

Por Que é Tão Difícil Prever o Tamanho e o *Timing* das Crises?

1. Introdução

A crise financeira atingiu a sua fase mais aguda nas últimas semanas. A sensação que se tem é a de que ultrapassamos a fronteira do controlável para o total desconhecido. Isso não deveria surpreender tanto, pois afinal as crises não são eventos lineares, e nem tampouco contínuos.

A partir das crises dos anos 90, surgiu uma enorme literatura cujo principal objetivo era o de entender as causas e formular modelos para calcular a probabilidade das turbulências financeiras.

Apesar destes avanços, crises continuaram a assustar o mundo.

Há um fato inescapável no cerne das crises financeiras: a imprevisibilidade das crises, não apenas em relação ao seu *timing*, mas especialmente do seu potencial destruidor.

Neste artigo, oferecemos algumas interpretações sobre a natureza das crises que ilustra de maneira simples, porém robusta, essa imprevisibilidade.

A crise financeira que sacode os mercados há mais de um ano atingiu a sua fase mais aguda nas últimas semanas. A sensação que se tem ao ler os principais jornais e as análises de economistas renomados é a de que ultrapassamos a fronteira do controlável para o total desconhecido. Isso não deveria surpreender tanto, pois afinal as crises não são eventos lineares e nem tampouco contínuos. Como disse Hyman Minsky, tão citado nas análises dos recentes acontecimentos, a grande surpresa é que o mundo tenha conseguido atravessar as últimas 7 décadas sem sofrer uma profunda crise como a de 1929. Minsky faleceu em 1996, um ano antes da crise Asiática que, apesar de provavelmente menos severa em termos de suas implicações para o sistema financeiro global do que a atual, definiu novos paradigmas para o entendimento das causas das grandes turbulências financeiras.

A partir das crises dos anos 90, surgiu uma enorme literatura empírica e teórica cujo principal objetivo era o de entender as causas e formular modelos para calcular a probabilidade das turbulências financeiras. Com base nas observações sobre a dinâmica das crises que atingiram os mercados emergentes naquela época, ficou estabelecido que alguns indicadores como o montante de dívida externa como proporção do PIB e das reservas, o grau de exposição do sistema bancário aos descasamentos de moedas, a dependência do balanço de pagamentos dos fluxos de capital de curto prazo, o grau de desalinhamento da taxa de câmbio, etc, eram capazes de sinalizar a vulnerabilidade de um país. Mas, apesar destes avanços, crises como a da Turquia em 2000, da Argentina em 2000/01, das empresas “dotcom” em 2001, do Uruguai e do Brasil em 2002/03, continuaram a assustar o mundo. A mais nova mutação que assombra a economia global desde o ano passado parece ser ainda mais virulenta e potencialmente devastadora do que as anteriores, porque as origens não são apenas desequilíbrios macroeconômicos detectáveis pelo acompanhamento das políticas econômicas. Há também questões pertinentes aos controles privados dos riscos financeiros e fatores que estimulam o grau de alavancagem das instituições, permitem a propagação da fragilidade financeira e favorecem a transformação de problemas setoriais, como foi o crescimento eufórico dos preços de imóveis nos EUA a partir de 2005, em crise sistêmica.

Muito ainda se dirá sobre as causas da atual crise, e o objetivo deste artigo não é examiná-las, pois já têm sido objeto de artigos da [Carta Econômica Galanto](#)¹. Entretanto, há um fato inescapável no cerne das crises financeiras que persistirá a despeito da criatividade das diversas explicações sobre como chegamos até aqui: a imprevisibilidade das crises, não apenas em relação ao seu *timing*, mas especialmente ao seu potencial destruidor. Essa característica explica a dificuldade das ações preventivas. Evitá-las por completo resulta ser impossível. Podemos apenas solidificar as bases da política macroeconômica e do sistema regulatório para fortalecer a economia contra os efeitos devastadores das grandes avalanches.

Neste artigo, oferecemos algumas interpretações sobre a natureza das crises que ilustra de maneira simples, porém robusta, essa imprevisibilidade.

¹ Ver [BOLLE\(2008\)](#), [CARNEIRO\(2007\)](#), [CARNEIRO\(2008\)](#) e [WU\(2007\)](#).

2. Pilhas de Areia, Leis de Potência e o Estado Crítico

Em 1987, cientistas observaram que empilhar areia, grão a grão, em uma superfície lisa, oferecia profundos *insights* sobre a dinâmica dos sistemas não-lineares que operam fora do equilíbrio.

Em 1987, três físicos teóricos escreveram um artigo seminal sobre a física dos sistemas complexos baseado em uma idéia quase trivial de tão **simples**². Os cientistas observaram que a experiência mundana de empilhar areia, grão a grão, em uma superfície lisa, oferecia profundos *insights* sobre a dinâmica dos sistemas não-lineares que operam fora do equilíbrio. Especificamente, dado que uma pilha de areia não pode crescer infinitamente, e que desmoronamentos tornar-se-ão mais frequentes a partir de um determinado tamanho e/ou estrutura da pilha, eles tentaram calcular a chance de acontecer uma avalanche de uma determinada magnitude em algum momento do tempo. Surpreendentemente, os físicos concluíram que não havia um tamanho “típico” para as avalanches de areia. Mais ainda, eles observaram, através de várias simulações de computador, que as pilhas de areia tendiam a se auto-organizar no que se chama de “estado crítico”. Neste estado, o tamanho da avalanche provocada pelo próximo grão de areia a cair na pilha é completamente imprevisível: um mesmo grão de areia pode causar desde um pequeno deslizamento até o total desmoronamento da pilha, como a palha bíblica que quebra as costas do camelo. Tudo depende das linhas de instabilidade que se formaram na pilha de areia ao longo do tempo e do seu grau de conectividade. Como veremos, qualquer semelhança com os eventos recentes não é mera coincidência.

Estas características das pilhas de areia aparecem em diversos fenômenos naturais. Não constituem, como argumentaremos adiante, uma metáfora, mas um modelo de crise.

Estas características das pilhas de areia aparecem em diversos fenômenos naturais, como os terremotos, as erupções vulcânicas, os incêndios florestais e as enchentes. Não constituem, como argumentaremos adiante, uma metáfora, mas um modelo de crise. Elas também estão presentes na evolução dos preços dos ativos, como mostrou o matemático e estatístico Benoit Mandelbrot, “pai” da geometria dos fractais, em **MANDELBROT e HUDSON(2004)**³. De fato, por trás da enorme complexidade organizacional dos sistemas capazes de gerar grandes cataclismas estão as chamadas “leis de potência” (“*power laws*”), cuja magnífica simplicidade surpreende pela profundidade de suas implicações. De acordo com estas leis, grandes eventos são raros, enquanto pequenos eventos são comuns, com uma regra específica que relaciona frequência e **intensidade**⁴. Um exemplo de lei de potência é a lei de Gutenberg-Richter para os terremotos, segundo a qual um terremoto de magnitude duas vezes maior tem 4 vezes menos chance de acontecer.

Leis de potência têm algumas características fundamentais que as diferenciam da distribuição Gaussiana (o modelo da chamada curva normal que está por trás da maioria das soluções para os modelos de controle de risco). A mais notável é que, em contraste com as distribuições parecidas com a normal (vamos designá-las por “família Gaussiana”), a média destas distribuições não fornece nenhuma informação sobre as características “típicas” de uma determinada população. Os gráficos das duas distribuições esclarece porque (**Figuras 1 e 2**). Enquanto nas distribuições da família Gaussiana a maior parte das observações concentra-se ou em torno da média, ou em torno de algum outro **elemento da população**⁵, nas leis de potência isto não ocorre. Por esta razão, não há característica “típica” para estas populações, o que implica que os grandes fenômenos, como os terremotos de magnitude 8 na escala Richter, nada mais são do que versões magnificadas dos pequenos, e mais frequentes, tremores. As obras do artista gráfico holandês M. C. Escher ilustram este fenômeno, conhecido como “invariância de escala”.

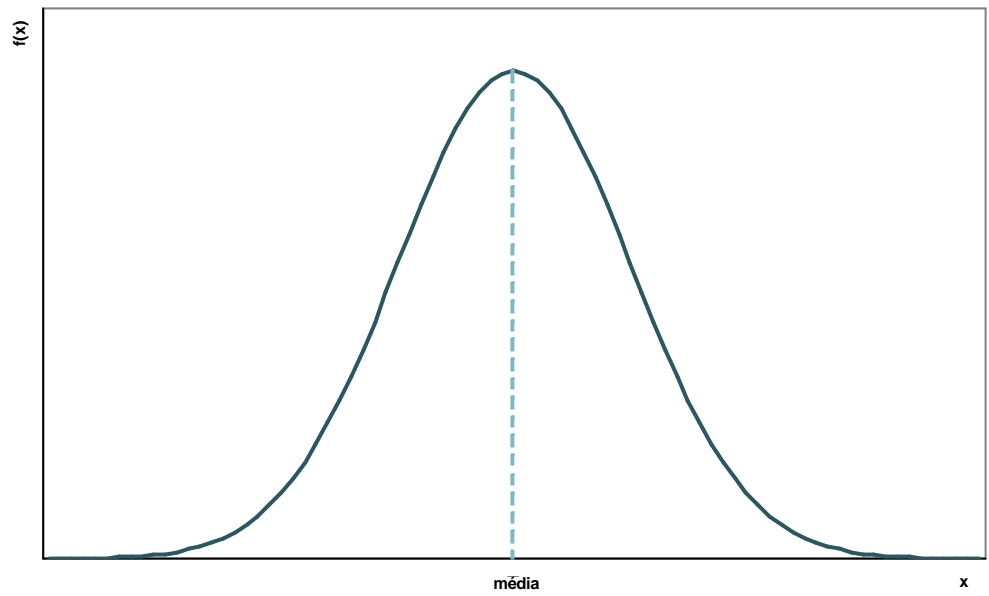
² Ver **BAK, TANG e WIESENFELD(1987)**.

³ O livro de **MANDELBROT e HUDSON(2004)** resume os pontos fundamentais da sua teoria sobre finanças e preços de ativos, desenvolvida ao longo dos últimos 40 anos. Seus primeiros estudos sobre o comportamento dos mercados de ativos datam de 1960.

⁴ Benoit Mandelbrot identifica estas leis como formas de escalonamento fractal.

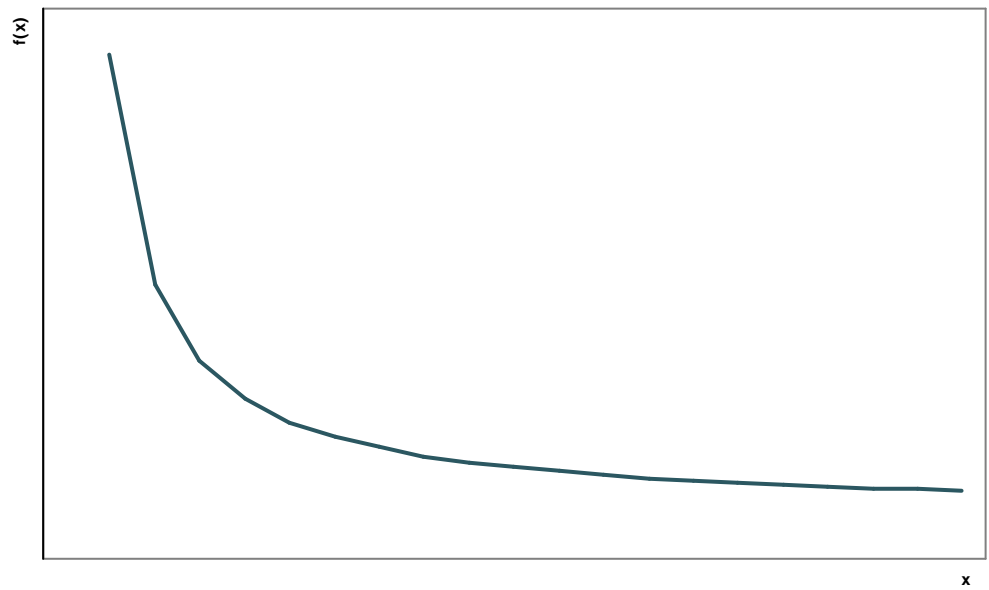
⁵ Como é o caso das distribuições assimétricas (e.g., a distribuição qui-quadrado para determinados parâmetros de graus de liberdade, ou a distribuição log-normal).

Figura 1: Gráfico da Distribuição Normal



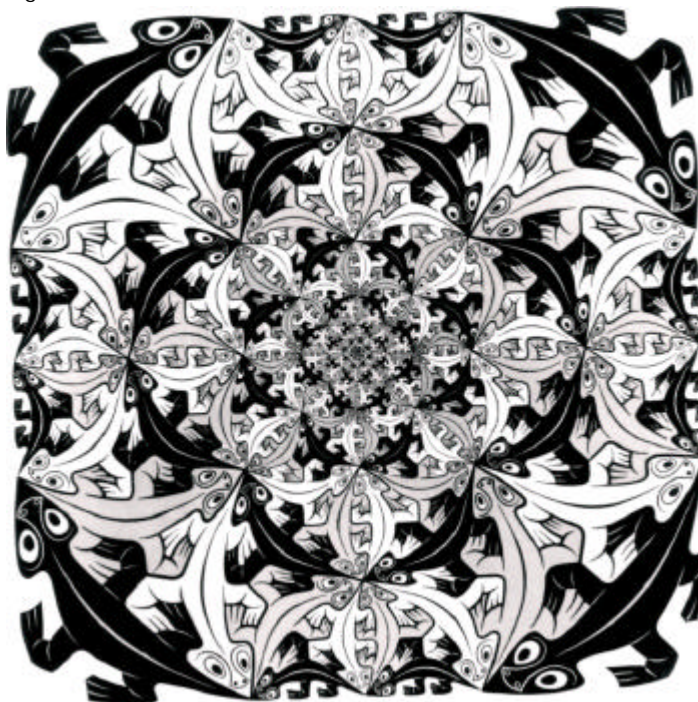
Fonte de Dados: Galanto Consultoria

Figura 2: Gráfico das Leis de Potência



Fonte de Dados: Galanto Consultoria

Figura 3: Gravura de Escher



Fonte de Dados: <http://www.mcescher.com/>

Uma outra característica das leis de potência é que o desvio padrão destas distribuições é infinito, o que significa que o “risco” é imensurável pelos procedimentos usuais. A intuição para este fenômeno nos remete novamente à idéia de “estado crítico”. A presença de leis de potência e invariância de escala é a assinatura do estado crítico de um sistema complexo auto-organizado. Como não há nenhuma diferença estrutural entre os grandes e os pequenos eventos, não é possível dizer, de antemão, que tipo de evento acontecerá no próximo instante.

Na metáfora das pilhas de areia, as causas dos grandes e pequenos eventos são as mesmas.

Na metáfora das pilhas de areia, as causas dos grandes e pequenos eventos são as mesmas. Avalanches devastadoras, embora raras, não têm uma explicação igualmente rara. Isto as torna imprevisíveis, a não ser que saibamos os detalhes do posicionamento de cada grão na pilha e que possamos dizer com a mais absoluta certeza onde o próximo irá [cair](#)⁵.

3. Crises Financeiras: A Simplicidade da Complexidade

Ao analisar a distribuição das crises bancárias, das desvalorizações das moedas de países emergentes, e do comportamento das taxas interbancárias, nota-se inequivocamente a presença das leis de potência.

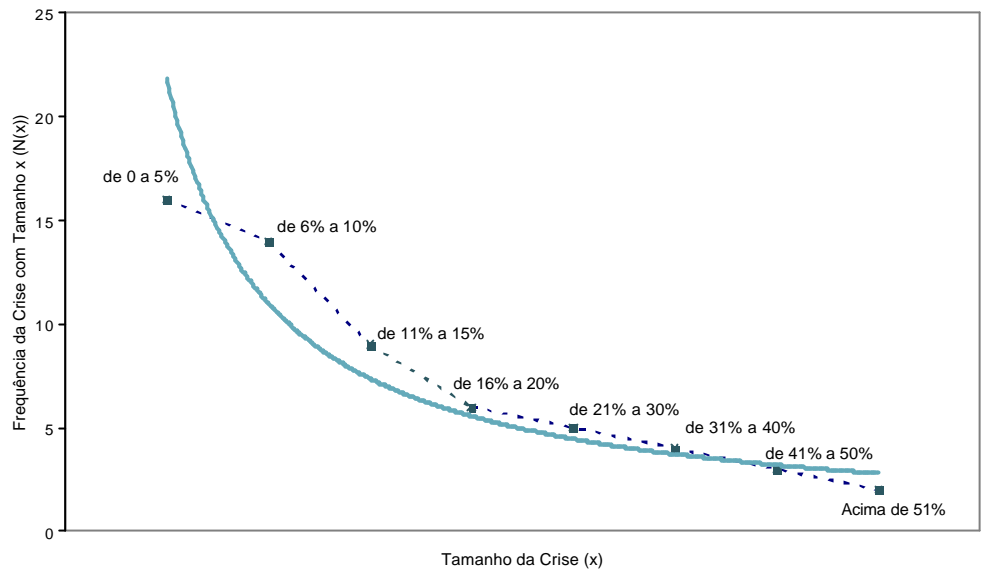
Tomemos primeiramente as crises bancárias. Construímos o histograma destes eventos de acordo com o seu grau de severidade.

As pilhas de areia e as avalanches que discutimos na [Seção Anterior](#) não são uma simples metáfora para as crises financeiras. Ao analisar a distribuição das crises bancárias, das desvalorizações das moedas de países emergentes, e do comportamento das taxas interbancárias, nota-se inequivocamente a presença das leis de potência.

Tomemos primeiramente as crises bancárias. Utilizando uma base de dados recentemente compilada pelo FMI ([LAEVEN\(2008\)](#)), onde é possível identificar 55 episódios de crises bancárias desde 1970 englobando todos os países do mundo, construímos o histograma destes eventos de acordo com o seu grau de severidade. Ou seja, cada ponto no gráfico tem duas características: a gravidade da crise e a frequência com que ela ocorreu na base de dados. O tamanho da crise é medido como o custo fiscal bruto, isto é, excluindo-se as potenciais recuperações de ativos, como proporção do PIB do país em questão.

⁵ Apesar do grande mérito de ter “previsto” a atual crise, nem o economista Nouriel Roubini seria capaz de identificar cada ponto da rede complexa que caracteriza as pilhas de areia.

Figura 4: Distribuição de Crises Bancárias por "Tamanho" (Tamanho = Custo Fiscal Bruto/PIB, em %)



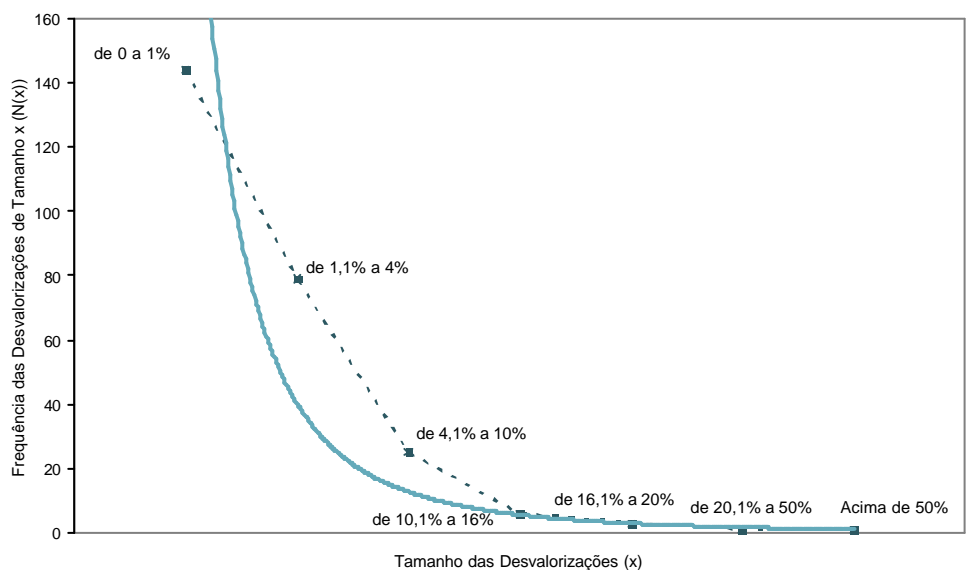
Fonte de Dados: Galanto Consultoria

Como se vê (e se esperava), crises bancárias mais severas tendem a ser bem mais raras do que as pequenas turbulências. No entanto, faz pouco sentido usar o conhecimento dos episódios para estabelecer um tamanho típico para estas crises: o custo "médio" destes episódios não nos fornece nenhuma referência para avaliarmos o grau de devastação de um evento de determinada magnitude.

Identificamos esta mesma propriedade na distribuição das desvalorizações de moedas de países emergentes.

Identificamos esta mesma propriedade na distribuição das desvalorizações de moedas de países emergentes. Neste exercício, tomamos as desvalorizações mensais das moedas de 9 economias emergentes desde janeiro de 1995, a saber: Argentina, Indonésia, México, Filipinas, Tailândia, Turquia, Rússia, Coreia, e Brasil.

Figura 5: A Distribuição das Desvalorizações Cambiais: Brasil, Rússia e Coreia (Variação mensal da moeda local/US\$; fev/96 a set/08, %)

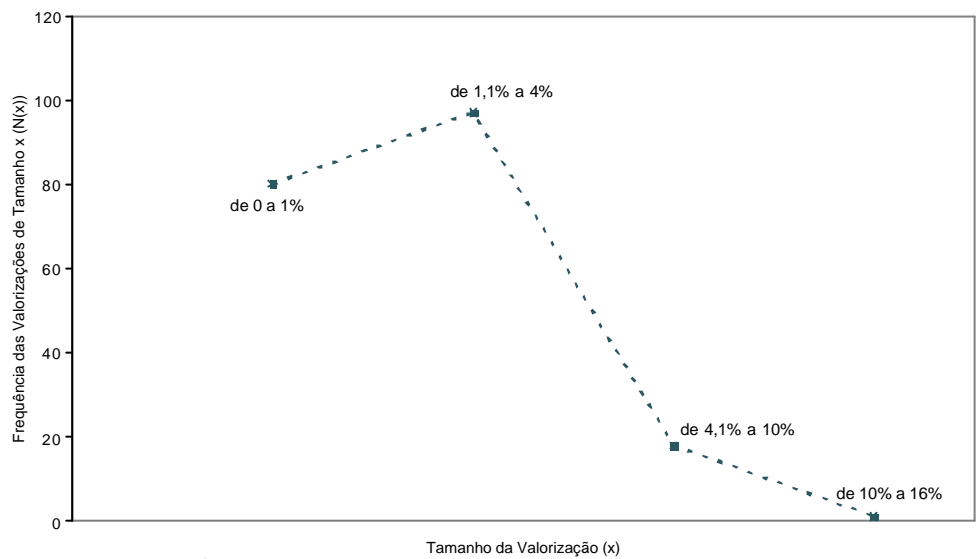


Nota: A amostra tem 259 episódios de desvalorização

Fonte de Dados: Galanto Consultoria

A presença das leis de potência é ainda mais clara nestes casos. Contudo, um resultado interessante é que a mesma “regularidade” não vale para os episódios de valorização, como mostra a [Figura 6](#). Nestes casos, é possível dizer que há movimentos “típicos” de valorização das moedas emergentes, embora estes não sejam equivalentes aos movimentos médios devido à assimetria do histograma. Note-se que, ao contrário do que acontece com as desvalorizações, que envolvem colapsos cambiais, não há movimentos muito extremos de valorizações neste conjunto de moedas emergentes. Esta interessante assimetria entre as desvalorizações e as valorizações merece um tratamento mais aprofundado, mas deriva-se da relativa facilidade que os governos têm para expandir a demanda global ou acumular reservas quando há valorização, comparada com a dificuldade em aplicar políticas restritivas diante da iminência de um colapso cambial.

Figura 6: A Distribuição das Valorizações Cambiais: Brasil, Rússia e Coréia (Variação mensal da moeda local/US\$; fev/96 a set/08, %)



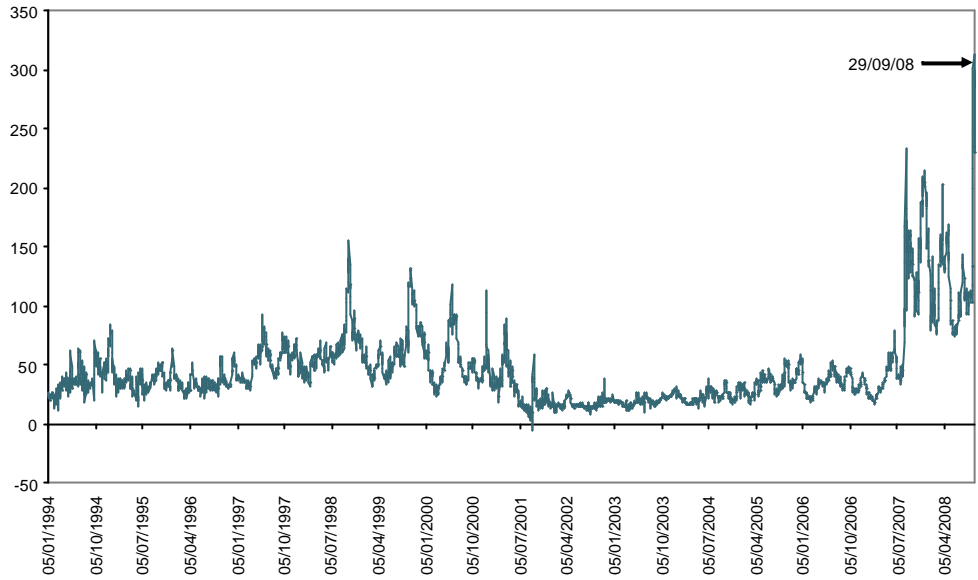
Nota: A amostra tem 196 episódios de valorização.

Fonte de Dados: Galanto Consultoria

Por último, analisamos o comportamento das taxas dos empréstimos interbancários.

Por último, analisamos o comportamento das taxas dos empréstimos interbancários, que têm se mostrado um dos principais sintomas de estresse na crise atual. Para medir o pulso do mercado interbancário, tomamos a evolução do chamado TED Spread, a diferença entre as taxas das Treasury Bills de 3 meses e a Libor de 3 meses. O gráfico abaixo mostra a evolução diária do TED Spread desde janeiro de 1994.

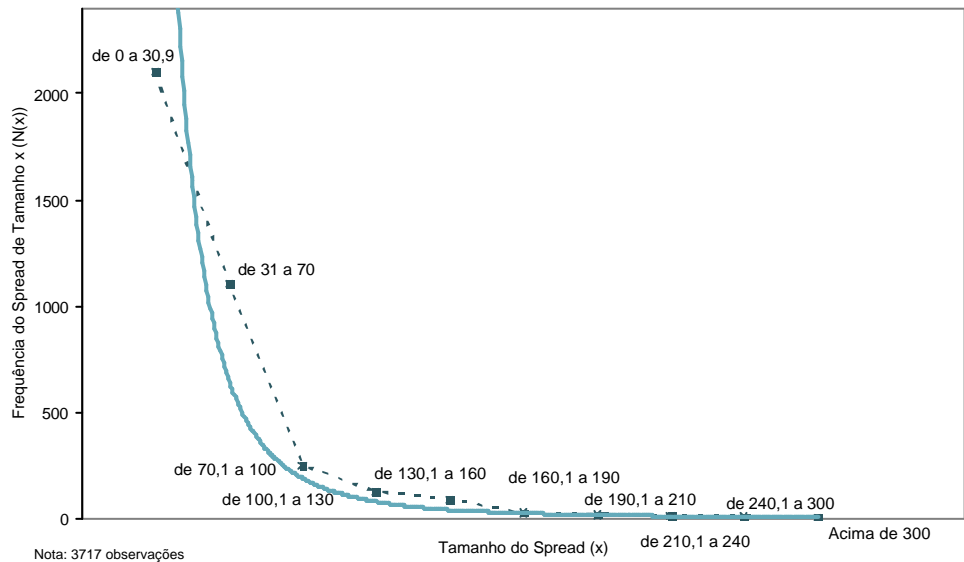
Figura 7: TED Spread (*Spread* entre LIBOR de 3 meses e Treasury de 3 meses)



Fonte de Dados: Bloomberg

Com base nestes dados, construímos o histograma do TED Spread para o período de 1995 até 2008, conforme mostra a [Figura 8](#). Novamente, nos deparamos com as leis de potência.

Figura 8: Distribuição do TED Spread: *Spread* entre a Treasury de 3 meses e a LIBOR de 3 meses (jan/94 a set/08)



Fonte de Dados: Galanto Consultoria

Estas evidências mostram que de fato a imprevisibilidade dos mercados é de natureza bastante diferente do que a que normamente se supõe, como já havia identificado Mandelbrot.

Estas evidências mostram que de fato a imprevisibilidade dos mercados é de natureza bastante diferente do que a que normamente se supõe, como já havia identificado Mandelbrot. A incapacidade de antever os movimentos do mercado não se deve à natureza aleatória das variáveis em questão, nem do tamanho das séries disponíveis pois, como observa Mandelbrot, as séries disponíveis para os regimes de chuva e das cheias das grandes bacias são razoavelmente longas e, no entanto, as catástrofes continuam a desafiar nossa capacidade de ação preventiva. Na realidade, os movimentos erráticos que observamos escondem uma ordem implícita, ilustrada pela presença ubíqua das leis de potência. Mais ainda, as evidências que apresentamos sugerem que os diversos mercados inter-conectados que compõem o sistema financeiro se auto-organizam de forma a operar constantemente no “estado crítico”. Por esta razão, os esforços de previsão formal da magnitude de crises financeiras estarão sempre sujeitos à uma enorme margem de erro, assim como acontece com os terremotos.

4. Conclusões

Este artigo explorou o modelo estatístico das distribuições de potência, para explicar a imprevisibilidade das crises econômicas.

Este artigo explorou o modelo estatístico das distribuições de potência, que se aplicam a fenômenos físicos e meteorológicos caracterizados pela presença “estados críticos” para explicar a imprevisibilidade das crises econômicas. Na [Seção 3](#), mostramos de que forma estes modelos se ajustam a alguns dados econômicos que medem as crises – crises bancárias, colapsos cambiais e crises de iliquidez, para ilustrar a dificuldade de previsão dos casos “sérios” em comparação com os casos de “turbulência usual”, para os quais os mercados (e as autoridades monetárias) costumam estar preparados.

Duas implicações de política devem ser consideradas. A primeira é que os modelos usuais de controle de risco só são úteis para as turbulências mais freqüentes.

Duas implicações de política devem ser consideradas para os modelos institucionais de controle de risco e para a regulação financeira. A primeira é que os modelos usuais de controle de risco, baseados na avaliação dos valores em risco (VaR) só são úteis para as turbulências mais freqüentes, o que já é de conhecimento tanto dos analistas de risco quanto dos gestores, que fazem uso dos chamados modelos de “*stress test*”, para testar a resistência de suas posições a eventos extremos. O problema é que a determinação do nível de estresse depende, em grande medida, da memória dos agentes e do pessimismo dos controladores de risco, bem como sua aceitabilidade pelos gestores. É natural, por exemplo, que eventos raros, que podem sinalizar grandes perdas, se tornem cada vez menos aceitáveis pelos gestores, na medida em que o tempo passa desde o último desastre. Este é o mesmo fenômeno que leva ao retorno gradual das populações ribeirinhas a ocuparem cada vez mais áreas de risco, até a próxima cheia.

A segunda implicação é para a regulação financeira.

A segunda implicação é para a regulação financeira. Mesmo depois que alguns sinais de exageros nos mercados de derivativos imobiliários em particular e de crédito em geral já indicavam um estímulo irresistível ao aumento da alavancagem das instituições, a resistência a mudar a regulação financeira dominou o comportamento dos governos. Os pontos levantados por [RAJAN\(2005\)](#) que sugeriam re-exame dos incentivos de remuneração nas instituições financeiras, na reunião de Jackson Hole de 2005 quando se festejava a década de prosperidade, foram sepultados pelo otimismo dos participantes quanto à capacidade de autoregulação das instituições, conforme examinamos em artigo no número de agosto desta Carta ([CARNEIRO e BOLLE\(2008\)](#)). De forma semelhante, quando foi proposta, especialmente pelos países do continente europeu, que se revissem as regras de regulação das instituições não bancárias, inclusive fundos de pensão, na discussão do G7 que precedeu a reunião conjunta do FMI e do Banco Mundial em 2007, essa proposta foi rejeitada pelos governos dos EUA e da Inglaterra, que reforçaram sua postura de confiança na capacidade autoreguladora do sistema.

Parece claro que uma nova era de regulação financeira estará a caminho, deixando menor espaço para a prática da chamada “arbitragem regulatória”.

Parece claro dos argumentos apresentados neste artigo, e que tendem a encontrar mais adeptos com os rumos que tomou a crise de 2008, que uma nova era de regulação financeira estará a caminho, deixando menor espaço para a prática da chamada “arbitragem regulatória”, que permitia que bancos regulados estabelecessem parcerias com instituições financeiras não bancárias, como seguradoras e bancos de investimentos, de modo a fazer com que os excessos de alavancagem sobre os limites dos reguladores ficassem fora do balanço. Com a eclosão da crise, o grau de alavancagem dos bancos resultou ser um fator de agravamento da crise sistêmica e dos riscos de colapso da oferta de crédito.

DIONISIO DIAS CARNEIRO E MONICA BAUMGARTEN DE BOLLE

Referências Bibliográficas

BAK, P., TANG, C. e WIESENFELD, K. Self-Organized Criticality: an Explanation of $1/f$ Noise. **Physical Review Letters**. 1987.

BOLLE, M. B. Os EUA Já Estão em Recessão? **Carta Econômica Galanto**, nº 104. Jul. 2008.

CARNEIRO, D. D. Escafandristas, Canários e Espasmos Obscurantistas. **Carta Econômica Galanto**, nº 90. Mai. 2007.

CARNEIRO, D. D. A Nova Etapa da Crise: Danos Crescentes e Possíveis Contágios **Carta Econômica Galanto**, nº 105. Ago. 2008.

CARNEIRO, D. D. e BOLLE, M. B. O Simpósio de Jackson Hole e o Debate Macroeconômico Global. **Carta Econômica Galanto**, nº 105. Ago. 2008.

LA EVEN, L. e VALENCIA, F. Systemic Banking Crises: A New Database. International Monetary Fund. **Working Paper**, nº 08/224. Set. 2008.

MANDELROT, B. e HUDSON, R. L. **The (Mis)Behavior of Markets**. Basic Books. 2004.

RAJAN, R. Financial Markets, Financial Fragility, and Central Banking. International Monetary Fund. **Simpósio de Jackson Hole**. 2005.

WU, T. Efeitos Reais da Crise Financeira. **Carta Econômica Galanto**, nº 93. Ago. 2007.