

Sistemas de Informação no Mercado de Ações: Papel Estratégico e Impactos Éticos, Sociais e Políticos

Renata C. B. Madeo, Neilson C. L. Ramalho,
Fernando H. I. B. Ferreira, Marcelo Fantinato

¹Escola de Artes, Ciências e Humanidades – Universidade de São Paulo (USP)

{renata.si,neilson,fer.henrique,m.fantinato}@usp.br

Abstract. *This paper presents an overview on the strategic role of Information Systems in stock market, aiming to discuss their ethical, social and political impacts on society, in the light of Information Systems theory. We highlight two strategic goals for these systems: ensuring organization survival or obtaining competitive advantages. From this classification related to strategic goals, we concluded that, in the stock market case, systems aiming to ensure organization survival have brought great benefits to society. However, systems aiming to obtain competitive advantages raise many ethical, social and political issues which need to be better exploited by organizations that operate in stock market.*

Resumo. *Este artigo apresenta uma visão geral sobre o papel estratégico dos Sistemas de Informação no mercado de ações, visando discutir os impactos éticos, sociais e políticos desses sistemas na sociedade. Destacam-se dois objetivos estratégicos para esses sistemas: garantir a sobrevivência da organização ou obter alguma vantagem competitiva. Dessa classificação de acordo com os objetivos estratégicos, conclui-se que, no caso do mercado de ações: sistemas visando à sobrevivência da organização trouxeram grandes benefícios à sociedade; sistemas visando à obtenção de vantagens competitivas, porém, levantam diversos dilemas éticos, sociais e políticos, que ainda precisam ser mais bem explorados pelas organizações que atuam no mercado de ações.*

1. Introdução

O desenvolvimento da Tecnologia da Informação (TI) e dos Sistemas de Informação (SI) foi responsável pelo aparecimento e pela evolução de diversas áreas do conhecimento humano. Em mercado de capitais, particularmente, a presença da TI tornou-se indispensável na Bolsa de Valores de Nova York (NYSE) a partir dos anos 60, onde o acúmulo de papel e a grande quantidade de informações fizeram com que os processos manuais se tornassem insustentáveis. Os dados obtidos em NYSE (2011) mostram que em 1967 o volume diário de negociações da NYSE era de aproximadamente 11 milhões de ações, cifra essa responsável por um cenário caótico que obrigava a bolsa a reduzir seu horário de funcionamento, inclusive fechando um dia por semana, para conseguir processar o grande volume de informações. Entretanto, esse número representa apenas 0,1% da quantidade de ações negociadas em 2009 na mesma bolsa [NYSE 2009]. Para chegar ao patamar atual, houve um intenso investimento em TI durante décadas.

Por outro lado, o uso indevido da TI pode causar prejuízos antes inimagináveis, como é o caso da crise conhecida como *Flash Crash*, posteriormente discutida neste trabalho. Termos como HFT (*High Frequency Trading*) têm se tornado cada vez mais comuns

no mercado de ações. A estratégia não é nova, mas obteve destaque nos últimos meses nos jornais dos EUA devido à ocorrência do *Flash Crash* em maio de 2010. Com o advento desses sistemas, foi possível criar estratégias que tiram vantagens de agentes despreparados do mercado [Easley et al. 2011] ou que permitem obter informações sobre a negociação de ações de clientes e parceiros antes do que o resto do mercado, por meio das chamadas *flash orders* [Durbin 2010].

Diante desse cenário, torna-se importante uma análise criteriosa da forma como a TI vem sendo empregada no mercado de capitais, desde seus aspectos estratégicos até suas implicações éticas, seus reflexos na sociedade e suas influências no cenário político.

Assim, este artigo tem como objetivo discutir o papel estratégico dos Sistemas de Informação no mercado de ações, assim como seus impactos éticos, sociais e políticos, a partir da teoria de Sistemas de Informação apresentada por Laudon e Laudon (2007). Na Seção 2, analisamos o papel estratégico dos Sistemas de Informação, seja para manter a competitividade no mercado ou para sobressair-se dentre os concorrentes. Na Seção 3 são avaliados os impactos éticos, sociais e políticos da introdução da tecnologia no mercado de ações. A Seção 4 apresenta as conclusões sobre o papel estratégico e os impactos da Tecnologia de Informação nesse mercado.

2. Papel Estratégico dos Sistemas de Informação

Para Laudon e Laudon (2007), uma empresa pode atingir um ou mais de seus objetivos organizacionais (i.e., excelência operacional; novos produtos, serviços e modelos de negócio; relacionamento estreito com consumidores e fornecedores; e, melhor tomada de decisão) visando conseguir uma vantagem competitiva e destaque perante seus concorrentes ou visando garantir sua sobrevivência, caso seus concorrentes já tenham atingido aquele objetivo. Os mesmos autores também afirmam que os sistemas de informação se tornaram imprescindíveis à prática de negócios, e este é o motivo pelo qual tanto se investe em sistemas e tecnologias da informação. Diante disso, podemos observar que os sistemas de informação adquiriram um papel crítico ao apoiar as organizações em seus objetivos e permitir que se mantenham à frente, ou ao menos no mesmo nível da concorrência, auxiliando-as no oferecimento de novos serviços e produtos. Ao vincular o uso de sistemas de informação com o mercado de ações, processos existentes tornaram-se mais eficazes, novas ferramentas de auxílio aos investidores foram criadas, barreiras físicas foram quebradas e outras vantagens estratégicas foram desenvolvidas.

Esta seção visa apresentar os benefícios proporcionados pelos sistemas de informação e as vantagens adquiridas pelos investidores com seu uso. Na Seção 2.1, são apresentados os Sistemas de Informação implantados nas Bolsas de Valores para garantir uma melhor eficiência no processamento de transações. Já na Seção 2.2, sistemas de negociação algorítmica e HFT são apresentados, como Sistemas de Informação que visam obter uma vantagem competitiva sobre os demais participantes do mercado.

2.1. Sistemas de Informação Visando a Sobrevivência

Como em diversos outros mercados, os SI entraram no mercado de ações por uma necessidade de aumentar a eficiência dos processos.

Conforme relatado por Smith (2010), no mercado de ações nos EUA dos anos 1960, entre 10 e 12 milhões de ações eram negociadas por dia usando um sistema ba-

seado em registros em papel das transações efetuadas. Os corretores ficavam sobrecarregados pela enorme quantidade de transações, já que o processo era extremamente ineficiente à quantidade de ações negociadas, gerando uma grande quantidade de erros e consequentes perdas financeiras. A crise, que ficou conhecida como “*paperwork crisis*”, tornou-se tão grave que a NYSE chegou a reduzir o horário disponível para negociações e fechar às quartas-feiras para poder processar o excesso de documentação gerado pelas negociações no resto da semana. Essa crise levou, a longo prazo, à criação do primeiro sistema eletrônico de roteamento de transação da NYSE, o DOT, em 1976. Outras ineficiências do mercado, como a dificuldade em tratar transações OTC (*over-the-counter*), levaram a criação da Nasdaq, pregão eletrônico baseado em um painel digital apresentando as informações necessárias e transações efetuadas por telefone criado em 1968.

Desde então, a tecnologia passou a ser inserida no contexto dos mercados de ações nos EUA. Em 1975, a *Securities & Exchange Commission* (SEC) aprovou uma regulamentação exigindo a criação de interconexões entre os mercados de ações por meio de *Electronic Communication Networks* (ECNs) [Smith 2010]. Em 1980, a NYSE atualizou seu sistema ao SuperDot. O uso de TI aumentou a eficiência das negociações, aumentando a velocidade e a disponibilidade dos sistemas [Smith 2010].

No mercado brasileiro, a tecnologia começou a ser implantada em 1970, quando a Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa) substituiu os boletos por cartões perfurados e os negócios passaram a ser registrados eletronicamente [Bovespa 2011]. Em 1972, o pregão automatizado foi implantado e a bolsa passou a disseminar informações *online* e em tempo real. Já em 1990, as negociações passaram a ser realizadas no Sistema de Negociação Eletrônica CATS (*Computer Assisted Trading System*), porém o pregão em viva voz não foi extinto e ambos funcionaram paralelamente por mais 15 anos. Em 1997, o Mega Bolsa – um SI licenciado pela Atos (empresa do grupo Euronext – antiga Bolsa de Paris) conhecido mundialmente como NSC e atualmente utilizado por mais de 20 bolsas de ações e derivativos [BM&FBovespa 2011] – foi implantado na Bovespa. O SI é plataforma tecnológica altamente avançada de processamento de informações adquirida da Bolsa de Paris em 1996 e, segundo Bovespa (2011), aumentou a capacidade de processamento de informações, fazendo com que a Bovespa se tornasse uma das mais importantes bolsas da América Latina. Em 1999, outra evolução tecnológica foi introduzida no Brasil: o *home broker*, que possibilitou ao investidor a transmissão direta de suas ordens ao Mega Bolsa. Entretanto, as ações também continuaram sendo negociadas no pregão viva voz. Apenas em 2005 a Bovespa encerrou as negociações via pregão viva voz de ações e quatro anos mais tarde de contratos derivativos. Desde então, todas as negociações são realizadas eletronicamente.

2.2. Sistemas de Informação como Vantagem Competitiva

Com o crescimento do uso de SI no mercado de ações, sistemas computacionais passaram a ser criados também por participantes do mercado visando apoiar o processo de negociação de ações. Esse tipo de prática é conhecido como “negociação algorítmica” e consiste no uso de algoritmos baseados em complexos modelos matemáticos para tomar decisões sobre transações no mercado financeiro [Investopedia 2011].

Segundo Smith (2010), a implementação de sistemas de negociação algorítmica foi possibilitada no mercado dos EUA a partir dos anos 80, devido à alta velocidade e

disponibilidade dos sistemas de transação eletrônicos. Os sistemas de negociação algorítmica da época, chamados de *program trading*, permitiam apenas a negociação de carteiras de ações inteiras simultaneamente, porém já tornavam a negociação mais ágil e eficiente aos corretores. Hoje esse tipo de sistema é citado como um dos maiores fatores que contribuíram à crise de 1987, conhecida como *Black Monday* (Segunda-feira Negra).

Em Chlistalla (2011), o autor expõe que os sistemas de negociação algorítmica atuais tipicamente determinam variáveis como preço, quantidade e a hora certa de executar cada transação, monitorando o mercado de ações e, frequentemente, quebram transações grandes em transações menores para reduzir o impacto da execução da transação no mercado. Em muitos casos, os algoritmos podem ser autorizados a executar as transações de forma automática, sem que um ser humano analise ou mesmo precise autorizar cada decisão tomada pelo algoritmo.

Recentemente, um tipo específico de negociação algorítmica vem chamando a atenção no mercado dos EUA: a negociação em alta frequência (*High Frequency Trading* - HFT), na qual a obtenção de lucro depende da rapidez com a qual as transações são efetuadas [Durbin 2010]. Em geral, as estratégias HFT são caracterizadas por um grande número de transações com ganhos mínimos por transação [Aldridge 2009].

Nos EUA, a implementação dos sistemas HFT começou a ser possível a partir de 1990: as ECN passaram a permitir que ordens de compra e venda fossem combinadas para obter os melhores preços sem a intermediação de *dealers* e *brokers*, novas regulamentações promoveram a transparência das transações e novas tecnologias permitiram transações com latências cada vez menores. Em 2000, foi adicionada uma casa decimal no preço das ações, reduzindo a diferença entre os preços de compra e venda, e a derrubada de uma regulamentação que proibia a comercialização de determinadas ações fora da bolsa [Smith 2010]. Em junho de 2005, a SEC tornou obrigatória a execução automática das transações no melhor preço disponível, criando um ambiente propício ao HFT. Desde então, o uso de HFT aumentou de cerca de 30% das transações em 2005 para cerca de 75% das transações em 2009, como visto na Figura 1, aumentando a competitividade no mercado de ações, culminando em fusões entre grandes bolsas tradicionais e grandes ECNs, e forçando a criação de novas estratégias de investimento [Smith 2010].

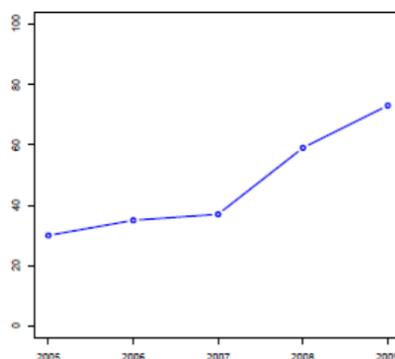


Figura 1. A proporção de HFT no total de negociações no mercado de ações dos EUA [Smith 2010].

Para que seja possível analisar o impacto e o papel estratégico de cada prática, é preciso ressaltar que frequentemente os termos “negociação algorítmica” e HFT são usa-

dos para tratar do mesmo conceito – HFT. Em Chlistalla (2011), a diferença é evidenciada, destacando que HFT não objetiva a retenção de títulos a longo prazo: os títulos comprados usando estratégias de HFT em geral são vendidos a curtíssimo prazo (evidências sugerem que os negociadores dos EUA seguram uma ação por, em média, apenas 22 segundos), visando lucros pequenos, rápidos e constantes. A Figura 2 apresenta o relacionamento entre negociação tradicional (investimento a longo prazo), negociação algorítmica e HFT. Nota-se que a negociação algorítmica é apenas uma ferramenta que pode dar suporte tanto a estratégias convencionais de investimento a longo prazo quanto à estratégia para HFT.

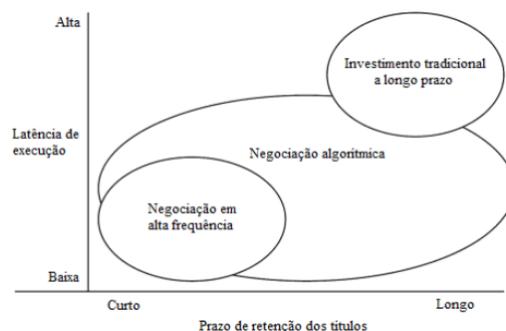


Figura 2. A relação entre negociação tradicional, negociação algorítmica e HFT [Aldridge 2009].

3. Impactos Éticos, Sociais e Políticos dos Sistemas de Informação

Segundo Laudon e Laudon (2007), os sistemas de informação foram os responsáveis pela geração de novas questões éticas e sociais, pois criaram mudanças na sociedade que levaram a alterações nos padrões de distribuição de poder, dinheiro, deveres e obrigações. Em Laudon e Laudon (2007), o processo pelo qual os sistemas de informação impactam os níveis ético, social e político é apresentado por meio da metáfora de uma pedra em um lago: uma pedra ao cair no lago abala a superfície do lago, gerando círculos concêntricos. O primeiro círculo criado seria o impacto no nível ético: a introdução de uma nova tecnologia atinge primeiramente os seus potenciais usuários e, por ser nova, ainda não existem opiniões formadas pela sociedade sobre ela. O segundo círculo seria o impacto no nível social, que ocorre depois que vários indivíduos se deparam com a nova tecnologia e trazem à discussão seus possíveis impactos à sociedade. Quando a sociedade cria visões sobre a tecnologia, criam-se normas e regras para regulamentar seu uso, gerando impactos no nível político, que seria o terceiro círculo concêntrico no lago. De forma semelhante a outras tecnologias (como eletricidade e telefone), a TI foi usada ao progresso social, mas também para cometer crimes e ameaçar valores sociais. O uso das tecnologias, aliado à popularização da internet, tornou mais fácil a reunião e a distribuição da informação, acarretando em novas preocupações em relação ao seu uso inapropriado. A construção de normas, regras e padrões para garantir a qualidade dos sistemas é arduamente discutida, a fim de indicar boas práticas que preservem os valores necessários para uma sociedade da informação. Esta seção visa apresentar os impactos éticos, sociais e políticos resultantes do uso de sistemas de informação no mercado de ações.

3.1. Impactos Éticos

Como visto na Seção 2, os sistemas de informação foram introduzidos no mercado de ações inicialmente para garantir um melhor funcionamento das bolsas de valores, aumen-

tando a eficiência e permitindo que as bolsas conseguissem lidar com o enorme número de transações demandadas com taxas de erros mínimas. Esse tipo de sistema trouxe grandes benefícios ao mercado, como abordado na Seção 3.2, porém a adoção desse tipo de sistema teve grande impacto aos trabalhadores que atuavam na bolsa ao considerar que com a implantação do sistema Mega Bolsa na Bovespa, as funções de operador de pregão, operador de mesa e auxiliar de pregão foram substituídas pela função do operador de Mega Bolsa, reduzindo o contingente de funcionários da empresa de mais de um mil operadores para cerca de 80 [Miranda 2008]. Conforme analisa Mello (2008), a inserção dos sistemas de informação na bolsa de valores gerou a extinção de cargos e a possibilidade da extinção de outros cargos por meio da inserção de novas tecnologias gera tensão aos profissionais do mercado de ações. Portanto, apesar de trazer benefícios no âmbito social de forma geral, mesmo os sistemas de informação visando garantir a sobrevivência do mercado geram impactos negativos em âmbito individual, quando considera a classe de trabalhadores diretamente ligados à bolsa de valores. Além disso, o aumento de eficiência, velocidade e disponibilidade dos sistemas de negociação eletrônica nas bolsas possibilitou o desenvolvimento de alguns tipos de sistemas considerado por muitos autores como sistemas antiéticos e nocivos ao mercado, como os sistemas HFT, apresentados na Seção 2.2.

Diversos autores acreditam que esses sistemas são nocivos ao mercado, pois permitem práticas antiéticas e até mesmo ilegais. Em Clark (2011), o autor defende que o HFT usa uma prática chamada *front-running*, que ocorre quando uma empresa que pratica HFT emite uma ordem de compra ou venda de uma grande quantidade de ações, forçando uma mudança drástica de preços para determinada ação, de modo que determinados participantes do mercado recebem a informação sobre a ordem antes dos demais participantes e emitem ordem de compra ou venda para tentar obter ou vender ações antes que os preços se alterem. Essa prática cria uma demanda artificial por ações e, portanto, é ilegal no mercado nos EUA. Já Angel e McCabe (2010) discutem a equidade e justiça no mercado financeiro, analisando o caso do HFT. Os autores expõem que a tecnologia por si só não fere os conceitos de equidade e justiça, já que o HFT pode ser usado sem prejudicar demais participantes do mercado e pode ser praticado por qualquer participante do mercado que disponha de recursos suficientes, porém que existem formas de usar essa tecnologia em estratégias que visam manipular os preços para valores que fogem aos preços naturais das ações para obter lucro. Tais estratégias podem ser consideradas de fato antiéticas, porém não é possível culpar a tecnologia em si: não é a tecnologia, e sim seu uso, que pode ser antiético ou injusto.

Ao se considerar impactos éticos de sistemas de negociação algorítmica, HFT é atualmente o principal tópico a ser tratado. Porém, HFT não é o único tipo de negociação algorítmica e qualquer estratégia de negociação pode causar impactos ao mercado, principalmente se grandes quantidades de ações forem negociadas. Assim, outra questão ética relevante em relação a negociação algorítmica de forma geral é a falta de preparo de muitos profissionais que criam estratégias e programas desse tipo. Segundo Noda (2010), “programadores de planilhas”, como são chamados os profissionais que manipulam planilhas eletrônicas (i.e., Microsoft Office Excel) e criam lógicas próprias à manipulação dos dados, estão substituindo profissionais graduados em áreas afins. Com a proliferação de cursos de computação, onde se aprende a programar em questão de meses, muitos estão fazendo cursos fora de universidades e construindo algoritmos sem precisão, o que não os assegura construir programas de grande porte em empresas da área financeira. É im-

portante que as empresas entendam que suas negociações interferem em todo o mercado e que um erro causado por um profissional não qualificado pode prejudicar não apenas a empresa, mas o equilíbrio do mercado como um todo.

3.2. Impactos Sociais

Devido aos avanços da computação, as organizações passaram a usar os sistemas de informação como parte de seu processo essencial de funcionamento. Os mercados de ações também se renderam a esses avanços, e adotaram a computação como sua base de funcionamento, automatizando seus processos internos e tornando-os ágeis, acessíveis e transparentes. Assim, é preciso perceber que a introdução de Sistemas de Informação tem grandes impactos na sociedade, pois modifica o mercado de ações e, portanto, interfere na vida de todos os participantes desse mercado, desde investidores a empresas que disponibilizam suas ações para negociação.

3.2.1. Sistemas que Automatizam a Negociação nas Bolsas de Valores

O maior impacto de sistemas que automatizam o processo de negociação de ações nas bolsas de valores se dá no âmbito social. Tais sistemas modificaram o mercado de ações, tanto positivamente, promovendo maior transparência, menores custos de negociação, maior liquidez e mais fácil acesso ao mercado e auxiliando na formação de preços, por meio dos menores custos e da melhor segurança; quanto negativamente, aumentando os riscos de intermediação e de crédito. Os impactos sociais apresentados a seguir são baseados no trabalho de Noda (2010):

- **Transparência:** transparência é a capacidade dos participantes do mercado em obter informações sobre o processo de negociação. Um dos maiores benefícios da negociação eletrônica é o aumento da transparência do processo de negociação. Tal transparência é caracterizada pelo fornecimento de informações relativas ao conhecimento dos preços, ofertas, volumes, fluxo de ordens, identidade dos intermediários, entre outras. A transparência na pré-negociação está relacionada ao acesso livre ao livro de ordens. A transparência pós-negociação diz respeito ao acesso à informação sobre quais negócios foram fechados, quais seus preços, horários de execução e investidores envolvidos.
- **Custo de Negociação:** os custos de negociação são os valores cobrados pela aquisição ou venda de um valor mobiliário decorrentes da cobrança de comissões e tributos. Custos mais baixos reduzem o custo de capital e melhoram a qualidade do mercado de valores mobiliários. Ao reduzir custos do ambiente de negociação, os sistemas de informação acarretam em custos menores aos investidores, além de gerar ganho sobre a automatização de processos relativos à execução e liquidação das operações e os controles de risco a elas inerentes.
- **Formação de preços:** a formação dos preços está associada de forma muito próxima aos algoritmos de negociação, pois por meio do uso de algoritmos matemáticos determina-se o momento de emissão da ordem, seu preço e a quantidade que deve ser negociada, sem interferência humana. A forma com a qual a negociação eletrônica é realizada influencia positivamente os preços formados, seja pela redução de custos ou pela maior segurança contra o vazamento de informações sobre a negociação.

- **Liquidez:** os sistemas no mercado secundário aumentam a liquidez, pois reduzem os custos de negociação, aumentam a qualidade da informação prestada e reduzem a assimetria informacional, além de proverem acesso remoto ao mercado de ações, aumentando a quantidade de negociações.
- **Acesso ao Mercado:** limitações físicas e geográficas não são mais barreiras à entrada de novos investidores no mercado. Esse tipo de mudança modifica o modo como o mercado se estrutura, inclusive no papel desempenhado pelos participantes da cadeia de negociação.
- **Risco de Negociação:** o intermediário é responsável por todas as ordens inseridas no sistema de negociação por seus clientes, é de sua responsabilidade assegurar que seus clientes cumpram as regras do mercado e não cometam práticas abusivas. Para tanto, devem fixar procedimentos de acompanhamento das operações executadas eletronicamente, a fim de impedir que sejam usadas à prática de irregularidades. Esse risco acarreta em investimento em instrumentos de fiscalização de operações, diminuindo o risco de manipulações e tornando o processo de negociação mais seguro.
- **Risco de Crédito:** o risco de crédito corresponde à possibilidade de um investidor não poder entregar os ativos que vendeu ou pagar pelos que comprou. Diante desse cenário, fica o intermediário responsável financeiramente por quitar os negócios de seus clientes. Dessa maneira, fica a encargo do intermediário gerenciar o controle de crédito de seus investidores. Para tanto, o intermediário tem adicionado checagens a fim de validar os ativos dos investidores antes que eles executem negociações. O grande desafio, por parte dos intermediários, é implementar validações muito rápidas, para que seu funcionamento não impacte no desempenho das negociações de seus clientes.

3.2.2. Sistemas de Negociação Algorítmica ou *High Frequency Trading*

Sistemas HFT têm grande impacto no mercado de ações nos EUA: como apresentado na Figura 1, cerca de 75% das transações feitas em 2009 foram executadas por sistemas HFT. Deixando de lado aspectos éticos que envolvem esses sistemas, alguns autores defendem que HFT aumenta a liquidez do mercado. Segundo Noda (2010), a própria SEC reconhece que HFT desempenha um importante papel no mercado, sendo responsáveis por grande parte da liquidez, mas mostra-se preocupada com o desinteresse dos investidores de longo prazo – questão que será discutida posteriormente neste artigo. Essa preocupação é baseada na crença de que a capacidade de negociação dos HFT resulta em condições de negociação menos favoráveis aos investidores de longo prazo.

Apesar do aumento da liquidez ser considerado um efeito benéfico, sistemas de negociação algorítmica são considerados um dos fatores responsáveis por crises do mercado nos EUA, como a *Black Monday* (1987) e a *Flash Crash* (2010).

O *Black Monday* (“Segunda-feira Negra”) em 19 de outubro de 1987 foi responsável por uma queda de 22,6% do índice Dow Jones em apenas um dia. Existem diversas especulações sobre os motivos do crash de 1987, mas uma das causas mais prováveis se faz ao uso de negociação algorítmica. Com o avanço da tecnologia, os investidores institucionais passaram a usar negociação algorítmica, ferramentas de execução rápida de

operações que, ao se depararem com as fortes baixas do mercado de ações, acionavam um algoritmo de vendas em série para reduzir suas perdas. O *Black Monday* foi importante, pois provou que, mesmo após 1929, os mercados ainda estavam expostos à possibilidade de uma quebra; evidenciou o comportamento “em manada” do mercado, baseado na onda de pânico dos investidores; e também lembra os perigos da exposição das ferramentas computacionais [Furbush 2011][InfoMoney 2009].

Outro fato marcante na história do mercado nos EUA e decorrente do uso de sistemas de informação ficou conhecido como *Flash Crash* e acarretou o segundo maior ponto de oscilação (1.010,14 pontos) e o dia com o maior declive (998,5 pontos) da história do índice *Dow Jones*. Em poucos minutos, um trilhão de dólares em valores de mercado foram perdidos, decorrentes da falha conjunta de algoritmos computacionais [Bowley 2010][Popper 2010]. Conforme relatado por um documento emitido pela *U.S. Commodity Futures Trading Commission* (CFTC), uma operadora programou um algoritmo para executar a venda automática de US\$ 4,1 bilhões em contratos futuros em um período de 20 minutos. Muitos desses contratos foram comprados por algoritmos HFT, que logo detectaram o acúmulo excessivo de contratos futuros no mercado, e passaram a vendê-los de forma agressiva [Bowley 2010][Lauricella et al. 2010][Popper 2010]. O mesmo relatório afirma que 50% dos sistemas HFT falharam e acabaram entrando nesse círculo vicioso que só foi encerrado após um estabilizador automático da bolsa de valores ser acionado, interrompendo todas as transações por cinco segundos para que os mercados se recuperassem. Como recomendação, a CFTC propôs que para evitar novos *flash crashes*, todos os sistemas de negociação devem ser concebidos em ambiente de rede evolucionária e não como sistemas isolados, avaliando o comportamento da rede e tomando suas ações com base em suas transições [Goldfarb 2010][Nanex 2010].

3.3. Impactos Políticos

Do ponto de vista estritamente brasileiro, em termos de evolução tecnológica, a Bovespa passou por quatro grandes momentos: a adoção do pregão *online* em 1972, a implantação do Sistema de Negociação Eletrônica em 1990, a implantação da Mega Bolsa em 1997 e o lançamento do *Home Broker* em 1999 [Bovespa 2011]. Todavia, em nenhum dos casos houve mudanças estruturais nos processos de negociação que justificassem alterações na legislação. De acordo com Bovespa (2011), ao adotar o Mega Bolsa em 1997, o resultado foi um aumento na capacidade de processamento de transações e a consolidação da Bovespa como o mais importante centro de negócios da América Latina, isto é, o Estado não teve que interferir com regulamentações ao uso do novo sistema.

É importante ressaltar que, apesar da evolução tecnológica pela qual passou o mercado de capitais no Brasil durante a década de 90, segundo CVM (2011), a legislação aplicável às negociações *online* é a mesma aplicada às operações em bolsa do mercado tradicional. Assim, mesmo com o avanço tecnológico e com a facilidade e a rapidez nas negociações proporcionadas pelos novos sistemas, tudo que é negociado no mercado de capitais no Brasil obedece à Instrução CVM nº 220, de 15 de setembro de 1994.

Ainda em termos de legislação, muito se tem falado a respeito da regulamentação do uso de HFT. No Brasil não existem iniciativas dessa natureza em decorrência das recentes mudanças autorizadas pela CVM no sistema de interação com a plataforma. De acordo com Exame (2010), a CVM autorizou em setembro de 2010 o uso de quatro mo-

delos de acesso direto ao mercado, que são: (1) o cliente opera usando a estrutura tecnológica da corretora, em que a corretora funciona como um intermediário entre o cliente e o sistema Mega Bolsa; (2) o cliente opera a partir de um provedor de acesso autorizado; (3) o cliente acessa a plataforma de negociação via conexão direta; e, (4) o cliente pode instalar servidores dentro da bolsa. Esse último modelo facilita o uso de HFT, já que a instalação de servidores de clientes dentro da infra-estrutura da bolsa permite a redução do tempo de negociação dos ativos.

Já nos EUA, o uso de HFT vem sendo debatido pela SEC desde maio de 2010, ocasião em que ocorreu o *Flash Crash* (descrito na Seção 3.2.2). De acordo com [BusinessWeek 2010], a SEC estuda restringir algumas estratégias de HFT, visto que as firmas que operam usando tais tecnologias não estão sujeitas às estruturas regulatórias no que diz respeito ao comportamento de mercado.

4. Conclusão

Este artigo apresentou uma visão geral sobre o papel e o impacto dos Sistemas de Informação no mercado de ações. Para tanto, os sistemas foram classificados por seus objetivos estratégicos: garantir a sobrevivência do mercado – com a implantação de sistemas de automação da negociação em bolsas de valores, atingindo maior eficiência para atender a demanda do mercado; e, obter vantagens competitivas – como é o caso de corretoras que usam técnicas de negociação algorítmica, visando aumentar os lucros obtidos.

Com relação ao primeiro tipo de sistema, é possível perceber que sua implantação visava um ganho à sociedade como um todo: com o aumento da demanda e do número de transações nas bolsas de valores, o uso de TI tornou-se necessário para evitar a saturação do sistema. Sistemas como o Mega Bolsa, implantado na Bovespa, trazem diversos benefícios ao mercado de capitais e, conseqüentemente, à sociedade. Além disso, é preciso considerar que tais sistemas apenas automatizaram os processos já existentes, de forma que não foram levantados grandes dilemas éticos ou preocupações de cunho político – novas leis ou regulamentações – em relação a esse tipo de sistema.

Já os sistemas de negociação algorítmica apresentam um caso mais interessante sob o ponto de vista de análise dos impactos éticos, sociais e políticos. Esses sistemas podem usar avançados – e caros – recursos computacionais visando a maximização dos lucros do investidor que os usa. É preciso lembrar, porém, que o mercado de ações é um organismo que é influenciado por cada negociação nele feita e, portanto, questiona-se se é responsável que investidores permitam que computadores controlem grandes quantidades de ações sem a supervisão de um especialista. O artigo apresentou outros questionamentos envolvidos: a qualidade dos profissionais que produzem softwares para negociar na bolsa, a preocupação com a possibilidade de manipular preços do mercado criando uma demanda artificial, a possibilidade de criação e agravamento de crises devido a erros nesses sistemas, entre outros. Percebe-se também como o caso dos sistemas HFT ilustra a metáfora da pedra no lago, apresentada na Seção 3. Em 2005, quando esse tipo de sistema começou a ser disseminado pelo mercado, não havia grandes discussões sobre o uso desses sistemas. Cada empresa devia analisar as possíveis vantagens e desvantagens em usar HFT, as questões éticas envolvidas e o impacto dessa decisão na empresa e na sociedade. Devido a uma crise recente (*Flash Crash*, em 2010), tais sistemas ficaram em evidência. Desde então, é possível encontrar diversos materiais tratando do tema, as

questões éticas envolvidas e seu impacto na sociedade. E, em decorrência da repercussão na sociedade, a SEC tem discutido sobre possíveis regulamentações aplicáveis a HFT. Porém, as discussões são tão recentes que nenhuma regulamentação foi, de fato, criada.

Por fim, é importante ressaltar que a introdução de qualquer nova tecnologia precisa ser bem avaliada, pois pode afetar a sociedade como um todo. Porém, como ressaltado por Angel e McCabe (2010), mais importante do que avaliar a tecnologia em si, é imprescindível analisar o uso da tecnologia, o contexto no qual está inserida – com qual objetivo ela será usada, como ela influenciará as pessoas e organizações à sua volta, e quais serão seus impactos éticos, sociais e políticos. A tecnologia pode ser necessária às organizações, como é o caso dos sistemas que automatizaram as negociações na bolsa, ou útil para obter vantagens competitivas, como é o caso dos sistemas HFT, porém é preciso que as organizações tenham consciência de que seus Sistemas de Informação não estão isolados e que a introdução de um sistema pode trazer impactos à sociedade pelos quais a organização pode ser responsabilizada.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem aos professores doutores Marcos L. Chaim e Luciano A. Digiampietri por terem colaborado com o contexto de elaboração deste trabalho. A primeira autora agradece o suporte da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (número do processo: 2011/04608-8).

Referências

- Aldridge, I. (2009). *High-Frequency Trading: A Practical Guide to Algorithmic Strategies and Trading Systems*. John Wiley and Sons.
- Angel, J. J. e McCabe, D. M. (2010). Fairness in financial markets: The case of high frequency trading. <http://ssrn.com/abstract=1737887>.
- BM&FBovespa (2011). De Ações, Fundos de Índice (ETFs) e Recibos de Ações (BDRs). <http://www.bmfbovespa.com.br/pt-br/servicos/solucoes-para-negociacao/plataformas-de-negociacao/de-acoes-fundos-de-indice-ETFs-e-recibos-de-acoes-BDRs.aspx?idioma=pt-br>.
- Bovespa (2011). História. <http://www.bmfbovespa.com.br/pt-br/a-bmfbovespa/sobre-a-bolsa/historia/historia.aspx?Idioma=pt-br>.
- Bowley, G. (2010). Lone \$4.1 Billion Sale Led to ‘Flash Crash’ in May. http://www.nytimes.com/2010/10/02/business/02flash.html?_r=1&scp=1&sq=flash+crash&st=nyt.
- BusinessWeek (2010). SEC May Restrict High-Frequency Trading Strategies. <http://www.businessweek.com/news/2010-09-22/sec-may-restrict-high-frequency-trading-strategies.html>.
- Chlistalla, M. (2011). High-Frequency Trading: Better than its reputation? *Deutsche Bank Research*, 1:1–7.
- Clark, J. (2011). Wall Street Super-Computers Are Stealing Your Money. <http://www.growthstockwire.com/1692/Wall-Street-Super-Computers-Are-Stealing-Your-Money>.

- CVM (2011). Caderno CVM – Negociações Online. <http://www.cvm.gov.br/port/protin/caderno5.asp>.
- Durbin, M. (2010). *All About High-Frequency Trading*. The McGraw-Hill Companies.
- Easley, D., de Prado, M., e O'Hara, M. (2011). Flow Toxicity and Volatility in a High Frequency World. *Johnson School Research Paper Series*, 9:1–35.
- Exame (2010). Investidor de alta frequência ganha seu espaço dentro da Bovespa. <http://exame.abril.com.br/mercados/noticias/investidor-alta-frequencia-ganha-seu-espaço-dentro-bovespa-585958>.
- Furbush, D. (2011). Program Trading. <http://www.econlib.org/library/Enc1/ProgramTrading.html>.
- Goldfarb, Z. (2010). Report examines May's 'flash crash', expresses concern over high-speed trading. <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2010/10/01/AR2010100103969.html>.
- InfoMoney (2009). Pregões Incríveis: a história da Black Monday, o maior tombo da história das bolsas. <http://www.infomoney.com.br/mercados/noticia/1577155>.
- Investopedia (2011). Algorithmic Trading Definition. <http://www.investopedia.com/terms/a/algorithmictrading.asp>.
- Laudon, K. e Laudon, J. (2007). *Sistemas de Informação Gerenciais*. Prentice Hall.
- Lauricella, T., Scannell, K., e Strasburg, J. (2010). How a Trading Algorithm Went Awry. <http://online.wsj.com/article/SB10001424052748704029304575526390131916792.html>.
- Mello, A. (2008). Trabalho e Produção de Subjetividade no Mercado de Capitais: O operador de bolsa em análise. Master's thesis, Instituto de Ciências Humanas e Filosofia – Universidade Federal Fluminense.
- Miranda, A. (2008). A Herança da BM&F. <http://cadernoadogados.com.br/?p=193>.
- Nanex (2010). Analysis of the 'Flash Crash'. http://www.nanex.net/20100506/FlashCrashAnalysis_Intro.html.
- Noda, M. (2010). Acesso eletrônico e tendências para a intermediação no mercado de valores mobiliários. Master's thesis, Faculdade de Direito – Universidade de São Paulo.
- NYSE (2009). Daily NYSE Group Volume in NYSE Listed. http://www.nyxdata.com/nysedata/asp/factbook/viewer_edition.asp?mode=table&key=3000&category=3.
- NYSE (2011). Volume de transações entre os anos de 1960 e 1969. <http://www.nyse.com/marketinfo/stats/vol60-69.dat>.
- Popper, N. (2010). \$4.1-billion trade set off Wall Street 'flash crash', report finds. <http://articles.latimes.com/2010/oct/02/business/la-fi-flash-crash-20101002>.
- Smith, R. (2010). Is high-frequency trading inducing changes in market microstructure and dynamics? http://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/1006/1006.5490v3.pdf.