



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE ECONOMIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

VINÍCIUS AUGUSTO MELO CORDEIRO

**REGULAMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA NO MERCADO DE AÇÕES:
UM ESTUDO SOBRE VELOCIDADE DAS OPERAÇÕES NO
MERCADO DO BRASIL E ESTADOS UNIDOS**

**Salvador
2024**

VINÍCIUS AUGUSTO MELO CORDEIRO

**REGULAMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA NO MERCADO DE AÇÕES:
UM ESTUDO SOBRE VELOCIDADE DAS OPERAÇÕES NO
MERCADO DO BRASIL E ESTADOS UNIDOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Bernardo Pereira Cabral

**Salvador
2024**

VINÍCIUS AUGUSTO MELO CORDEIRO

**REGULAMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA NO MERCADO DE AÇÕES:
UM ESTUDO SOBRE VELOCIDADE DAS OPERAÇÕES NO
MERCADO DO BRASIL E ESTADOS UNIDOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Aprovada em 12 de julho de 2024.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Bernardo Pereira Cabral
Universidade Federal da Bahia – UFBA

Prof. Dr. Leonardo Bispo de Jesus Junior
Universidade Federal da Bahia – UFBA

Prof. Dr. Nuno Jorge Rodrigues Teles Sampaio
Universidade Federal da Bahia – UFBA

C794

Cordeiro, Vinícius Augusto Melo.

Regulamentação da tecnologia no mercado de ações: um estudo sobre velocidade das operações no mercado do Brasil e Estados Unidos/ Vinícius Augusto Melo Cordeiro. - - Salvador, 2024.

48 f.

TCC (Graduação) – Universidade Federal da Bahia.
Orientador: Prof. Dr. Bernardo Pereira Cabral.

1. Brasil - Mercado de ações. 2. Tecnologia de alta frequência. 3. Negociação algorítmica. 4. Regulamentação financeira. I. Universidade Federal da Bahia. II. Cordeiro, Vinícius Augusto Melo. III. Título.

CDD: 332.6381

A minha mãe, que sempre me apoiou
e acreditou em mim.

RESUMO

Esta monografia investiga a necessidade de regulamentação das tecnologias de negociação de alta frequência (HFT) no contexto da negociação algorítmica (AT) nos mercados de ações brasileiros e dos Estados Unidos. O estudo examina os principais projetos e artigos sobre regulamentação dessas tecnologias, comparando as abordagens regulatórias entre os dois países. A análise abrange dados da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), B3 (Brasil, Bolsa, Balcão), ANBIMA (Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiros e de Capitais), Securities and Exchange Commission (SEC), Financial Industry Regulatory Authority (FINRA), New York Stock Exchange (NYSE) e Chicago Mercantile Exchange (CME), além da literatura especializada em HFT. A pesquisa aborda os benefícios e desafios do AT e do HFT, incluindo o aumento da liquidez e a possibilidade de manipulação de mercado e distorções de preços. Também explora o fenômeno da "liquidez fantasma" e suas implicações para a regulamentação. A monografia destaca a importância da regulamentação para garantir a integridade do mercado, proteger os investidores e promover a concorrência justa, considerando a Teoria da Regulação de Stigler. O estudo conclui que a regulamentação eficaz é crucial para garantir a estabilidade e a justiça nos mercados financeiros em um cenário de rápida evolução tecnológica.

Palavras-chave: negociação de alta frequência; negociação algorítmica; regulamentação financeira; mercado financeiro; manipulação de mercado.

ABSTRACT

This monograph investigates the need for regulation of high-frequency trading (HFT) technologies in the context of algorithmic trading (AT) in the Brazilian and U.S. stock markets. The study examines major projects and articles on the regulation of these technologies, comparing regulatory approaches between the two countries. The analysis covers data from the Brazilian Securities and Exchange Commission (CVM), B3, ANBIMA (Brazilian Financial and Capital Markets Association), Securities and Exchange Commission (SEC), Financial Industry Regulatory Authority (FINRA), New York Stock Exchange (NYSE), and Chicago Mercantile Exchange (CME), in addition to the specialized literature on HFT. The research addresses the benefits and challenges of AT and HFT, including increased liquidity and the possibility of market manipulation and price distortions. It also explores the phenomenon of "phantom liquidity" and its implications for regulation. The monograph highlights the importance of regulation to ensure market integrity, protect investors, and promote fair competition, considering the Theory of Economic Regulation by Stigler. The study concludes that effective regulation is crucial to ensure stability and fairness in financial markets in a rapidly evolving technological landscape.

Key-words: high-frequency trading; algorithmic trading; financial regulation; financial market; market manipulation.

LISTA DE SIGLAS

AT	<i>Algorithmic Trading</i>
ANBIMA	Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiros e de Capitais
B3	Brasil, Bolsa, Balcão
BM&F	Bolsa de Mercadorias e Futuros
CFTC	<i>Commodity Futures Trading Commission</i>
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
ET	<i>Electronic Trading</i>
FINRA	<i>Financial Industry Regulatory Authority</i>
HFT	<i>High Frequency Trading</i>
NAF	<i>National Futures Association</i>
NASDAQ	<i>National Association of Securities Dealers Automated Quotations</i>
NYSE	<i>New York Stock Exchange</i>
SEC	<i>Securities and Exchange Commission</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 <i>ALGORITHMIC TRADING</i>	14
2.2 REGULAÇÃO NOS MERCADOS FINANCEIROS	14
2.3 TEORIA DA REGULAÇÃO DE STIGLER	16
2.3.1 Liquidez Fantasma	17
2.3.2 Impactos no Mercado	18
2.3.3 Regulamentação	20
2.3.4 Desafios da Regulação de HFT à Luz da Teoria de Stigler	24
3 TECNOLOGIA NO MERCADO DE CAPITAIS	25
3.1 <i>ALGO TRADING</i> NO MERCADO DE CAPITAIS	25
3.2 <i>TECNOLOGIAS DE TRADING</i>	26
3.3 <i>HIGH FREQUENCY TRADING</i>	28
4 METODOLOGIA DE PESQUISA	30
5 RESULTADOS	32
5.1 PROPOSTAS FUTURAS	33
5.2 LIMITES DE VELOCIDADES	35
5.3 CONVERGÊNCIA DOS MERCADOS	36
5.4 PROTEÇÃO DOS INVESTIDORES	37
6 DISCUSSÃO	39
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

O avanço das tecnologias de telecomunicação e a digitalização mundial, nos últimos anos, trouxe diversos benefícios para vários campos da sociedade. Podemos verificar esses avanços nos mercados financeiros, onde seu desenvolvimento e a implementação de tecnologias trouxeram muitos benefícios à investidores, especuladores e aos diversos tipos de integrantes dos mercados (Nutiet *al.*, 2011). O acompanhamento dessa evolução exponencial, da modernização computacional e a mudança de como são negociados através dos mercados financeiros, vem se mostrando cada vez mais clara, através de um mercado altamente globalizado, competitivo, complexo e computadorizado.

A negociação algorítmica, também conhecida como *algorithmic trading* (AT) ou negociação automatizada, envolve o uso de algoritmos de computador para executar operações e realizar negociações nos mercados financeiros. Esses sistemas buscam capturar anomalias passageiras nos preços de mercado, lucrar com padrões estatísticos dentro ou entre os mercados financeiros, executar ordens de forma otimizada, disfarçar as intenções de um trader ou detectar e explorar as estratégias dos rivais (Chaboud *et al.*, 2009). A popularidade das negociações de alta frequência (HFT, na sigla em inglês) cresceu nos últimos dez anos, devido ao aumento exponencial do poder de computação (Kashera *et al.*, 2023). Esses algoritmos e mecanismos de AT já são responsáveis por mais de 40% de tudo que é comprado e vendido diariamente na bolsa de valores brasileira (Paraná, 2017).

O estudo da regulamentação do AT no mercado brasileiro é um tópico importante, pois pode fornecer informações valiosas sobre as últimas tendências e desenvolvimentos desta área. Tentaremos entender o impacto do AT no mercado e identificar quaisquer riscos ou desafios potenciais que precisam ser abordados para o desenvolvimento das regulamentações. No geral, o uso de AT no mercado de ações brasileiro é um fator chave na eficiência e segurança dos mercados, o monitoramento destes tipos de negociações e a regulação destas operações são a área de estudo desta pesquisa.

Revisões de literatura relacionadas discutem o AT no mundo real das finanças (Kirilenko *et al.*, 2017) e fornecem uma revisão inicial do AT no mercado financeiro do mundo real. Os autores reconhecem os tipos de negociações automatizadas, incluindo estratégias passivas

como *Market Making* (criação de mercado, provedor de liquidez), negociação arbitrária e negociação mais agressiva de alta frequência. Eles relatam eventos históricos importantes na era do AT, incluindo o *flash crash*, de 2010 (quando houve uma queda repentina do mercado americano), e casos de manipulação de alta frequência, como o *spoofing*. Finalmente, eles refletem sobre medidas regulatórias potenciais, particularmente em vista da presença de HFT, incluindo colisões de velocidade. Estratégias de HFT possuem a facilidade de encontrar distorções nos mercados e realizar várias operações e cancelamentos de ordens em milésimos de segundos com alta taxa de lucratividade (Beckhardt *et al.*, 2016).

A inserção do AT ocasionou uma mudança significativa na estrutura dos mercados em relação ao volume e à geração de liquidez, modificando o mercado como um todo, saindo de uma estrutura monopolista, em que era de difícil acesso, para um mercado aberto, em que grandes e pequenas empresas podem participar do sistema de formação de preços. O quadro dos mercados vem se modificando com o passar dos anos e, com isso, se percebe mudanças estruturais dos mercados, em que até as crises têm impactos diferentes nos mercados, e a expressividade de grandes *players* detentores de tecnologias de alta frequência tem ganhado cada vez mais espaços. Em 2010, as operações de HFT foram responsáveis por prover de cerca de 75% do volume americano (Biais; Woolley, 2012; Hendershott; Riordan, 2013). O AT envolve o uso de algoritmos de computador para executar negociações nos mercados financeiros. Esse tipo de negociação se tornou cada vez mais popular nos últimos anos, pois permite que *traders* e investidores façam uso mais eficiente e eficaz de seu tempo e recursos (Kirilenko *et al.*, 2017).

O estudo da regulação das tecnologias de HFT no mercado financeiro brasileiro se justifica por vários motivos. Como caracteriza Paraná (2017), o Brasil possui um mercado financeiro grande e sofisticado, com uma ampla gama de empresas listadas em suas bolsas de valores. O uso de AT neste mercado pode ajudar a melhorar a eficiência e a liquidez do mercado, o que pode beneficiar todos os participantes, incluindo investidores, *traders* e as próprias empresas. Em segundo lugar, o uso de AT pode ajudar a reduzir o impacto das emoções humanas e os preconceitos nas decisões de negociação. Ao confiar em algoritmos pré-determinados, *traders* e investidores podem tomar decisões mais objetivas e racionais, o que pode ajudar a evitar as armadilhas comuns da psicologia humana, como excesso de confiança, medo e ganância. Terceiro, o estudo do comércio de algo no mercado brasileiro pode fornecer informações valiosas sobre as últimas tendências e desenvolvimentos nesta área. Pode ajudar

os pesquisadores a entender o impacto do AT no mercado e identificar quaisquer riscos ou desafios potenciais que precisam ser abordados.

No geral, o estudo da negociação de algo no mercado de ações brasileiro é um tópico valioso e importante, com implicações significativas para a eficiência e eficácia do mercado. Uma das principais razões para a adoção do AT em mercados de ativos tem sido a velocidade de resposta mais rápida do que a humana ao lucro da negociação, e, portanto, tem sido uma questão de pesquisa inata o quanto os comerciantes algorítmicos lucram com a baixa latência, ou seja, o atraso mínimo de resposta (Kirilenko *et al.*, 2017).

Nas bolsas do mundo real, os ativos financeiros são negociados em mercados fragmentados, porque as autoridades reguladoras procuram impor a concorrência entre as bolsas para evitar taxas de monopólio para as transações. A fragmentação do mercado pode levar a situações nas quais um ativo idêntico é demandado ou oferecido a preços diferentes em locais diferentes, criando assim uma oportunidade de arbitragem. Os algoritmos, também, podem fornecer discrepâncias de preço de arbitragem entre um fundo de índice negociado em bolsa e os ativos que compõem o índice. Diferenças de preço similares podem surgir com dois ou vários fundos diferentes negociados em bolsa com base no mesmo índice ou entre um contrato financeiro derivativo e o ativo subjacente (Bao *et al.*, 2022).

Automação é, a princípio, mais rápida para explorar oportunidades de arbitragem do que as transmissões manuais e, portanto, os AT de arbitragem têm sido um dos mais frequentemente aplicados nos mercados financeiros (Kirilenko *et al.*, 2017). As manipulações de mercado sempre foram uma preocupação dos participantes do mercado (Putniņš, 2011).

Este estudo adotou uma abordagem exploratória e qualitativa para analisar as regulamentações e propostas de regulamentação sobre HFT no Brasil e nos Estados Unidos, entre 2010 e 2023. A pesquisa envolveu a coleta e análise de documentos oficiais de órgãos reguladores, como CVM, B3, ANBIMA, SEC, FINRA, NYSE e CME, buscando aprofundar o conhecimento sobre o tema e identificar padrões e tendências.

A análise de conteúdo dos documentos foi realizada a partir de categorias predefinidas, como limites de velocidade de execução, transparência, manipulação de mercado e proteção de

investidores. O objetivo foi identificar as principais disposições regulatórias, os objetivos da regulação e as convergências e divergências entre os dois países. A abordagem exploratória permitiu uma análise flexível e aberta a novas descobertas, enquanto a análise qualitativa possibilitou uma compreensão mais profunda do significado e das implicações das regulamentações.

A monografia está dividida em sete capítulos, além da introdução, referências e elementos pré-textuais. O primeiro capítulo introduz o tema da pesquisa, contextualizando o problema e apresentando a relevância do estudo. O segundo capítulo apresenta o referencial teórico, abordando os conceitos chave da pesquisa, como AT, HFT, liquidez fantasma e os impactos e a regulamentação dessas práticas. No terceiro capítulo, o contexto empírico da pesquisa é apresentado, com foco no uso de AT no mercado de capitais brasileiro e tecnologias de *trading*. O quarto capítulo descreve a metodologia da pesquisa, detalhando os procedimentos de coleta e análise de dados. O quinto capítulo revela os resultados da pesquisa, destacando propostas futuras, limites de velocidades, convergência dos mercados e proteção dos investidores. No sexto capítulo, os resultados são discutidos em relação ao referencial teórico e ao contexto empírico, aprofundando a análise e interpretação dos achados. Por fim, o sétimo capítulo conclui a monografia, resumindo os principais resultados e apresentando as considerações finais do estudo, incluindo suas contribuições e implicações para futuras pesquisas e para o campo regulatório.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ALGORITHMIC TRADING

Segundo Aldridge (2010), é importante diferenciar HFT dos conceitos de *Electronic Trading* (ET) e AT, dado que existe uma confusão entre os termos. O ET se refere à capacidade de transmissão de ordens apenas eletronicamente, diferente dos antigos pregões viva-voz e negociações via carta ou telefone. O AT utiliza complexos algoritmos para organizar o processo de execução de ordens. Já o HFT se refere à rápida realocação de capital, em que as transações podem ocorrer em milésimos de segundos. Para que as operações sejam flexíveis, muitos sistemas HFT são construídos utilizando algoritmos complexos para otimizar o envio de ordens, analisar dados obtidos e tomar as melhores decisões de compra e venda (Carlos *et al.*, 2013).

A integração financeira entre diferentes países, novas regulamentações e melhorias tecnológicas facilitaram o acesso aos mercados financeiros (Evans; Hnatkovska, 2014). O processo de aumento de liquidez através das tecnologias de AT e HFT estão cada vez mais presentes nos mercados. O ponto mais controverso dessas tecnologias que tem se tornado mais presentes que nunca nos mercados brasileiros e internacionais, são se esses tipos de negociações beneficiam ou prejudicam os mercados financeiros. As ATs podem atuar como operadores informados, estabelecendo preços de forma mais eficiente, reduzindo, assim, os custos de transação (Moriyasu; Wee; Yu, 2018).

No geral, a inclusão do AT, juntamente com suas tecnologias, como o HFT, aumenta a liquidez dos mercados de capitais. Dada a integração financeira entre diversos países, o avanço tecnológico tem facilitado o acesso dos mercados (Hendershott; Riordan, 2013).

2.2 REGULAÇÃO NOS MERCADOS FINANCEIROS

Nos últimos anos, o HFT se tornou uma força dominante nos mercados financeiros globais. Com transações executadas em milissegundos e algoritmos complexos projetados para identificar oportunidades em tempo real, o HFT revolucionou a dinâmica do mercado, oferecendo vantagens significativas em termos de velocidade, liquidez e eficiência de preços. No entanto, com a rápida ascensão do HFT, surgiram preocupações substanciais relacionadas

à estabilidade e à integridade dos mercados. O tópico da regulamentação do HFT é complexo e multidimensional. Iniciativas regulatórias no mundo são fundamentais para garantir que os mercados permaneçam justos, transparentes e eficientes (Chung; Lee, 2016). A proteção dos investidores é uma das principais preocupações dos reguladores em relação ao HFT. O *flash crash*, que ocorreu em 2010, quando o *Dow Jones Industrial Average* caiu quase 1.000 pontos (aproximadamente 9%) em minutos, ressalta os riscos de volatilidade extrema associados ao HFT. Regulamentações estão sendo desenvolvidas para evitar cenários semelhantes no futuro. Os reguladores enfrentam o desafio de equilibrar a inovação tecnológica com a estabilidade dos mercados financeiros.

O HFT é caracterizado por sua incrível velocidade de execução. Os algoritmos de HFT são capazes de tomar decisões e executar transações em uma fração de segundo, muitas vezes antes que os participantes do mercado humanos tenham a chance de reagir. Essa velocidade sem precedentes levanta questões sobre a igualdade no acesso às informações do mercado e a equidade das negociações. Reguladores em todo o mundo estão preocupados com a necessidade de garantir que todos os participantes do mercado tenham a mesma oportunidade de competir (Costa, 2018). A maioria das empresas de HFT usam alavancagem mínima, não acumula posições e, no final de cada dia de negociação, normalmente, liquida todas as posições (Brunzell, 2013).

A falta de transparência nas estratégias de HFT é uma preocupação importante. À medida que as transações de alta frequência ocorrem em milissegundos, os reguladores enfrentam desafios para monitorar e entender essas estratégias. A manipulação do mercado, por meio da disseminação de informações enganosas ou de estratégias que exploram brechas no mercado, é uma preocupação crítica (Blocher *et al.*, 2016).

Diferentes jurisdições têm abordado a regulamentação do HFT de maneiras distintas. Os reguladores dos EUA, como a SEC, Comissão de Valores Mobiliários dos EUA, têm adotado uma abordagem baseada em regras, buscando estabelecer diretrizes claras para as operações de HFT. Em contraste, a União Europeia optou por uma abordagem mais orientada a princípios, focando em salvaguardar a integridade do mercado. É importante ter abordagens regulatórias flexíveis, que possam se adaptar às mudanças tecnológicas e às inovações de tecnologias de HFT (Ait-Sahalia; Saglam, 2013).

2.3 TEORIA DA REGULAÇÃO DE STIGLER

A Teoria da Regulação de Stigler, proposta por George J. Stigler, em seu influente trabalho "*The Theory of Economic Regulation*", publicado em 1971, lançou as bases para a compreensão das dinâmicas da regulação econômica e sua relação com o setor privado. A teoria de Stigler postula que a regulação é frequentemente moldada e influenciada pelos próprios atores e indústrias que estão sujeitos a ela. Isso levanta questões críticas sobre como a regulação é aplicada aos mercados financeiros, incluindo as HFTs e a suas influências nos mercados.

Para compreender a teoria de Stigler e sua aplicação nos mercados financeiros, é essencial explorar alguns dos principais conceitos que ela apresenta:

Uma das ideias fundamentais da Teoria da Regulação de Stigler é a "captura regulatória". Isso ocorre quando as indústrias reguladas influenciam ou "capturam" os órgãos reguladores, para promover seus próprios interesses. No contexto dos mercados financeiros, isso significa que as empresas envolvidas em HFT podem buscar influenciar os reguladores para moldar as regras de acordo com seus objetivos específicos. As empresas de HFT têm interesse em influenciar regulamentações que podem afetar suas atividades (Chung; Lee, 2016).

Outro ponto central da teoria de Stigler é a ideia de que as empresas reguladas têm interesse em criar barreiras à entrada de novos concorrentes, limitando, assim, a competição no mercado. No contexto de HFT, a criação de barreiras à entrada pode ocorrer por meio de regulamentações complexas, que apenas empresas estabelecidas podem cumprir, ou ao difícil acesso à conexões de baixíssima latência nos mercados. Estudos examinam e apresentam como as empresas de HFT buscam criar vantagens competitivas, em parte por meio da influência regulatória (Payne, 2003).

A Teoria da Regulação de Stigler tem sido amplamente aplicada à análise dos mercados financeiros, especialmente no contexto de HFT e em suas tecnologias. As questões de regulamentação nos mercados financeiros se encaixam perfeitamente na estrutura conceitual de Stigler. Um aspecto crítico da aplicação da Teoria da Regulação de Stigler nos mercados de HFT é a questão da captura regulatória. O livro "*Flash Boys*" destaca casos em que empresas de HFT buscam influenciar reguladores para moldar regras que favorecem suas

estratégias de HFT, sendo essa prática realizada em um mercado já consolidado, como o mercado americano(Lewis, 2014).

A regulação nos mercados financeiros, quando não adequadamente controlada, pode ser usada por empresas de HFT para seu próprio benefício, criando barreiras à entrada e limitando a concorrência (Chung; Lee, 2016).

2.3.1 Liquidez Fantasma

O termo "liquidez fantasma" é uma expressão que se tornou cada vez mais relevante no campo financeiro, particularmente no contexto HFT. A "liquidez fantasma" se refere à presença aparente de ordens de compra ou venda nos mercados financeiros que, na realidade, não são executáveis e não contribuem para a verdadeira liquidez do mercado. Esta anomalia tem sido objeto de discussão e preocupação entre reguladores, investidores e acadêmicos, uma vez que pode ter implicações significativas para a estabilidade e a integridade dos mercados financeiros. Essa dinâmica preocupante das práticas de *quoting* em alta frequência e como essas práticas podem criar ilusões de liquidez (Blocher *et al.*, 2016). Também podemos encontrar a utilização do termo liquidez fantasma de modo a descrever essa dinâmica, pois sugere a presença de liquidez que, na realidade, não é acessível aos participantes do mercado, sendo uma ilusão.

O estudo não apenas identifica e analisa o fenômeno da liquidez fantasma relacionado ao HFT, mas, também, destaca suas implicações para a regulamentação do mercado financeiro. À medida que o HFT se tornou uma força dominante nos mercados globais, as preocupações com a manipulação do mercado, a volatilidade e a justiça nos mercados financeiros cresceram. Portanto, é crucial entender como as estratégias de HFT podem contribuir para a criação de liquidez fantasma e como essa questão pode ser abordada por meio de regulamentação eficaz.

O conceito de liquidez fantasma se refere à presença de ordens de compra e venda nos *order books* dos mercados financeiros, embora visíveis, são retiradas ou canceladas antes de serem efetivamente executadas. Isso cria uma ilusão de liquidez que pode ser explorada por operadores de HFT. Isso ocorre porque as ordens de HFT são frequentemente retiradas ou alteradas em milissegundos, antes que um investidor de varejo ou institucional possa

responder a elas. As ordens de HFT podem criar uma ilusão de liquidez, afetando a formação de preços e a execução de operações (Blocher *et al.*, 2016).

2.3.2 Impactos no Mercado

A presença de liquidez fantasma cria desafios significativos nos mercados financeiros, incluindo a distorção da formação de preços e a redução da qualidade da execução das ordens. Podemos encontrar evidências de que existe uma conexão entre liquidez fantasma e assimetria na liquidez e volatilidade se examinadas (Xiang; Zhu, 2014). Em destaque como as ordens de HFT podem influenciar a liquidez assimétrica e aumentar a volatilidade *intraday*, o que pode impactar adversamente os investidores tradicionais. Além disso, a relação entre liquidez fantasma e o *Flash Crash* de 2010 é colocada em questão, principalmente como o aumento da liquidez fantasma contribuiu para a rápida queda dos preços nesse evento, demonstrando como a presença desse tipo de liquidez pode ter grandes efeitos sistêmicos (Madhavan, 2012). Modelos teóricos de um estudo conduzido em vários países mostram que a atividade de AT aumenta a volatilidade em todo o mundo, apesar de uma redução nos *spreads* (Boehmer; Fong; Wu, 2018).

Ramos e Perlin (2020, p. 23), em um estudo sobre os efeitos das tecnologias de AT em mercados emergentes, apontam um efeito negativo na liquidez do mercado brasileiro.

[...]Embora a literatura financeira dedique esforços para compreender a relação entre a TA e os mercados financeiros, pouca atenção foi dada aos mercados emergentes. Apresentamos a primeira evidência dessa relação para o mercado acionário brasileiro, mostrando que a TA afeta negativamente duas medidas de liquidez e aumenta a uniformidade da liquidez.

A presença de liquidez fantasma, como outras TAs nos mercados, pode afetar as formações de preços. A rápida entrada e saída de ordens de HFT pode levar a flutuações de preços abruptas e imprevisíveis, impactando outros participantes do mercado. Para as empresas de HFT, a liquidez fantasma pode oferecer oportunidades de lucro. Eles podem detectar as intenções de negociação de outros participantes e agir com base nessa informação e ter benefícios e mensurar riscos das estratégias de HFT em relação à liquidez (Baron *et al.*, 2019). A liquidez fantasma tem vários efeitos nos mercados financeiros, que variam de acordo com a perspectiva do participante. Para investidores de varejo e gestores de fundos mútuos, a liquidez fantasma pode ser problemática. Eles podem ver ordens aparentemente

executáveis desaparecer antes de serem preenchidas, o que pode resultar em custos de execução mais altos.

As estratégias de HFT muitas vezes envolvem a colocação de ordens com o objetivo de detectar a intenção de negociação de outros participantes do mercado. Isso pode levar ao comportamento de “*front-running*”, no qual as ordens de HFT são colocadas antes das ordens dos investidores, criando a ilusão de liquidez antes de serem retiradas (Aït-Sahalia; Saglam, 2013). Se nota, também, que a infraestrutura tecnológica de alta velocidade dos mercados financeiros desempenha um papel fundamental na criação de liquidez fantasma. A capacidade de colocar, modificar ou retirar ordens em milissegundos é uma característica distintiva dos mercados modernos (Hasbrouck; Saar, 2013).

Para Biais, Foucault e Moinas (2015), as HFT geram a possibilidade de ganhos significativos para os investidores, permitindo-lhes buscar cotações atrativas de forma mais eficiente. No entanto, ressaltam que, também, podem criar externalidades negativas. Os autores argumentam que as instituições que investem em tecnologias de negociação rápida não internalizam essas externalidades, levando a um investimento excessivo nesse tipo de tecnologia. Eles propõem que a maximização do bem-estar utilitário seja alcançada através da coexistência de *traders* rápidos e lentos em um mercado único, juntamente com a imposição de impostos pigouvianos¹ sobre o investimento em tecnologia de negociação rápida. Salles e Matias (2022) afirmam que o imposto pigouviano visa equalizar os custos marginais sociais e privados da produção, sendo adicionado ao preço para incorporar a diferença entre esses custos.

Dentre as diversas externalidades negativas que as tecnologias de HFT podem gerar, são destacadas essas por (Biais; Foucault; Moinas, 2015):

1. *Front running*: os *traders* rápidos têm a capacidade de obter informações privilegiadas antes dos *traders* mais lentos, o que pode resultar em *front running*, os *traders* lentos são prejudicados ao negociar com os *traders* rápidos que possuem informações vantajosas.

¹Os impostos Pigouvianos, nomeados em homenagem ao economista britânico Arthur Pigou, são uma forma de tributação utilizada para corrigir externalidades negativas associadas a determinadas atividades econômicas. Esses impostos são aplicados quando a produção ou o consumo de um bem gera custos indiretos para terceiros que não são levados em consideração pelo mercado.

2. Volatilidade excessiva: o uso intensivo de tecnologias de negociação rápida pode aumentar a volatilidade do mercado, levando a oscilações de preços mais bruscas e imprevisíveis, o que pode prejudicar a estabilidade e a eficiência do mercado.
3. Fragmentação do mercado: a proliferação de tecnologias de negociação rápida pode contribuir para a fragmentação do mercado, com a existência de múltiplos locais de negociação e uma dispersão de liquidez, o que pode dificultar a formação de preços eficiente e a busca por cotações atraentes.
4. Desigualdade de acesso: nem todos os participantes do mercado têm acesso igualitário às tecnologias de negociação rápida, o que pode criar disparidades na capacidade de competir e obter informações, gerando assimetrias e distorções no mercado.

Essas externalidades negativas destacam a importância de se considerar os impactos não apenas individuais, mas, também, sistêmicos das tecnologias de HFT, e ressaltam a necessidade de políticas e regulamentações adequadas para mitigar esses efeitos indesejados no mercado financeiro.

2.3.3 Regulamentação

A liquidez fantasma destaca a importância da regulamentação eficaz nos mercados financeiros (Blocher *et al.*, 2016). A presença de liquidez fantasma pode levantar questões de manipulação de mercado e concorrência desleal. Reguladores financeiros em todo o mundo estão cientes desses desafios (Chung; Lee, 2016). Estudos discutem as iniciativas regulatórias que visam lidar com a liquidez fantasma e proteger os interesses dos investidores. Essas regulamentações variam de requisitos de transparência a restrições sobre o cancelamento de ordens. A pesquisa realizada, até agora, contribui para o entendimento dos desafios regulatórios associados à liquidez fantasma e serve como base para futuros desenvolvimentos na regulamentação dos mercados financeiros.

Já para Brunzell (2013), decisão de não regular o HFT também pode ter suas justificativas, tais como a preservação da inovação e da competitividade no mercado financeiro, a manutenção da eficiência e liquidez proporcionadas pelas operações de HFT e a minimização de possíveis impactos negativos sobre a dinâmica do mercado. Esses argumentos destacam a

complexidade da questão e a necessidade de equilibrar os potenciais benefícios e desafios associados ao HFT.

A não regulamentação do HFT pode ser defendida com base na ideia de que a intervenção excessiva do governo pode prejudicar a inovação e a livre concorrência, limitando o potencial de crescimento e desenvolvimento do setor financeiro. A manutenção de um ambiente regulatório mais flexível pode permitir que os participantes do mercado se adaptem rapidamente às mudanças e inovações tecnológicas, promovendo a eficiência e a competitividade (Brunzell, 2013).

Reguladores financeiros em todo o mundo estão buscando medidas para combater a liquidez fantasma. Uma abordagem comum é exigir que as ordens sejam mantidas por um período mínimo antes de serem canceladas, impedindo estratégias de HFT que dependem de ordens de curta duração. Além disso, reguladores estão avaliando requisitos de transparência que exigiriam que os operadores de HFT revelem suas estratégias e atividades de negociação de maneira mais detalhada (Hasbrouck; Saar, 2013). Existindo a necessidade de regulamentação destinada a aumentar a transparência nas estratégias de HFT, com o intuito de reduzir a liquidez fantasma.

Krugman (2009) apresenta a indignação dos americanos em relação a *Wall Street*, destacando as ações prejudiciais do setor financeiro que levaram à crise econômica. Ele expõe que a necessidade de regulamentação dessas tecnologias no setor financeiro é crucial para proteger os interesses públicos, prevenir crises financeiras, promover transparência e responsabilidade, e garantir equidade e justiça no sistema. Regras claras e monitoramento eficaz são essenciais para evitar práticas prejudiciais, como o uso de informações privilegiadas e a manipulação do mercado, que podem impactar negativamente a economia e a confiança no sistema financeiro. A regulamentação é fundamental para manter a estabilidade econômica, proteger os contribuintes e promover um ambiente financeiro mais transparente, justo e equitativo.

Os conflitos de interesse também são uma preocupação quando se trata da proteção dos investidores. Diante disso, faz-se necessário considerar a importância da regulamentação na mitigação de conflitos de interesse entre participantes do mercado (Stigler, 1971). Os operadores de HFT, muitas vezes, têm informações privilegiadas e podem tirar proveito de sua velocidade para obter lucros à custa de outros investidores. Regulamentos que exigem a

divulgação de conflitos de interesse e a promoção de práticas éticas são fundamentais para proteger os investidores. Os investidores precisam ter confiança de que estão operando em um mercado onde os interesses de todos são considerados.

A implementação eficaz da regulamentação relacionada à liquidez fantasma apresenta desafios significativos. A rápida evolução das estratégias de HFT e a necessidade de adaptar as regulamentações às novas táticas tornam esse processo complexo. Além disso, a colaboração internacional é essencial, pois as práticas de HFT transcendem fronteiras. Os reguladores precisam coordenar esforços para garantir a coerência nas regulamentações em todo o mundo (Aït-Sahalia; Saglam, 2013).

A regulação das tecnologias de HFT é um desafio complexo. Os reguladores precisam equilibrar a promoção da eficiência do mercado com a proteção dos investidores e a integridade do mercado. Um aspecto fundamental da regulação é a criação de regras de mercado que promovam a transparência e limitem práticas que geram liquidez fantasma. Isso envolve a definição de limites para o cancelamento de ordens e o monitoramento de atividades suspeitas (Bessembinder, 2003). A inclusão de regras de mercado afeta diretamente a liquidez. A regulação de tecnologias de HFT enfrenta desafios significativos, incluindo a necessidade de compreender as complexas estratégias de HFT e a rápida evolução da tecnologia de mercado.

A regulamentação do HFT é uma tarefa árdua devido à rápida evolução das táticas (Henning, 2014). Outro grande desafio para o processo regulatório é a proteção dos investidores, que é uma preocupação primordial na regulação da liquidez fantasma. Os reguladores devem garantir que os investidores de varejo não sejam prejudicados por ordens que desaparecem rapidamente e que as práticas de operações de HFT não resultem em vantagens injustas.

A liquidez fantasma representa um risco significativo para a proteção dos investidores. Investidores tradicionais podem ser afetados negativamente por práticas de operações de HFT que manipulam a percepção de liquidez. Isso pode resultar em decisões de negociação prejudiciais e perdas financeiras. A regulamentação visa proteger os investidores, garantindo que eles tenham acesso a informações de mercado precisas e justas (Stigler, 1971).

A proteção dos investidores é uma das principais preocupações dos reguladores de mercados financeiros, ao lidar com a liquidez fantasma no contexto do HFT. Estudos relatam casos em

que investidores institucionais foram prejudicados por estratégias de HFT que detectavam suas intenções de negociação e exploravam a falta de transparência do mercado (Lewis, 2014). Isso resultou em perdas financeiras substanciais para esses investidores, destacando a necessidade de regulamentação e a regulação o quanto antes dessas práticas.

A proteção dos investidores requer um ambiente de mercado transparente e justo. A falta de transparência nas práticas de operações de HFT pode prejudicar gravemente os investidores que não têm informações privilegiadas sobre a liquidez do mercado. A regulamentação pode promover a transparência, garantindo que os operadores de HFT revelem suas estratégias e atividades de negociação (Hasbrouck; Saar, 2013).

A coordenação entre reguladores é fundamental para garantir a transparência e a justiça nos mercados (Ait-Sahalia; Saglam, 2013). A regulamentação deve ser projetada para garantir que todos os investidores tenham acesso igual a informações de mercado, minimizando, assim, as oportunidades de exploração de investidores desinformados. A regulação precisa encontrar um equilíbrio entre promover a eficiência do mercado e proteger os interesses dos investidores e a integridade do mercado. Além disso, deve ser flexível o suficiente para se adaptar à evolução rápida e constante dos mercados financeiros e das tecnologias envolvidas.

Além das regulamentações, a educação e conscientização dos investidores desempenham um papel vital na proteção contra os desafios das tecnologias de HFT. Os investidores devem entender as complexidades dos mercados modernos, incluindo o impacto das estratégias de HFT. A educação dos investidores pode capacitá-los a tomar decisões mais informadas (Henning, 2014).

A proteção dos investidores contra os desafios da liquidez fantasma exige uma abordagem multifacetada, que inclui regulamentação eficaz, transparência, prevenção da manipulação de preços, mitigação de conflitos de interesse e educação. A colaboração entre reguladores, participantes do mercado e investidores é fundamental para alcançar um equilíbrio entre inovação e segurança nos mercados financeiros. A regulamentação desempenha um papel crítico na garantia de que a liquidez fantasma dentre outras tecnologias HFT não comprometa a integridade dos mercados, nem prejudique os investidores.

2.3.4 Desafios da Regulação de HFT à Luz da Teoria de Stigler

A aplicação da Teoria da Regulação de Stigler aos mercados de HFT também lança luz sobre os desafios enfrentados pelos reguladores. Reguladores devem encontrar maneiras de monitorar empresas de HFT de perto, a fim de evitar a captura regulatória e garantir que as regulamentações promovam a concorrência justa (Xiang; Zhu, 2014).

Outro desafio é criar regulamentações que equilibrem a necessidade de inovação e eficiência com a proteção dos investidores e a integridade do mercado. Os reguladores devem garantir que as regulamentações não criem barreiras à entrada injustas. A Teoria da Regulação de Stigler fornece uma lente valiosa para analisar os desafios enfrentados pelos reguladores à medida que tentam controlar as práticas de HFT, dado o novo cenário na qual está implementada essas novas práticas, como o novo desafio de lidar com a liquidez fantasma. Ela destaca a importância de uma regulamentação eficaz que seja resistente à captura regulatória e que promova a competição justa nos mercados financeiros.

3 TECNOLOGIA NO MERCADO DE CAPITAIS

3.1 ALGO TRADING NO MERCADO DE CAPITAIS

O AT é um desenvolvimento relativamente novo nos mercados financeiros, que ganhou popularidade significativa nos últimos anos, devido aos avanços na tecnologia de computadores e à disponibilidade de grandes quantidades de dados de mercado. Eventos históricos importantes na era do comércio de máquinas, incluindo o *flash crash*, em 2010, e casos de manipulação de alta frequência, como a falsificação, poderia ser evitados com medidas regulatórias potenciais, particularmente em vista da presença de algoritmos de HFT, incluindo colisões de velocidade e impostos (Goldstein; Kumar; Graves, 2014; Kirilenko et al., 2017).

Existem várias vantagens importantes no AT no mercado de ações. Um dos principais benefícios é que pode ajudar a reduzir o impacto das emoções e preconceitos humanos nas decisões de negociação (Beckhardt et al., 2016). Ao automatizar o processo de tomada de decisão, o AT pode ajudar os *traders* a evitar decisões impulsivas ou irracionais com base em suas emoções. Isso pode ajudar a tornar o mercado mais eficiente e reduzir o potencial de volatilidade ou instabilidade. O AT permite que os *traders* executem um grande número de negociações de forma rápida e eficiente (Goldstein; Kumar; Graves, 2014).

Isso pode ser particularmente útil no mercado de ações, onde os preços podem mudar rapidamente e as oportunidades de negociação podem ir e vir em questão de segundos. Usando algoritmos avançados e redes de comunicação de alta velocidade, os *traders* algorítmicos podem identificar e agir rapidamente em oportunidades de negociação, permitindo que eles aproveitem os movimentos do mercado e façam negociações lucrativas (Angerer; Neugebauer; Shachat, 2023).

O AT se tornou uma parte importante do mercado de ações e, provavelmente, continuará a desempenhar um papel significativo no futuro. Embora existam algumas preocupações sobre os riscos e desvantagens potenciais do AT, o consenso é que ele pode ajudar a tornar o mercado mais eficiente e fornecer benefícios significativos para *traders* e investidores. Esses algoritmos são projetados para analisar dados de mercado e tomar decisões de negociação com base em um conjunto predefinido de regras e critérios.

Ele oferece vários benefícios em relação à negociação manual tradicional, incluindo maior velocidade e precisão na execução da negociação, custos de transação reduzidos e gerenciamento de riscos e conformidade aprimorados. Para Angerer, Neugebauer e Shachat (2019), AT também está associado a vários desafios e riscos. Por exemplo, a complexidade e a falta de transparência dos algoritmos podem dificultar a compreensão e a previsão dos movimentos do mercado. Além disso, o uso de algoritmos pode criar potenciais conflitos de interesse entre *traders* e investidores e pode levar a erros ou mau funcionamento que podem atrapalhar os mercados e causar perdas.

OAT está sujeito as regulamentações e supervisão dos mercados para ajudar a gerenciar esses riscos. Reguladores e órgãos do setor desenvolveram as melhores práticas e padrões para AT e monitoram as atividades do mercado para identificar e resolver possíveis problemas. OAT é um campo complexo e em evolução e requer consideração cuidadosa e gerenciamento de seus riscos e benefícios.

3.2 TECNOLOGIAS DE *TRADING*

A computação quântica tem atraído crescente atenção de governos, empresas e indústrias por suas promessas tecnológicas. Mesmo que um computador quântico com correção de erros ainda não seja uma realidade, os panoramas traçados por empresas do setor mostram que tal feito pode ser alcançado (Canabarro *et al.*, 2022).

As principais características da utilização de tecnologia, como o HFT, é o resultado de pequenos ganhos, porém ocorrendo de forma constante e em grandes volumes, aumentando drasticamente a liquidez de diversos ativos nos mercados de capitais. Em mercados mais consolidados, como o mercado americano, um exemplo da CME, existe uma ampla concorrência e a ampla utilização de AT nesses mercados aumenta mais ainda a competição, diminuindo cada vez mais a margem de lucro das firmas. O mercado brasileiro, mais precisamente o mercado de futuros da Bovespa, ainda possui uma grande margem para o desenvolvimento de estratégias de HFT (Paraná, 2017).

Outra tecnologia implementada em mercados já consolidados é o formato de *trading* via *co-location*, que é aplicado através do sistema de AT para realizar operações que necessitam de

baixa latência, sendo executadas de forma mais rápida que o formato comum do *home broker*, utilizado pela grande maioria dos investidores. Instituições de pequeno e grande porte que possuem algoritmos desenvolvidos para realizar operações de *co-location*, utilizam plataformas próximas ao centro de ordens, gerando baixa latência e maior eficiência nas operações. O mercado brasileiro está muito atrás dos mercados já consolidados, porém a tecnologia do *co-location* foi implementada na bolsa brasileira, entre 2009 e 2010, nos segmentos BM&F e Bovespa. Esta modalidade atraiu, principalmente, grandes *players* institucionais nacionais e estrangeiros, operando por meio do HFT e dos ATs (Paraná, 2017).

No contexto de negociação de alta frequência, o *co-location* refere-se à prática de localizar servidores de computador e outros equipamentos de negociação próximos aos servidores e equipamentos de um mercado financeiro ou bolsa. Isso permite que as empresas de HFT reduzam o tempo que leva para que seus negócios sejam executados, minimizando a distância que os dados de negociação precisam percorrer entre os equipamentos da empresa de HFT e os equipamentos do mercado.

O *co-location* é um aspecto importante do HFT, pois a velocidade com que as negociações podem ser executadas é um fator chave na lucratividade das estratégias de HFT (Beckhardt et al., 2016). Ao localizar seus equipamentos próximos aos equipamentos do mercado, as empresas de HFT podem reduzir o tempo que leva para que seus negócios sejam executados, permitindo-lhes aproveitar pequenas discrepâncias de preços e outras oportunidades comerciais que podem existir apenas por um período muito curto de tempo. O *co-location* é, normalmente, fornecido pelo mercado financeiro ou bolsa, na forma de um centro de dados dedicado ou outra instalação. Essas instalações são projetadas para fornecer às empresas de HFT acesso aos servidores e equipamentos do mercado, bem como um ambiente seguro e estável para seus próprios equipamentos. As empresas de HFT normalmente pagam uma taxa pelo privilégio de colocar seus equipamentos nessas instalações. O uso de *co-location* se tornou um aspecto controverso do HFT, pois alguns críticos argumentam que isso dá às empresas de HFT uma vantagem injusta sobre outros participantes do mercado. Eles argumentam que a capacidade das firmas de HFT de localizar seus equipamentos próximos aos equipamentos do mercado lhes dão uma vantagem em termos de velocidade, permitindo-lhes executar negócios mais rapidamente do que outros participantes do mercado. No entanto, os defensores do *co-location* argumentam que ele ajuda a nivelar o campo de atuação,

permitindo que todos os participantes do mercado acessem as mesmas redes de comunicação de alta velocidade e outras infraestruturas.

3.3 HIGH FREQUENCY TRADING

As negociações realizadas, atualmente, de forma computacional, inclusive por AT e HFT, é a característica predominante nos mercados financeiros atuais, devido aos avanços tecnológicos e desenvolvimentos da estrutura de mercado. São tipos de negociações que envolvem o uso de algoritmos de computador avançados para analisar dados de mercado e fazer negociações rápidas de títulos nos mercados financeiros. O HFT envolve a execução de um grande número de transações em um período muito curto de tempo, geralmente na faixa de milissegundos a segundos. O objetivo do HFT é lucrar com pequenos movimentos de preços em títulos, comprando e vendendo grandes volumes de títulos em uma velocidade muito alta.

O HFT é possível graças ao uso de tecnologia de computador sofisticada e redes de comunicação de alta velocidade. Os algoritmos HFT são projetados para analisar dados de mercado e identificar oportunidades de negociação em tempo real (Goldstein; Kumar; Graves, 2014). Esses algoritmos são capazes de tomar decisões e executar negócios mais rapidamente do que os operadores humanos, permitindo que as empresas de HFT aproveitem pequenas discrepâncias de preços e outras oportunidades comerciais que podem existir apenas por um período muito curto de tempo.

O HFT se tornou uma prática controversa nos mercados financeiros, devido a preocupações de que possa ser usado para manipular preços e criar instabilidade nos mercados. O HFT foi associado a alguns desastres do mercado financeiro de alto nível, como o "*flash crash*", de 2010, no mercado de ações dos EUA, onde os algoritmos do HFT teriam contribuído para uma queda repentina e dramática nos preços das ações (Paraná, 2017).

No entanto, os defensores do HFT argumentam que ele adiciona liquidez aos mercados e ajuda a tornar os preços mais eficientes (Martini, 2015). Eles argumentam que as firmas de HFT fornecem liquidez importante aos mercados, tornando mais fácil para compradores e vendedores se encontrarem e negociarem a preços justos. Além disso, eles argumentam que o uso de algoritmos avançados e tecnologia em HFT pode ajudar a reduzir o impacto das emoções humanas e vieses nas decisões de negociação, tornando os mercados mais racionais e eficientes. O HFT tem crescido substancialmente nos últimos anos, devido aos rápidos

desenvolvimentos tecnológicos e sua rápida aceitação, particularmente nos mercados de ações. Apesar das percepções negativas comumente mantidas, as evidências disponíveis indicam que o HFT e o AT podem ter vários efeitos benéficos nos mercados (Kirilenko *et al.*, 2017).

Entretanto, esses tipos de negociação podem causar instabilidades nos mercados financeiros em circunstâncias específicas. Medidas regulatórias, cuidadosamente escolhidas, são necessárias para resolver as preocupações a curto prazo (Martini, 2015). O debate sobre HFT continua em andamento, com alguns defendendo uma regulamentação mais rígida da prática, enquanto outros defendem uma abordagem mais permissiva. Apesar da controvérsia, o HFT continua a desempenhar um papel significativo nos mercados financeiros, com as empresas de HFT respondendo por uma grande proporção do volume negociado em muitos mercados.

4 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia utilizada nessa pesquisa foi o estudo exploratório qualitativo. A pesquisa exploratória é utilizada quando o objetivo é proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses (Gil, 2008). Esta pesquisa teve o foco em aprofundar o conhecimento sobre as regulamentações e propostas de regulamentação de HFT em dois países com diferentes contextos e abordagens, a fim de identificar padrões, tendências e relações entre os dados coletados. A abordagem qualitativa na pesquisa se manifesta na análise minuciosa do conteúdo dos documentos regulatórios e propostas de regulamentação. Essa análise vai além da simples identificação de informações, buscando interpretar o significado, as nuances e as implicações das regulamentações para o mercado financeiro.

Neste estudo, foi realizado um levantamento de dados oficiais, como documentos regulatórios, relatórios de agências reguladoras e outras fontes relevantes. A coleta de informações ocorreu no período de 30 de outubro à 26 de novembro de 2023, envolvendo sites oficiais, brasileiros e americanos, onde foram encontrados 228 documentos encontrados, que possuíam um dos seguintes termos: HFT, *High Frequency Trading*, alta frequência, *Algorithmic trading*, AT, *Algo Trading*, negociação algorítmica e *co-location*. Onde foram analisados, através da leitura criteriosa, onde tinha como objetivo identificar os principais temas, conceitos e argumentos; codificação e categorização, para organizar e sistematizar as informações extraídas dos documentos; identificar padrões, tendências e relações entre os documentos analisados; e interpretar os resultados à luz da literatura existente e do contexto regulatório de cada país, buscando contribuir para o debate sobre a regulamentação do HFT.

A codificação e categorização das informações extraídas dos documentos, com base em categorias de análise predefinidas, facilitam a organização e a interpretação dos dados, permitindo identificar padrões, tendências e relações entre as diferentes áreas(GIL, 2008).

A pesquisa tem como principal objetivo analisar e comparar as regulamentações e propostas de regulamentação relacionadas ao HFT no Brasil e nos Estados Unidos. A escolha desses países se justifica pela relevância do HFT em seus mercados financeiros e pelas diferentes abordagens regulatórias adotadas.

A pesquisa utiliza uma abordagem qualitativa e exploratória, baseada na análise de conteúdo de documentos regulatórios, propostas de regulamentação, relatórios de agências reguladoras e outras fontes relevantes. Os documentos foram selecionados com base nos seguintes critérios:

- (i) Serem publicados entre 2010 e 2023;
- (ii) Tratarem de temas relacionados ao HFT, como limites de velocidade de execução, transparência, manipulação de mercado e proteção de investidores; e
 - a) Limites de velocidade de execução: presença ou ausência de limites, tipos de limites, mecanismos de controle.
 - b) Transparência: requisitos de divulgação de informações, regras de acesso a dados de mercado.
 - c) Manipulação de mercado: definições de práticas abusivas, mecanismos de prevenção e detecção, sanções.
 - d) Proteção de investidores: mecanismos de proteção, requisitos de divulgação de informações, educação financeira.
- (iii) Serem provenientes de fontes oficiais, como a Comissão de Valores Mobiliários (CVM), Brasil, Bolsa, Balcão (B3), Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiros e de Capitais (ANBIMA), *Securities and Exchange Commission (SEC)*, *Commodity Futures Trading Commission (CFTC)*, *Financial Industry Regulatory Authority (FINRA)*, *New York Stock Exchange (NYSE)*, *National Futures Association (NFA)* e *Chicago Mercantile Exchange (CME)*.

A análise de conteúdo foi realizada por meio da leitura e codificação dos documentos, buscando identificar as principais disposições regulatórias, os objetivos da regulação e as possíveis convergências e divergências entre os dois países. As limitações da pesquisa incluem a possível falta de acesso à documentos confidenciais.

5 RESULTADOS

A SEC, no mercado americano, estabeleceu uma série de regras para as negociações e possui projetos para o melhor monitoramento e controle sobre a velocidade de execução das ordens, a transparência e a manipulação de preços. No Brasil, possuímos a CVM, que é responsável pela regulamentação do nosso mercado. A CVM, também, estabeleceu uma série de regras para os ativos negociados na bolsa brasileira, porém, mesmo tendo um grande avanço nas regras e diretrizes voltadas para o controle da transparência e a manipulação de preços, ainda não possui regulamentações sobre a velocidade de execução das ordens. Os mercados financeiros dos Estados Unidos e do Brasil são estruturados de forma diferente. O mercado financeiro dos Estados Unidos é o maior do mundo, com uma variedade de participantes, incluindo empresas, investidores individuais e governos.

O mercado financeiro dos Estados Unidos é dividido em dois principais segmentos: o mercado de capitais e o mercado de títulos. O mercado de capitais é onde as empresas e os governos emitem títulos para levantar capital. O mercado de títulos é onde os investidores compram e vendem títulos já emitidos. O mercado de capitais dos Estados Unidos é o maior do mundo. Em 2022, o valor de mercado das ações listadas nas bolsas de valores dos Estados Unidos era de mais de US\$ 40 trilhões. O mercado de títulos dos Estados Unidos, também, é o maior do mundo. Em 2022, o valor de mercado dos títulos emitidos pelo governo dos Estados Unidos era de mais de US\$ 25 trilhões. O mercado financeiro do Brasil é menor do que o mercado financeiro dos Estados Unidos, mas está crescendo rapidamente e evoluindo de forma exponencial com o passar do tempo.

Temos que, no mercado financeiro dos Estados Unidos, as principais instituições regulatórias são a SEC, FINRA, NYSE e a CME. A SEC é responsável pela regulamentação de todo o mercado financeiro dos Estados Unidos, enquanto a FINRA é responsável pela regulamentação das corretoras de valores. A NYSE é a principal bolsa de valores dos Estados Unidos, enquanto a CME é a principal bolsa de futuros dos Estados Unidos.

Quando estamos tratando do Brasil, o mercado financeiro do Brasil é dividido em dois principais segmentos: o mercado de capitais e o mercado de câmbio. O mercado de capitais do Brasil é onde as empresas e os governos emitem títulos para levantar capital. O mercado

de câmbio do Brasil é onde os investidores compram e vendem moedas estrangeiras. O mercado de capitais do Brasil é menor do que o mercado de capitais dos Estados Unidos, mas está crescendo rapidamente. Em 2022, o valor de mercado das ações listadas na B3 era de mais de R\$ 2 trilhões. O mercado de câmbio do Brasil também é muito menor do que o mercado de câmbio dos Estados Unidos, mas está crescendo rapidamente nos últimos anos. Em 2022, o volume de negociação de moedas estrangeiras na B3 foi de mais de US\$ 1 trilhão.

As principais instituições regulatórias são a CVM, a Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiros e de Capitais (ANBIMA) e a Brasil, Bolsa, Balcão (B3). A CVM é responsável pela regulamentação de todo o mercado financeiro do Brasil, enquanto a ANBIMA é uma associação que representa as instituições financeiras brasileiras. A B3 é a bolsa de valores e de futuros do Brasil. Foi encontrado nos documentos analisados que a B3 possui um programa de *compliance* robusto, com o objetivo de prevenir e combater irregularidades no mercado. A B3 conta com um departamento de auditoria interna, que realiza investigações sobre denúncias de irregularidades. Além disso, a B3, também, possui um programa de cooperação com autoridades reguladoras (principalmente a CVM), compartilhando informações e colaborando com investigações. É possível que ainda existam irregularidades no mercado que não sejam divulgadas publicamente. A B3 pode estar investigando casos de irregularidades, mas não ter concluído as investigações ou não ter encontrado evidências suficientes para ter um veredito dos reguladores.

5.1 PROPOSTAS FUTURAS

No cenário em que se observa a falta de regulamentações específicas para o HFT nos países sob análise, destaca-se a relevância das propostas apresentadas pela SEC dos Estados Unidos. Através de um documento em tramitação, uma *Proposed Rule* e datada de 01/20/2023, a SEC delineia uma série de mudanças substanciais nos requisitos de divulgação para execuções de ordens em ações do Sistema Nacional de Mercado (NMS). Essa proposta, discutida no Release No. 34-96493 e identificada pelo File No. S7-29-22, aponta para uma ampliação no escopo das entidades obrigadas a fornecer relatórios mensais de qualidade de execução. Essa expansão inclui corretoras com um número maior de clientes, indicando uma abordagem proativa da SEC para envolver uma gama mais abrangente de participantes do mercado nas exigências regulatórias.

No âmbito da proteção dos investidores, a proposta não se restringe apenas ao aprimoramento da transparência; ela busca, adicionalmente, promover uma competição mais robusta entre os centros de mercado e os corretores. Aumentando as informações disponíveis para os investidores, a SEC visa empoderar ainda mais os participantes do mercado na tomada de decisões informadas, o que contribui para a salvaguarda dos interesses dos investidores. As modificações propostas vão além da inclusão de participantes e envolvem a redefinição da “ordem coberta” para incorporar certas ordens enviadas fora do horário normal de negociação e com preços de parada específicos. Essas alterações indicam uma resposta proativa da SEC à dinâmica do mercado, adaptando suas regulamentações para acomodar práticas de negociação emergentes. Ao ajustar as informações exigidas pelos relatórios, categorizando ordens por tamanho e tipo, e incorporando indicadores aprimorados de qualidade de execução, como *spread* efetivo, *spread* realizado e tempo de execução, a proposta evidencia um compromisso com a eficiência e integridade do mercado.

Essas categorizações mais refinadas visam fornecer uma visão mais granular das práticas de execução, contribuindo para uma compreensão mais holística da dinâmica do mercado. A proposta, também, destaca a importância da acessibilidade dos relatórios, estipulando que todas as entidades devem divulgar um resumo de qualidade de execução. Esse requisito adicional enfatiza a ênfase contínua da SEC na comunicação transparente e acessível de informações, promovendo assim a integridade e estrutura do mercado financeiro.

Desse modo, a análise das propostas da SEC aponta para uma abordagem proativa e dinâmica na proteção dos investidores, garantindo eficiência e promovendo a integridade do sistema financeiro. Essas iniciativas, também, indicam a capacidade dos órgãos reguladores de ajustar suas estratégias em resposta às mudanças nas práticas de negociação e avanços tecnológicos, alinhando-se, assim, aos princípios fundamentais da regulação financeira.

No contexto brasileiro, especificamente na B3, se observa uma abordagem diferenciada em relação ao HFT, por meio do Programa de Incentivo para investidores de alta frequência. Atualmente, não há uma regulamentação específica para o HFT na B3, mas a Bolsa introduziu esse programa como uma iniciativa para fomentar a negociação de alta frequência no mercado brasileiro. O Programa de Incentivo da B3 é direcionado à investidores interessados em realizar HFT, oferecendo tarifas reduzidas como incentivo. A B3 opta por

estimular a participação de investidores de alta frequência por meio de benefícios tarifários. Essa abordagem demonstra uma flexibilidade e adaptação às demandas do mercado, incentivando uma maior atividade de negociação, sem restringir excessivamente as práticas comerciais.

O Programa de Incentivo da B3 não apenas oferece tarifas reduzidas, mas, também, simplifica o processo de adesão para os investidores interessados. Ao solicitar a inclusão no programa através de seus participantes de negociação, os investidores podem se beneficiar de tarifas mais vantajosas, criando um ambiente propício para o HFT. Seu Programa de Incentivo demonstra uma abordagem proativa para atrair investidores e promover a atividade de alta frequência no mercado brasileiro. Essa estratégia pode ser vista como um reconhecimento da importância do HFT no cenário financeiro atual e uma tentativa de equilibrar o estímulo à negociação com a garantia da integridade e eficiência do mercado.

5.2 LIMITES DE VELOCIDADES

A análise dos documentos nos revela uma ausência notável de disposições específicas relacionadas aos limites de velocidade de execução nos países sob investigação. Em nenhum momento, ao longo do período analisado, identificou-se a presença de regulamentações ou regras que viriam a estabelecer limites quantitativos para a velocidade de execução no contexto HFT. A inexistência de limites de velocidade de execução, tanto nos Estados Unidos quanto no Brasil, permanece constante ao longo do período examinado, evidenciando uma lacuna significativa na regulamentação relacionada ao HFT. Esta ausência pode ser atribuída à complexidade dinâmica e à rápida evolução do cenário de AT, em que reguladores enfrentam desafios substanciais para desenvolver normas específicas que abranjam as diversas estratégias e tecnologias empregadas pelo HFT. A carência de limites de velocidade de execução pode ser interpretada como uma reflexão da natureza única do HFT, em que as estratégias se baseiam na execução ultrarrápida de ordens para explorar oportunidades de mercado efêmeras. No entanto, essa falta de regulação específica também levanta questões sobre a mitigação de riscos associados à alta velocidade nas operações de mercado. Sem limites estabelecidos, os reguladores podem enfrentar desafios na avaliação e gestão dos riscos potenciais relacionados à velocidade de execução. A velocidade extrema das transações no ambiente HFT pode aumentar a probabilidade de eventos não intencionais, como "*flash crashes*" e outras formas de instabilidade de mercado. A abordagem regulatória

atual parece depender mais de princípios amplos de governança, transparência e integridade do mercado, deixando questões específicas de velocidade de execução em um território pouco regulamentado.

Um ponto de inflexão notável que influenciou a postura dos reguladores foi o "*flash crash*". Esse incidente específico, caracterizado por uma queda acentuada e rápida nos preços das ações em maio de 2010, levantou preocupações sobre a estabilidade do mercado e intensificou o monitoramento de práticas potencialmente prejudiciais, como o *spoofing*, que pode contribuir para eventos desestabilizadores. Apesar desse aumento na vigilância, não resultou na implementação imediata de regulamentações específicas para o HFT. O monitoramento intensificado pode ser interpretado como uma resposta proativa dos reguladores à eventos que evidenciam riscos inerentes às HFT. Contudo, a falta de mudanças normativas substanciais indica uma abordagem cautelosa, possivelmente devido à natureza complexa e em constante evolução do HFT.

A ausência de limites de velocidade de execução nos documentos regulatórios analisados sugere uma falta de precisão normativa em relação a essa dimensão específica do HFT. Este vazio regulatório destaca a complexidade inerente à regulamentação do HFT e destaca a necessidade de futuras considerações e discussões para desenvolver diretrizes mais específicas que venham a abordar os desafios e riscos associados à alta velocidade de execução nas operações de mercado.

5.3 CONVERGÊNCIA DOS MERCADOS

A análise dos documentos regulatórios nos mercados brasileiro e norte-americano revela áreas notáveis de convergência, sinalizando uma tentativa de harmonização em certos aspectos das negociações em geral, que podem abranger o HFT. Esses pontos de convergência são essenciais para criar um ambiente internacional equitativo, promovendo uma aplicação consistente das práticas de HFT em diferentes jurisdições.

Uma área significativa de convergência é observada na proibição de práticas abusivas ou manipulativas por parte dos participantes do mercado, que realizam operações de HFT. Tanto no Brasil quanto nos Estados Unidos, as normas regulatórias estabelecem restrições claras e medidas punitivas contra comportamentos prejudiciais, como *spoofing*, *layering*, *quote*

stuffing e *front running*. Essas práticas, quando não controladas, podem distorcer a formação justa dos preços e comprometer a integridade do mercado. Essa convergência é um passo crucial em direção à criação de um ambiente internacional mais equitativo e competitivo para os agentes de HFT. Ao compartilhar normas semelhantes de conduta, os reguladores dos dois países buscam promover a consistência nas práticas comerciais e mitigar riscos associados a estratégias potencialmente prejudiciais. Essa abordagem colaborativa é fundamental para garantir que as práticas de HFT sejam conduzidas de maneira ética e transparente em escala global. Facilitando a aplicação consistente de práticas de HFT em nível internacional, esses pontos de convergência também minimizam a necessidade de adaptações significativas por parte dos participantes do mercado, ao operar em diferentes jurisdições. A harmonização de normativas cria uma base sólida para a cooperação regulatória internacional, promovendo a estabilidade e eficiência dos mercados financeiros em um contexto de crescente globalização das operações de HFT.

Os pontos de convergência nas regulamentações do Brasil e dos Estados Unidos indicam uma abordagem alinhada na promoção da integridade e justiça nos mercados, especificamente no âmbito das práticas de HFT. Essa harmonização normativa contribui para a construção de um ambiente global mais transparente e competitivo, onde os agentes podem operar com confiança e consistência, independentemente da jurisdição em que estejam atuando.

5.4 PROTEÇÃO DOS INVESTIDORES

A Teoria da Regulação de Stigler pode nos ajudar a entender os desafios da proteção dos investidores contra práticas fraudulentas de HFT. A teoria de Stigler postula que as empresas reguladas influenciam os reguladores para moldar as regras de acordo com seus próprios interesses. No contexto do HFT, as empresas de HFT podem buscar influenciar os reguladores para criar regulamentações que limitem a concorrência e se beneficiem de suas próprias estratégias de negociação.

Para proteger os investidores contra práticas fraudulentas de HFT, os reguladores precisam ser capazes de resistir à captura regulatória. Os reguladores precisam ser independentes e ter recursos suficientes para monitorar as atividades das empresas de HFT. Os reguladores, também, precisam trabalhar em conjunto com as empresas de HFT para desenvolver soluções para os desafios de proteção dos investidores. As empresas de HFT podem fornecer

informações e *insights* que podem ajudar os reguladores a desenvolver regulamentações eficazes e métodos de uma fiscalização mais eficaz.

6 DISCUSSÃO

O advento do mercado de alta frequência, caracterizado por operações executadas em microssegundos, representa um desafio significativo para os reguladores, que buscam desenvolver regulamentações eficazes e métodos de fiscalização mais precisos diante dessa nova dinâmica. Nesse cenário, em que números e volumes massivos de operações desempenham um papel crucial na provisão de liquidez e na geração de benefícios para o mercado, a atenção cuidadosa dos reguladores se torna indispensável.

A compreensão da natureza intrinsecamente rápida do HFT direciona a necessidade premente de regulamentações que abordem especificamente a velocidade das operações. É de extrema importância que os reguladores mantenham um monitoramento rigoroso das atividades para prevenir irregularidades que possam comprometer a integridade do mercado. Essa vigilância constante é vital, não apenas para garantir a eficiência dos mercados, mas, também, para salvaguardar os interesses e a proteção dos investidores em meio a esse ambiente de negociação altamente dinâmico. Os formuladores de políticas devem estar cientes dos efeitos positivos e negativos da TA, a fim de supervisionar melhor a atividade da TA nos mercados financeiros (Ramos; Perlin, 2020).

Uma dificuldade de regulamentar as tecnologias de HFT reside no fato de que, mesmo em bancos de dados detalhados, não há como verificar qual estratégia de negociação o HFT está adotando. Estudos como o de Biais, Foucault e Moinas (2015), desenvolveram um modelo teórico no qual a interação de *traders* lentos e rápidos induz custos de seleção adversos para os primeiros, criando uma vantagem para os últimos *traders*.

A importância da criação de regulamentações para o HFT está intrinsecamente ligada à complexidade e velocidade com que as transações ocorrem. A falta de regulamentações específicas pode resultar em desafios na avaliação e mitigação dos riscos associados à execução ultrarrápida de ordens. Portanto, a implementação gradual de regulamentações eficazes é um passo crucial para assegurar que o mercado continue operando de maneira ética, transparente e eficiente.

A promoção da integridade do mercado deve ser um dos principais objetivos da regulação do HFT. A integridade do mercado é essencial para o bom funcionamento dos mercados financeiros, pois garante que os preços reflitam o valor real dos ativos, e que os investidores podem confiar nas informações disponíveis para tomar decisões de investimento. Diante das diversas práticas ilegais que podem ser mitigadas com a criação de uma regulamentação para o HFT e o monitoramento das operações, consegue-se reduzir a manipulação de preços, que é uma prática ilegal que consiste em alterar o preço de um ativo de forma artificial. A inserção do HFT no mercado é vista como um divisor de águas para pesquisadores, no qual definem que ela desafia a compreensão tradicional do risco; a credibilidade de um mercado financeiro depende da precificação precisa do risco, a precificação exata do risco depende da compreensão exata do risco, a própria existência dos mercados é sua estrutura de regras e regulamentações (Brunzell, 2013; Krugman, 2009).

Existem vários meios pelos quais as manipulações de preços são realizadas, sendo as principais: o *spoofing*, que é uma prática ilegal, que consiste em colocar ordens de compra ou venda no mercado que não são executadas, com o objetivo de criar a impressão de que há maior ou menor demanda por um determinado ativo; o *wash trading*, que é outra prática ilegal, que consiste em comprar e vender um ativo entre duas partes, com o objetivo de inflar o volume de negociação ou o preço do ativo; e o *front-running*, que consiste em usar informações privilegiadas para obter uma vantagem injusta no mercado. Sem contar que as atividades de HFT podem expor os mercados financeiros a riscos sistêmicos, devido a vulnerabilidades tecnológicas (algoritmos com mau funcionamento), estratégias de reforço automático e/ou sistemas técnicos sobrecarregados (Brunzell, 2013).

Uma outra situação, que se deve ter atenção, são os casos de liquidez fantasma, quando a liquidez de um mercado é artificialmente inflada. As armadilhas de liquidez, geradas por esses tipos de manipulações, também, são estratégias presentes nestes tipos de manipulações, em que as negociações são usadas para enganar outros investidores a negociar em preços desfavoráveis.

A interação efetiva entre reguladores e empresas de HFT emerge como uma variável crítica nesse processo. A Teoria da Regulação, de Stigler (1971), oferece uma perspectiva valiosa, sugerindo uma abordagem colaborativa em que reguladores e empresas de HFT trabalham em conjunto na formulação de soluções. Essa colaboração não apenas reconhece a expertise das

empresas de HFT no funcionamento interno dessas operações, mas, também, promove a transparência e o entendimento mútuo, essenciais para o desenvolvimento de regulamentações eficazes. Essa parceria pode oferecer *insights* práticos e especializados, que enriquecem o processo regulatório. A coleta de informações diretamente das empresas de HFT pode resultar em regulamentações mais alinhadas às práticas do setor, garantindo que as regras sejam implementadas de maneira eficaz e que as operações de HFT permaneçam dentro dos limites éticos e legais.

Entendemos que o processo de criação e adaptação de regulamentações é complexo e, muitas vezes, demorado. No entanto, essa gradualidade é essencial para garantir que as regulamentações sejam bem fundamentadas, considerando as nuances técnicas e operacionais do HFT. Para Brunzell (2013), se o HFT estiver simplesmente mudando quem está ganhando dinheiro, então, uma regulamentação rigorosa não se justifica, pois, o objetivo dessa regulamentação seria simplesmente proteger quem está ganhando dinheiro, em oposição ao valor do mercado. Defendendo, então, a necessidade de efeitos negativos no mercado, para justificar essa regulamentação.

Krugman (2009, p. 2) argumenta que as tecnologias de HFT tem um efeito negativo sobre a riqueza nacional, e afirma que a HFT deve ser acompanhada por mais regulamentações.

[...]É difícil imaginar uma ilustração melhor [da inutilidade social] do que o comércio de alta frequência. Supõe-se que o mercado de ações aloque o capital para seus usos mais produtivos, por exemplo, ajudando empresas com boas ideias a levantar dinheiro. Mas é difícil ver como os negociadores que colocam suas ordens um trigésimo de segundo mais rápido do que qualquer outra pessoa fazem algo para melhorar essa função social.

Uma abordagem colaborativa entre reguladores e empresas de HFT é, portanto, não apenas desejável, mas, também, crucial para criar um ambiente regulatório que mantenha a integridade dos mercados, principalmente dos emergentes e proteja os interesses dos investidores.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho analisou as propostas de regulamentações de tecnologias relacionadas à velocidade das operações algorítmicas, HFTs, no mercado financeiros do Brasil e dos Estados Unidos, comparando-os. O estudo utilizou dados da CVM, B3, ANBIMA, SEC, FINRA, NYSE e CME, além de revisar a literatura sobre o tema. O mercado brasileiro apresenta um avanço significativo na adoção do AT, do HFT e de suas tecnologias, com benefícios para a eficiência e a liquidez do mercado. A regulamentação brasileira segue uma abordagem baseada em princípios, focando na integridade do mercado e na proteção dos investidores, sem restringir a inovação tecnológica. A regulamentação brasileira enfrenta desafios como a coordenação com outros reguladores internacionais, o monitoramento das estratégias de HFT e a prevenção da manipulação de mercado e de tecnologias atreladas a ele, como o efeito da liquidez fantasma. A Teoria da Regulação de Stigler nos trouxe um arcabouço teórico para entender como as empresas de HFT podem influenciar as regulamentações em seu favor, criando barreiras à entrada e vantagens competitivas.

Foi observado que a regulação eficaz é crucial para garantir a integridade do mercado, proteger os investidores e promover a eficiência, especialmente em um ambiente de rápida evolução tecnológica. A análise documental detalhada realizada neste estudo permitiu identificar informações relevantes e padrões relacionados à regulamentação do HFT, abrangendo aspectos como os objetivos da regulação, as disposições regulatórias e possíveis discrepâncias e convergências na regulamentação do HFT entre o Brasil e os Estados Unidos. Foi reconhecido que a análise documental pode enfrentar limitações, como a ausência de documentos regulatórios específicos para o HFT em ambos os países, devido à natureza relativamente nova dessa tecnologia, e a disponibilidade e acessibilidade dos documentos podem ser limitadas. Diante dessas considerações, este estudo ressalta a importância de regulamentações robustas que protejam os investidores e garantam a integridade do mercado em um ambiente de HFT em constante evolução. Além disso, enfatiza a necessidade de um diálogo contínuo entre reguladores, participantes do mercado e acadêmicos, para enfrentar os desafios regulatórios do HFT. A pesquisa busca não apenas analisar as regulamentações existentes, mas, também, contribuir para o debate sobre o desenvolvimento de regulamentações mais eficazes e abrangentes, que garantam a estabilidade e a justiça dos mercados financeiros em um cenário de rápida transformação tecnológica.

A educação e a conscientização dos investidores são essenciais para mitigar os riscos da liquidez fantasma e garantir a transparência e a justiça nos mercados. O trabalho contribui para uma compreensão mais profunda da regulação das tecnologias de HFT no mercado brasileiro, bem como dos desafios e oportunidades associados a essa área em constante evolução. Sugere-se que pesquisas futuras explorem outros aspectos da regulação do HFT, como os impactos na formação de preços, coletando e utilizando dados diretos da B3, com informações de *trade por trade* (o mais rápido que se pode coletar dados), e estudar, também, o impacto na volatilidade e na estabilidade do mercado. Além disso, recomenda-se que os reguladores continuem a acompanhar as tendências e os desenvolvimentos do HFT, buscando aprimorar as regulamentações existentes e promover a cooperação internacional.

REFERÊNCIAS

- AÏT-SAHALIA, Y.; SAGLAM, M. **High frequency traders**: taking advantage of speed. Cambridge, MA: [s.n.]. Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w19531.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2024.
- ALDRIDGE, I. **High-frequency trading**: a practical guide to algorithmic strategies and trading systems. 2. ed. [S.l.]: Wiley, 2013.
- ANGERER, M.; NEUGEBAUER, T.; SHACHAT, J. Arbitrage bots in experimental asset markets. **Journal of Economic Behavior & Organization**, v. 206, p. 262–278, fev. 2023.
- BAO, T. *et al.* **Algorithmic trading in experimental markets with human traders: a literature survey**. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3908065. Acesso em: 27 jun. 2024.
- BARON, M. *et al.* Risk and return in high-frequency trading. **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, v. 54, n. 3, p. 993–1024, 19 jun. 2019.
- BECKHARDT, B. *et al.* **A survey of high-frequency trading strategies**. Disponível em: <https://web.stanford.edu/class/msande448/2016/final/group5.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2024.
- BESSEMBINDER, H. Quote-based competition and trade execution costs in NYSE-listed stocks. **Journal of Financial Economics**, v. 70, n. 3, p. 385–422, dez. 2003.
- BIAIS, B.; FOUCAULT, T.; MOINAS, S. Equilibrium fast trading. **Journal of Financial Economics**, v. 116, n. 2, p. 292–313, 1 maio 2015.
- BIAIS, B.; WOOLLEY, P. **High frequency trading**. Disponível em: http://idei.fr/sites/default/files/IDEI/documents/pw/hft_financial_world.pdf. Acesso em: 13 jun. 2024.
- BLOCHER, J. *et al.* Phantom liquidity and high-frequency quoting. **The Journal of Trading**, v. 11, n. 3, p. 6–15, 30 jun. 2016.
- BOEHMER, E.; FONG, K.; WU, J. **Algorithmic trading and market quality**: international evidence. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2022034>. Acesso em: 13 jun. 2024.
- BRUNZELL, T. High-frequency trading to regulate or not to regulate—that is the question? does scientific data offer an answer? **Journal of Business & Financial Affairs**, v. 2, n. 1, 2013.
- CANABARRO, A. *et al.* **Quantum finance**: a tutorial on quantum computing applied to the financial market. 2022. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2208.04382>. Acesso em: 15 ago. 2023.
- CARLOS, A. *et al.* High frequency trading: abordagem clássica para análise de preço-volume em uma nova microestrutura de mercado. *In*: SEMEAD, 16, 2013. **Anais [...]**. São Paulo,

2013. Disponível em:

<http://sistema.semead.com.br/16semead/resultado/trabalhospdf/433.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2024.

CHABOUD, A. *et al.* **Rise of the machines**: algorithmic trading in the foreign exchange market. Disponível em: <http://www.ssrn.com/>. Acesso em: 6 mar. 2024.

CHUNG, K. H.; LEE, A. J. High-frequency trading: review of the literature and regulatory initiatives around the world. **Asia-Pacific Journal of Financial Studies**, v. 45, n. 1, p. 7–33, 1 fev. 2016.

COSTA, I. **High frequency trading (hft) em câmera lenta**: compreender para regular. São Paulo: [S.n.], 2021. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/249c14c8-af3d-42fa-9080-863e6c4a5407/content>. Acesso em: 16 fev. 2024.

EVANS, M. D. D.; HNATKOVSKA, V. V. International capital flows, returns and world financial integration. **Journal of International Economics**, v. 92, n. 1, p. 14–33, jan. 2014.

GIL, A. CARLOS. **Como elaborar projetos de pesquisa**. [S.l.]: Atlas, 2008.

GOLDSTEIN, M. A.; KUMAR, P.; GRAVES, F. C. **Computerized and high-frequency trading the financial review**. Disponível em: <http://ssrn.com/abstract=2379842> Electronic copy available at: <https://ssrn.com/abstract=2379842> Electronic copy available at: <http://ssrn.com/abstract=2379842>. Acesso em: 6 mar. 2024.

HASBROUCK, J.; SAAR, G. **Low-latency trading**. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1695460>. Acesso em: 12 mar. 2024.

HENDERSHOTT, T.; RIORDAN, R. Algorithmic trading and the market for liquidity. **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, v. 48, n. 4, p. 1001–1024, ago. 2013.

HENNING, J. P. Why high-frequency trading is so hard to regulate. **The New York Times**, 20 out. 2014.

Disponível em: <https://archive.nytimes.com/dealbook.nytimes.com/2014/10/20/why-high-frequency-trading-is-so-hard-to-regulate/>. Acesso em: 27 jun. 2024.

KASHERA, V. *et al.* Building low-latency order books with hybrid binary-linear search data structures on FPGAs. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FIELD-PROGRAMMABLE LOGIC AND APPLICATIONS, 33, 2023. **Anais. IEEE**, 4 set. 2023. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10296447>. Acesso em: 27 jun. 2024.

KIRILENKO, A. *et al.* **The flash crash**: high-frequency trading in an electronic market. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=1686004>. Acesso em: 13 jun. 2024.

KRUGMAN, P. Rewarding bad actors. **The New York Times**, 2 ago. 2009.

LEWIS, M. **Flash boys - revolta em Wall Street**. [S.l.]: Intrínseca, 2014.

MADHAVAN, A. Exchange-traded funds, market structure, and the flash crash. **Financial Analysts Journal**, v. 68, n. 4, p. 20–35, 30 jul. 2012.

MARTINI, G. H. **High-frequency trading**: os algoritmos e as operações de alta frequência nas bolsas de valores. 2015 26f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em:<http://www.acervodigital.ufpr.br/handle/1884/45078>. Acesso em: 27 nov. 2023.

MORIYASU, H.; WEE, M.; YU, J. The role of algorithmic trading in stock liquidity and commonality in electronic limit order markets. **Pacific Basin Finance Journal**, v. 49, p. 103–128, 1 jun. 2018.

NUTI, G. *et al.* Algorithmic trading. **Computer**, v. 44, n. 11, p. 61–69, nov. 2011.

PARANÁ, E. **A digitalização do mercado de capitais no Brasil**: tendências recentes. Disponível em:<https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8280>. Acesso em: 13 jun. 2024.

PAYNE, R. Informed trade in spot foreign exchange markets: an empirical investigation. **Journal of International Economics**, v. 61, n. 2, p. 307–329, 2003.

PUTNIŃŠ, T. J. Market manipulation: **asurvey**. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=1805642>. Acesso em: 13 jun. 2024.

RAMOS, H. P.; PERLIN, M. S. Does algorithmic trading harm liquidity? evidence from Brazil. **North American Journal of Economics and Finance**, v. 54, 1 nov. 2020.

SALLES, A. O. T.; MATIAS, A. L. Uma análise da teoria das externalidades de Pigou e Coase e suas aplicações na abordagem teórica da economia ambiental. **Revista Informe Econômico**, v. 44 n. 1, p. 146-175, 29 jun. 2022.

STIGLER, G. J. The theory of economic regulation. **The Bell Journal of Economics and Management Science**, v. 2, n. 1, p. 3, 1971.

XIANG, J.; ZHU, X. Intraday asymmetric liquidity and asymmetric volatility in FTSE-100 futures market. **Journal of Empirical Finance**, v. 25, p. 134–148, jan. 2014.