

Working
Paper

359

CEQEF - Nº16
Working Paper Series
05 de maio de 2014



Profundidade de mercado na BM&FBovespa

Carlos Felipe Barros
Marcelo Fernandes

Os artigos dos *Textos para Discussão da Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas* são de inteira responsabilidade dos autores e não refletem necessariamente a opinião da FGV-EESP. É permitida a reprodução total ou parcial dos artigos, desde que creditada a fonte.

Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas FGV-EESP
www.eesp.fgv.br

Profundidade de Mercado na BM&FBovespa

Carlos Felipe Barros
Americas Trading Group
cfbarros@americastg.com

Marcelo Fernandes
São Paulo School of Economics, FGV
marcelo.fernandes@fgv.br

Resumo

O objetivo desse trabalho é estimar a medida dinâmica VNET de profundidade de mercado para ações brasileiras a partir de dados de transação. VNET mede a diferença no número de ações compradas e vendidas no intervalo de tempo necessário para que o preço se movesse além de um determinado incremento. É uma medida de liquidez realizada para uma deterioração específica de preço que pode ser calculada seguidamente ao longo do dia, capturando assim a dinâmica de curto prazo da liquidez. Em particular, assume-se que essa duração de preços segue um modelo autorregressivo de duração condicional (ACD). A natureza pré-determinada do processo ACD é conveniente porque nos permite prever mudanças futuras na liquidez de uma ação. Assim, ao identificar os melhores momentos para realizar uma operação de compra ou venda, o VNET é um excelente ponto de partida para qualquer estratégia de execução ótima. Os resultados empíricos deste trabalho indicam que a profundidade de mercado medida pelo VNET varia com ágio de compra e venda, com o volume negociado, com o número de negócios, com a duração de preços condicional, e com o seu erro de previsão. Para estimar a curva de reação do mercado, variamos os intervalos de preço usados na definição das durações de preços.

1 Introdução

Ao longo dos últimos anos, o mercado financeiro brasileiro tem apresentado um crescimento expressivo não só no que se refere aos volumes negociados mas também na volatilidade dos preços. Esse aumento no número de transações e volume de ações negociadas é decorrente tanto da dinâmica da economia brasileira quanto da própria modernização da infraestrutura tecnológica da BM&FBovespa. Essa dinâmica cria oportunidades de investimento no país, mais especificamente em bolsa de valores, e atrai investidores com perfis mais sofisticados, que utilizam modelos quantitativos e de alta frequência para operar.

Inicialmente, podemos considerar que a capacidade do mercado de processar um número cada vez maior de transações aponta para um aumento de liquidez. Entretanto, ao observar as altas flutuações de preço que acompanham dias de volume elevado percebemos que a capacidade de absorção de transações trouxe também um aumento relativo no impacto de mercado. Embora essa relação seja facilmente percebida, o seu impacto no custo de transação não é compreendido de forma direta. Claramente, nem volume nem volatilidade são medidas diretas de liquidez, mas assim como o tamanho do ágio entre os preços de compra e venda, estão intimamente ligadas a ela.

Existem várias definições para liquidez. A mais popular determina que a liquidez mede o quão rápido e fácil um ativo pode ser comprado ou vendido a um determinado preço. Analisando de outro ângulo, pode-se entender iliquidez como a deterioração de preço esperada caso um ativo tenha que ser comprado ou vendido em uma determinada janela de tempo. Infelizmente, a liquidez, assim como volatilidade, não pode ser medida diretamente. Não existe uma métrica única e direta capaz de representar a liquidez. Neste trabalho, estimamos uma variável em particular, chamada VNET. Ela funciona como uma medida quantitativa de liquidez, representando a profundidade do livro de ordens correspondente a uma deterioração de preço específica para uma ação.

Os custos de transação tem alguns componentes dados como taxa de corretagem, emolumentos da bolsa e custos de infraestrutura como um todo. Mas há também componentes aleatórios determinados pela dinâmica de preços. De acordo com o modelo de execução ótima de Almgreen e Chriss (2000), os custos de transação são dependentes de fatores exógenos (e.g., volatilidade) e endógenos (e.g., impacto de mercado), que podem ser permanentes ou temporários. Mantendo-se todos os outros fatores constantes, quanto maior a urgência da negociação, maior é o impacto de mercado, e quanto maior o tempo de execução, maior suscetibilidade à volatilidade. Ao finalizar a execução, pode-se apurar o déficit de implementação, ou seja, os efeitos da volatilidade e do impacto de mercado no preço inicial. Entretanto, antes da execução, esse déficit é uma variável aleatória. Sua média e variância dependem diretamente do intervalo de tempo de execução que, por sua vez, depende da função de utilidade do operador. Podemos, assim,

construir uma fronteira eficiente que minimiza o déficit para um dado nível de variância e minimiza a variância para um dado nível de déficit. Como o impacto de mercado é dependente da profundidade, qualquer estratégia de execução que busque reduzi-lo deve levar em consideração a dinâmica da profundidade.

O VNET mede a diferença no número de ações compradas e vendidas em um período de tempo em que o preço se moveu além de um determinado incremento. É portanto uma medida de liquidez realizada para uma deterioração específica de preço que pode ser calculada seguidamente ao longo do dia de modo a capturar a dinâmica de curto prazo da liquidez. Para prever o tempo necessário para que o preço de uma ação ultrapasse uma barreira pré-definida (i.e., a duração de preços), usamos o modelo autorregressivo de duração condicional (ACD) proposto por Engle e Russell (1998). Essa medida representa o nível de urgência contido na execução de determinados saldos de volume. Quando um volume desbalanceado é negociado em um tempo muito menor do que o esperado usando o modelo ACD, a profundidade é severamente reduzida gerando uma estimativa do valor da impaciência, o que pode ser entendido como a presença de operadores informados.

Motivado pela literatura de microestrutura de mercado com assimetria de informação, esse trabalho busca estabelecer um modelo de previsão de profundidade de mercado para 16 ações brasileiras. Os resultados mostram que a profundidade varia de acordo com as condições de mercado. Por exemplo, quando o volume de ações negociadas cresce, o desbalanceamento necessário para mover os preços também cresce, porém menos que proporcionalmente. Assim como o número de negócios por duração de preços, um aumento no ágio de compra e venda também reduz a profundidade de mercado. A duração esperada de preços, que é inversamente proporcional à volatilidade, tem impacto positivo no VNET suportando a ideia de que, quanto maior o fluxo de notícias, menor é a profundidade. Já os choques não antecipados nas durações de preço aumentam a profundidade realizada, pois de certa forma indicam uma probabilidade menor de negociação com agentes informados.

O restante deste trabalho se organiza da seguinte forma. A próxima seção apresenta a estrutura do mercado brasileiro. A seção 3 discute alguns aspectos de microestrutura dos mercados acionários. A seção 4 descreve os dados, enquanto que a seção 5 apresenta os modelos estimados e seus resultados. Na seção 6, construímos uma curva de reação de mercado para uma das ações e testamos sua sensibilidade aos valores dos parâmetros. Finalmente, na seção 7, resumimos a contribuição deste estudo e tecemos algumas considerações finais.

2 O mercado acionário no Brasil

No Brasil, diferente de outros mercados aonde a fragmentação (presença de múltiplas bolsas) já é uma realidade, há apenas uma única bolsa, a saber, a BM&FBovespa. Nela são listadas e negociadas ações de empresas brasileiras e estrangeiras que acessam o mercado local para obter capital perene para financiamento de projetos de médio e longo prazo. Uma vez listadas, as ações ficam disponíveis no mercado secundário e são negociadas em um ambiente eletrônico, chamado pregão eletrônico, mantido pela BM&FBovespa. A estrutura do pregão é baseada em um livro de ordens limitadas aonde são registradas todas as ordens de compra e venda de um ativo. Através da interação das ordens de compradores e vendedores, os negócios são gerados, criando um mecanismo transparente de formação de preço e transferência de recursos e propriedade.

O pregão no mercado brasileiro começa com um leilão de pré-abertura (i.e., o *call* de abertura), realizado quinze minutos antes da abertura oficial do mercado. Esse período é destinado ao registro de ordens para a formação do preço teórico de abertura, e vai de 9:45 às 10:00 ou de 10:45 às 11:00 durante o horário de verão.

Com o término do *call* de abertura, inicia-se o período de negociação contínua para todos os ativos, que dura aproximadamente sete horas, de 10:00 às 17:00 ou de 11:00 às 18:00 durante o horário de verão. Para os ativos que fazem parte da carteira teórica de qualquer um dos índices da Bolsa (ver www.bmfbovespa.com.br para detalhes sobre a composição das carteiras teóricas), para os ETFs e para as opções de ativos objetos que fazem parte da carteira do IBrX-100, há também um leilão de fechamento. O *call* de fechamento determina o preço de fechamento, acontecendo entre 16:55 e 17:00 (entre 17:55 e 18:00 durante o horário de verão).

Existe ainda um período de pós-mercado entre 17:45 e 19:00 (ou entre 18:30 e 19:30 durante o horário de verão), que é antecedido por um leilão de pré-abertura de quinze minutos. Durante esse período, só podem ser negociadas ações pertencentes às carteiras teóricas do Ibovespa e do IBrX100 que tenham sido negociadas no mesmo dia durante o período de negociação contínua. Além disso, há um limite máximo de 2% para a variação de preço, positiva ou negativa, em relação ao preço de fechamento do período de negociação contínua. Os negócios e preços auferidos nesse período não são usados como base para variação de preço do próximo dia nem computados na composição dos índices. Todas as ações são negociadas em lotes padrão, que podem variar entre 1, 100, 1000 e 100.000 ações, com cotação unitária ou por lotes de mil ações. A combinação mais comum é de um lote padrão de 100 ações com cotação unitária. Todas as 16 ações que estudamos neste trabalho respeitam esta combinação.

Para quantidades inferiores aos lotes padrão, há o mercado fracionário, também cotado na BM&FBovespa, permitindo a negociação de submúltiplos. Porém, a liquidez é reduzida e, portanto, não o contemplamos neste estudo. No entanto, vale estressar que a interação entre

quantidades cheias e fracionárias no mesmo mercado pode ter impacto positivo sobre a liquidez já que abre espaço para a negociação entre investidores de portes diferentes. Ademais, permite também o uso de algoritmos baseados em planos de execução pré-definidos para colocar ordens de forma mais precisa.

O ambiente de negociação eletrônica é basicamente regido por um algoritmo de priorização baseado em preço e cronologia. Como princípio geral, havendo ordens a melhor preço ou ao mesmo preço mas inseridas antes, tanto na compra quanto na venda, não será permitida a execução de ordens a preço pior ou inseridas depois enquanto a ordem com prioridade mais alta não for executada. Caso uma ordem tenha sua quantidade aumentada ou seu preço alterado, ela perde a prioridade cronológica no livro de ordens.

A única exceção à regra acima são os negócios diretos, ou seja, quando uma mesma corretora se propõe a comprar e vender um mesmo ativo para dois clientes distintos. Os negócios registrados como diretos devem sempre vir com preço especificado, que deve necessariamente estar entre a melhor ordem de compra e a melhor ordem de venda. Esse tipo de ordem tem prioridade no algoritmo de preço/tempo, mesmo quando seu preço for igual ao preço da melhor ordem registrada no mercado. Uma vez que o negócio direto tenha sido aceito, a BM&FBovespa anuncia o ativo, quantidade e preço do negócio mas somente pode fechar o negócio após passado um prazo pré-fixado. Caso, durante esse prazo, haja interferência de alguma outra corretora que se proponha a comprar por mais ou vender por menos, a corretora que enviou o direto pode formular novo preço, o que poderá repetir-se sucessivamente, até o fechamento do negócio.

O pregão eletrônico da BM&FBovespa permite ordens limitada, a mercado, ao melhor oposto, ao preço de abertura, stop, e diretas. Limitada é quando um ordem é enviada ao mercado com um limite de preço para execução, ou seja, a ordem só pode ser executada a esse preço ou melhor. A mercado são ordens que executam toda a quantidade disponível no melhor preço do outro lado do livro e, caso não seja possível executar a quantidade total, o remanescente é enviado para o mesmo lado do livro ao preço que fechou o ultimo negócio. Ao preço de abertura é quando uma ordem deve ser executada ao preço de abertura dos leilões de abertura ou fechamento. Stops são ordens com preço de disparo que, se alcançado, dispara a ordem a um preço pré-determinado. Já os diretos, são quando duas ordens de lados opostos, de clientes diferentes e que se cruzam são registradas pela mesma corretora.

Além dos tipos de ordem descritos acima, é possível enviar ordens com quantidade mínima e com quantidade em aberto. Uma ordem com quantidade mínima é automaticamente cancelada caso a quantidade mínima não possa ser atendida. Para ordens com quantidade em aberto (ou *iceberg*), divulga-se para o mercado apenas uma parte da sua quantidade total, sendo a quantidade em aberto mínima tem que ser pelo menos dez vezes o lote padrão do ativo.

Quanto à validade, as ordens podem ser do tipo Dia, até cancelar (VAC), execute ou cancele (EOC), ou tudo ou nada (TON). Ordens Dia são válidas até uma data especificada no registro. Ordens VAC são válidas até cancelar. Ordens EOC só são válidas para o momento em que são enviadas, executando o que for possível e cancelando qualquer saldo remanescente. Ordens TON são ordens em que a quantidade total é especificada como quantidade mínima, ou seja, se não for possível executar a quantidade total, a ordem inteira é cancelada.

Para as negociações no mercado brasileiro, existem alguns parâmetros de negociação que, se atingidos, fazem com que a atividade com o papel seja suspensa. Após a suspensão é realizado um leilão intradiário no qual todos os participantes tem direito de intervir, dando oportunidade do mercado como um todo participar na formação de preço desse leilão. Ademais, a área de controle de mercado da BM&FBovespa tem autonomia para suspender e chamar leilão para qualquer ativo que julgue pertinente. Durante a fase de leilão, permite-se a entrada de ordens, mas os negócios não são fechados. Uma ordem que esteja participando na formação do preço teórico de leilão não pode ser cancelada nem piorada. Em outras palavras, não é possível diminuir a quantidade, só aumentar; e o preço de compra não pode ser reduzido nem o de venda aumentado.

Além dos leilões intradiários, existe um mecanismo de parada (ou *circuit break*) na BM&FBovespa. O objetivo é amortecer movimentos bruscos e o rebalanceamento das ordens de compra e venda em momentos de volatilidade excessiva no mercado. Quando o principal índice do mercado, o Ibovespa, tem uma baixa de 10% em relação ao preço de fechamento do dia anterior, os negócios em todo o mercado são interrompidos por 30 minutos. Depois da reabertura, se a baixa atingir 15%, os negócios são interrompidos novamente por mais uma hora. Se, após essa parada, o mercado reabrir e a variação negativa atingir 20%, a bolsa pode suspender os negócios por tempo indeterminado.

3 Microestruturas de Mercado

O modelo VNET explora de maneira empírica a relação entre a atividade de negociação, a volatilidade de preços e o custo de negociação. Considera-se que, na maioria dos casos, mudanças de preço são decorrentes do desbalanceamento do saldo direcional entre negociação de compra e venda. Segundo Easley e O'Hara (1992), em um modelo de assimetria de informação, o sinal do volume acumulado sinaliza a direção da informação privada, mesmo em mercados fracamente eficientes.

Na prática, uma notícia não leva o preço instantaneamente para um novo patamar. Ela provoca uma atualização das crenças correntes, gerando uma sequência de negócios e, conseqüentemente, uma aglomeração de volatilidade até que as cotações se estabilizem em um

novo preço. No mais, o livro de ofertas é composto por diversas ordens limitadas, que não são necessariamente canceladas após uma notícia. O que se vê então é que diversos negócios são registrados, a preços diferentes, até que o preço se consolide em um novo patamar.

Easley e O'Hara (1992) argumentam que a presença de operadores com informação privilegiada tende a aumentar muito o impacto de uma negociação no preço. O modelo assume que existe uma probabilidade, diferente de zero, de haver informação privilegiada no mercado e, devido ao anonimato, o impacto de uma negociação no preço e na profundidade tende a ser proporcional a probabilidade do negócio ter sido iniciado por alguém com informação privilegiada. Como agentes informados querem tirar a maior vantagem possível o mais rápido possível de uma informação privilegiada, uma negociação grande realizada de maneira rápida tende a provocar um impacto maior nos preços. Quanto maior for a probabilidade de haver informação privilegiada, maior vai ser o tempo necessário para que o livro de ofertas seja reabastecido de ordens, que na maioria das vezes tendem a ser pequenas. Com poucos negócios de volume baixo movendo o preço, o VNET tende a ser muito baixo, refletindo a pouca profundidade de mercado realizada. No cenário extremo aonde, após um negócio que reduza muito a profundidade, o preço medido pelo preço médio se move mais do que o intervalo usado para definir o VNET sem que nenhum negócio ocorra, a observação de VNET não deve ser considerada para a análise.

Essa visão de heterogeneidade de informação e seleção adversa é corroborada por diversos estudos que buscam identificar formas de distinguir operadores desinformados de operadores com informação privilegiada. Se esses dois tipos de operadores tem maneiras diferentes de submeter suas ordens, a distribuição de informação do mercado pode ser parcialmente revelada pela atividade de negociação em um dado momento. Easley e O'Hara (1987) e Hasbrouck (1988) encontram correlação positiva entre o tamanho da negociação e o impacto de preço, enquanto que McNish e Wood (1992) mostram que o ágio de compra e venda tende a alargar depois de um negócio de alto volume.

A assimetria de informação também ajuda a explicar a relação entre a frequência de negociação e a profundidade de mercado, já que a mesma depende do tipo de operador. Operadores com informação privilegiada costumam enfrentar uma restrição de tempo devido à sensibilidade da sua informação. Isso faz com que a intensidade de negociação e a volatilidade de preços seja positivamente correlacionada com a presença de agentes informados (Foster e Viswanathan, 1995).

Ao construir a análise baseada em duração de preços, o modelo VNET se afasta da literatura clássica de microestrutura de mercado que pressupõe intervalos fixos de tempo, se aproximando mais do arcabouço de Easley e O'Hara (1992) que atribui conteúdo informacional ao tempo. Em particular, um aumento na intensidade de negociação representa um aumento na probabilidade de negociação com agentes informados e, conseqüentemente, uma menor liquidez.

4 Dados

Os dados utilizados nesse trabalho são do setor de dados de mercado da BM&Fbovespa, formando uma base em alta frequência que vai desde outubro de 2009 a dezembro de 2010. Os dados de cada ação vieram divididos em duas bases, uma com todos os negócios executados e outra com todas as ofertas, ou ordens de compra e venda enviadas. Ambas as bases contêm o nome da ação, a data do evento (negocio ou oferta), a hora do evento (em segundos), a quantidade, e o preço, além de um número de sequência. A base de negócios também explicita as ofertas de compra e venda que geraram o negócio, junto com seus números de sequência, o que cria um vínculo direto entre as duas bases.

Inicialmente, selecionamos as 16 ações mais negociadas no ano de 2010, usando o critério de seleção do Ibovespa. Limitamos o período amostral ao terceiro trimestre de 2010 já que os meses de julho, agosto e setembro não são impactados pelo horário de verão. Durante esse período a bolsa não muda os horários de negociação, implicando apenas 1 hora de diferença em relação a Bolsa de Nova Iorque.

Para que as bases possam fornecer informações relevantes para o estudo elas precisam passar por um tratamento. A primeira providencia a ser tomada é excluir os períodos de leilão de abertura, de fechamento e intradiários além dos períodos de negociação fora do horário de negociação contínuo, ou período de pós-mercado. O intuito é isolar o impacto da atividade de negociação na profundidade de preços e esses períodos, apesar de serem interessantes do ponto de vista de liquidez, tem padrões de negociação muito diferentes do resto do dia.

Para excluir os leilões de abertura, eliminamos simplesmente os primeiros negócios do dia, que tenham saído no mesmo horário e com o mesmo preço. Para cuidar do leilão de fechamento e do período de pós-mercado, excluimos todas as observações registradas após 16:55 (hora do início do leilão). Os leilões intradiários não possuem um indicador direto. Excluimos então todas as observações em que houve um período sem negociação maior do que 5 minutos seguido por 5 ou mais negócios com o mesmo horário e preço.

Na determinação das durações de preço, excluimos as variações que acontecem de um dia para o outro. O preço inicial relevante para cada dia será o preço do primeiro negócio do dia fora do leilão de abertura e não o preço de fechamento do dia anterior. Uma vez excluídas as observações não relevantes, criamos as variáveis PREÇO_MÉDIO, que representa a média dos preços das ofertas de venda e de compra e AGIO, que representa a diferença entre os preços das ofertas de venda e de compra. Definimos então as durações de preços com base na variação do PREÇO_MÉDIO pois é a variável observada que melhor aproxima o preço justo teórico de uma ação. Por exemplo, o PREÇO_MÉDIO evita problemas conhecidos em dados de alta frequência

como a oscilação entre os preços de compra e venda. Já a variável AGIO, utilizamos como uma variável explicativa no modelo de previsão de durações.

Na base de negócios, definimos uma variável que marca se o negócio foi iniciado por um comprador ou por um vendedor. Como essa base contém, para cada negócio, o número de sequência das ofertas que formam o negócio, utilizamos um algoritmo baseado na hora de entrada de cada oferta que mapeia a base de ofertas e define quem foi a agressora. Basicamente, consideramos como oferta agressora a última oferta a entrar na sequência.

A seguir, descrevemos os processos de definição das durações de preços e de algumas variáveis derivadas.

4.1 Durações

Profundidade de mercado é definida como o número de ações que podem ser compradas ou vendidas dentro de um intervalo de preços. Sendo assim, não usaremos um intervalo de tempo fixo e sim estocástico, sendo ditado pela deterioração de preço escolhida. Diferente das análises de durações baseadas no tempo entre negócios, as durações de preço são definidas como o tempo que leva para os preços se moverem mais do que um valor pré-fixado. Ao usar o método de análise de tempo/evento na determinação das durações de preço, evitamos o viés introduzido pelo fato das cotações serem discretas.

Por exemplo, se dentro de um intervalo fixo de tempo uma ação sobe 15 centavos e depois cai 15 centavos, a variação de preço seria considerada nula, apesar da ocorrência de duas variações de 15 centavos. Deste modo, mostra-se mais conveniente determinar as durações a partir de um intervalo de preço pré-definido (INTERVALO). Para esse estudo, usamos como INTERVALO o tamanho médio do AGIO de cada ação. Uma vez definido o INTERVALO, construímos duas barreiras, somando e subtraindo o INTERVALO do primeiro PREÇO_MÉDIO do dia. A partir do primeiro ponto, comparamos cada PREÇO_MÉDIO com as barreiras e, cada vez que as barreiras forem rompidas, registramos o final de uma duração e o início de outra. Para que eventos reais de preço sejam isolados de simples pontos de dados, uma duração só é efetivamente contabilizada quando são registrados dois ou mais pontos (PREÇO_MÉDIO) fora da barreira.

Cada vez que contabilizamos uma nova duração, novas barreiras são criadas usando o mesmo INTERVALO e o PREÇO_MÉDIO da primeira observação que rompeu a barreira anterior. Nesse momento é marcado o tamanho da duração, assim como os seus horários de início e fim. A tabela 1 reporta algumas estatísticas descritivas das variáveis acima para as 16 ações que compõem a amostra. O valor típico de PREÇO_MÉDIO está entre 12 e 50, enquanto que INTERVALO varia de 0,03 a 0,14. Além de observarmos durações em quase todos os 64 dias da amostra para todas as 16 ações, temos em média de 6 a 22 durações por dia dependendo da ação. Finalmente, a duração

média varia entre 700 e 3000 segundos aproximadamente, confirmando uma saudável heterogeneidade na amostra no que tange o quesito liquidez.

4.2 Variáveis de interesse

A partir da definição das durações, registramos as seguintes informações da base de ofertas:

- (1) DUR mede o tempo transcorrido em segundos entre o início e fim de uma duração;
- (2) TEMPO é o horário de fim da duração, que usamos para definir as dummies de hora do dia, além de servir como referência de intervalo de horários em que aconteceu a duração;
- (3) AGIO refere-se à diferença entre os preços de compra e venda registrada imediatamente antes do rompimento de uma barreira;
- (4) OFERTA_COMPRA e OFERTA_VENDA são as quantidades médias das ofertas de compra e venda dentro da duração, medindo a profundidade aparente de mercado.

Da base de negócios, para cada intervalo de duração, registramos as seguintes variáveis:

- (1) NEGOCIOS é o número total de negócios realizados durante uma duração.
- (2) VOLUME é o número de ações negociadas durante uma duração.
- (3) $|\Delta P|$ é a variação de preço absoluta ou o somatório do módulo das variações de preço dentro de uma duração.
- (4) Q_COMPRA e Q_VENDA são as quantidades de ações executadas em negócios iniciados por compradores e vendedores, respectivamente.

A partir das variáveis acima, calculamos a medida VNET como o logaritmo do módulo da diferença entre a Q_COMPRA e Q_VENDA. Para evitar efeitos da sazonalidade, ajustamos DUR pela hora do dia, dividindo seu valor pela duração média no período relevante. Para tal, dividimos o dia de negociação em intervalos de meia hora e calculamos a média incondicional da duração de preços para cada um desses intervalos. Note, porém, que na especificação final utilizamos a variável PTIME, que é a raiz quadrada da duração ajustada.

A tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas de cada uma das variáveis acima para cada ação. Não há muita dispersão nos valores típicos de PTIME, assim como nos desvios padrão, entre as ações. No entanto, há muita heterogeneidade nos valores extremos. A variável AGIO é ainda mais homogênea no corte, já que apenas seus valores máximos variam de forma um pouco mais significativas entre as ações. Q_COMPRAS e Q_VENDAS apresentam padrões bastante similares, com bastante variação entre as ações até mesmo nos valores dos desvios padrão. O mesmo ocorre com as variáveis NEGOCIOS e VOLUME, que apresentam uma correlação bastante forte conforme esperado. Finalmente, VNET e $|\Delta P|$ exibem grande variação para cada ação, com valores respectivamente entre 4,605 e 16,756 e entre 0,04 e 73.

5 Determinantes da profundidade de mercado

O modelo de liquidez intradiária pretende explicar qual é a relação entre dinâmica de negociação e o movimento de preços. A diferença de volume entre compras e vendas que pode ser sustentada até que haja uma mudança de preços depende da percepção do mercado acerca da presença de assimetrias de informação e sinais que podem se encontrados em padrões de negócios.

Na seção anterior, construímos uma série de variáveis que presumivelmente nos ajudam a prever a profundidade de mercado. Para cada duração, uma variedade de estatísticas foi compilada e entre elas estão o número de negócios, o volume total negociado, a magnitude da mudança de preços, os volumes negociados por compradores e vendedores, o tempo efetivamente passado, o tamanho do ágio de compra e venda, as quantidades médias na compra e na venda, além de efeitos de interação entre essas variáveis. A estatística central desse estudo, VNET, captura o volume direcional líquido durante uma duração, ou seja, o saldo entre o número de ações compradas e vendidas durante um intervalo. VNET revela, portanto, o volume unilateral que foi negociado antes que as cotações se movessem além de uma determinada barreira:

$$VNET = \ln \left| \sum_i d_i vol_i \right|$$

em que d é um indicador de direção (compra = 1 e venda = -1) e vol é o número total de ações negociadas durante uma duração de preço específica.

O último passo é decompor PTIME em suas partes esperada e inesperada, pois não necessariamente seus impactos são os mesmos na profundidade de mercado. Em particular, a duração de preços esperada é inversamente proporcional à volatilidade dos preços (Engle e Russell, 1998) e, portanto, seu impacto na profundidade de mercado tem uma interpretação por si só interessante.

5.1 PTIME

Para uma primeira inspeção visual sobre a presença de correlação serial, a figura 1 exibe os autocorrelogramas das séries de PTIME para as 16 ações. A análise dos correlogramas revela que as séries de PTIME são bastante persistentes, justificando o uso de um modelo de natureza autorregressiva. Utilizamos então um modelo ACD estendido em que a duração esperada depende não apenas das durações passadas (esperada e realizada) como também da diferença entre os preços de compra e venda. Como essa última relação é tipicamente inversa, acrescentamos o recíproco do ágio passado (INV_AGIO) na equação da duração esperada:

$$EPTIME_t = \omega + \alpha_1 PTIME_{t-1} + \beta_1 EPTIME_{t-1} + \phi INV_AGIO_{t-1}$$

em que EPTIME é a expectativa condicional de PTIME. Note ainda que o modelo ACD é multiplicativo e, portanto, a razão PTIME/EPTIME é um ruído branco com média unitária. Em particular, consideramos um erro exponencial para modelar esse ruído, pois assim podemos estimar os parâmetros da equação de duração condicional por quasi-máxima verossimilhança (ver Engle e Russell, 1998 e Drost e Werker, 2002).

A tabela 3 mostra que as estimativas do coeficiente associado ao valor defasado do PTIME são significantes ao nível de 5% para 13 das 16 ações. Quanto à defasagem da duração condicional EPTIME, as estimativas são estatisticamente diferentes de zero ao nível de 5% para 15 das 16 ações e, mesmo assim, passaria a ser caso considerássemos um nível de 10%. Já o inverso do ágio entre os preços de compra e venda só é significativo a 5% para apenas a ação da CSN.

Com base nas estimativas da tabela 1, decomparamos PTIME em seus dois componentes: a parte esperada EPTIME e a parte inesperada PTIME_ERRO = PTIME/EPTIME-1. Ainda que teoricamente independente do conjunto de variáveis explicativas, PTIME_ERRO pode conter informações importantes para a formulação de um modelo de liquidez dinâmica. Inovações na série de duração de preços refletem mudanças não antecipadas do fluxo de negociação, podendo ter impacto direto na profundidade de mercado realizada.

5.2 VNET

O VNET mede o volume direcional líquido negociado antes de uma mudança de preço. Ex post, serve como uma medida de profundidade realizada. O objetivo desta seção é prever o VNET ao longo de uma duração de preços usando variáveis conceitualmente relacionadas com liquidez. Mais especificamente, usamos a defasagem das variáveis AGIO, VOLUME e NEGOCIO como variáveis ligadas a liquidez, além das observações contemporâneas de EPTIME e PTIME_ERR. Os correlogramas das séries de VNET mostram forte evidência de autocorrelação positiva para todas as ações. Entretanto, optamos por não incluir nenhuma defasem da variável dependente por entender que as variáveis selecionadas capturem bem a dinâmica da profundidade de mercado. Para a estimação foi usada a seguinte formulação:

$$VNET_t = \beta_0 + \beta_1 AGIO_{t-1} + \beta_2 VOLUME_{t-1} + \beta_3 NEGOCIO_{t-1} + \beta_4 EPTIME_t + \beta_5 PTIME_ERRO_t$$

A tabela 4 documenta que o coeficiente de AGIO defasado é negativo para 11 das 16 ações. Isso sustenta a ideia de que ações mais líquidas possuem menores ágios de compra e venda e, portanto, quanto maior o ágio menor é a profundidade de mercado disponível. Entretanto, ao analisarmos os p-valores das estimativas, notamos que o AGIO é significativo ao nível de confiança de 5% (10%) apenas para 3 (4) ações.

O número total de ações negociadas em uma duração de preços, representado pelo VOLUME, pode ser entendido de duas maneiras. Pode tanto representar uma medida de intensidade de negociação como de desbalanceamento relativo entre compras e vendas, dado um nível de VNET. Como o VNET é uma medida absoluta da diferença entre compras e vendas, quanto maior é o VOLUME, menor é o desbalanceamento relativo, medido em percentual. As estimativas de β_2 são significativas ao nível de 5% para 12 das 16 ações. Pode-se observar também que os coeficientes são sempre menores do que um, sinalizando que VNET responde de forma menos que proporcional ao VOLUME. Essa resposta pode refletir o aumento do risco de informação privilegiada contido em negócios de volume elevado.

A quantidade de negócios dentro de uma duração de preço, representada pela variável NEGOCIO, também pode ser entendida como uma medida de intensidade de negociação. Em um modelo de assimetria de informação, um aumento na frequência de negócios representa um aumento na probabilidade de operadores terem informação privilegiada. O coeficiente negativo de NEGOCIO em 10 de 16 ações corrobora a ideia de que a profundidade é negativamente impactada pela frequência de negociação. A variável é significativa em 6 (7) das 16 ações considerando o nível de confiança de 5% (10%).

A expectativa da duração de preços, representada pelo EPTIME, pode ser entendida como o recíproco da volatilidade esperada. Como a volatilidade está associada à chegada de notícias e à presença de operadores com informação privilegiada, espera-se uma relação positiva entre EPTIME e VNET. De fato, as estimativas de coeficiente são positivas para 13 das 16 ações, sendo significativas ao nível de 5% para 7 ações. Já as estimativas do coeficiente associado ao erro de previsão PTIME_ERRO são positivas e altamente significativas para todas as ações. Este resultado indica que a impaciência em negociar pode ser percebida como presença de informação assimétrica no mercado.

Ao modelar o VNET condicional ao tempo de negociação contemporâneo, estamos considerando que o erro de previsão PTIME_ERRO é fracamente exógeno. Como a atividade de negociação instiga os movimentos de preço, o VNET condicional ao PTIME é a medida de quantas ações podem ser negociadas a certa velocidade durante um período específico de tempo sem provocar um impacto de preço maior do que um determinado diferencial. Para verificar a consistência da especificação do modelo, analisamos a série de resíduos da regressão. Inspeção visual das séries temporais dos resíduos e de seus autocorrelogramas indicam a ausência de aglomeração de volatilidade, de tendência, e de autocorrelação. Testes LM confirmam esse diagnóstico. Em resumo, os resíduos aparentam ser realmente ruídos brancos, confirmando a congruência dos modelos.

6 Curva de reação do mercado

VNET mede a profundidade de mercado a medida que nos afastamos da profundidade postada nas melhores ofertas de compra e venda. Até agora, baseamos as durações em um intervalo de preço arbitrário, definido com base na média do ágio de compra e venda. Entretanto, o valor ótimo do intervalo só pode ser definido por operador, levando em consideração o seu nível de tolerância aos custos de negociação.

Nesta seção, reestimamos o modelo para diferentes intervalos de preço de modo a gerar uma curva de reação de mercado. Escolhemos analisar a ação ITUB4 por apresentar o maior número de durações por dia. Como no estudo inicial utilizamos um INTERVALO no valor mediano de 0,07 centavos, fixamos INTERVALO nos seguintes valores alternativos: 0.03, 0.05, 0.09 e 0.11. Com base nos novos intervalos, reestimamos o modelo ACD para a variável de duração de preços PTIME, assim como a regressão para VNET. Os resultados são qualitativamente muito parecidos com os anteriores (veja tabela 5).

A partir dos valores dos coeficientes estimados, geramos o VNET previsto condicionando nos valores médios de AGIO, VOLUME, NEGOCIO, EPTIME e PTIME_ERRO. Incluímos nesse conjunto de variáveis, a profundidade média de compra, representada pela média das ofertas de compra ao longo de todos os períodos, que funciona como um indicador da profundidade postada. Atribuímos o valor dos INTERVALOS a cada novo VNET encontrado e o valor 0,01 para a profundidade postada. Fizemos isso porque para capturar toda a profundidade contida nas melhores ofertas de venda o comprador deve arcar com, no mínimo, o custo do ágio de compra e venda. Como a ação ITUB4 é cotada em múltiplos de 0,01 centavo esse é o custo mínimo da operação e, por isso, o escolhemos para representar a profundidade postada.

A figura 2 mostra que, como esperado, o VNET médio cresce com o aumento do intervalo de preço e, considerando que estamos utilizando um número limitado de dados, podemos considerar que a curva é razoavelmente linear, exibindo apenas um pouco de convexidade. O fato do ponto que representa a profundidade postada estar próximo da reta da regressão linear corrobora a ideia de que o VNET é uma boa medida de profundidade de mercado.

7 Conclusão

Nesse estudo empírico, investigamos uma das componentes mais inexploradas da liquidez no mercado brasileiro, a saber, a profundidade de mercado. Para isso, estimamos um modelo para prever a quantidade unidirecional de ações que podem ser negociadas no intervalo de tempo necessário para um ajuste significativo nos preços médios (VNET). Modelamos os intervalos de duração de preço (PTIME) e o volume líquido negociado em cada duração (VNET) para 16 ações negociadas na BM&FBovespa.

Os resultados mostram que a profundidade varia de acordo com as condições de mercado e revela sinais de assimetria de informação. De maneira geral, as características de mercado associados a um VNET pequeno são similares as associadas a baixa liquidez, usualmente representadas por altos valores de ágio de compra e venda. Com isso podemos construir estratégias baseadas no VNET que busquem reduzir os custos de transação. Encontramos ainda respaldo para a ideia de que a profundidade disponível é uma consequência do fluxo de operadores com informações assimétricas. Podemos notar isso ao perceber que, quando o volume de ações negociadas cresce, o desbalanceamento necessário para mover os preços também cresce, porém menos que proporcionalmente. Isso contraria a ideia de que, quanto maior o volume, maior é a profundidade.

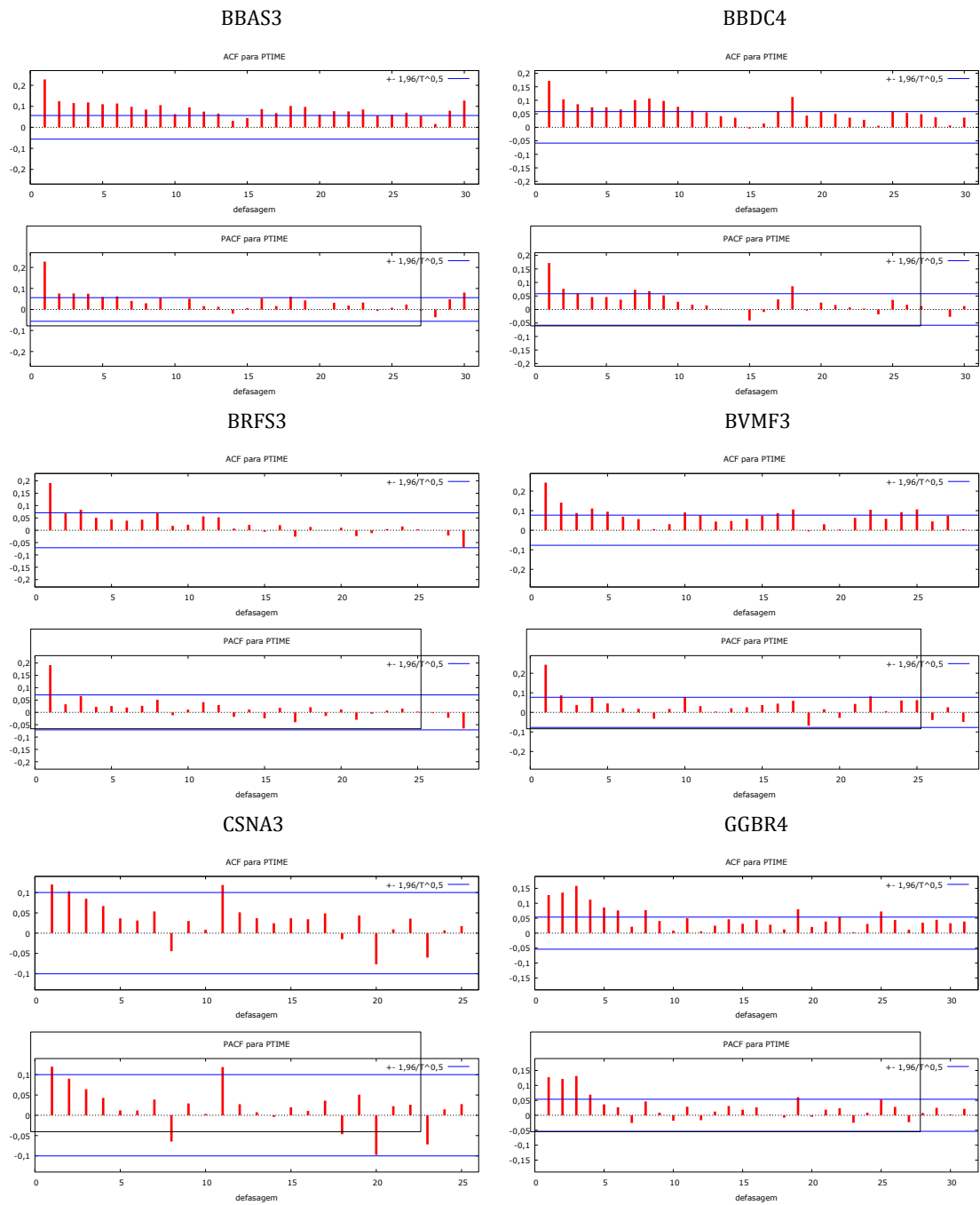
O aumento no número de negócios por duração de preços também parece reduzir a profundidade de mercado, corroborando a interpretação que operadores com informação assimétrica enfrentam uma restrição de tempo até que a informação se torne pública. O ágio de compra e venda impacta negativamente o VNET, o que significa que quanto maior o ágio menor a liquidez, confirmando a estatística como uma medida válida de profundidade. As durações de preços, vistas como o inverso da volatilidade, tem impacto positivo no VNET suportando a ideia de que quanto maior o fluxo de notícias menor é a profundidade. Já os choques não antecipados nas durações de preço aumentam a profundidade realizada. Vemos assim que a estratégia de negociação tem um papel altamente relevante na estimação da liquidez do mercado, pois a paciência tem implicações importantes na redução dos custos de negociação, especialmente para uma ordem de volume elevado.

Referências

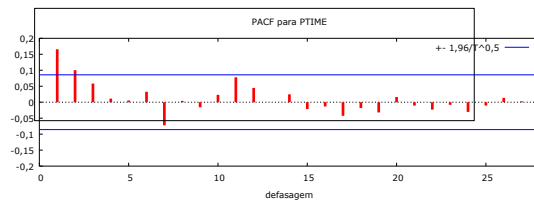
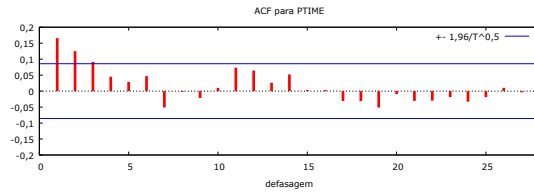
- Engle, R. F., Lange, J. 2001. Predicting VNET: A model of the dynamics of market depth. *Journal of Financial Markets* 4, 113-142
- Fama, E., 1970. Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *Journal of Finance* 25.
- Jegadeesh, N., Titman, S., 1993. Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency. *Journal of Finance* 48.
- De Bondt, W. F. M., Thaler, R., 1985. Does the stock market overreact? *Journal of Finance* 40.
- Drost, F., Werker, B.J.M., 2004. Semiparametric duration models. *Journal of Business and Economic Statistics* 22, 40-50.

- Easley, D., O'Hara, M., 1987. Price, trade size, and information in securities markets. *Journal of Financial Economics* 19, 69-90.
- Easley, D., O'Hara, M., 1992. Time and the process of security price adjustment. *Journal of Finance* 47, 577-605.
- Engle, R. F., Russell, J., 1997. Forecasting the frequency of changes in quoted foreign exchange prices with the autoregressive conditional duration model. *Journal of Empirical Finance* 4, 187-212.
- Engle, R. F., Russell, J., 1998. Autoregressive conditional duration: a new model for irregularly spaced data. *Econometrica* 66, 1127-1162.
- Foster, F. D., Viswanathan, S., 1995. Can speculative trading explain the volume-volatility relation? *Journal of Business and Economic Statistics* 13, 379-408.
- Hasbrouck, J., 1988. Trades, quotes, inventories, and information. *Journal of Financial Economics* 22, 229-252.
- Lee, C. M., Ready, M. J., 1991. Inferring trade direction from intraday data. *Journal of Finance* 46, 733-746.
- McInish, T. H., Wood, R. A., 1992. An analysis of intraday patterns in bid/ask spreads for NYSE stocks. *Journal of Finance* 47, 753-764.
- Fernandes, M. A., 2006. Optimal order submissions strategies on electronic order books: An analysis of the London Stock Exchange. Tese de Doutorado, Departamento de Finanças, London School of Economics and Political Science.

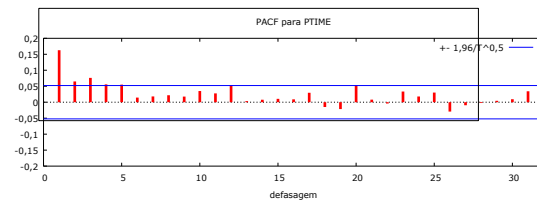
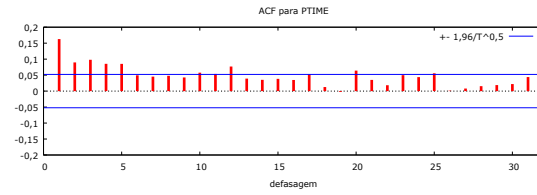
Figura 1 Autocorrelograma de PTIME para cada ação



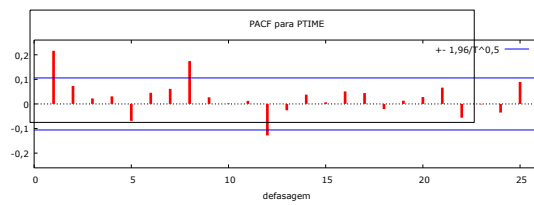
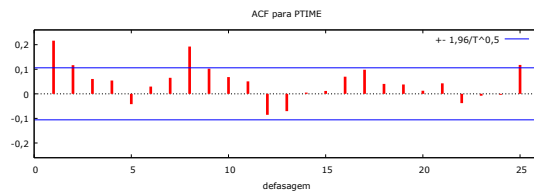
ITSA4



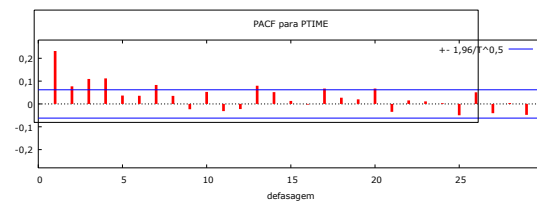
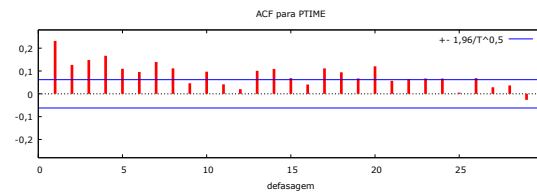
ITBU4



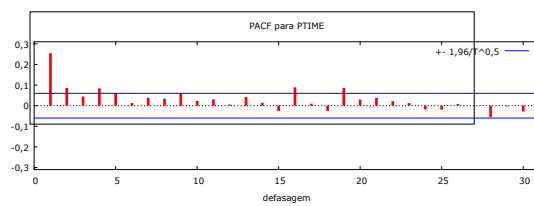
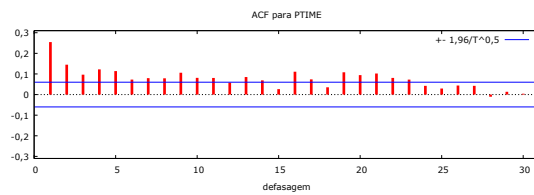
MMXM3



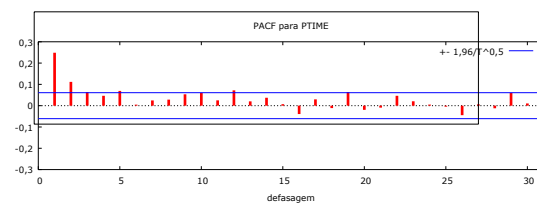
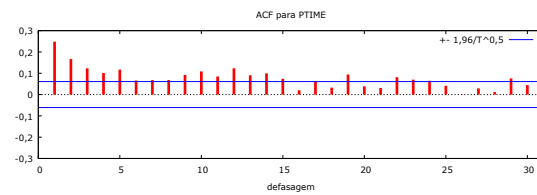
PETR3



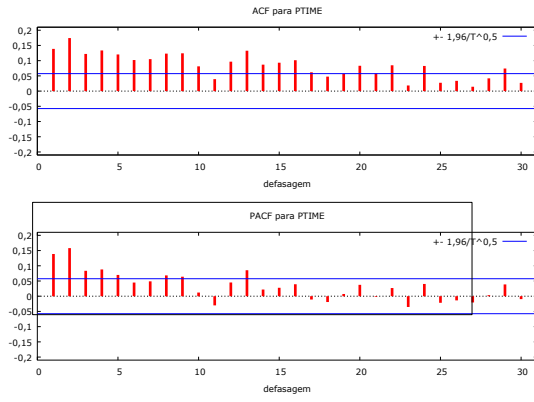
PETR4



USIM5



VALE3



VALE5

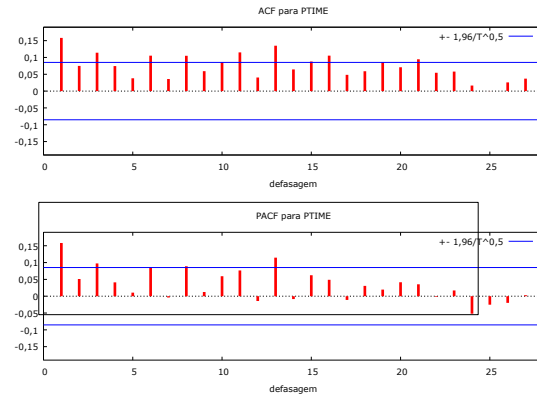


Figura 2 **Curva de reação do mercado**

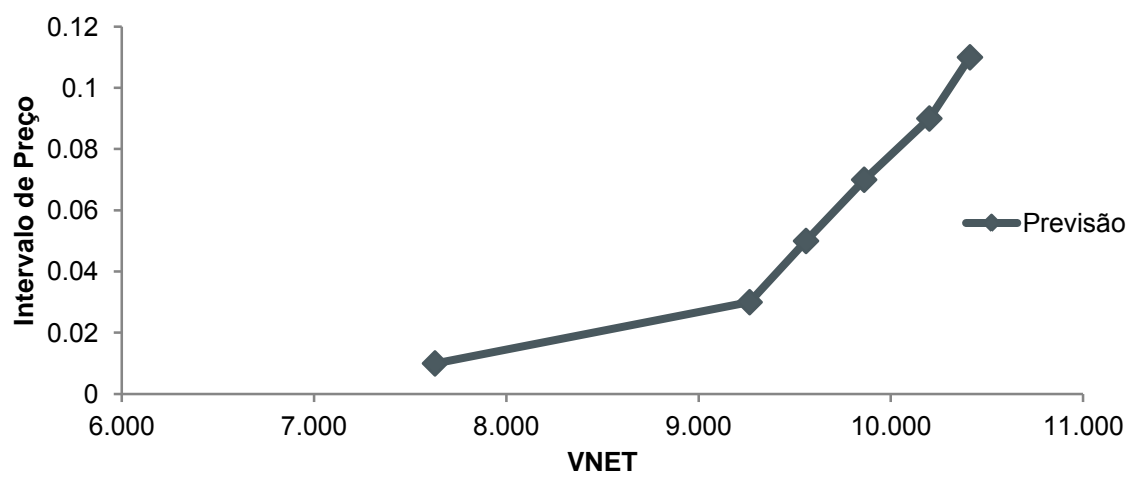


Tabela 1 Principais características das durações de preço por ação

Nome da Ação	Código	INTERVALO	PREÇO_MÉDIO (média)	Preço / INTERVALO (bps)	# de Dias com Duração	Durações por Dia (média)	Tamanho das Durações (média)(s)
Banco do Brasil ON	BBAS3	0,08	29,08	27,51	64	19	1147,92
Bradesco PN	BBDC4	0,07	31,01	22,57	62	18	1194,6
Brazil Foods ON	BRFS3	0,09	24,03	37,45	63	12	1674,9
BMFBovespa ON	BVMF3	0,03	13,1	22,91	60	11	1535,1
CSN ON	CSNA3	0,14	28,29	49,48	63	6	2710,05
Gerdau PN	GGBR4	0,05	24,49	20,42	63	21	925,11
Itausa ON	ITSA3	0,03	12,26	24,47	62	8	2249,37
Itau Unibanco PN	ITUB4	0,07	37,43	18,7	64	22	992,26
MIMX ON	MIMXM3	0,07	12,29	56,96	60	6	2939,34
Petrobras ON	PETR3	0,09	30,9	29,13	61	16	1269,46
Petrobras PN	PETR4	0,05	27,22	18,37	61	18	713,53
Usiminas PNA	USIM5	0,13	48,56	26,77	62	17	1137,86
Vale ON	VALE3	0,12	47,34	25,35	63	19	1150,66
Vale PNA	VALE5	0,11	41,33	26,62	58	9	1485,22

Tabela 2 Estatísticas descritivas das variáveis de interesse

PTIME						AGIO					
	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desv Pad		Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desv Pad
BBAS3	0,868	0,764	0,038	3,182	0,497	BBAS3	0,062	0,060	0,010	0,150	0,037
BBDC4	0,887	0,812	0,056	5,582	0,462	BBDC4	0,054	0,050	0,010	0,140	0,031
BRFS3	0,879	0,794	0,089	2,716	0,477	BRFS3	0,069	0,060	0,010	0,180	0,041
BVMF3	0,883	0,807	0,101	3,071	0,470	BVMF3	0,026	0,020	0,010	0,060	0,014
CSNA3	0,936	0,914	0,238	1,904	0,354	CSNA3	0,073	0,060	0,010	0,270	0,051
GGBR4	0,894	0,827	0,058	3,314	0,449	GGBR4	0,042	0,040	0,010	0,100	0,023
ITSA4	0,907	0,833	0,138	2,268	0,421	ITSA4	0,025	0,020	0,010	0,060	0,013
ITUB4	0,877	0,780	0,081	3,204	0,480	ITUB4	0,055	0,050	0,010	0,130	0,030
MMXM3	0,902	0,874	0,108	2,020	0,432	MMXM3	0,052	0,050	0,010	0,130	0,031
PETR3	0,889	0,801	0,047	3,726	0,457	PETR3	0,054	0,050	0,010	0,170	0,033
PETR4	0,880	0,774	0,141	2,783	0,475	PETR4	0,038	0,030	0,010	0,100	0,021
USIM5	0,869	0,766	0,049	3,719	0,496	USIM5	0,107	0,100	0,010	0,260	0,062
VALE3	0,90203	0,80843	0,13435	2,6961	0,43186	VALE3	0,069	0,060	0,010	0,230	0,041
VALE5	0,907	0,844	0,115	2,624	0,422	VALE5	0,053	0,040	0,010	0,200	0,037

QTD-VENDA						QTD-COMPRA					
	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desv Pad		Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desv Pad
BBAS3	2.329	1.733	127	29.416	2.288	BBAS3	2.893	1.855	100	61.625	3.761
BBDC4	1.576	1.351	204	10.097	969	BBDC4	1.782	1.605	240	19.133	1.151
BRFS3	2.934	1.924	166	40.405	3.444	BRFS3	3.136	2.174	386	25.067	2.971
BVMF3	5.245	3.949	577	54.416	4.831	BVMF3	4.935	3.620	308	59.355	4.636
CSNA3	3.011	2.819	721	12.633	1.363	CSNA3	3.040	2.767	622	11.192	1.255
GGBR4	2.405	2.028	425	24.303	1.665	GGBR4	2.259	1.875	391	18.431	1.441
ITSA4	3.798	2.888	382	47.299	3.778	ITSA4	3.519	2.937	330	20.372	2.624
ITUB4	2.277	1.975	332	22.901	1.395	ITUB4	2.125	1.813	385	23.630	1.537
MMXM3	1.959	1.745	327	7.625	1.156	MMXM3	2.213	1.975	200	14.850	1.514
PETR3	2.683	2.241	250	36.225	2.118	PETR3	2.489	2.091	353	14.276	1.453
PETR4	3.491	2.991	851	148.900	4.836	PETR4	3.102	2.677	405	23.867	1.898
USIM5	1.383	1.046	166	14.620	1.227	USIM5	1.404	1.014	178	14.086	1.317
VALE3	1.886	1.705	612	8.853	803	VALE3	2.016	1.736	350	39.038	1.716
VALE5	2.556	2.431	530	7.262	977	VALE5	2.701	2.521	630	8.927	1.092

NUMBER						VOLUME					
	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desv Pad		Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desv Pad
BBAS3	414,43	214,00	5,00	5.434,00	566,71	BBAS3	235.970	110.900	900	3.714.600	355.030
BBDC4	378,10	197,00	5,00	10.837,00	578,07	BBDC4	188.570	97.500	800	5.264.700	293.440
BRFS3	265,10	147,00	2,00	2.664,00	330,42	BRFS3	117.160	62.500	300	991.100	146.350
BVMF3	689,55	407,00	11,00	5.878,00	787,32	BVMF3	659.630	416.850	11.200	7.982.000	779.510
CSNA3	564,47	347,50	15,00	3.958,00	600,06	CSNA3	312.360	199.900	6.400	1.777.500	319.440
GGBR4	262,68	149,00	4,00	4.219,00	356,14	GGBR4	160.740	89.900	2.300	2.456.800	217.110
ITSA4	554,15	307,00	7,00	6.348,00	675,36	ITSA4	424.360	254.000	1.900	5.702.600	520.570
ITUB4	350,59	177,00	3,00	10.058,00	623,44	ITUB4	190.330	94.200	900	5.726.300	345.240
MMXM3	442,62	266,00	20,00	4.479,00	530,47	MMXM3	361.020	229.500	13.000	3.498.700	415.310
PETR3	326,11	167,00	6,00	3.997,00	458,14	PETR3	239.390	108.600	1.000	3.859.800	370.600
PETR4	564,96	304,00	15,00	23.119,00	1.049,90	PETR4	583.650	343.200	6.700	24.757.000	1.084.600
USIM5	281,43	155,00	6,00	5.949,00	389,11	USIM5	131.750	72.400	2.200	2.492.900	179.670
VALE3	241,86	152,00	2,00	2.547,00	275,56	VALE3	112.280	71.700	300	1.308.800	131.210
VALE5	1.041,20	684,50	18,00	15.472,00	1.266,30	VALE5	937.870	550.350	15.500	21.156.000	1.699.700

PJUMP						VNET					
	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desv Pad		Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desv Pad
BBAS3	2,093	1,230	0,080	29,900	2,585	BBAS3	10,104	10,272	4,605	14,780	1,639
BBDC4	1,870	1,100	0,070	38,210	2,378	BBDC4	9,887	9,957	4,605	14,377	1,441
BRFS3	1,603	1,030	0,100	13,400	1,714	BRFS3	9,537	9,639	4,605	13,095	1,580
BVMF3	1,704	1,075	0,050	21,050	1,951	BVMF3	11,262	11,432	5,704	15,332	1,427
CSNA3	3,049	2,055	0,170	20,620	2,888	CSNA3	10,367	10,495	4,605	13,872	1,541
GGBR4	1,110	0,710	0,060	13,770	1,295	GGBR4	9,896	10,069	4,605	14,215	1,371
ITSA4	1,624	0,970	0,040	14,230	1,827	ITSA4	10,761	10,900	4,605	14,698	1,511
ITUB4	1,842	1,030	0,070	39,450	2,792	ITUB4	9,862	9,983	4,605	13,891	1,537
MMXM3	1,817	1,240	0,120	20,900	2,067	MMXM3	10,579	10,754	5,704	14,295	1,360
PETR3	1,674	0,990	0,090	13,380	1,894	PETR3	10,065	10,202	4,605	13,975	1,550
PETR4	2,044	1,275	0,060	63,100	3,136	PETR4	11,062	11,204	4,605	15,325	1,364
USIM5	2,374	1,530	0,140	73,690	3,316	USIM5	9,685	9,804	4,605	13,622	1,369
VALE3	1,851	1,220	0,120	21,660	1,907	VALE3	9,591	9,747	4,605	12,976	1,428
VALE5	4,948	3,385	0,210	62,730	5,476	VALE5	11,267	11,384	4,605	16,756	1,443

Tabela 3 Estimativas dos coeficientes do modelo ACD para cada ação

Coeficientes (p-valores) estimados por Máxima Quase-Verossimilhança				
Eq. (1): $EPTIME_t = \omega + \alpha PTIME_{t-1} + \beta EPTIME_{t-1} + \Phi INV_AGIO_{t-1}$				
	ω	α	β	Φ
BBAS3	0,0578209 (0,2573)	0,104559 (0,0316)	0,851979 (1,33E-22)	-0,000457392 (0,3728)
BBDC4	0,00538832 (0,942)	0,0829026 (0,3224)	0,88942 (1,40E-12)	0,000801821 (0,4344)
BRFS3	0,388528 (0,0174)	0,174898 (0,001)	0,468828 (0,0213)	-0,00121933 (0,3652)
BVMF3	0,295309 (0,2263)	0,246736 (0,0025)	0,441651 (0,0915)	0,000406961 (0,7199)
CSNA3	0,16352 (0,0202)	0,0499183 (0,3176)	0,82781 (3,98E-14)	-0,00161691 (0,0357)
GGBR4	0,0691136 (0,0438)	0,122064 (0,0000114)	0,804774 (1,00E-59)	0,000178387 (0,7289)
ITSA4	0,194291 (0,1116)	0,14744 (0,0027)	0,511202 (0,0001)	0,00277072 (0,0423)
ITUB4	0,115435 (0,1492)	0,104451 (0,0198)	0,79493 (8,75E-14)	-0,000488838 (0,531)
MMXM3	0,182065 (0,458)	0,120244 (0,1777)	0,746468 (0,011)	-0,00155825 (0,4418)
PETR3	0,0849809 (0,1187)	0,152009 (0,004)	0,787057 (8,93E-22)	-0,000691757 (0,4033)
PETR4	0,161118 (0,1685)	0,15954 (0,0329)	0,729546 (2,20 E-6)	-0,00124191 (0,2165)
USIM5	0,00756438 (0,7746)	0,117588 (0,0012)	0,839047 (4,79E-45)	0,00246562 (0,0515)
VALE3	0,0391569 (0,0463)	0,0798574 (0,0000152)	0,87669 (2E-194)	0,000204551 (0,6879)
VALE5	0,0225202 (0,2541)	0,0391145 (0,0646)	0,942914 (6,21E-149)	-0,000114369 (0,7529)

Tabela 4 **Estimativas do modelo VNET para cada ação**

Coeficientes (p-valores) estimados por Mínimos Quadrados Ordinários						
Eq. (2):	$VNET_t = \beta_0 + \beta_1 AGIO_{t-1} + \beta_2 VOLUME_{t-1} + \beta_3 NUMBER_{t-1} + \beta_4 EPTIME_t + \beta_5 PTIME_ERR_t$					
	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5
BBAS3	4,32431 (4,45E-15)	-0,13414 (0,0164)	0,595989 (8,6E-14)	-0,385222 (2,21E-5)	0,111857 (0,421)	0,536571 (5,12E-41)
BBDCA	6,17761 (1,24E-20)	0,00746645 (0,8978)	0,330089 (0,0006)	-0,09656 (0,341)	0,299257 (0,0319)	0,473375 (2,87E-37)
BRFS3	5,66647 (1,62 E-14)	0,0443092 (0,5425)	0,296984 (0,0092)	0,0191032 (0,8811)	-0,263144 (0,3724)	0,643687 (4,92E-35)
BVMF3	5,86086 (1,11 E-8)	-0,181416 (0,0402)	0,320901 (0,0043)	0,0193673 (0,8645)	0,0699331 (0,7601)	0,472213 (2,15E-19)
CSNA3	10,299 (1,11 E-9)	-0,187595 (0,082)	-0,234767 (0,3288)	0,320246 (0,186)	1,69632 (0,0162)	0,518326 (1,94E-6)
GGBR4	6,81109 (3,53E-21)	-0,0693123 (0,1942)	0,132411 (0,1869)	0,176627 (0,086)	0,29759 (0,0371)	0,463356 (6,71E-39)
ITSA4	6,76233 (3,37 E-08)	0,138563 (0,2652)	0,474308 (0,0009)	-0,331642 (0,0285)	1,18741 (0,006)	0,578698 (4,33E-16)
ITUB4	5,00462 (9,21E-17)	-0,0219982 (0,6937)	0,442659 (8,64E-7)	-0,148121 (0,1336)	-0,380559 (0,0257)	0,497817 (2,38E-50)
MNXXM3	6,43833 (3,22E-5)	-0,0213347 (0,8446)	0,408574 (0,0306)	-0,235574 (0,2032)	0,510315 (0,2063)	0,353666 (1,43E-5)
PETR3	2,81692 (2,81E-5)	-0,0666836 (0,3097)	0,726564 (1,92E-14)	-0,359571 (0,0005)	-0,138964 (0,3027)	0,4212 (7,25E-22)
PETRA	4,59726 (6,56E-9)	-0,0571323 (0,3745)	0,572731 (5,72E-9)	-0,230847 (0,0269)	-0,0549388 (0,6792)	0,323328 (1,4E-21)
USIM5	6,76574 (1,57E-25)	-0,053298 (0,3184)	0,249296 (0,0096)	-0,0801289 (0,4428)	0,195022 (0,0934)	0,420964 (3,24E-33)
VALE3	4,87278 (1,76E-15)	-0,085836 (0,1111)	0,474681 (1,73E-7)	-0,269427 (0,0062)	0,348312 (0,0376)	0,571745 (3,55E-42)
VALE5	5,85156 (1,06E-5)	-0,240317 (0,0033)	0,52637 (0,0043)	-0,430779 (0,0252)	0,751865 (0,03)	0,524153 (4,51E-15)

Tabela 5 Modelo VNET para diferentes valores de INTERVALO

Coeficientes (p-valores) estimados por Mínimos Quadrados Ordinários									
Eq. (3):	$VNET_t = \beta_0 + \beta_1 AGIO_{t-1} + \beta_2 VOLUME_{t-1} + \beta_3 NUMBER_{t-1} + \beta_4 EPTIME_t + \beta_5 PTIME_ERR_t$								
INTERVALO	η	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5		
0,03	3395	6,25247 (1,8E-66)	-0,0744857 (0,0765)	0,256296 (4,01E-7)	-0,0767744 (0,1889)	0,018862 (0,8547)	0,36234 (5,85E-103)		
0,05	2258	5,85194 (9,3E-41)	-0,0844096 (0,0666)	0,343856 (9,87E-8)	-0,166537 (0,0213)	-0,0260057 (0,8054)	0,449881 (3,2E-78)		
0,07	1413	5,00462 (9,21E-17)	-0,0219982 (0,6937)	0,442659 (8,64E-7)	-0,148121 (0,1336)	-0,380559 (0,0257)	0,497817 (2,38E-50)		
0,09	945	6,22621 (2,96E-15)	-0,136563 (0,0339)	0,228614 (0,0522)	0,0639123 (0,6169)	-0,291138 (0,1623)	0,509371 (4,69E-35)		
0,11	663	7,31848 (2,04E-12)	-0,0709498 (0,3714)	0,144537 (0,359)	0,0946795 (0,5766)	-0,727188 (0,0211)	0,557104 (1,34E-22)		