

A DIGITALIZAÇÃO DO MERCADO DE CAPITAIS NO BRASIL: TENDÊNCIAS RECENTES¹

Edemilson Paraná²

RESUMO

Na esteira dos debates sobre a finança digitalizada, e atualizando alguns de seus principais achados face aos prognósticos da chamada Quarta Revolução Industrial, este trabalho oferece um panorama dos desenvolvimentos recentes, bem como das principais tendências do processo de digitalização do mercado de capitais brasileiro nas últimas décadas. Com isso, o objetivo é lançar luz sobre um fenômeno emergente no setor, apresentando dados e informações que contribuam para reflexões sobre os desdobramentos e consequências desses processos para a economia brasileira, inserida no quadro dos mercados financeiros interconectados globalmente.

Palavras-chave: digitalização; mercado de capitais; Brasil; financeirização; TIC.

THE DIGITALIZATION OF CAPITAL MARKETS IN BRAZIL: RECENT TRENDS

ABSTRACT

In the wake of the debates on digitalized finance, and updating some of its main findings regarding the prognoses of the Fourth Industrial Revolution, this paper presents an overview of recent developments, as well as the main tendencies of the process of digitalization of the Brazilian capital markets in the last decades. With this, it aims to shed light on an emerging phenomenon in the sector, presenting data and information that contribute to reflections on the consequences of such process for the Brazilian economy, within the framework of globally interconnected financial markets.

Keywords: digitalization; capital markets; Brazil; financialization; ICT.

JEL: G15; G28; N26; O33; Z13.

1. Este trabalho tematiza, revisa e atualiza informações e dados produzidos em pesquisa que embasou a produção do livro *A Finança Digitalizada: capitalismo financeiro e revolução informacional* (Paraná, 2016). O autor agradece aos executivos e a todos os profissionais do BM&FBovespa a abertura, disposição, presteza e o profissionalismo com que foram atendidas as demandas relacionadas à realização deste estudo.

2. Pseudônimo de Edemilson Cruz Santana Júnior. Pesquisador do Programa de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diretoria de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais (Dinte) do Ipea.

1 INTRODUÇÃO

Na esteira dos debates sobre a finança digitalizada (Paraná, 2016), e atualizando alguns de seus principais achados face aos prognósticos da chamada Quarta Revolução Industrial (Schwab, 2016), este trabalho oferece um panorama dos desenvolvimentos recentes, bem como das principais tendências do processo de digitalização do sistema financeiro brasileiro nas últimas décadas, com ênfase no mercado de capitais. Com isso, o objetivo é lançar luz sobre um fenômeno emergente no setor, reunindo e apresentando dados e informações que contribuam para reflexões sobre os desdobramentos e consequências desses processos para a economia brasileira, inserida no quadro dos mercados financeiros interconectados globalmente.

De modo a enquadrar melhor no contexto global o processo de digitalização do mercado de capitais³ no Brasil nos últimos 25 anos, bem como suas principais tendências recentes, o texto começa definindo e contextualizando, em sentido amplo, o que denominamos finança digitalizada, seus antecedentes e estado contemporâneo, dimensões sistêmicas e riscos. Uma vez que a configuração desse fenômeno é resultado do encontro de processos macroestruturais, nomeadamente a revolução informacional (Lojkin, 2002), vinculada ao desenvolvimento das tecnologias da informação e comunicação (TICs), e à constituição de um regime global de acumulação com dominância da valorização financeira nas últimas quatro décadas, uma subseção se ocupará, de passagem, de problematizar a finança digitalizada como base técnico-operacional para o processo mais amplo de financeirização das economias.

Feito isso, o trabalho procede a um breve resgate da trajetória de digitalização do mercado de capitais no Brasil, no qual é apresentado um histórico de sua evolução sociotécnica, paralelizado por mudanças institucionais e macroeconômicas correspondentes. Esse cotejamento é sistematizado em uma linha do tempo que enquadra os mecanismos, os sistemas e os recursos implementados no mercado de capitais brasileiro.

Em seguida, apresentam-se os processos e modos de funcionamento atualmente vigentes nesse mercado, com informações atualizadas e dados inéditos, ao que se segue, nas considerações finais, um breve recorrido analítico das principais tendências e prognósticos desenhados para o processo de automatização, informatização e digitalização dos mercados de capitais nos próximos anos, no contexto das discussões em torno da chamada Quarta Revolução Industrial.

2 DEFININDO E CONTEXTUALIZANDO A FINANÇA DIGITALIZADA

No bojo da reestruturação produtiva, aberta pela revolução técnico-informacional,⁴ das inovações técnicas e regimes de gestão flexível da produção e da administração disciplinar do trabalho, apoiadas

3. Apesar de os processos de automação, eletronificação e informatização se estenderem, de modo geral, a todos os setores da atividade financeira, o escopo desta investigação restringe-se ao mercado de capitais no Brasil. Para mais informações sobre a história da automação bancária no Brasil, ver Pires (1997), Diniz (2004), Diniz, Meirelles e Fonseca (2010), Dantas (1988) e Dantas (1989). Para uma compilação e sistematização crítica desse debate, contextualizada a partir do desenvolvimento da internet no Brasil e no mundo, ver Horta (2017).

4. Para Lojkin (2002, p.14), "a transferência, para as 'máquinas', de um novo tipo de funções cerebrais abstratas (o que propriamente caracteriza a automação) está no coração da revolução *informacional*, já que tal transferência tem como consequência fundamental deslocar o trabalho humano da *manipulação* para o tratamento de símbolos abstratos – e, pois, deslocá-lo para o 'tratamento' da informação. Nesse sentido, a revolução *informacional* nasce da oposição entre a revolução máquina-ferramenta, fundada na objetivação das funções manuais, e a revolução da automação, baseada na objetivação de certas funções cerebrais desenvolvidas pelo maquinismo industrial". Para o autor, a Revolução Tecnológica (informacional) tem a mesma magnitude daquela da máquina-ferramenta, dado que "o instrumento informático pode permitir, conectado a outras novas técnicas de telecomunicação, a criação, a circulação e a estocagem de uma imensa massa de informações outrora monopolizadas, e em parte esterilizadas, por uma pequena elite de trabalhadores intelectuais" (*op. cit.*, p.15).

no substrato material das hodiernas TICs, uma nova forma de gerir os circuitos globais de capital vem se materializando nas últimas quatro décadas: a finança digitalizada.

À essa realidade corresponde, entre outros acontecimentos, como a veloz automação das atividades bancárias e financeiras, o fato que, nos atuais mercados de ativos e bolsas de valores, as negociações de compra e venda de papéis ocorrem não mais em pregões físicos, mas em potentes computadores e centros de dados, operados 24 horas por dia em várias partes do mundo. No lugar de antigos pregoeiros – compradores e vendedores diretos de ações – estão físicos e astrofísicos, estatísticos, matemáticos e economistas formados nas melhores universidades, que desenham algoritmos e estratégias de negociações automatizadas para estas serem realizadas na velocidade de milissegundos por meio de sistemas computacionais.

Produto, entre outros processos, da penetração das TICs (aqui entendidas como tecnologias cognitivas, que aceleram a compressão dos fluxos espaço-tempo) nos mercados financeiros em todo mundo,⁵ a finança digitalizada pode ser definida como:

o complexo técnico-operacional e institucional de gestão global da circulação, acumulação e valorização do capital financeiro por meio de recursos tecnológicos automatizados de ponta, que aceleram movimentos em todos os níveis, de modo a ampliar as margens existentes para a exploração de ganhos financeiros com a especulação e arbitragem de papéis, moedas e outros ativos (Paraná, 2016, p. 37).

Sob esse novo “complexo”, computação de alta performance, infraestrutura de baixa latência,⁶ *hardware* e *software* de alta precisão programados pelos melhores cérebros da informática avançada combinam-se para mapear, monitorar, tomar decisões e negociar ativos, comprar e vender papéis, em altíssima velocidade, por vezes sem intervenção humana, na escala dos milissegundos – em alguns casos, aproximadamente trinta ou quarenta vezes mais rápido do que uma piscada de olho humano.⁷

Mudanças institucionais e regulatórias levadas a cabo com especial ênfase a partir das décadas de 1970 e 1980, declaradamente voltadas para o aumento de competitividade, abriram caminho para uma estrutura de mercado favorável às negociações automatizadas. Isso porque o aumento em volume e velocidade dos negócios nos mercados, enfim liberalizados, forçou uma reconfiguração das estruturas de negociação. Em questão de poucos anos, o tempo contabilizado no processamento de ofertas e de fechamentos de negócios nas bolsas de valores foi deixando de ser medido em minutos e segundos para ser registrado em mili, micro e até em nanossegundos. Trata-se de uma importante vantagem competitiva na mão dos atores que dispõem desses recursos, e que encontram, dessa forma, por meio de ganhos crescentes, condições e incentivos para seguirem investindo nesses avanços. Assim, as tecnologias são superadas rapidamente umas pelas outras, em crescente nível de capacidade e sofisticação, impondo novos desafios e dificuldades para todas as categorias de investidores.

5. Para uma discussão mais detida a respeito da imbricação entre as revoluções tecnológicas e o capital financeiro ao longo da história do capitalismo, na dinâmica das grandes bolhas financeiras e das épocas de bonança, ver Pérez (2004).

6. Latência (*latency*) é um termo técnico muito utilizado na operação cotidiana da finança digitalizada. Apesar de ser definida de diferentes formas em distintos contextos pelos agentes do mercado, pode ser compreendida, de modo geral, como o período de tempo que um pacote de informações leva para percorrer a distância entre sua origem e seu destino, ou seja, a quantidade de tempo que um sistema espera para transmitir a informação de uma parte a outra. Assim, minimizar cada vez mais a latência significa diminuir tempos e/ou distâncias na circulação de dados e informações, objetivo absolutamente determinante na implementação de tecnologias de operação e negociação nos mercados financeiros.

7. A despeito de esse não ser o foco neste trabalho, cabe destacar que as novas plataformas e empresas de tecnologia financeira operam também no mercado de crédito (*peer to peer*), de análise e recomendações de investimentos, *backoffice* e relação com clientes.

Desde o início da década de 1980, momento que marca a aceleração do processo de transformação econômica estrutural definido como mundialização financeira (Chesnais, 1998), o avanço do desenvolvimento tecnológico, no que se refere aos mercados de capitais, segue, basicamente, duas grandes tendências: *i*) o forte investimento na construção de sistemas de produção e circulação de informações em tempo real; e *ii*) a produção de meios capazes de viabilizar a realização de negociações simultâneas em diferentes mercados na maior velocidade possível.

É sabido que o acesso a informações privilegiadas é um elemento fundamental na gestão do comércio e dos negócios. De certo modo, a mesma fórmula, ainda que em outro nível de abstração, pode ser aplicada na compreensão das razões que ativam o movimento de desenvolvimento técnico para operação nos mercados financeiros contemporâneos: antecipar, compilar e organizar informações prioritariamente e/ou antes dos concorrentes para obter ganhos econômicos. Daí essas dimensões – informação⁸ e tempo – serem fundamentalmente os eixos do veloz avanço na utilização das tecnologias de informação e comunicação nos mercados financeiros. O tempo, fracionado em divisores infinitesimais, pode significar enormes ganhos financeiros.

Desse modo, explorando a crescente flexibilização e liberação dos mercados financeiros em âmbito global, o avanço tecnológico acabou por impor-se como uma das principais fronteiras da competição entre os investidores, ciosos de ganhos crescentemente elevados no menor intervalo de tempo possível. A trajetória desse avanço acabou por produzir um cenário em que negociações automatizadas ou algorítmicas (Algorithmic Trading – AT) e negociações de alta frequência (High-Frequency Trading – HFT) são utilizadas como instrumentos de especulação e arbitragem entre diferentes ativos nos mercados, inflando o ganho dos investidores que melhor dispõem dessas tecnologias.

Esses algoritmos e mecanismos de negociação automatizada, também conhecidos como robôs investidores, já são responsáveis por mais de 40% de tudo que é comprado e vendido diariamente na bolsa de valores brasileira. Nos mercados americanos, onde investimentos bilionários em cabos de fibra ótica próprios e conexão ultrarrápida via micro-ondas⁹ são realizados para economizar de dois a três milissegundos, estima-se que esse percentual ultrapasse a marca dos 50%, tendo chegado ao seu auge de cerca de 60%, 70% entre 2009 e 2014. Nos mercados europeus, a média estimada de utilização está em torno de 40% do total das negociações (box 1).

É certo que essa dinâmica não passa a existir apenas por conta do desenvolvimento das TICs,¹⁰ o que implicaria certo determinismo tecnológico na análise.¹¹ Porém, também é certo que ela não poderia ser administrada como tal sem o apoio dessas tecnologias. Sem estes mecanismos, inúmeros

8. Sabe-se – em consonância com Stiglitz (2001) e seu paradigma da informação imperfeita – que a informação só pode ser explorada, enquanto tal, a partir de suas assimetrias, que existem em todas as economias. Essas assimetrias informacionais ou imperfeições, conforme aponta o autor, são fundamentais para compreender não só a economia de mercado, mas também a economia política, com desdobramentos para todo o processo político das sociedades.

9. O Renaissance Technologies, um dos maiores *hedge funds* do mundo, está desenvolvendo um sistema de negociação ultrarrápido baseado em relógios atômicos para se manter à frente na corrida de Wall Street por velocidade.

10. O crescimento dos HFTs em âmbito global não é apenas sobre velocidade. Especialmente nos Estados Unidos, onde tal modelo de negociação encontra seu estágio mais avançado, os bancos, que passaram a enfrentar uma regulamentação mais rígida e de exigências de capital mais acentuadas no rescaldo da crise financeira de 2008, vêm recuando no velho modelo de negócio de vender aos compradores e comprar de vendedores para realizarem, eles mesmos, os negócios, algo conhecido como *market-making*. Em alguns casos, firmas de HFT têm fechado acordos impressionantes com esses gigantes financeiros. É o caso do JP Morgan Chase, que, em agosto de 2016, acordou em usar a tecnologia da Virtu Financial para negociar no mercado de títulos públicos dos Estados Unidos. Os bancos também se voltaram para os HFTs, incluindo a Global Trading Systems (GTS), para completar ordens de compra e venda de moedas para seus clientes.

11. Para um debate a respeito do determinismo tecnológico a partir da sociologia e filosofia da tecnologia, ver Paraná (2016, p. 80-109).

ativos e instrumentos financeiros simplesmente não existiriam ou não poderiam ser negociados como tais nos mercados contemporâneos.

BOX 1

Participação de algoritmos e mecanismos de negociação automatizada

Devido à dificuldade de estimativa, as projeções não são consensuais e, em geral, costumam variar. Relatório de Shorter e Miller (2014), com base em dados do Tabb Group, uma empresa norte-americana de consultoria de tecnologia em mercado de capitais, aponta que, em 2012, os HFTs eram responsáveis por mais de 60% do volume de contratos nos mercados de futuros dos Estados Unidos. Um estudo da Commodity Futures Trading Commission (CFTC) sobre negociação automatizada reportava que, em 2012, cerca de 92% do volume de negociação de contratos em futuros de câmbio nos Estados Unidos foram executados eletronicamente (CFTC, 2013). Em 2010, ainda de acordo com a CFTC, as negociações em sistemas de negociação automatizada representavam mais de 50% do volume total negociado em uma série significativa de produtos futuros de câmbio. Relatório do Deutsche Bank (Kaya, 2016), também baseado em dados do Tabb Group, divide em duas fases a evolução da participação dos HFTs no total de negociações: *i)* o período pré-crise, marcado pelo seu aumento em ambos os lados do Atlântico; e *ii)* o período pós-crise, quando supostamente caem. Na Europa, a participação dos HFTs no total das negociações em ações subiu praticamente de zero em 2005 para cerca de 40% em 2010. Nos Estados Unidos, saindo de 20% dos negócios em 2005, os HFTs ultrapassaram 60% do mercado em 2009. Com a crise financeira, no entanto, essa ascensão teria sido interrompida, e sua participação no mercado teria começado a recuar. Os números do relatório apontam que, a partir de 2014, a participação de HFTs nos mercados de ações caiu para 35% e 50% do mercado total na Europa e nos Estados Unidos, respectivamente. Uma série de fatores explica, de acordo com o autor, a diminuição da participação de mercado de HFT no total de negociação de ações, entre os quais: *i)* um declínio nas receitas e nos lucros devido ao custo crescente da infraestrutura de HFTs e à implacável competição dentro do segmento; e *ii)* a ascensão de plataformas de negociação alternativas. O autor menciona ainda que as projeções de endurecimento regulatório têm afetado os investimentos no setor. No Brasil, porém, essas tendências de queda não são verificadas nesse período.

Elaboração do autor.

A finança digitalizada inaugura, ademais, todo um conjunto de novos acontecimentos, riscos e problemas vinculados a essa nova lógica de funcionamento. A partir dos dados levantados em Paraná (2016), pesquisa que serviu de base para este trabalho, pode-se observar que a cibernética e a automatização crescentes do mercado de capitais brasileiro nos últimos anos, por exemplo, são nitidamente acompanhadas por aceleração de processos, aumento substancial no número e na velocidade dos negócios realizados, concentração em diferentes níveis (investidores, empresas listadas em bolsa, corretores), aumento da proeminência de investidores e corretores estrangeiros e diminuição da participação de pequenos investidores no mercado local. Nas demais praças financeiras globais, observam-se, de modo igualmente claro, a concentração, a ampliação das dificuldades para a regulação e a regulamentação dos mercados, acompanhadas da ocorrência de fraudes e desequilíbrios, entre outros eventos perturbadores, como os chamados *flash crashes* (queda repentina ou brusca, em tradução livre).¹²

Ainda que a velha racionalidade de obtenção do maior ganho no menor tempo possível mantenha-se como o eixo compreensivo do *modus operandi* da finança digitalizada, a nova realidade é capaz de produzir instabilidades e problemas antes não observados, daí a importância de ser devidamente compreendida. Seja devido à crescente diminuição do fator humano em todas as etapas do processo de negociação nos mercados, seja por conta das novas possibilidades que abrem ganhos literalmente virtuais (por meio de ativos, inovações financeiras e modelos de negociação antes inviáveis sem o auxílio de tais recursos tecnológicos), não há como explicar devidamente os mercados financeiros no início do

12. Falhas, erros e problemas de várias ordens nos mercados estão vinculados, já há alguns anos, ao modelo de negociações eletrônicas, em especial com *algotraders* e HFTs. Desde 2010, pelo menos, mas com antecedentes ainda mais longínquos, o mercado norte-americano tem passado por vários eventos adversos como resultado de seu complexo, fragmentado e anarquicamente livre modelo institucional, em interação direta com falhas em recursos tecnológicos – algoritmos de negociação com comportamentos inesperados, erros em *software* ou *hardware* congestionados. Em alguns casos, os problemas levam a panes ou a quedas bruscas nos índices e nos padrões de negociações dos mercados, produzindo os chamados *flash crashes*.

século XXI e o papel que ocupam na economia globalizada sem adentrar-se na discussão a respeito de suas lógicas e dinâmicas de funcionamento operacional.

2.1 A finança digitalizada como base técnico-operacional para o processo de financeirização das economias

Cabe notar, desde um ponto de vista macroestrutural, outro importante desdobramento dessa disjuntiva: as afinidades entre o desenvolvimento das TICs, de um lado, e o processo de financeirização das economias, de outro.

Entre as inúmeras e já amplamente conhecidas consequências da mundialização financeira, ativada pelo processo de desregulamentação, liberalização e integração dos mercados de capitais em todo o mundo, a acelerada financeirização das economias nas últimas décadas figura certamente como um de seus mais importantes e preocupantes desdobramentos.

Amplamente discutida na literatura (Guttman, 1998; Serfati, 1998; Stockhammer, 2000; Epstein, 2002; Giffin, 2007; Langley, 2008; Hein e Van Treeck, 2008; Braga, 2009; Foster, 2009; Mollo, 2011a; Guillén, 2014), a chamada financeirização pode ser aqui entendida como o processo de reordenação da lógica geral da acumulação em prol da valorização financeira, que, dessa forma, passa a submeter o processo produtivo como um todo aos seus objetivos, temporalidades e modos de funcionamento (Chesnais, 1996; 2002; 2005).

Uma investigação detida a respeito dos ditames da finança digitalizada mostra que o acelerado desenvolvimento tecnológico dos últimos anos caminha *pari passu* à mencionada financeirização da economia mundial, funcionando como uma espécie de base técnica para sua ampliação material-operacional. É que, ao ativar a aceleração típica dos processos de expansão do capital, bem como, em um quadro de ampla desregulamentação dos mercados, a ampliação do desconto do futuro no presente sem a garantia de que este seja realizado como tal, o desenvolvimento dessas tecnologias tem contribuído para ampliar a autonomização relativa das finanças em relação à produção, e dos circuitos de expansão do capital fictício,¹³ concorrendo para subordinar ainda mais a acumulação produtiva à acumulação financeira.

Assim, a teórica função social conferida aos mercados financeiros nas economias capitalistas – como alocadores de necessidades econômicas, que possibilitam o encontro entre compradores e vendedores, e tomadores e emprestadores de recursos de modo a viabilizar investimentos voltados à produção capaz de gerar emprego e renda (Minsky, 1986) – perde cada vez mais relevância, em detrimento de uma lógica crescentemente especulativa, que drena e concentra os excedentes da produção social na esfera financeira. Estes excedentes passam a ser novamente explorados por meio de arbitragem na escala de milissegundos, viabilizada por avanços tecnológicos de ponta. Observa-se, dessa forma, reforçada a partir dessas dimensões, a ampliação dos incentivos para a contaminação da lógica de curto prazo em distintas esferas da economia, fortalecendo seu processo de financeirização em sentido amplo.

13. Aquele cuja valorização não passa diretamente pela compra de força de trabalho. Para mais informações, ver Marx (1988, p.8-9) e Mollo (2011b).

3 UM BREVE HISTÓRICO DA DIGITALIZAÇÃO DO MERCADO DE CAPITAIS BRASILEIRO

O avanço tecnológico no mercado de capitais brasileiro intensifica-se, sobretudo, a partir do início da década de 1990, mais especificamente entre 1992 e 1994, quando ocorre o processo de desregulamentação e abertura do país para investimentos estrangeiros, ancorado, essencialmente, na estabilização monetária e, poucos anos depois, no programa de privatizações. Desse modo, a modernização tecnológica segue uma tendência global de integração dos mercados, que avança mundialmente nesse período.

Para se ter uma ideia do que essa mudança significou, em 1994, como desdobramento da adoção do Plano Real e da eleição de Fernando Henrique Cardoso para a Presidência da República, houve uma enorme entrada de capital estrangeiro no país, e a Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa) fechou o ano com recorde de negociações: crescimento de 129% nos seus volumes, em relação ao ano anterior, mesmo diante de um quadro adverso por conta da crise mexicana, que teve repercussão internacional. Ficava evidente que, a partir de então, o mercado brasileiro começava a se globalizar de fato, com tudo de bom – a entrada de capitais – e de ruim – o aumento da vulnerabilidade ao cenário internacional – que isso significava. Era preciso estar preparado para o novo cenário.

Para além da massiva entrada dos investidores institucionais, o período marcou o crescimento e o início de uma atuação mais agressiva por parte dos grandes investidores institucionais brasileiros. A bolsa, que até o início da década de 1990 era mantida basicamente por transações de pessoas físicas, muda radicalmente de perfil.

Assim, seguindo tendência global intensificada especialmente a partir desse período, o mercado de capitais brasileiro começou a introduzir importantes avanços tecnológicos em suas operações. Em 1990, iniciaram-se as negociações por meio do Computer Assisted Trading System (Cats), um sistema de negociação automática que foi desenvolvido pela bolsa de Toronto, em 1977. Foi uma das primeiras tecnologias que permitiram a automação completa do processo de fixação de preços em bolsa de valores; com ela, os operadores podiam comprar e vender ações de qualquer parte do mundo nos mercados globais crescentemente liberalizados. Implementada em várias bolsas pelo mundo na década de 1980, essa tecnologia acabou adotada no Brasil no início da década de 1990.

Essas mudanças foram importantes, mas não propriamente substanciais. É possível afirmar que a trajetória rumo a um mercado de capitais completamente automatizado, tal qual é atualmente o mercado brasileiro, começa de fato em 1996, com a compra do sistema de negociações automáticas NSC, conhecido como Mega Bolsa. Adquirida da bolsa de Paris, em 1996, essa plataforma de negociação foi implementada no segmento Bovespa em 14 de julho de 1997 e passou por sucessivas e importantes atualizações de modo a atender à crescente demanda por velocidade, integração e capacidade de processamento: em 1998 (Mega Bolsa Plus), 2001 (Mega Bolsa 3), 2003 (Mega Bolsa 380), 2007 (Mega Bolsa 836), 2008 (Mega Bolsa 837) e 2009 (Mega Bolsa V900); até que, em 2011-2013, finalmente foi substituído pelo sistema de negociação Plataforma Unificada de Multiativos (Puma), produzido localmente em parceria com a CME Group (Bolsa de Chicago).

A importância dessa mudança reside, essencialmente, no fato de que o NSC/Mega Bolsa, além de ser muito mais veloz do que o anterior, transmitia informações diretamente para as corretoras. Inicia-se aí, a partir dessa evolução, o sistema eletrônico de negociação propriamente dito, que viria a sofisticar-se até alcançar os patamares atuais. Apesar de ser um sistema eletrônico relativamente eficiente para os padrões da época, o Cats era complexo e de difícil operação e por isso não modificava

de modo substancial a velha forma de negociar ações no pregão viva voz. Quando o Mega Bolsa foi implementado, já com a interface gráfica do Windows e com todas as facilidades disso advindas, cresceram os incentivos para mudanças substanciais no modo de realização dos negócios.

Se a eletronificação já era, à época, uma tendência global, a bolsa brasileira, contudo, foi cuidadosa na adoção da nova solução. Isso porque o fim do sistema de negociação em pregão viva voz, por meio de operadores humanos, uma possibilidade ainda pequena naquele momento, era visto com grande temor pelas corretoras e seus operadores. Lembre-se de que a bolsa, nesse período, ainda era mutualizada, ou seja, funcionava como uma associação de corretores sem fins lucrativos. Entre a necessidade de se adaptar às tendências do mercado globalizado e a busca pela manutenção do antigo, e satisfatório, modelo de negócios, os corretores, formal e politicamente responsáveis pelas decisões a respeito dos rumos da bolsa, apostaram na conciliação por meio da sutil integração entre as duas formas de negociação: presencial e eletrônica.

Para atender a esse modelo, que integrava sistemas de negociação eletrônica e pregão viva voz, uma importante mudança institucional foi necessária: a utilização do sistema de leilões da bolsa para compatibilização de diferentes plataformas de negociação. Devido ao fato de existirem dois sistemas paralelos, havia o risco de que o preço de uma ação subisse em um e, ao mesmo tempo, caísse em outro. Por isso, a Bovespa produziu um sistema que garantia a convergência de preços, por meio de leilões. Assim, sempre que houvesse divergência de preços, um leilão imediato seria realizado para equalizá-los. Era a forma encontrada pela bolsa para impedir que operadores arbitrassem ou fizessem melhores ou piores negócios apenas por negociarem em outro ambiente técnico.¹⁴

Mesmo com o crescimento em participação de grandes investidores nacionais e internacionais no mercado brasileiro, segue sendo de importância vital, como se sabe, que os mercados de ações e de ativos financeiros sejam capazes de atrair, por diferentes vias, valores acumulados em poupanças, investimentos pessoais e mesmo em aposentadorias (fundos de pensão). Em consonância com essa necessidade, em 1999, com o avanço da computação pessoal e do uso da internet no Brasil – evidenciada desde 1995, com a criação do Comitê Gestor da Internet –, uma nova transformação iria acelerar ainda mais o caminho rumo à completa eletronificação dos mercados e o fim dos pregões viva voz: a implantação de interface para utilização da plataforma Home Broker via Acesso Direto ao Mercado (Direct Market Access – DMA) que, em seu modo de funcionamento no Brasil, foi pioneira no mundo.

O Home Broker (operador residencial ou operador caseiro, em tradução livre) é uma plataforma que permite a operação à distância no mercado de capitais em computadores pessoais conectados à internet. Por meio do sistema DMA, o usuário/investidor individual pode enviar suas ordens de compra e venda diretamente para o sistema de negociações da bolsa, que executa e atualiza automaticamente as operações, volumes de ações e seus preços negociados no mercado. No sistema utilizado pela bolsa brasileira, a ordem parte do cliente, chega diretamente ao sistema da bolsa e concorre diretamente com todas as outras no mercado. Ainda que o usuário tenha acesso direto ao sistema da bolsa, a corretora tem de filtrar as ordens, o que passa por reconhecê-lo como seu cliente e verificar se ele é dotado de crédito suficiente para que elas possam ser executadas. A implantação do sistema reforça os objetivos gerais de atrair novos investidores, diminuir custos operacionais e reduzir ou eliminar a interferência humana no processo de negociação.

Se esse era um recurso tecnológico que ampliava as possibilidades para a entrada de mais recursos e investidores, sobretudo pessoas físicas, no mercado de capitais, devido às facilidades operacionais

14. O sistema de leilões vigora até hoje, mesmo após o fim do pregão viva voz; todavia, com outro objetivo: o de evitar potenciais desequilíbrios de mercado devido a compras e vendas de ações em blocos por grandes investidores. Assim, sempre que um *player* aciona a compra ou a venda de um lote de ações desproporcionalmente grande em relação aos padrões de negociação da bolsa, esse volume entra automaticamente em leilão para que outros investidores possam participar da negociação.

e à diminuição de seus custos, houve, ainda assim, resistência por parte das corretoras e de seus operadores que, a partir dessas mudanças, precisaram reconfigurar seus modelos de negócio.

A requalificação do papel das corretoras, que ainda hoje está em plena realização, exigiu altos investimentos em modernização e novas tecnologias que muitas delas não estavam devidamente preparadas para realizar. Desde então, o número de corretoras não só caiu, como o mercado foi se concentrando nas mãos de poucas instituições, isso em um cenário de crescimento no número de investidores, negócios e volumes financeiros. De 2003 a 2016, o número de corretoras operando no mercado de ações brasileiro caiu cerca de 16% (de 94 para 79). Enquanto esse número cai, cresce o percentual de compras e vendas de ações concentradas nas mãos de poucas entidades. Das cinco maiores corretoras operando no mercado de ações brasileiro no fim de 2014, quatro eram estrangeiras e juntas já somavam quase metade do volume total negociado (cerca de 45%); no início de 2017, as cinco maiores já contabilizavam mais de 51% de todo o volume diário de negociações. Apesar da evidente afinidade entre esses processos, o movimento de concentração, no entanto, é fortalecido por inúmeros outros fatores e não pode ser explicado apenas pela implantação das tecnologias que ora se descreve. A própria consolidação do Home Broker demorou a ocorrer.

Os anos seguintes, no entanto, fizeram aprofundar o processo de modernização do mercado de capitais brasileiro. Inspirada nos modelos francês, italiano e, principalmente, alemão, a Bovespa lançou, no ano 2000, o Novo Mercado, medida que estabelecia padrões e desenhava diferentes níveis de governança corporativa¹⁵ para as empresas listadas em bolsa. A medida ajustava o mercado brasileiro, em consonância com a própria necessidade de atração de investidores pessoas físicas – que aumentou sua participação de 15% para 20% do mercado de ações de 1999 para 2000 –, a uma necessidade e tendência global.

Ciosa de aumentar sua participação no mercado internacional, a Bovespa contratou pesquisadores e especialistas para contribuir com o processo de diagnóstico e proposição de mudanças com esse objetivo. Era o auge da então Nova Economia, das empresas “ponto com”, de mídia e tecnologia da informação. O diagnóstico dava conta de que havia grande desconfiança em relação aos produtos financeiros que eram negociados no Brasil. Esse foi um período importante para o mercado de capitais brasileiro, que observou, entre 1999 e 2000, um conjunto de relevantes transformações: a adoção do Home Broker no segmento Bovespa; a implantação da plataforma eletrônica GTS¹⁶ no segmento Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F); a criação do Novo Mercado; e, no âmbito macroeconômico, a liberação do mercado de câmbio, que passava a operar em regime flutuante. Em

15. De acordo com nota de Rosa Marques e Paulo Nakatani, tradutores da obra *A finança mundializada* (Chesnais, 2005), a respeito do conceito de governança corporativa: “O governo das empresas (ou sociedades) foi sistematizado pela OCDE [Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico] na forma de um conjunto de princípios que deveriam ser seguidos pelas empresas, para dar maior estabilidade ao sistema financeiro, cujo ponto central decorre da separação entre a propriedade e o controle e da relação entre acionistas e administradores das empresas”. Mais detalhes podem ser obtidos no documento *Princípios da OCDE sobre o governo das sociedades*, disponível em: <<https://www.oecd.org/daf/ca/corporategovernanceprinciples/33931148.pdf>>.

16. O ofício circular da BM&F 106/2001 – DG, de 23 de agosto de 2001, que trata do lançamento de produtos financeiros com negociação exclusiva no novo sistema, explica e faz apontamentos sobre o seu funcionamento de forma especialmente oportuna: “Desde setembro de 2000, o mercado de derivativos brasileiro conta com operações eletrônicas por intermédio do sistema de negociação da BM&F, o Global Trading System (GTS). Esse período caracterizou-se pelo aprendizado, tanto da Bolsa quanto de suas associadas e seus clientes, das novas peculiaridades dos negócios em ambiente eletrônico para derivativos, em comparação com o tradicional e eficiente pregão de viva voz. Esse período não foi de aprendizagem só no Brasil. Também nossas parceiras na Aliança Globex têm passado por ela, o que explica o constante aperfeiçoamento do sistema eletrônico de negociação, por meio das novas versões disponibilizadas às bolsas. Durante esse processo, a BM&F procurou introduzir as negociações apenas fora dos horários de pregão de viva voz, com todos os ativos possíveis, deixando ao mercado que demonstrasse seu interesse pelo pregão eletrônico. Nesse período, o eletrônico atingiu a expressiva participação de 7% das negociações, mesmo operando em horários em que não havia pregão anteriormente, o que significa, claramente, crescimento de volume. Na versão primeiramente posta em atividade, não era possível o registro de negócios diretos, bastante utilizados em nosso mercado. Estratégias de operação, como *spreads*, *straddles* etc., também eram de difícil implementação. Agora, com a nova versão, tais operações serão viabilizadas”. Disponível em: <<http://www.bmf.com.br/bmfbovespa/pages/Clearing1/Derivativos/agropecuarios/internacionalizacao/oficios/InformesOficio10601.asp>>. Acesso em: 14 fev. 2017.

comparação com um crescimento de 4,3% no produto interno bruto (PIB) do país, de 1999 para 2000, o número de negócios fechados em bolsa cresceu mais de 42%, e o volume financeiro total por eles somado aumentou, segundo dados da BM&FBovespa, algo em torno 20% no mesmo período.

Na medida em que avançava a passos largos, a eletrônica dos mercados brasileiros, como desdobramento direto dos avanços tecnológicos importados ou produzidos localmente a partir de padrões técnicos internacionais, e as importantes mudanças institucionais desenhadas pela iniciativa do Novo Mercado demandariam padronização correspondente nos procedimentos técnico-operacionais do mercado de capitais. Se desde o início da década de 1990, fruto da abertura econômica, o mercado brasileiro vem avançando em seu processo de modernização de modo contínuo até os dias atuais, 2005 marca um ponto fundamental na configuração dessa trajetória: o estabelecimento do Programa de Qualificação Operacional (PQO).¹⁷

O impacto da medida, que exigiu mudanças substanciais na forma de administrar seus negócios e, especialmente, vultosos investimentos em tecnologia de operação, foi grande entre as corretoras, muitas das quais, em dificuldade para atuar no novo cenário, acabaram fechando as portas. A adoção do programa, que coincidiu com o fim do pregão viva voz na Bovespa, produziu mudanças relevantes. Desde então, como se viu, o número de corretoras operando no mercado começou a cair, processo que continua até os dias atuais, com fatias cada vez maiores do mercado se concentrando nas mãos de poucas instituições, sobretudo as internacionais, com maior capacidade de investimento.

Nesse ínterim, importantes transformações seguiram acontecendo no mercado. Em 2003, a bolsa passou a ter seus primeiros investidores utilizando algumas estratégias ainda pouco avançadas de AT – que foram se sofisticando, principalmente, devido à demanda de grandes investidores estrangeiros; e em 2004 foi implantado o sistema Web Trading (WTr)¹⁸ no segmento BM&F.

Ainda em 2004, iniciou-se o chamado *boom* das Ofertas Públicas Iniciais (Inicial Public Offering – IPOs) na Bovespa, momento em que as companhias passaram a ter ações negociadas em bolsa. Entre 2004 e 2008, 109 empresas abriram seus capitais. Juntas, captaram, por meio de seus IPOs, um montante de R\$ 86,4 bilhões (arrecadação média de R\$ 823 milhões por operação).¹⁹

17. O PQO é um sistema de certificação que foi concebido com o objetivo de atestar a qualidade dos serviços oferecidos pelas corretoras que atuam no mercado como integrantes do setor de intermediação. Os critérios são medidos em termos de qualidade do serviço, eficiência operacional e capacidade financeira da corretora de assumir riscos. Dessa forma, ao se enquadrarem nesses critérios definidos pela BM&FBovespa, as corretoras certificadas passam, por meio de seus selos de qualificação, a atestar para o mercado e seus clientes o padrão de seus serviços. Um roteiro básico do modo de funcionamento do PQO está disponível em: <http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/regulacao/programa-de-qualificacao-operacional-pqo/roteiros/>. Acesso em: 14 fev. 2017.

18. De acordo com apêndice B do Ofício Circular 086/2005-DG, BM&F, "o WTr é o sistema desenvolvido pela BM&F para negociação de contratos de derivativos por intermédio da rede mundial de computadores – internet. Esse tipo de sistema, em que o próprio cliente coloca suas ofertas, utilizando uma estação de trabalho conectada à internet, é bastante popular em vários mercados de derivativos internacionais. Sua principal característica é a capacidade de oferecer serviços a uma ampla base de participantes com custos operacionais relativamente baixos. Logo, o objetivo primeiro do projeto WTr é possibilitar aumento substancial no número de clientes atendidos pelas Corretoras associadas à BM&F. São identificados usuários do WTr os pequenos investidores, especialmente as pessoas físicas e as jurídicas não financeiras". Informação disponível em: <http://www.cmcapitalmarkets.com.br/brasil/archives/Webtrading_BM&F.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2017.

19. Para Aldrighi (2010), entre os fatores responsáveis pelo referido *boom* estão: *i*) os fundamentos macroeconômicos da economia brasileira, considerados sólidos pelos investidores, à época; *ii*) reformas microeconômicas, com ênfase para a reforma da lei das sociedades anônimas, em 2001, e para a aprovação da lei que disciplina as atribuições e responsabilidades da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), em 2002; *iii*) a alta liquidez internacional; e *iv*) a implementação do Novo Mercado, em 2000, com níveis diferenciados de exigências de governança corporativa pela Bovespa. O trabalho traça um amplo panorama do período, com discussão sobre o perfil das companhias e suas motivações para abrirem seus capitais. Entre os resultados do estudo, resumidos pelo próprio autor, estão: *i*) empresas maiores, mais lucrativas, com gastos de investimento mais elevados e que mais crescem apresentam uma maior probabilidade de lançar uma IPO; *ii*) reestruturação financeira e diversificação da riqueza dos empresários não parecem ser motivações para as IPOs; e *iii*) as condições favoráveis do mercado internacional de capitais contribuíram para a onda de IPOs.

Em 2005, veio o golpe fatal na antiga forma de operar do mercado brasileiro: o fim do pregão viva voz na Bovespa, que seria acompanhado pela BM&F, mais tarde, em 2009. Trata-se de um evento importante, de grande repercussão, sobretudo, simbólica. Em 2005, quase atualizado sob todos os aspectos operacionais, que mais tarde seguiriam evoluindo rumo à integração aos padrões globais, o mercado brasileiro estava à beira de atingir o patamar de igualdade com os principais mercados de capitais do mundo: completamente eletrônico, dispondo de tecnologias avançadas de negociação, orientadas em seus padrões operacionais por um programa de qualificação que pressionava a atualização de todo setor ligado ao mercado financeiro, com uma política de governança corporativa para as empresas com capital aberto listadas em bolsa em pleno funcionamento, e com cenários econômico e regulatório favoráveis que contribuiriam para que mais companhias abrissem seus capitais na bolsa no período.

Os anos de 2007 e 2008 aprofundaram essa transformação por meio de importantes mudanças institucionais. Como se afirmou, as bolsas brasileiras funcionavam como uma associação de corretores sem fins lucrativos, que tinham cotas ou títulos que davam direito à participação nessa sociedade. Em um contexto de crescente concorrência internacional entre bolsas e mercados pela atração de capitais, superar esse modelo era importante rumo a uma inserção global mais agressiva. Assim, em 2007, aconteceram os processos de desmanche da associação dos corretores, primeiro da Bovespa, e depois da BM&F, com seus subsequentes IPOs. Na prática, com o objetivo de obter lucro e criar valor para os acionistas, as bolsas de valores deixavam de ser entidades sem fins lucrativos e passavam a ser empresas de capital aberto; e os antigos detentores de títulos patrimoniais passaram a ser seus acionistas, com a vantagem de que, agora, as corretoras estariam supostamente mais capitalizadas para enfrentar a concorrência crescente.

O processo foi bem-sucedido e garantiu a entrada de grandes volumes de recursos. Em 2008, a Bovespa e a BM&F, já com seus capitais abertos, unem-se em uma só empresa, formando a BM&FBovespa, que se torna a terceira maior bolsa do mundo e a maior da América Latina em valor de mercado.²⁰ No mesmo ano,²¹ o Brasil recebe o título de Grau de Investimento (*Investment Grade*) da agência de classificação de risco (*rating*) americana Standard and Poor's (S&P). Ao contribuir para o aquecimento do mercado no Brasil, o fim da associação dos corretores, as IPOs e a unificação das bolsas produziram efeitos diretos nos investimentos em tecnologias de negociação.

Paralelamente a essas importantes mudanças institucionais, as bolsas já se preparavam para a completa integração com o cenário técnico-operacional internacional. Primeiro na BM&F, em 2007, depois na Bovespa, em 2008, foi adotado o protocolo Financial Information eXchange (FIX),²² uma interface internacional para troca de dados usada pelas maiores e mais importantes bolsas do mundo. Tratou-se de um passo absolutamente fundamental rumo à completa atualização e integração tecnológica da bolsa brasileira com o modo de funcionamento global de negociações.

20. Informações disponíveis em: <<http://ri.bmfbovespa.com.br/ptb/889/Pressrelease20080326.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2017.

21. Em 2008, ocorreria ainda a quebra do Banco Lehman Brothers, um dos marcos do início da grande crise financeira global, que ainda demoraria a produzir efeitos mais sérios no mercado de capitais brasileiro.

22. Na definição dada pela própria bolsa em sua página eletrônica: "A Sessão FIX (*Financial Information eXchange Protocol*) trata-se de uma série de especificações de mensagens para comunicação eletrônica de negociação, que permite a comunicação com a BM&FBovespa de forma segura e padronizada. A interface FIX pode ser utilizada mediante soluções de negociação próprias, isto é, desenvolvidas pelos participantes, bem como por meio de soluções oferecidas por empresas especializadas, como fornecedores independentes de *software* (*Independent Software Vendors – ISVs*), provedores de sistemas de integração com *back office* etc.". Disponível em: <http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/servicos/negociacao/conectividade/>. Acesso em: 14 fev. 2017.

O novo padrão tornava mais fácil e simplificada a interoperabilidade com e na operação de investidores estrangeiros, que podiam adaptar melhor seus sistemas para funcionarem em vários mercados globais ao mesmo tempo.

Os anos de 2009 e 2010 seriam marcados pela completa implementação da modalidade de negociações Co-location²³ nos segmentos BM&F e Bovespa, que ampliaram especialmente a capacidade de grandes investidores institucionais nacionais e estrangeiros para operar por meio da utilização de ATs e HFTs nos mercados brasileiros – investidores que podem comprar da bolsa acesso aos dados e às ordens de outros investidores. Em agosto de 2010, a bolsa passou a disponibilizar às corretoras cadastradas o uso do *software* LiNe (Limite de Negociação), à época MegaLiNe, que possibilitava que o risco dos clientes fosse monitorado antes mesmo que os negócios fossem realizados, na etapa de pré-negociação. O mecanismo GTSLiNe já estava disponível desde 2008 no segmento BM&F.²⁴

Enquanto, nesse período, a bolsa se modernizava e os investidores estrangeiros passavam a ter mais facilidades técnicas para atuar no país, as empresas locais de tecnologia para o mercado não dispunham, distintamente, de muitas soluções, programas ou sistemas adequados ao novo protocolo, o que exigiu de bancos, corretoras e corretores mais investimento em novas soluções adaptadas às suas necessidades.

Entre 2011 e 2013, período de massiva entrada de capital estrangeiro no Brasil,²⁵ por meio de parceria iniciada em 2008 com o CME Group – que administra quatro bolsas e é um dos maiores atores do mercado de derivativos no mundo –, a BM&FBovespa concluiu a produção e instalação completa de um novo sistema de negociações, que operava com latência na casa dos milissegundos. O novo sistema, Puma Trading System, completamente atualizado com o estado da arte global para o setor, substituiu primeiro o antigo GTS no segmento BM&F (em 2011) e, depois, o antigo Mega Bolsa na Bovespa (em 2013).²⁶ Desde que foi implementado, o novo sistema superou sucessivos recordes de processamento diário de negociações – de cerca de 25 milhões em 2013 para mais de 35 milhões em 2015.

23. O Co-location é um serviço que permite que os investidores coloquem unidades (*hosts*) de seus servidores dentro do próprio prédio da bolsa de valores (que naturalmente cobra por essa hospedagem), diminuindo a distância entre a ordem de negociação e sua execução no mercado, ou *proximity*. Para um panorama sobre o funcionamento técnico do sistema de Co-location da bolsa brasileira, ver a página eletrônica da BM&FBovespa. Disponível em: <http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/servicos/negociacao/aceso-direto-ao-mercado-dma/co-location-dma4/>. Acesso em: 14 fev. 2017.

24. Após a entrada em funcionamento do Puma Trading System (2011 na BM&F/ 2013 na Bovespa), e atualizado como Line EntryPoint, o sistema segue em operação. O Line foi desenvolvido pela própria Bolsa e permite às corretoras estabelecer limites de negociação para clientes com DMA das modalidades 3 e 4 (Conexão Direta e Co-location, respectivamente), ou clientes que sejam classificados como *heavy users* (usuários frequentes e/ou de elevado volume de negociações diárias). Entre as funcionalidades, está a validação de tamanho máximo por oferta, limites de posição comprada ou vendida, e botões de pânico, todos por instrumento e conta de cliente final. Desde março de 2013, a utilização do sistema é obrigatória para todos os investidores classificados como HFT.

25. Nesse período, o interesse de fundos e investidores HFTs no Brasil foi tal, que chegaram a ser organizadas duas grandes conferências em São Paulo, primeiro em março de 2011, depois em março de 2012, sobre o assunto, as “*1st and 2nd Annual Algo and High Frequency Trading Latin America Summit*”. Para mais informações ver: <<http://www.automatedtrader.net/events/2012/319/algo-and-high-frequency-trading-summit>>. Acesso em: 15 fev. 2017. Para uma trajetória do investimento recente em carteira no Brasil, ver Silva Filho (2015).

26. Para mais informações a respeito da migração e das funcionalidades do novo sistema, ver Ofício Circular 017/2013-DP da BM&FBovespa de 25 de fevereiro de 2013. Disponível em: <https://www.citicorretora.com.br/sites/arquivos/downloads/017-2013_dp.pdf>.

Os aportes para tanto foram significativos. De acordo com informações da própria empresa, de 2010 a 2016, a BM&FBovespa já investiu cerca de R\$ 1,6 bilhão na sua infraestrutura de tecnologia da informação, risco e funcionamento operacional, incluídos nesse valor a construção de um centro de dados²⁷ em Santana de Paranaíba, no estado de São Paulo, inaugurado em 2014. Trata-se do maior plano de investimento da história da instituição. Entre outras metas, um dos objetivos manifestos para esses investimentos está o desenvolvimento de infraestrutura que possibilite e suporte a expansão das atividades de HFTs e demais investidores com grande necessidade de processamento de dados que, na visão da instituição, trazem maior liquidez e, assim, maiores ganhos para a BM&FBovespa.

Em agosto de 2014, a BM&FBovespa começou a rodar a *Clearing BM&FBovespa*, uma nova infraestrutura de pós-negociação que integrou em uma única plataforma os mercados de derivativos de bolsa e de balcão; ações e renda fixa privada; câmbio à vista; e títulos públicos federais, que até então utilizavam plataformas de liquidação separadas.

Além da unificação das plataformas de liquidação, algo que já vinha sendo planejado pelo menos desde 2010, no âmbito do Programa de Integração de Pós-Negociação (IPN), passou a funcionar no mesmo ano o sistema de gestão de risco em tempo “quase” real *Closeout Risk Evaluation (Core)*. O novo sistema é capaz de acompanhar dezenas de milhares de carteiras de investidores com posições em derivativos de bolsa e de balcão e de simular milhares de trajetórias de preços possíveis para ativos, contratos e garantias presentes nas carteiras dos investidores, por meio de técnicas de modelagem distintas, que se complementam em busca de mais robustez no cálculo de risco. O Core²⁸ avalia ainda os riscos de mercado, de liquidez e de fluxo de caixa dos ativos e dos contratos, possibilitando o cálculo de margens de carteiras multimercado e multiproduto de forma integrada.

Assim, plenamente atualizado, pode-se considerar que o mercado de capitais no Brasil opera em consonância com o estado da arte tecnológica mundial para o setor. Para fins de sistematização, organizamos a seguir uma linha do tempo com os mais significativos eventos tecnológicos em cada um dos segmentos da atual BM&FBovespa, acompanhados dos respectivos acontecimentos econômicos e institucionais de importância para sua interpretação no contexto de evolução do mercado de capitais brasileiro.

27. Para mais informações sobre o novo Data Center, ver: <<http://economia.ig.com.br/financas/investimentos/2014-03-19/novo-data-center-da-bolsa-de-valores-custou-r-200-milhoes-e-tem-sala-de-guerra.html>> e <http://datacenterdabolsa.com.br/?utm_source=Bmfbovespa&utm_medium=Banner_home&utm_campaign=Banner_2colunas_BMFBOVESPA>. Acessos em: 13 fev. 2017.

28. O novo sistema de gestão de risco, Core, foi desenvolvido por uma equipe multidisciplinar composta de profissionais especializados em administração de risco, estatística, matemática e computação e contou com a colaboração de consultores internacionais. Com a implementação do Core, a Bolsa pretende dispor de capacidade de processamento suficiente para suportar o crescimento dos mercados durante as próximas duas décadas e com plano de continuidade de negócios e de recuperação de desastre mais robustos. Para mais detalhes sobre o sistema, ver: <<http://ipn.bmfbovespa.com.br/CORE/Visao-Geral-14>>. Acesso em: 13 fev. 2017.

QUADRO 1

Linha do tempo das inovações tecnológicas no mercado de capitais brasileiro

	Segmento Bovespa	Segmento BM&F	Mudanças econômicas/institucionais
1992	Iniciadas as negociações por meio do sistema de negociação eletrônica Cats.	-	Início do processo de desregulamentação e liberalização do mercado brasileiro.
1997	Implantação da plataforma eletrônica Mega Bolsa (baseada na plataforma NSC, da Euronext).	-	Início do programa de privatizações no governo de Fernando Henrique Cardoso.
1999	Lançamento da modalidade de negociação DMA, para o segmento de ações. Implantação da interface para Home Broker.	-	Fim do regime de câmbio fixo.
2000	-	Implantação da plataforma eletrônica GTS (baseada na plataforma NSC, da Euronext).	Lançamento do Novo Mercado e dos níveis diferenciados de governança corporativa.
2002	-	-	Programa de popularização da Bovespa.
2003	Primeiros ATs utilizados na bolsa brasileira.	-	-
2004	-	WTtr: primeira interface automatizada.	Início da chamada "era dos IPOs".
2005	Início do PQO. Fim do pregão viva voz na Bovespa.	-	-
2007	-	Novo GTS: plataforma desenvolvida internamente pela BM&F, fornecendo uma interface FIX.	Desmutualização e IPO da Bovespa e da BM&F.
2008	Nova versão da plataforma Mega Bolsa (NSC v900), com interface FIX.	Lançamento da modalidade de negociação DMA para o segmento de derivativos (BM&F) e estabelecimento do acordo de roteamento de ordens com a Bolsa Mercantil de Chicago (CME). Disponibilização do <i>software</i> de gestão de risco pré-negociação Line.	Fusão das bolsas BM&F e Bovespa. Brasil recebe título de grau de investimento pela agência S&P. Crise financeira mundial.
2009	Implantação da interface de entrada de ordens Mega Direct (desenvolvida internamente pela BM&FBovespa) para o Mega Bolsa.	Fim do pregão viva voz na BM&F (que já tinha predominância eletrônica desde 2007). Início da modalidade de Co-location.	-
2010	Início da modalidade de Co-location. Disponibilização do <i>software</i> de gestão de risco pré-negociação Line.	-	Início do Programa IPN.
2011	-	Substituição do GTS pela plataforma Puma Trading System.	-
2013	Substituição do Mega Bolsa pela plataforma Puma Trading System.	-	-
2014	Implantação da Clearing BM&FBovespa. Implantação do sistema de gestão de risco Core. Inauguração de novo <i>data center</i> .	Implantação da Clearing BM&FBovespa. Implantação do sistema de gestão de risco Core. Inauguração de novo <i>data center</i> .	Unificação, no âmbito do IPN, das quatro <i>clearings</i> até então separadas: mercados de derivativos de bolsa e de balcão; ações e renda fixa privada; câmbio à vista; e títulos públicos federais.

Fonte: BM&FBovespa; Paraná (2016).

Elaboração do autor.

4 PROCESSOS VIGENTES E DADOS ATUALIZADOS

O Brasil é a maior praça financeira da América Latina e uma das maiores em volume diário de negociações entre os países emergentes. Após um processo de concentração,²⁹ em que as bolsas de São Paulo absorveram as demais bolsas regionais (com especial ênfase para a bolsa do Rio de Janeiro, com maiores volumes), a BM&FBovespa se tornou a única bolsa em operação no país. Assim, apesar de o mercado estar formalmente aberto desde 2007, há um virtual monopólio no setor, uma vez que as ações são negociadas exclusivamente em bolsa, assim como a maior parte dos derivativos. *Dark Pools*,³⁰ sistemas de negociação multilateral (Multilateral Trading Facilities – MTF) e/ou alternativos (Alternative Trading Systems – ATS) e internalização de ordens não são permitidos (box 2).

Apesar de seguir as normativas da CVM, a própria bolsa é responsável pela supervisão e autorregulação dos mercados em que atua. Há identificação do beneficiário final em toda a cadeia de negociação e pós-negociação, e as operações em balcão devem ser obrigatoriamente registradas, assim como os empréstimos de ativos. A BM&FBovespa atua, ainda, como contraparte central de todas as negociações transcorridas em seus ambientes.

BOX 2

Americas Trading Group (ATG) no Brasil

Em 2012, foi anunciada ao mercado a criação da Americas Trading System Brasil (ATS Brasil), uma *joint venture* entre a ATG e a Bolsa de Valores de Nova York (New York Stock Exchange – Nyse), que, em junho de 2013, entrou com um pedido na CVM para o lançamento de uma nova bolsa no Brasil. Com sede no Rio de Janeiro, a empresa pretende operar no mercado como uma nova bolsa de valores inicialmente focada na negociação de ações, com a intenção de se expandir futuramente para outros produtos. A criação da nova bolsa, segundo divulgou a ATS Brasil, está prevista para ser feita em parceria com a empresa RiskOffice e também com o fundo de pensão dos Correios, o Postalis. A ATS Brasil operará utilizando soluções de negociação desenvolvidas e instaladas pela Nyse Technologies, a unidade de tecnologia da Nyse, que já customizou sua plataforma de negociação para ATS Brasil: a Universal Trading Platform (UTP), sistema de negociação usado pelas bolsas do grupo em outras partes do mundo. A empresa ainda aguarda, no entanto, a aprovação das autoridades reguladoras brasileiras para iniciar suas operações. Em abril de 2016, de modo a fortalecer ainda mais sua posição nesta concorrência, a BM&FBovespa anunciou que irá se unir à Central de Custódia e de Liquidação Financeira de Títulos (Cetip), a integradora do mercado financeiro e de capitais nacional que oferece serviços de registro, central depositária, negociação e liquidação de ativos e títulos. Em setembro de 2016, o órgão de defesa da concorrência, o Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade), abriu um inquérito administrativo para apurar suspeita de infração à ordem econômica pela BM&FBovespa. A abertura da investigação é produto de queixa apresentada pela ATS. Segundo nota técnica do Cade, a ATS Brasil trouxe indícios de que, “valendo-se da sua posição monopolista e integralmente verticalizada nos mercados de serviços relacionados à bolsa de valores, a BM&FBovespa estaria adotando estratégias para elevar consideravelmente as barreiras à entrada para os potenciais concorrentes no mercado”. Essas estratégias teriam incluído recusa para fornecimento de serviços de *clearing* e central depositária, bem como da mudança na política de tarifação, “que por sua vez estaria comprimindo as margens dos entrantes que não fossem verticalmente integrados”.

Fonte: Reuters. Disponível em: <<http://br.reuters.com/article/businessNews/idBRKCN11X10Z>>. Acesso em: 24 fev. 2017.

Elaboração do autor.

Cabe notar que, além da baixa penetração e do relativamente pequeno número de investidores pessoas físicas, há ainda poucas empresas listadas em bolsa, com setores importantes da economia brasileira não devidamente representados. Além da queda do número de operações de abertura de capital nos últimos anos, a maior parte do volume negociado se encontra concentrado em poucas ações e instrumentos (42% nas dez ações mais negociadas do segmento Bovespa, 46% dos contratos em derivativos de taxa de juros no segmento BM&F). Devido ao histórico de elevadas taxas de juros

29. Para um breve resgate e contextualização desse processo, ver Paraná (2016, p. 162-168).

30. *Dark Pools* são plataformas eletrônicas de investimentos que atuam fora das bolsas de valores, geralmente sendo vinculadas a grandes bancos de investimento, em que é possível comercializar grandes quantidades de ações e títulos financeiros de forma completamente anônima e sem a necessidade de anunciar os preços e os volumes envolvidos nas negociações. Trata-se de uma inovação destinada, sobretudo, aos operadores de HFTs, que movimentam grandes volumes diários e visam realizar suas transações em ambientes de menor custo e com acesso privilegiado, comparativamente aos operadores financeiros de menor escala. Para mais informações, ver Lewis (2014).

nas últimas décadas,³¹ o portfólio dos investidores está altamente concentrado em renda fixa (títulos públicos),³² algo que concorre, adicionalmente, para manter também baixo o nível de sofisticação de fundos de pensão e outros investidores institucionais.

O mercado brasileiro, no entanto, vem, como apontado, se alterando e se modernizando com velocidade nos últimos anos, com especial ênfase para o período do fim da década de 2000, quando ocorreram a desmutualização, a integração das bolsas e a aceleração do processo de modernização tecnológica dos mercados, com o derradeiro fim do pregão viva voz e a viabilização de estruturas de negociação completamente automatizadas em ambos os segmentos, BM&F e Bovespa. Cumpre tematizar, assim, as mudanças na estrutura de mercado que passam a se configurar desde então.

O recorte temporal começa em 2009 – momento a partir do qual, como visto, as condições técnicas e institucionais do mercado passam a possibilitar que algoritmos e mecanismos de negociação automatizada comecem a operar de modo mais sistemático – e vai até o fim de 2016.

Partindo de um mínimo de 0,2% do total do volume diário transacionado no segmento Bovespa em setembro de 2010, o uso de Co-location – categoria que congrega operações com AT e HFT – chega a 15,6% do volume médio diário total negociado em dezembro de 2016. No tocante à participação no número médio total de negócios diários, inicia em 1,4% e chega a 43,5% do total no mesmo intervalo. Desde novembro de 2013, quando representava 15,6% do volume total transacionado, a Bovespa deixou de divulgar os valores correspondentes à participação de HFTs. Pode-se, no entanto, estimar sua relevância crescente com base nos valores da utilização do serviço de Co-location, que, apesar de contabilizar também estratégias/negociações algorítmicas que não apenas as de alta velocidade, é majoritariamente utilizado, como se sabe, pelos HFTs, para os quais manter seus servidores dentro do ambiente físico dos espaços de negociação é fundamental na composição de suas estratégias de *latency arbitrage*.³³ Para se ter uma ideia, no mesmo novembro de 2013, enquanto HFTs contabilizavam sozinhos, como se viu, 15,6% do volume total transacionado na Bovespa, o volume financeiro das negociações realizadas via serviço Co-location (que inclui os HFTs) somava 14,1% do total, um diferencial de apenas 1,5%. A partir dessa margem de aproximação, é possível afirmar que cerca de 40% de todos os negócios realizados na Bovespa eram realizados por mecanismos/estratégias de negociação automatizada (gráfico 1). Em todos os casos, o crescimento no período foi surpreendente.

31. Paulani (2009, p.34, grifos nossos) explica da seguinte forma esse processo: “Inicialmente, o país constituiu parte expressiva da demanda por crédito que ensejou a primeira bolha global de ativos do capitalismo financeirizado, consubstanciada na crise das dívidas latino-americanas da primeira metade dos anos 1980. Mais à frente, a partir da segunda metade dos anos 1990, tornou-se potência financeira emergente, tendo, para tanto, realizado todas as reformas estruturais necessárias, da estabilização monetária à abertura financeira incondicional, da reforma da previdência às mudanças na lei de falências. *Posicionou-se assim como plataforma internacional de valorização financeira, ou seja, economia emergente na qual era possível obter elevadíssimos ganhos em moeda forte, por vezes os mais elevados do mundo.* Na época do câmbio fixo, *isso foi possível graças às enormes taxas de juros e, depois da crise de 1999, mais particularmente depois de 2003, graças também ao processo recorrente e autorreferenciado de valorização da moeda brasileira, alavancado, como não poderia deixar de ser, pelas apostas com derivativos.* (...) Essa forma de inserção da economia brasileira na economia mundial foi fortalecendo os setores rentistas nacionais e impondo a lógica financeira ao processo doméstico de acumulação”.

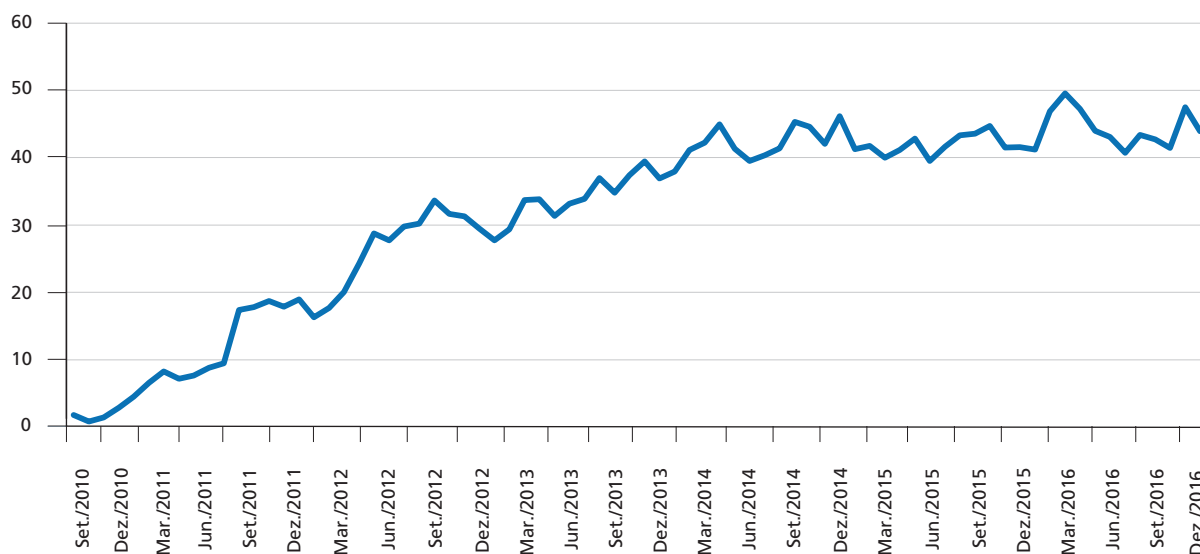
32. Mais de 40% de todos os ativos na mão de gestores de fundos estão em renda fixa, contra uma média que gira em torno de 25% em outros mercados centrais (Weems e Tabb, 2014).

33. Termo utilizado pelo mercado para definir as operações de arbitragem possibilitadas pelas diferenças de tempo de atualização dos preços de um ativo em diferentes plataformas de negociação, que constituem uma das principais estratégias de lucratividade dos operadores de alta frequência.

GRÁFICO 1

Co-location (número de negócios) – segmento Bovespa

(Em %)



Fonte: BM&FBovespa.

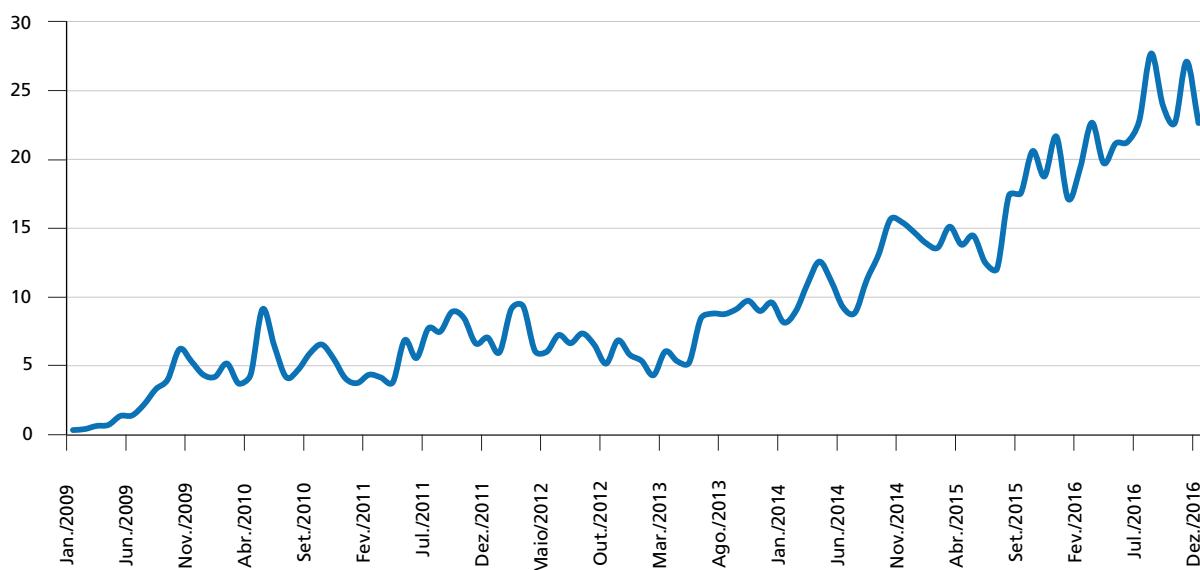
Elaboração do autor.

Algo não muito diferente ocorre no segmento BM&F, espaço no qual se negociam contratos de derivativos financeiros e de mercadorias. Partindo do insignificante patamar de 0,1% em janeiro de 2009, os HFTs chegam a 22,5% do volume médio diário negociado (gráfico 2).

GRÁFICO 2

HFT (número diário de contratos) – segmento BM&F

(Em %)



Fonte: BM&FBovespa.

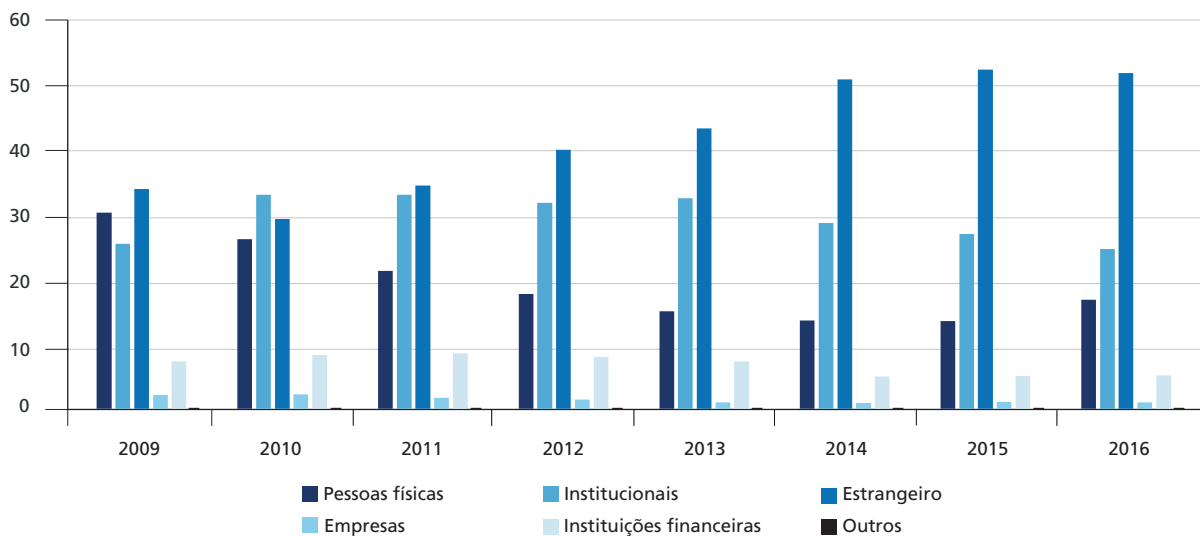
Elaboração do autor.

Coincidência ou não, e ainda que não seja possível determinar rigidamente suas causas, o mesmo período vê aumentar vertiginosamente, em ambos os segmentos, a presença e representatividade de investidores estrangeiros (de 19,3% para 37,9% no segmento BM&F; de 34,2% para 52,1% no segmento Bovespa). No caso da Bovespa, o movimento é acompanhado ainda por uma queda considerável no número de investidores individuais (pessoas físicas). Os dados parecem, assim, reforçar a hipótese de que grandes investidores e, especialmente, estrangeiros tendem a fazer uso mais intensivo desses mecanismos (gráficos 3 e 4).

GRÁFICO 3

Participação por tipo de investidor (volume financeiro) – segmento Bovespa

(Em %)



Fonte: BM&FBovespa.

Elaboração do autor.

De modo concomitante, os volumes e, sobretudo, o número de negócios realizados crescem.³⁴ No segmento BM&F, o número médio diário de contratos sai de um patamar de 1.361.745 em janeiro de 2009 para 3.601.893 em dezembro de 2016. No segmento Bovespa, parte-se de 266.423 negócios médios diários em janeiro de 2009 para 913.535 em dezembro de 2016, um salto de 3,5 vezes. Neste último segmento, o crescimento no número de negócios não é proporcionalmente acompanhado pelo, ainda assim, relevante crescimento nos volumes financeiros negociados (em pouco mais que o dobro, de R\$ 3.593.524.176,00 em janeiro de 2009 para R\$ 7.950.070.844 em dezembro de 2016), algo que aponta para o fracionamento crescente dos contratos no bojo da aceleração das negociações.

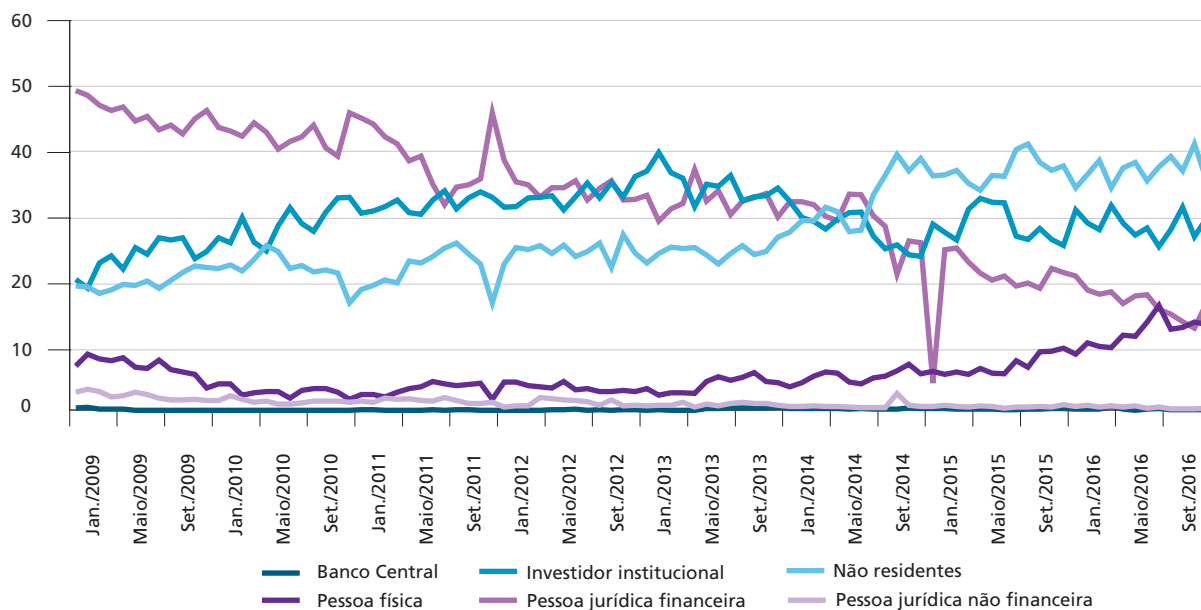
Apesar desses números crescentes, os mesmos sete anos (de 2009 a 2016) foram marcados por valores em média declinantes em IPOs (à exceção de 2013), queda no número de corretoras, redução no número de companhia listadas em bolsa (de 385 para 349) e um aumento modesto na capitalização bursátil total (de R\$ 2.334,7 bilhões para R\$ 2.467,0 bilhões), resultado, em grande parte, de adversidades no cenário macroeconômico interno.

34. As máximas diárias históricas registradas pela BM&FBovespa também ocorrem nesse intervalo, mais precisamente em 2014, quando o número de negócios realizados em um dia atingiu o pico de 2.582.718 (27/10/2014) e o volume máximo diário alcançou R\$ 44,9 bilhões (17/12/2014).

GRÁFICO 4

Participação por tipo de investidor (volume em contratos) – segmento BM&F

(Em %)



Fonte: BM&FBovespa.

Elaboração do autor.

A companhia BM&FBovespa e seus acionistas, por sua vez, tiveram razões de sobra para comemorar. Mesmo em um cenário econômico adverso, o aumento nos volumes e, sobretudo, no número de negócios, possibilitou à empresa auferir margem operacional anual média da ordem de 60,1% no período de 2009 a 2016. Nesse mesmo intervalo, sua receita líquida cresceu a uma média anual de 6,5% e seu lucro líquido, a 15,1%.³⁵ Não é de se estranhar, portanto, que a BM&FBovespa venha incentivando a presença crescente de ATs e HFTs nos seus mercados, seja por meio de investimento crescente em infraestrutura, seja por meio de políticas de descontos e incentivos para *heavy users*.³⁶ Defensores da prática – e há um crescente número de estudos e pesquisas que apoiam essa afirmação (Hagströmer e Nordén, 2013; Hasbrouck e Saar, 2013; Weems e Tabb, 2014) – argumentam que ela traz mais liquidez aos mercados e que vem reduzindo os custos de negociação para todas as classes de investidores.

Se é verdade que produzem ganhos extraordinários especialmente para os administradores de ambientes de negociação e fornecedores de dados de mercado, além de outras categorias de investidores, as negociações algorítmicas e, sobretudo, os HFTs estão longe, entretanto, de serem unanimidades. Uma pesquisa independente realizada em 2014 pela Convergex, uma empresa americana de prestação de serviços de negociação em mercados, com consumidores, parceiros e outros integrantes, revelou que para 70% dos respondentes – investidores profissionais e corretores em Wall Street – o mercado não é justo para todos os participantes. O *survey*³⁷ relevou ainda que para 51% deles os HFTs são prejudiciais ou muito prejudiciais para o mercado como um todo.

35. Demonstração de resultados da BM&FBovespa. Disponível em: <<http://ri.bmfbovespa.com.br/ptb/s-20-ptb-2016.html>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

36. Para mais informações sobre a política diferenciada de tarifas da BM&FBovespa para HFTs, ver: <http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/servicos/tarifas/listados-a-vista-e-derivativos/tarifas-de-programa-hft/>. Acesso em: 24 fev. 2017.

37. Para um resumo e principais dados do estudo, ver: <http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/servicos/tarifas/listados-a-vista-e-derivativos/tarifas-de-programa-hft/>. Acesso em: 21 fev. 2017.

Os críticos, incluindo grandes investidores como Warren Buffett,³⁸ argumentam que os mercados se tornaram demasiado dependentes de tecnologia de ponta e que os negociadores de alta frequência, com seu foco em retornos de curtíssimo prazo, têm prejudicado os demais investidores preocupados com os fundamentos econômicos e sucesso de longo prazo das empresas. Aponta-se, ainda, para o aumento dos casos de abuso e manipulação ilegal de mercado,³⁹ como práticas de *spoofing*⁴⁰ e *layreing*.⁴¹

Estudos recentes têm apontado os impactos negativos das práticas predatórias de sistemas de negociação automatizada nos mercados. Kirilenko e Lo (2013) sustentam que os HFTs contribuíram para a queda brusca do mercado que exterminou abruptamente quase US\$ 1 trilhão das bolsas americanas em maio de 2010. Ye, Yao e Gai (2013) mostram que negociações mais rápidas não conduzem necessariamente a ganhos diretos em redução de *spreads* ou em maiores volumes, mas, em oposição, aumentam a volatilidade nos mercados.

Quando não há um aumento geral e difuso na volatilidade de mercado, esses mecanismos têm sido relacionados, ainda, ao risco de provocar grandes falhas, perturbações e outras situações disruptivas, que, a olhos vistos, vêm alcançado níveis alarmantes de recorrência. É o caso, como se afirmou, dos chamados *flash crashes*. Elencam-se brevemente no quadro 2 alguns desses acontecimentos. Há ainda uma série de outros eventos similares, em escala diminuída, também conhecidos *mini flash crashes* (Golub, Keane e Poon, 2012), que ocorrem com alta recorrência e, apesar de geralmente não chegarem a conhecimento público, produzem sérias instabilidades e riscos para os mercados.⁴²

38. Para mais informações, ver: <<http://www.cnn.com/2014/05/05/buffett-gates-and-munger-criticize-high-frequency-trading.html>>. Acesso em: 24 fev. 2017.

39. Por exemplo, o pagamento de US\$ 154 milhões feito pelo Barclays e pelo Credit Suisse, em janeiro de 2016, em compensações frente às acusações de que teriam enganado seus clientes a respeito da forma como lidaram com negociações de alta frequência. Para mais informações, ver: <<https://www.theguardian.com/business/2016/jan/31/barclays-and-credit-suisse-to-pay-biggest-ever-fines-for-dark-pool-trading>>. Acesso em: 24 fev. 2017.

40. Prática abusiva em que algoritmos de negociação ("robôs") criam ofertas para gerar impressão de falsa liquidez no mercado e pressionar os preços dos ativos para os níveis que beneficiam os investidores por trás dessa estratégia. Para um caso de *spoofing* flagrado pela BM&FBovespa, ver: <<http://www.bsm-autorregulacao.com.br/supervisao-de-mercado/casos/4>>. Acesso em: 24 fev. 2017. Em 2015, Navinder Singh Sarao, um operador do mercado na modalidade de alta frequência, foi preso em Londres por ter praticado *spoofing* em grande quantidade de papéis nos mercados americanos, o que teria, segundo as autoridades, aprofundado o *flash crash* de maio de 2010. Para mais informações, ver: <<http://br.reuters.com/article/businessNews/idBRKBN0NC2P820150421>>. Acesso em: 24 fev. 2017.

41. Nome dado à prática de inserir uma sequência de ofertas para influenciar outros investidores a inserir ou modificar ofertas, propiciando a realização de negócios no lado oposto ao que a sequência de ofertas foi inserida. Para um caso de *layering* flagrado pela BM&FBovespa, ver: <<http://www.bsm-autorregulacao.com.br/supervisao-de-mercado/casos/5>>. Acesso em: 24 fev. 2017.

42. Para alguns desses casos, ver: <<http://money.cnn.com/2013/03/20/investing/mini-flash-crash/>>. Acesso em: 21 fev. 2017.

QUADRO 2

Eventos repentinos relacionados à operação de HFTs e/ou mau funcionamento de mecanismos e sistemas de negociação automatizada

Agente/data	O que aconteceu
Nyse (maio/2010)	Queda Índice Dow Jones Industrial Average (DJI) em cerca de 1 mil pontos (equivalente a 9% do volume negociado) em menos de vinte minutos devido a erros de operação com algoritmos de execução automatizada. Perdas estimadas: mais de US\$ 800 bilhões.
Bats Global Markets (março/ 2012)	Cancelamento de seu IPO. Problema na estrutura tecnológica da bolsa.
Facebook (maio/2012)	IPO na Nasdaq. Mais de 30 mil ordens não chegaram à bolsa por terem ficado “presas” no sistema. Indenização aos clientes menos protegidos: US\$ 62 milhões.
Knight Capital (agosto/2012)	Mau funcionamento de <i>software</i> . Perda estimada: US\$ 450 milhões.
Chicago Board Options Exchange (agosto/2013)	Maior mercado de opções do mundo paralisado durante três horas e meia devido a problemas de <i>software</i> .
Bolsa de Xangai (agosto/2013)	Ordens de compra no valor de ¥ 23,4 bilhões lançadas equivocadamente. Bolsa, que estava perdendo 1%, recuperou para um crescimento de 5,6% em dois minutos.
Goldman Sachs (agosto/2013)	Atualização de sistemas internos resultou em falha das negociações. Perda estimada: US\$ 10 milhões.
Nasdaq (agosto/2013)	Problema de conexão produzido por <i>bug</i> em <i>software</i> , suspensão de sistema de negociação por mais de três horas.
Nasdaq (novembro/2013)	Erro durante transferência de dados. Congelamento do Nasdaq Composite Index por cerca de uma hora.
Nyse (julho/2015)	A bolsa parou de operar por três horas e meia por causa de um mau funcionamento computacional, forçando os investidores a encaminhar suas ordens em outros ambientes de negociação.
Mercado Internacional de Divisas (FX) (outubro/2016)	Queda súbita da libra esterlina em 6,1% face ao dólar, levando-a, em apenas dois minutos, ao patamar mais baixo desde 1985. A recuperação levou quase trinta minutos.

Elaboração do autor.

4.1 Risco sistêmico, complexidade e regulação*Tell me what the rules are and I'll figure out how we can make Money around them.*

Jeffrey C. Sprecher, CEO, Intercontinental Exchange – ICE

O acelerado processo de digitalização dos mercados nas últimas décadas do qual a crescente utilização de ATs e HFTs nas negociações é, contemporaneamente, a maior expressão, aponta, como visto, para cenários de fraude – nos quais a supremacia tecnológica desenha um quadro no qual poucos ganham, em detrimento de muitos que perdem de modo previsível – e instabilidades adicionais na operação dos mercados de capitais, que, absortos pela arbitragem na escala de milissegundos, em um cenário de conectividade global, ampliam ainda mais seu risco sistêmico. Encorajados pela crença na neutralidade e pela infalibilidade técnica na superação dos erros advindos do fator humano, operadores e investidores apostam em estratégias de negociação cada vez mais ousadas e arriscadas.

A ampliação desse risco sistêmico está intimamente vinculada ao rápido crescimento da complexidade técnica e institucional dos mercados, que motiva e é motivado pelo surgimento de inovações financeiras e a negociação de instrumentos que não seriam possíveis senão por meio dos mecanismos existentes nessa conjuntura de avanço tecnológico. Isso porque, em resposta ao desenvolvimento técnico, novos

mecanismos, modos de negociação, regras de funcionamento e mesmo a existência de mercados paralelos crescem em número e complexidade, ativados sempre pela acirrada competição por ganhos cada vez mais expressivos. Somado a isso está o crescimento exponencial em volume e granularidade de dados e novas informações compiladas e processadas por esses sistemas de alta performance.

Cresce, ademais, no bojo desse aumento de complexidade, a opacidade dos mercados como elemento de controle e gestão de informações estratégicas, que se concentram na mão de elites cada vez mais fechadas de investidores. Isso dificulta a transparência e o acesso a informações relevantes não só para governos e reguladores mas também para toda a gama de pequenos investidores, que, à margem, ficam cada vez mais dependentes de grandes fundos, corretoras e instituições financeiras para gerir seus investimentos com eficiência. Dessa forma, além de um recurso a mais a reforçar a marcha de concentração de ganhos nos mercados, a opacidade advinda da crescente complexidade amplia riscos de gestão e governança, na medida em que poucos agentes parecem conhecer de fato como funcionam os atuais mercados financeiros digitalizados.

De modo adicional, o próprio crescimento dessa complexidade operativa abre novas oportunidades de negócios, uma vez que demanda ainda mais investimentos em tecnologias que possibilitem gerir de modo minimamente eficiente as operações financeiras em ambientes dessa natureza. A própria gestão da complexidade torna-se, dessa forma, um negócio atrativo, especialmente para grandes empresas de ponta do setor tecnológico.

Essa tendência para a complexidade crescente se objetiva de diferentes modos nos variados mercados, nos diversos países e regiões, a partir de distintos contextos históricos, sociotécnicos e regulatórios. Nos Estados Unidos, que concentram grande parte dos maiores e mais lucrativos mercados do planeta, isso acabou – como causa e consequência mutuamente reforçadas – por redundar em uma estrutura de mercado⁴³ descentralizada e relativamente opaca. Nessa forma de organização, diferentes mercados e bolsas recorrem a múltiplos e arriscados expedientes em busca de atrair investidores para seus espaços de negociação, ampliando, assim, os incentivos para o uso intensivo de tecnologia de ponta na arbitragem de papéis entre esses ambientes de negociação, como os já mencionados ATs e HFTs, que, nos Estados Unidos, têm o maior índice de penetração do mundo. Apreende-se que a estrutura de funcionamento do mercado de capitais brasileiro é consideravelmente distinta desta, sobretudo no tocante à centralização, regulação e autorregulação, algo que concorre para tornar o ambiente de negociação – apesar de bastante avançado tecnologicamente – menos atrativo para a operação de HFTs.

Isto posto, a partir de estudos e observações realizadas para este trabalho, identifica-se, no entanto, a recorrência de certos padrões nos mercados, mesmo em seus contextos particulares, no tocante ao que, a partir de então, passa-se a defini-los como a espiral de complexidade da finança digitalizada.

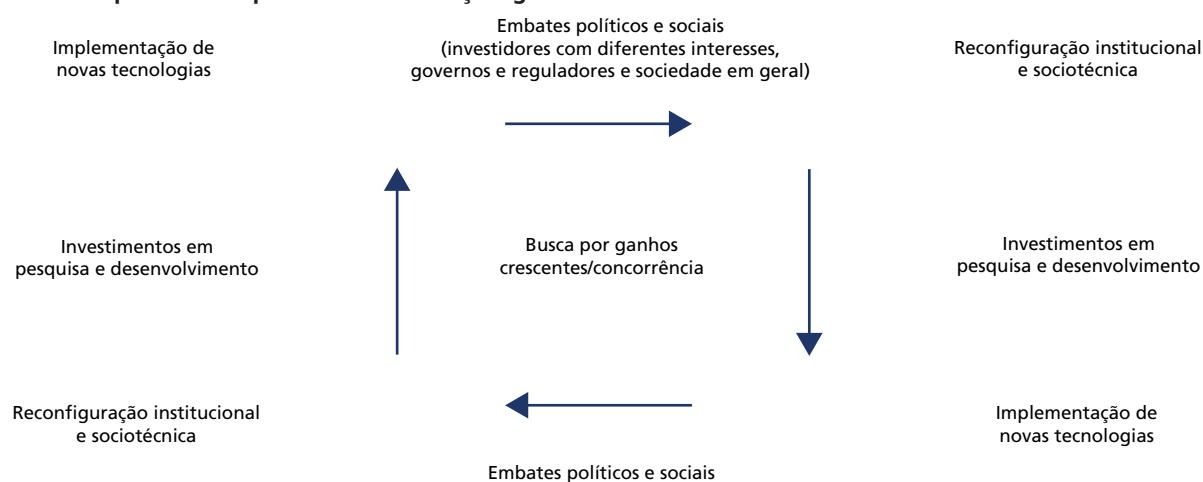
Por meio dessa formulação, sustenta-se que a ciranda de ampliação de riscos sistêmicos nos mercados financeiros não se dá apenas e meramente pela adoção de avanços tecnológicos, ainda que estes sejam fundamentais na objetivação desse cenário. Essa espiral, que busca apreender e representar a dinâmica complexa da relação entre ganhos financeiros e avanços tecnológicos nos mercados de capitais (figura 1) pode ser descrita da seguinte forma: *i*) a busca por ganhos financeiros inexplorados demanda meios técnicos que possibilitem ultrapassar as atuais fronteiras materiais e técnicas para a sua obtenção; *ii*) a adoção dessas tecnologias enseja a necessidade de novas configurações institucionais, modos e dinâmicas

43. A esse respeito, é elucidativo o panorama de funcionamento do mercado de capitais americano traçado em Bector, Marrato e Sparrow (2013, p. 6).

de operação sociotécnica nos mercados, que se reconfiguram a partir das condições socioeconômicas presentes e dos embates políticos e sociais em torno de seus desdobramentos; e *iii*) as possibilidades abertas a mais ganhos advindas do novo ambiente institucional e tecnológico incentivam, por meio da concorrência entre os investidores e do investimento em pesquisa e produção, o desenvolvimento e a implantação de novas soluções técnicas, que voltam a alimentar esse círculo de complexidade crescente.

A figura 1 aponta ainda, igualmente em sentido amplo, uma tendência de fracionamento dos papéis negociados, que, como elemento do mesmo processo que encurta tempos e distâncias, força a arbitragem e a especulação até o nível dos mínimos centavos. De modo complementar, enquanto tempos, distâncias e frações de papéis negociados diminuem, os volumes e, especialmente, o número de negócios crescem, ampliando o ganho financeiro agregado nos mercados.

FIGURA 1

A espiral de complexidade da finança digitalizada

Elaboração do autor.

Defensores dos modelos de negociação eletrônica argumentam, como já se observou, que, enquanto turbulências e instabilidades podem ser mitigadas e combatidas por meio de outros recursos técnicos de governança e gestão de riscos (e é fato, inclusive, que há um aquecido mercado de soluções tecnológicas para investidores nesse particular), operações de alta intensidade são benéficas, na medida em que trazem liquidez, diminuindo as margens entre os papéis negociados (*spreads*), algo considerado saudável para os mercados. Argumenta-se ainda que o emprego de tecnologia permite derrubar custos de transação, além de oferecer mais eficiência e transparência aos sistemas de precificação.

Se isso, em parte, é verdadeiro, há, no entanto, inúmeros casos indicando que, ao invés de se tornarem mais transparentes, os modelos de precificação, sobretudo quando ancorados em algoritmos complexos, tornam-se mais opacos, porque mais imprevisíveis em sua complexidade. Não é fortuito lembrar, ademais, que qualquer artefato tecnológico e/ou modelo matemático é passível de falhar

em situações não previstas,⁴⁴ como nos chamados *Black Swans* (Taleb, 2010). A quantidade de erros e falhas potenciais de um sistema cresce, como se sabe, na medida de sua complexidade.

Se ATs e, sobretudo, HFTs trazem liquidez adicional aos mercados em momentos de aquecimento ou estabilidade, podem ampliar suas quedas de modo agressivo em momentos de baixa (Farhi e Prates, 2015). No tocante ao controle de riscos, se é verdade que há sofisticados avanços técnicos em utilização, é patente que esses sistemas, tal qual a própria lógica da regulação *per se*, tendem a caminhar sempre um passo atrás das inovações, que, na contramão, ampliam riscos – configurando um jogo bastante perigoso.

Na medida em que os HFTs vêm sendo responsabilizados por gerar ou aprofundar eventos disruptivos como *flash crashes* e *mini flash crashes*, em particular, e/ou por acentuar a volatilidade dos mercados, em geral, autoridades regulatórias em todo mundo têm investigado se as negociações em alta velocidade prejudicam a estabilidade dos mercados e dão a alguns investidores uma vantagem injusta. No bojo dessas preocupações crescentes, as negociações de alta frequência passaram a ser diretamente reguladas pela Autoridade Europeia de Mercados e Valores Mobiliários (European Securities and Markets Authority – Esma) e vários países europeus começaram a avaliar, entre outras medidas regulatórias, a necessidade de taxar o volume de negociações para fazer desses mecanismos e dessas estratégias algo menos predatório.⁴⁵

Reguladores em outros países têm trazido a público preocupações semelhantes. O Japão informou que também planeja intensificar a regulamentação das negociações de alta frequência,⁴⁶ cuja crescente presença na bolsa de valores de Tóquio levantou preocupações de que esses negócios poderiam desestabilizar o mercado e colocar os investidores de varejo em desvantagem. Em agosto de 2016, o regulador do mercado de capitais da Índia afirmou que estava analisando a instauração de vários limites potenciais sobre os *algotraders*, incluindo a imposição de *speed bumps* (“lombadas”)⁴⁷ aleatórias que atrasariam randomicamente a execução de algumas ordens.

Ciosos de manter os ganhos obtidos com essa nova dinâmica de funcionamento dos mercados e, ao mesmo tempo, evitar seus já conhecidos riscos e instabilidades, agentes de mercado, reguladores, especialistas e mesmo as próprias bolsas vêm desenhando uma série de mecanismos de controle técnico e/ou institucional para serem aplicados em seus ambientes. O mercado de capitais brasileiro adota de modo conjugado alguns desses mecanismos, conforme o quadro 3.

44. Um exemplo ironicamente elucidativo a esse respeito foi a falência do fundo de investimento Long-Term Capital Management, então presidido por Robert Merton e Myron Scholes, que dividiram o prêmio Nobel de Economia de 1997 pelo desenvolvimento de uma das principais ferramentas matemáticas utilizadas no cálculo de derivativos, a fórmula Black-Scholes-Merton. Em 1998, um ano depois de seus gestores terem sido laureados, o fundo contabilizou perda de US\$ 4,6 bilhões e teve de fechar, pois seu complexo modelo matemático não levou em conta a possibilidade de dois eventos extremos: a bolha asiática de 1997 e a moratória do governo russo de 1998.

45. Um desses esforços para manter os supostos benefícios trazidos pelos HFTs ao mesmo tempo em que busca evitar manipulações de mercado obteve o apoio da Comissão de Valores Mobiliários (Securities and Exchange Commission – SEC) dos Estados Unidos em junho de 2016, que aprovou o registro da *Dark Pool Investors Exchange* (IEX) como bolsa de pleno direito. A IEX, dirigida por Brad Katsuyama – conhecido do grande público como personagem do livro-reportagem *Flash Boys* (Lewys, 2014), que narra sua saga contra as manipulações de mercado perpetradas pelos HFTs de Wall Street –, sustenta que seu modelo de funcionamento enfraquece as vantagens de alguns operadores predatórios de alta velocidade.

46. Para mais informações, ver: <<http://www.reuters.com/article/japan-regulations-hft-idUSL4N1CP1Y1>>. Acesso em: 24 fev. 2017.

47. *Speed bumps*, no jargão dos mercados financeiros, refere-se a obstáculos colocados pelos reguladores à comunicação entre os operadores, que reduzem a velocidade das transações no mercado, diminuindo também os ganhos potenciais dos operadores de alta frequência. O propósito desses obstáculos é diminuir o risco de *crashes* causados por transações de alta frequência realizadas automaticamente por computadores.

QUADRO 3

Medidas de autorregulação e controle no mercado de capitais brasileiro

Medida	O que é
Interrupção de circuito (<i>circuit breaker</i>)	Interrupção dos sistemas de negociação por certo período de tempo, a partir de dado percentual de queda, quando movimentos bruscos e/ou atípicos de mercado, que produzem volatilidade excessiva, ocorrem.
Notificação de algoritmos	Exigência de que os investidores que usem ATs e/ou HFTs forneçam aos reguladores (internos e/ou externos às bolsas) descrição de suas estratégias, com detalhamento de seus parâmetros de negociações e limites, os principais mecanismos de controle de riscos e detalhes a respeito de como esses sistemas funcionam e são testados.
Imposições dirigidas a formadores de mercado (para alguns mercados)	Obrigações dirigidas a formadores de mercado (<i>market makers</i>) são exigências de que investidores (operados manualmente ou por computador), atuando como formadores de mercados, devem colocar preços de compra ou venda de instrumentos sempre em níveis competitivos, independentemente das condições de mercado, de modo a melhorar a provisão de liquidez contínua e assegurar que esta categoria de investidores ative preços competitivos durante períodos de estresse de mercado.
Leilões de chamadas (<i>call auctions</i>)	Ordens limitadas são recolhidas ao longo de um período fixo em determinadas ocasiões para corrigir potenciais desequilíbrios nos preços (enormes ofertas de compra ou venda, abertura ou encerramento de preços no início ou fim de pregões diários etc.). No final desse tempo, são processadas em um leilão de qual todos os investidores podem participar. O preço que permite o maior número de ordens a serem executadas é o vencedor.
Bandas e limites de negociação	Intervalo de variação de preços definido pela bolsa para cada ativo, sendo configurável como simétrico ou assimétrico e aplicável a ofertas ou negócios na iminência de seu fechamento. Uma vez violada, a banda determina o disparo automático de ações específicas no sistema de negociação, a depender do tipo de ativo com objetivo de diminuir o risco operacional.

Fonte: BM&FBovespa.

Elaboração do autor.

Obs.: Para um quadro completo das medidas adicionais que vêm sendo debatidas e/ou implementadas em outros mercados, mas que não são adotadas pela BM&FBovespa, ver Paraná (2016, p.152-156).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS: TENDÊNCIAS RECENTES

Como visto, um conjunto de inúmeras transformações ocorridas nas últimas décadas concorreu para fazer dos mercados financeiros sistemas sociotécnicos que combinam a ação direta e indireta de humanos e não humanos, além de parte de um complexo que se passou a denominar finança digitalizada. Sob esse processo, observa-se crescer os volumes e, especialmente, os números de negócios realizados nos mercados, vinculados que estão ao encurtamento dos fluxos de tempo-espço, em busca de ganhos especulativos crescentes, e ao conseqüente aumento das dificuldades postas à ação reguladora. Com isso, se veem presas na esfera financeira vultosas somas de capitais, cada vez mais concentradas na mão de grandes investidores, que encontram, por isso, dificuldades adicionais para se conectarem às necessidades econômicas e produtivas mais prementes da vida social. Dado que o processo de desenvolvimento técnico dos mercados nessa direção não tende a retroceder, ao contrário, compreender o que é e como funciona esse complexo sistêmico, bem como suas componentes, torna-se fundamental diante da necessária tarefa de prever e regular o comportamento e as conseqüências indesejadas da ação de tais robôs e seres humanos em processo de integração.

Indica-se que as TICs continuarão a modificar a natureza do trabalho, a estrutura de produção e as sociabilidades. A tomar pelas projeções e evidências que despontam no início deste século (Marcial, 2015, p. 99-115), as próximas décadas devem trazer, em um quadro de crescimento dos investimentos em automação e robótica, nanotecnologia e biotecnologia, a aceleração do desenvolvimento tecnológico multidisciplinar, com aplicações cada vez mais integradas.

Seguindo e vocalizando essa tendência, o ano de 2016 foi marcado pelas discussões em torno da chamada Quarta Revolução Industrial,⁴⁸ tema central do Fórum Econômico Mundial, que prevê uma grande “fusão de tecnologias, borrando as linhas divisórias entre as esferas físicas, digitais e

48. Ver Schwab (2016).

biológicas” (UBS, 2016, p. 3). Junto dos processos anteriormente elencados, a Quarta Revolução Industrial aponta para o desenvolvimento de novos materiais, internet das coisas, impressão 3D, drones, novas formas de processamento e estocagem de dados e energia, veículos autônomos, computação cognitiva e inteligência artificial. Fala-se, no que acompanha a definição de finança digitalizada, de uma “automatização extrema nos negócios, governo e vida privada” vinculada à “extrema conectividade, [que] aniquila a distância e o tempo como obstáculos à comunicação cada vez mais ampla e mais rápida” (UBS, 2016, p. 3).

Isso significa que as cadeias produtivas tenderão a se encurtar, desencadeando outro período de verticalização da produção de alta tecnologia e de distribuição das tecnologias mais simples. [...] Projeta-se ainda que este novo cenário econômico pode fortalecer o dólar, como moeda de pagamentos e de reserva internacional, em razão das vantagens competitivas detidas pelos Estados Unidos com as tecnologias – e a propriedade intelectual – da Quarta Revolução Industrial (Cintra, 2016).

Avança, nesse contexto, a aposta nas tecnologias financeiras como uma forma de contornar as incertezas da economia global e reconfigurar, de modo mais amplo, a relação sistêmica entre bancos, governos e sociedade. Destaque para o entusiasmo em torno das chamadas *fintechs* (as *startups* de tecnologia financeira e bancária), da tecnologia *blockchain* e das moedas digitais, como o *bitcoin*. A ideia é que elas possibilitem uma gestão mais previsível, transparente e, sobretudo, com menor necessidade de intervenção do Estado e dos bancos centrais nos fluxos monetários e financeiros.

No campo mais restrito do mercado de capitais, sobre o qual versou este trabalho, o aumento geral das transações vem acompanhado, como se sabe, de mais dados, mais velocidade e mais especialização de serviços e produtos. O período pós-crise de 2008 trouxe uma explosão da tecnologia financeira para o Brasil, também efeito da abertura financeira crescente e do otimismo com a situação macroeconômica do país. No entanto, a disseminação, aprendizagem, adaptação e assimilação tecnológica por parte de novos entrantes apontam para uma paulatina diminuição dos diferenciais de lucro (ou renda tecnológica) de outrora, em um quadro de constrangimento para a economia global, em geral, e para o setor financeiro, em particular. Nessa corrida tecnológica, e à medida que as ferramentas são disseminadas, os atores veem cair a relação custo-benefício dos grandes investimentos na área.

Desse modo, velocidade e capacidade de processamento ainda representam um diferencial importante, mas certamente não mais o único. De maneira a contornar esses constrangimentos, as tendências recentes apontam para a introdução de inteligência artificial e aprendizado de máquina⁴⁹ junto de algoritmos de negociação e processamento *Big Data*, com novas formas de tratamento, organização, mineração e uso de dados em negociações. Para tanto, investimentos em infraestrutura (mesmo que alguns desses *hardware* já sejam considerados *commodities* em inúmeros segmentos) devem crescer. Junto a isso, direcionamentos como maior mobilidade dos centros financeiros e do emprego da força de trabalho podem avançar no setor.

De qualquer forma, na esteira da discutida espiral de complexidade da finança digitalizada, o uso crescente de computadores e tecnologia da informação em sistemas financeiros nas próximas décadas provavelmente tornará o mercado cada vez mais opaco e complexo, como, aliás, já vem ocorrendo hoje.

49. Certos estágios evolutivos ainda precisam ser processados para produzir a necessária transformação digital que a inteligência artificial acrescentada pode proporcionar aos mercados como um todo; no entanto, algumas empresas já têm adotado alguns destes mecanismos em suas operações. A XTX Markets, por exemplo, uma das operadoras de mercado de mais rápido crescimento no mundo, divulgou que não utiliza nenhum operador humano em suas negociações. Máquinas de autoaprendizagem ajudaram a colocar a XTX entre as principais negociadoras de divisas do planeta, ultrapassando grandes bancos e instituições financeiras. Para mais informações, ver: <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-10-13/this-bank-beating-trading-powerhouse-doesn-t-use-human-traders>>. Acesso em: 24 fev. 2017.

Essa complexidade deve reforçar as assimetrias de informação e causar ainda outros problemas, o que, por sua vez, pode prejudicar a confiança e tornar os sistemas financeiros menos eficientes e mais arriscados. Atualmente, entre as preocupações que merecem mais atenção estão a volatilidade e instabilidades bruscas que ocorrem em certas circunstâncias, o chamado *electronic front-running*, e também a iliquidez periódica. Restringir e reduzir essa complexidade será um desafio fundamental para os formuladores de políticas e reguladores que, ademais, precisarão estar devidamente aparelhados e atualizados tecnologicamente.⁵⁰

Nessa direção, já é possível notar que, aos poucos, e de modo ainda talvez incipiente, esforços de regulação começam a aparecer como resposta a esses desenvolvimentos, por meio de normativas que versam sobre a dimensão do próprio funcionamento técnico desses mecanismos. Isso ocorre também por conta da pressão de distintas classes de investidores que vêm sendo prejudicados ou não estão sendo direta ou relativamente beneficiados por esses avanços em alta velocidade nas negociações. Isso é elucidativo não apenas das contradições e conflitos internos que permeiam o complexo da finança digitalizada, mas também ataca a ideia por vezes difundida da inevitabilidade ou incontornabilidade desses mecanismos. Vai se desenhando, assim, uma tensão entre os supostos controle e descontrole sistêmico, regulação e desregulamentação, em que cada ator ou grupo de interesse tenta deslocar o ponto ótimo dessa disjuntiva sociotécnica e institucional em seu favor.

Tudo somado, e a despeito da resistência de alguns atores, a coordenação local, regional e internacional de políticas para o acompanhamento e regulação dos mercados, na via do tratamento de seus riscos sistêmicos crescentes, tende a voltar à agenda.

REFERÊNCIAS

ALDRIGHI, D. M. *et al.* As ofertas públicas iniciais na Bovespa no período recente: características das empresas, estrutura de propriedade e de controle, e desempenho. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 38., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Anpec, 2010.

BECTOR, R.; MARRATO, A.; SPARROW, C. **The hidden Alpha in equity trading**: steps to increasing returns with the advanced use of information. [s. l.]: Oliver Wyman, 2013. Disponível em: <<http://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/global/en/files/insights/financial-services/2014/Mar/The%20Hidden%20Alpha%20in%20Equity%20Trading.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2017.

BRAGA, J. C. Crise sistêmica da financeirização e a incerteza das mudanças. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 23, n. 65, 2009.

CFTC – COMMODITY FUTURES TRADING COMMISSION. **Concept release on risk controls and system safeguards for automated trading environments**. Washington, D. C.: Commodity Futures Trading Commission, Sept. 12, 2013. Disponível em: <<http://www.cftc.gov/idc/groups/public/@newsroom/documents/file/federalregister090913.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2017.

CHESNAIS, F. **A mundialização do capital**. São Paulo: Xamã, 1996.

_____. **A mundialização financeira**: gênese, custos e riscos. São Paulo: Xamã, 1998.

_____. A teoria do regime de acumulação financeirizado: conteúdo, alcance e interrogações. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 1-44, jan./jun. 2002. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/ecos/article/view/8643086/10638>>. Acesso em: 17 fev. 2017.

_____. **A finança mundializada**: raízes sociais e políticas, configuração, consequências. São Paulo: Boitempo, 2005.

50. Em consonância com outros mecanismos e medidas, o desenvolvimento de *software* para análise forense automatizada de eventos adversos/extremos de mercado, por exemplo, poderia fornecer assistência valiosa para reguladores envolvidos na vigilância de mercados.

CINTRA, M. A. M. A crise econômica mundial e a quarta revolução industrial. **Carta Capital**, São Paulo, 25 fev. 2016. Disponível em: <<http://www.cartacapital.com.br/blogs/blog-do-grri/a-crise-economica-mundial-e-a-quarta-revolucao-industrial>>. Acesso em: 17 fev. 2017.

DANTAS, M. **O crime de Prometeu**: como o Brasil obteve a tecnologia da informática. Rio de Janeiro: Abicomp, 1989.

DANTAS, V. **Guerrilha tecnológica** – a verdadeira história da Política Nacional de Informática. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1988.

DINIZ, E. H. Cinco décadas de automação. **GV Executivo**, São Paulo, v. 3, n. 3, ago./out. 2004.

DINIZ, E. H.; MEIRELLES, F. S.; FONSECA, C. E. C. **Tecnologia bancária no Brasil**: uma história de conquistas, uma visão de futuro. São Paulo: FGVRAE, 2010. 420 p.

EPSTEIN, G. **Financialization, rentier interest, and central bank policy**. Amherst: Department of Economics and Political Economy Research Institute, June 2002.

FARHI, M.; PRATES, D. M. Playing it again: new financial innovations and renewed financial fragility. *In*: COLLOQUE GOUVERNER LA CRISE, GOUVERNER DANS LA CRISE, 2015, Amiens. **Anais...** Amiens: CRIISEA, déc. 2015.

FOSTER, J. B. A financeirização do capital e a crise. **Outubro**, [s. l.], n. 18, 2009.

GIFFIN, K. M. Financeirização do Estado, erosão da democracia e empobrecimento da cidadania: tendências globais? **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 6, p. 1491-1504, 2007.

GOLUB, A.; KEANE, J. A.; POON, S. H. **High frequency trading and mini flash crashes**. Manchester: University of Manchester, 29 nov. 2012. Disponível em: <<http://arxiv.org/pdf/1211.6667.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2017.

GUILLÉN, A. Financialization and financial profit. **Brazilian Journal of Political Economy**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 451-470, July./Sept. 2014.

GUTTMANN, R. As mutações do capital financeiro. *In*: CHESNAIS, F. (Org.). **A mundialização financeira**: gênese, custos e riscos. São Paulo: Editora Xamã, 1998.

HAGSTRÖMER, B.; NORDÉN, L. L. The diversity of high-frequency traders. **SSRN**, Stockholm, May 18, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2153272>>. Acesso em: 24 fev. 2017.

HASBROUCK, J.; SAAR, G. Low-latency trading. **Journal of Financial Markets**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 646-679, 2013.

HEIN, E.; VAN TREECK, T. **'Financialization' in post-keynesian models of distribution and growth** – a systematic review. Dusseldorf: IMK, 2008. (Working Paper, n. 10).

HORTA, I. B. **O desenvolvimento da internet e os grandes bancos**: um estudo a partir das iniciativas do Bradesco. 2017. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Comunicação, Universidade de Brasília, Brasília, 2017. 177 p. No prelo.

KAYA, O. **High-frequency trading: reaching the limits**. Frankfurt am Main: Deutsche Bank Research, May 24, 2016. Disponível em: <https://www.dbresearch.de/PROD/RPS_DE-PROD/PROD0000000000454703/Research_Briefing%3A_High-frequency_trading.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2017.

KIRILENKO, A. A.; LO, A. W. Moore's Law vs. Murphy's Law: algorithmic trading and its discontents. **Journal of Economic Perspectives**, Pittsburgh, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2235963>>. Acesso em: 17 fev. 2017.

LANGLEY, P. Financialization and consumer credit boom. **Competition & Change**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 133-147, 2008.

- LEWIS, M. **Flash boys: a Wall Street revolt.** New York: W. W. Norton & Company, 2014.
- LOJKINE, J. **A revolução informacional.** 3. ed. São Paulo: Cortez, 2002.
- MARCIAL, E. C. **Megatendências mundiais 2030: o que entidades e personalidades internacionais pensam sobre o futuro do mundo? Contribuição para um debate de longo prazo para o Brasil.** Brasília: Ipea, 2015.
- MARX, K. **O Capital.** São Paulo: Nova Cultural, 1988. v. 1. t. 1.
- MINSKY, H. P. **Stabilizing an unstable economy.** New Haven: Yale University Press, 1986.
- MOLLO, M. L. R. **Financeirização como desenvolvimento do capital fictício: a crise financeira internacional e suas consequências no Brasil.** Brasília: Departamento de Economia da Universidade de Brasília, abr. 2011a. (Texto para Discussão, n. 358).
- _____. Capital Fictício, autonomia, produção-circulação e crises: precedentes teóricos para o entendimento da crise atual. **Revista Economia**, Brasília, v. 12, n. 3, p. 475-496, 2011b.
- PARANÁ, E. **A finança digitalizada: capitalismo financeiro e revolução informacional.** Florianópolis: Insular, 2016.
- PAULANI, L. M. A crise do regime de acumulação com dominância da valorização financeira e a situação do Brasil. **Estudos Avançados**, v. 23, n. 66, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v23n66/a03v2366.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2017.
- PÉREZ, C. **Revoluciones tecnológicas y capital financiero: la dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza.** Buenos Aires: Siglo XXI, 2004.
- PIRES, H. F. Reestruturação inovativa e reorganização das instituições financeiras do setor privado no Brasil. **Geouerj**, Rio de Janeiro, n. 2, p. 65-79, 1997.
- SCHWAB, K. **The fourth industrial revolution.** Cologny: World Economic Forum, 2016.
- SERFATI, C. O papel ativo dos grupos predominantemente industriais na financeirização da economia. *In*: CHESNAIS, F. (Org.). **A mundialização financeira: gênese, custos e riscos.** São Paulo: Editora Xamã, 1998.
- SHORTER, G.; MILLER, R. S. High-frequency trading: background, concerns, and regulatory developments. **CSR Report**, Washington, D.C., June 19, 2014. Disponível em: <<https://fas.org/sgp/crs/misc/R43608.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2017.
- SILVA FILHO, E. B. Trajetória recente do investimento estrangeiro direto e em carteira no Brasil. **Boletim de Economia e Política Internacional**, Brasília, n. 19, jan./abr. 2015.
- STIGLITZ, J. Information and the change in the paradigm in economics. **Nobel Prize Lecture**, [s. l.], Dec. 8, 2001. Disponível em: <http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/2001/stiglitz-lecture.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2014.
- STOCKHAMMER, E. **Financialisation and the slowdown of accumulation.** Vienna: Vienna University of Economics and Business Administration, 2000.
- TALEB, N. N. **The black swan: the impact of the highly improbable.** 2nd ed. New York: Random House, 2010.
- UBS – UNION BANK OF SWITZERLAND. **Extreme automation and connectivity: the global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution.** Zurique: UBS, Jan. 2016.
- WEEMS, M.; TABB, A. Electronic trading outlook for Brazil: trading faster, trading smarter. **Tabb Group**, [s. l.], v. 12, n. 61, 2014.
- YE, M.; YAO, C.; GAI, J. **The externalities of high frequency trading.** [s. l.]: SSRN, Aug. 7, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2066839>>. Acesso em: 17 fev. 2017.