medir o incentivo do tomador de não cumprir o contrato,²⁵ quanto para dizer quanto se teria de excesso de garantia, em caso de *default*.

²² Antes de a Austrália ser descoberta, pensava-se que todos os cisnes do mundo eram brancos. Assim, a expressão Cisnes Negros é utilizada por Taleb como metáfora (originalmente a metáfora é de Karl Popper para ilustrar a refutabilidade que caracteriza a sua definição de atividade científica) para as situações de exceção, sobre as quais não tínhamos a menor idéia e que, após surgirem, causam um grande impacto no mundo e sempre surge uma teoria ou explicação racional *ex-post*, mas nunca *ex-ante*. Ainda segundo o autor, estes seriam os eventos mais importantes para moldar o mundo em que vivemos e são exatamente os que os modelos de gestão de risco nunca serão capazes de prever. Para mais detalhes, ver Taleb (2007).

²³ Ver por exemplo Roubini (2006).

²⁴ Ver, por exemplo, Surowiecki (2009).

²⁵ Por mais que a qualidade de crédito do tomador seja altíssima, caso o preço da casa caia abaixo do valor do empréstimo, se torna ótimo para o tomador entregar a casa e assim quitar o financiamento, mesmo que seja para recomprar a casa do banco a um valor mais barato.

O resultado foi que, no espaço de poucos meses, entre o final de 2007 e começo de 2008, ou seja, já depois da bolha imobiliária ter estourado, as agências de *rating* deram *downgrade* num volume assustador de mais de USD 1,9 trilhões de ativos e derivativos atrelados a hipotecas. De uma hora para outra, instrumentos que originalmente tinham *rating* AAA passaram a ser considerados de alto risco. Isso tem consequências, pois gera crises de liquidez, assunto que abordaremos a seguir. O fato é que também é fundamental reconhecer a existência dessas crises de liquidez, naturais no mercado, na definição dos cenários e nas estimações das distribuições de probabilidade usadas para se mensurar o risco.

CRISES DE LIQUIDEZ COMO RESULTADO DA ENDOGENEIDADE DO COMPORTAMENTO HUMANO E FRICÇÕES INSTITUCIONAIS

A crise de liquidez que se seguiu à deterioração da solvência no mercado de crédito americano foi importante para determinar a gravidade do episódio. Alguns modelos de gestão de risco também subestimaram esse efeito. Além das perdas naturais decorrentes das inadimplências, outros fatores como o pânico²⁶, as chamadas de margem e os pedidos de resgate decorrentes dos numerosos *downgrades* de ativos hipotecários em tão pouco tempo levaram à venda forçada desses ativos, amplificando significativamente as perdas. Ainda na crise recente, especula-se que uma das razões da quebra da AIG foi o fato de ela ter seu *rating* rebaixado no meio da tempestade, obrigando-a a liquidar posições em condições desfavoráveis para fazer frente às chamadas de margem que, contratualmente, passavam a ser maiores quando ela perdesse o respaldo da classificação AAA. Se os gestores de risco da AIG tivessem incorporado esta cláusula nos seus modelos e estimado seus efeitos, talvez a sorte da empresa tivesse sido outra.

Em finanças e economia, não lidamos com fenômenos naturais. O comportamento dos agentes é endógeno e depende das condições vigentes no momento da tomada de decisão. Reconhecer isso é fundamental. Em condições anormais, como em face de grandes perdas, as circunstâncias mudam e conseqüentemente também mudam as ações e reações dos agentes envolvidos. Em geral, um fundo com perdas recebe resgates, as demais instituições cortam o seu crédito e as chamadas de margem nos mercados em que atua exigem que se façam liquidações forçadas de ativos. Isso afeta justamente o preço dos ativos em que se tem posição, tornando as perdas mais severas do que a inicial. A cauda da distribuição torna-se mais espessa e, assim, a hipótese de normalidade deixa de ser adequada, principalmente quando se busca medir quantis muito elevados de uma distribuição. Da mesma forma, como veremos ainda, também não é razoável a hipótese de que as correlações nas crises sejam as mesmas que as de períodos de normalidade.

Mais uma vez, esta não é uma lição nova dessa crise para a gestão de riscos. Dois bons exemplos anteriores foram o *crash* de 1987 e a quebra do LTCM em 1998. Rigorosas explicações teóricas para os efeitos das crises de

²⁶ Uma das principais razões para isso foi que as pessoas se deram conta de que ninguém mais sabia precificar estes ativos com confiança. Mais uma vez, o fato dos ativos serem excessivamente complexos foi problemático. Para que a liquidez voltasse, foi necessário adotar massivas intervenções e subsídios estatais em programas como o TARP (*Trouble Asset Relief Program*) do tesouro americano e o TALF (*Term Asset Lending Facility*) do Federal Reserve.

liquidez foram formuladas nos meios acadêmicos antes mesmo das últimas terem ocorrido: por seu célebre artigo publicado em 1997, Andrei Shleifer e Robert Vishny²⁷ levaram a fama de terem previsto a crise do LTCM.

Em 1987, a popularização do seguro de portfólio fez com que as instituições que haviam oferecido o seguro para seus clientes, em função do “gama”²⁸ dos contratos, tivessem que vender automaticamente cada vez mais ações em resposta ao movimento inicial de queda no índice do mercado de ações. Em função da existência e relevância desses instrumentos, as ações passaram a cair mais do que antes em resposta a um choque inicial. O mercado caiu mais de 20% em um dia sem nenhuma razão significativa relacionada aos fundamentos das empresas ou da economia. A principal razão foi um excesso de concentração do mercado numa dada posição com o chamado “gama” muito negativo. Tendo vendido um número muito elevado de seguros de portfólios de ação, as instituições precisavam se livrar do risco direcional proveniente desse produto. Para tanto, a estratégia de intermediação financeira é dinâmica e exige que sejam vendidas ações (ou contratos futuros) em resposta a uma queda no seu preço. Sem uma liquidez capaz de suportar tal volume de venda, o mercado sucumbiu e caiu fortemente. *Ex-post*, a distribuição dos retornos mostrou-se muito diferente da distribuição normal e, como veremos a seguir, este não foi um evento tão raro como se pensava.

Algo parecido aconteceu com o LTCM, em 1998. As perdas deram-se, inicialmente, nos mercados russo e asiático. Porém, em função do seu excesso de alavancagem, todas as demais posições do fundo passaram a sofrer. Exposições que antes se acreditava não serem correlacionadas passaram a andar juntas e sempre no sentido contrário ao da aposta feita pelo fundo. A razão para isso era uma só: o LTCM estava nessas posições e com um tamanho extraordinário. Sabendo que este fundo passava por dificuldades e que teria de liquidar posições para atender às chamadas de margem, os demais *players* do mercado simplesmente pararam de transacionar em mercados nos quais se sabia que o LTCM tinha posições relevantes. A liquidez nesses mercados secou e as operações obrigatórias de venda para fazer frente a chamadas de margem por parte do fundo tiveram efeitos enormes nos preços. A saída foi a liquidação do fundo, que teve os ativos assumidos por seus credores.

Portanto, dada a importância do comportamento humano para a determinação dos preços, a gestão de risco em ativos financeiros tem de ser feita de forma diferente da de outras atividades que envolvem risco. Richard Bookstaber²⁹ tem uma imagem interessante para ilustrar isso. Quando se vende seguro contra terremoto, a probabilidade de ocorrer o sinistro não muda. Já quando uma instituição, como o LTCM, vende muito seguro contra um evento financeiro, a probabilidade de que ele ocorra aumenta depois que a aposta foi feita. Portanto, as crises são praticamente endógenas ao sistema financeiro e os seus efeitos nas distribuições dos valores dos ativos são conhecidos.

²⁷ Shleifer e Vishny (1997).

²⁸ O Gama é a taxa pela qual a exposição ao ativo subjacente do contrato deve aumentar em resposta a uma variação no preço deste ativo, para que a replicação do *payoff* do derivativo vendido/comprado seja feita e o banco fique neutro em relação a este risco.

²⁹ Bookstaber (2007).

Podemos dizer que, apesar das causas dos estopins das crises de liquidez serem bem diferentes de uma para outra, sua essência tem sido parecida e levar isso em conta pode ajudar no planejamento para se gerir o risco financeiro. Sempre que houver concentração de risco (alavancagem) elevada num mercado, haverá grande chance de ocorrer uma crise de liquidez. Seu impacto e extensão dependerão de quais outros ativos são detidos pelos agentes afetados. Mais uma vez, o problema é complexo, mas pode ser atacado por gestores e, principalmente, órgãos reguladores.

O AUMENTO NA CO-VARIAÇÃO DOS ATIVOS EM CENÁRIOS MAIS ADVERSOS: CÓPULAS NÃO-GAUSSIANAS

Nas discussões mais técnicas sobre os modelos de gestão de risco durante a crise, o principal fato novo que vem sendo destacado como responsável pela falha dos modelos é a utilização das chamadas “cópulas gaussianas”³⁰. O que isso significa? Uma cópula nada mais é que a verdadeira estrutura de dependência entre variáveis aleatórias³¹. Até a crise recente, a esmagadora maioria dos modelos de gestão de risco pressupunha que esta estrutura de dependência dos fatores de risco era do mesmo tipo daquela encontrada em uma distribuição normal multivariada, ou seja, era dada por uma cópula gaussiana. Vejamos o que isso quer dizer.

A correlação de Pearson é a medida usual para descrever o grau de associação linear entre duas variáveis. Na realidade, a associação pode ser não-linear e se acentuar ou se reduzir caso os movimentos nos mercados sejam extremos (realizações de quantis muito altos ou baixos das distribuições marginais). Caso isso ocorra, a correlação de Pearson deixa de ser uma estatística suficiente para descrever o co-movimento dos ativos. Mas a estrutura de dependência de duas variáveis aleatórias com distribuição normal é perfeitamente representada por esta correlação já que o padrão de seus co-movimentos será sempre igual, independentemente de quão extrema forem as realizações das variáveis aleatórias. A cópula gaussiana tem esta característica e também pode ser descrita pela correlação (estável) de Pearson³².

Sejam duas ações com correlação histórica baixa observada em períodos normais. É razoável supor que, durante uma crise, sua correlação permanecerá neste patamar? Como já vimos anteriormente, a resposta é não. Mas, caso utilizássemos uma cópula gaussiana para descrever a relação entre essas variáveis, estaríamos respondendo afirmativamente a essa pergunta. Mais grave ainda é que, como para estimá-la é preciso definir uma janela de tempo, estaríamos provavelmente extrapolando a baixa relação observada nos dados recentes para os quantis mais extremos da distribuição utilizados no cálculo de risco e, com isso, subestimando-o.

Nos mercados financeiros, a tendência nas crises é que se observe um aumento no grau de associação dos movimentos dos preços de ativos. Como

³⁰ Ver Jones (2009) e Salmon (2009) entre outros.

³¹ Quando pensamos em uma medida de associação entre variáveis aleatórias, a primeira métrica que nos ocorre é o coeficiente de correlação linear. No entanto, podemos ter duas variáveis aleatórias com mesma correlação e estruturas de co-dependência completamente diferentes. A melhor forma de descrevê-las é através da cópula. Na realidade, a cópula é toda a informação que resta depois que as distribuições marginais são extraídas da distribuição conjunta.

³² Depois que as distribuições marginais forem extraídas das variáveis aleatórias. Estas distribuições marginais não precisam necessariamente ser gaussianas.

foi exposto anteriormente, uma das razões para isso é dada pelos contágios financeiros e pelas crises de liquidez. Já no caso do mercado de hipoteca, sua própria essência gerava isso. Quando há inadimplência de um tomador, o banco fica com a casa para vendê-la e, assim, quitar a dívida. Se houver um grande número de inadimplências, o estoque de casas à venda aumentará, levando os preços dos imóveis para baixo. Uma vez que o preço do imóvel cai, aumenta o incentivo para o tomador do empréstimo tornar-se inadimplente e entregar sua casa ao banco. Isso, por sua vez, força ainda mais os preços para baixo, aumentando a inadimplência e assim sucessivamente. Esse círculo vicioso não pode ser representado por uma cópula gaussiana já que, por este argumento, no cenário de estresse podemos esperar que o valor dos créditos imobiliários tenderão a andar ainda mais juntos (para baixo). Porém, foi com cópulas gaussianas que o problema vinha sendo modelado, principalmente com o hoje em dia muito famoso e igualmente muito criticado modelo de Li.³³ Para piorar, as correlações imputadas neste modelo eram bastante baixas, pois eram dadas, em geral, pela "correlação implícita" nos preços dos CDSs e CDOs, ou seja, os modelos reforçavam a hipótese equivocada dos mercados. Além disso, como esses mercados de derivativos eram recentes, os dados também eram e, portanto, não contemplavam a possibilidade de crises mais sérias. Em carteiras de CDOs mais exóticas, os problemas desta hipótese eram ainda maiores, já que o instrumento era, na verdade, uma aposta da co-variação dos piores créditos (a cauda) de outras carteiras (as *tranches* juniores).

Se na mensuração do risco de uma carteira não for levado em conta que, nas crises, a relação entre preços de casas e eventos de crédito levam a um forte aumento na co-variação dos preços de créditos imobiliários, a tendência será a de acreditar que os benefícios da pulverização são muito maiores do que os reais. Isso pode levar a um excesso de alavancagem problemático. Foi exatamente o que ocorreu.

CONCLUSÕES

Como em diversos outros problemas de economia, os modelos de gestão de risco estão, no fundo, descrevendo o comportamento humano, pois são as pessoas que, em última instância, determinam o preço dos ativos. Portanto, apesar de toda a matemática sofisticada que a acompanha, devemos reconhecer que não se trata de uma ciência exata. Talvez os modelos estejam sendo tão criticados hoje em dia por terem sido altamente idealizados em sua origem. Para cumprir sua função de nos ajudar a compreender melhor a realidade, que é infinitamente complexa, os modelos sempre fazem simplificações e, portanto, estão por construção sujeitos a "erros": nunca descreverão a realidade perfeitamente. Se estiverem aproximadamente certos, como colocado por Keynes, já serão extremamente úteis. Modelos de gestão de risco são ferramentas poderosas que, como qualquer modelo bem construído, têm que ser utilizados com a devida cautela e devem estar sempre evoluindo. Que lições, então, a crise atual deixa para que possamos aprimorar os modelos de gestão de risco e a forma de utilizá-los?

³³ Li (2000).

Em primeiro lugar, o mercado como um todo deveria buscar instrumentos menos complexos. Mesmo que tornem os mercados “mais completos” como argumentam seus defensores, quando reconhecemos as imperfeições do mercado (racionalidade limitada e fricções institucionais) vemos que os custos sociais associados são altíssimos. Com o excesso de complexidade, aumenta significativamente a chance de um erro na modelagem e/ou erro operacional. O caso com os derivativos de câmbio no Brasil e com os CDOs de hipotecas nos Estados Unidos são exemplos disso. Mesmo agentes que não operavam nesses mercados foram afetados pelas externalidades negativas lá originadas. Assim, são bem-vindos contratos mais padronizados, mais simples e com a negociação em bolsas que consolidem as informações de exposições. Nesse sentido, têm surgido propostas importantes para dar transparência³⁴ e mitigar os problemas gerados por ativos complexos.

Em segundo lugar, é fundamental considerar que, nas crises, além de observarmos caudas mais espessas, as correlações históricas se quebram. Elas são instáveis e os modelos têm que capturar esse fato. Para isso, as alternativas mais promissoras são cenários de estresse bem desenhados e cópulas não-gaussianas. Para que a utilização destas seja incorporada nas melhores práticas de gestão de risco, é fundamental haver mais pesquisa e mais discussão a respeito.

Em terceiro lugar, uma velha lição, que retornou nesta crise, é a de que é fundamental avaliar as consequências da segunda rodada de efeitos da materialização de um cenário de estresse. Por exemplo, se há um aumento das chamadas de margem contra a instituição no cenário negativo, isso precisa ser levado em conta na hora de definir o valor em risco e o capital necessário para suportá-lo.

Por fim, é essencial haver uma boa estrutura de governança para garantir que os limites sejam respeitados e que os modelos e métricas que os fundamentam sejam amplamente discutidos por especialistas independentes, a fim de minimizar suas falhas.

Mesmo tendo problemas por vezes graves, o monitoramento do risco através de modelos pode ajudar na extração de sinais úteis para a gestão. Voltando ao exemplo dos modelos da Goldman Sachs, destacado na introdução, relata-se estar se observando movimentos absurdos, da ordem de 25 desvios-padrão por dia. De fato, eles reconheceram quão estranhos foram tais resultados. Segundo seu diretor financeiro, David Viniar, foi nesse momento que a empresa decidiu chamar todos os envolvidos para conversar a respeito. A decisão ao final da conversa foi reduzir significativamente suas exposições no mercado onde a anomalia estava ocorrendo – o mercado de crédito imobiliário americano³⁵. Esta foi uma das razões³⁶ que evitaram que tivesse o mesmo destino da Bear Stearns e da Lehman Brothers.

O mais importante não são os resultados dos modelos, mas sim as decisões tomadas com base neles. Modelos têm que ser entendidos como ferramentas poderosas para auxiliar a tomada de decisão que podem e devem

³⁴ Principalmente fazendo com que estes sejam transacionados em bolsas que monitorem a exposição consolidada do investidor e através da publicação destas operações em notas explicativas nos balanços das companhias abertas, como, aliás, a CVM passou a exigir depois da crise.

³⁵ *Nocera, (2009)*.

³⁶ Obviamente que esta decisão não se baseou única e exclusivamente nos modelos, mas eles foram fundamentais para a decisão de se reduzir as exposições.

ser continuamente aprimoradas. Se lições como as desta crise forem incorporadas aos modelos e à forma de utilizá-los, eles tenderão a ser cada vez mais úteis.

REFERÊNCIAS

- Bookstaber, Richard (2007) *"A Demon of Our Own Design: Markets, Hedge Funds and the Perils of Financial Innovation"* John Wiley and Sons, Inc.
- Greenspan, Alan (2008) *"Testimony of Dr. Alan Greenspan on Committee of Government Oversight and Reform"* 23 de outubro.
- Haldane, Andrew (2009) *"Why Banks Failed the Stress Test"* Bank of England Speech at Marcus-Evans Conference.
- Jones, Sam (2009) *"Of couples and copulas"* Financial Times 24 de abril.
- Larsen, Peter Thal (2007) *"Goldman pays the price of being big"* Financial Times – 13 de agosto.
- Li, David X. (2000) *"On Default Correlation: A Copula Function Approach"* Journal of Fixed Income - Março.
- Merton, Robert C. (1992) *"Continuous-Time Finance"* Blackwell Publishers Inc.
- Nocera, Joe (2009) *"Risk Mis-Management"* New York Times Magazine 02 de Janeiro.
- Roubini, Nouriel (2006) *"The Biggest Slump in US Housing in the Last 40 Years"...or 53 Years?"* <http://www.rgemonitor.com/blog/roubini/142759/>
- Salmon, Felix (2009) *"Recipe for Disaster: The Formula That Killed Wall Street"* WIRED MAGAZINE: 23 de fevereiro.
- Shleifer, Andrei e Vishny, Robert (1997) *"The Limits of Arbitrage"* The Journal of Finance, Vol. 52, No. 1. (Março).
- Surowiecki, James (2009) *"Ratings Downgrade"* The New Yorker 28 de setembro.
- Taleb, Nicholas Nassim (2007) *"The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable"* The Random House Inc.
- UBS AG (2008) *"Shareholder Report on UBS's Write Downs"* – 18 de abril.