

ANÁLISE DE LIQUIDEZ E EXECUÇÃO DE ORDENS NO MERCADO DE ACÇÕES EM PORTUGAL*

*Paula Antão***

*António R. Antunes***

*Nuno C. Martins***

Este trabalho tem por objectivos a construção de medidas que caracterizem o equilíbrio entre as ordens de compra e venda do mercado accionista português, e a análise do impacto dessas medidas na probabilidade e no tempo de execução das ordens.

Num mercado regulamentado em sistema de leilão, como acontece no mercado de acções português, uma ordem de compra (venda) de um determinado título será executada quando houver um encontro com uma ou mais ofertas de venda (respectivamente, compra) àquela cotação, ou a outra mais favorável⁽¹⁾. Por exemplo, imaginemos que num dado instante é submetida à bolsa uma ordem de compra à cotação p e quantidade q . Se nesse momento o total pendente de ordens de venda à cotação p ou inferior tiver volume maior do que q , então a ordem de compra é total e imediatamente satisfeita. Se o volume de ordens de venda pendentes a cotação compatível for insuficiente para que se execute na totalidade a ordem de compra, a parte não satisfeita ficará pendente até que a ordem expire, seja totalmente executada ou seja anulada. Assim, em resultado do volume e cotação das ordens existentes para cada título, determina-

da ordem poderá (i) ser executada imediatamente; (ii) estar algum tempo em espera até ser parcial ou totalmente executada; ou (iii) perder validade, não chegando a ser executada.

A maior ou menor facilidade com que os investidores realizam transacções é uma característica importante dos mercados financeiros e que está associada à noção de liquidez do mercado⁽²⁾. Desta forma, para uma eficaz caracterização do mercado é usual calcularem-se várias medidas de liquidez tais como as apresentadas neste artigo.

A noção de liquidez é relativamente lata e está associada à facilidade em transformar activos em moeda, que, por definição, é o activo mais líquido que podemos encontrar. Em termos gerais, a liquidez de um activo pode ser analisada segundo duas abordagens: tempo e custo. De acordo com a primeira abordagem, um activo é líquido se for possível transaccioná-lo rapidamente. Inversamente, um activo ilíquido é aquele para o qual os investidores não encontram, durante um período de tempo longo, ordens do lado oposto do mercado que permitam uma transacção. De acordo com a segunda abordagem, um activo é líquido se o preço a pagar (receber) pela compra (venda) do activo

* As opiniões expressas neste trabalho são da responsabilidade exclusiva dos autores, e não reflectem necessariamente as do Banco de Portugal. Agradecemos os comentários e sugestões de Nuno Caramujo.

** Departamento de Estudos Económicos.

(1) Observe-se que os valores associados a ofertas de compra ou venda são aqui designados por cotações de compra ou venda. Por outro lado, preço pode ainda significar o valor associado a uma transacção. Na terminologia anglo-saxónica estas grandezas são designadas por *quote* e *price*, respectivamente.

(2) Uma das funções de um mercado financeiro é proporcionar aos investidores a execução de transacções de forma rápida e com pequenas oscilações no preço, mantendo os custos de transacção a níveis baixos. Neste contexto, vários trabalhos mostram que activos ilíquidos, isto é, activos relativamente aos quais exista maior dificuldade em efectuar transacções, tendem a oferecer maiores rendibilidades esperadas (vejam-se, entre outros, os trabalhos de Amihud e Mendelson (1986) e Brennan e Subrahmanyam (1996)).

não se afastar do seu preço de mercado. Esta abordagem leva a que se considerem diferenciais entre cotações de compra e venda de títulos, correspondendo o diferencial entre a mais elevada cotação de compra e a menor cotação de venda a uma medida de liquidez usualmente designada por *bid-ask spread*.

Neste trabalho analisam-se as ofertas de compra e venda para todos os títulos pertencentes ao índice PSI-20 do mercado accionista em Portugal entre Janeiro e Outubro de 2002. O acompanhamento das ordens desde a submissão em bolsa até à execução permite quantificar a facilidade de execução das ordens. Isso sugere a construção de índices de liquidez específicos para cada título ou conjunto de títulos. Uma dessas medidas é o *bid-ask spread*, para o qual se obteve um valor médio de 60 pontos base. A distinção entre os vários constituintes do índice mostra que as empresas de maior capitalização têm um diferencial médio de 29 pontos base, enquanto o grupo das empresas de menor capitalização apresenta um *spread* de 105 pontos base.

Outra medida com interesse são os custos de transacção, definidos como a variação percentual do preço de transacção de um título face ao minuto anterior. Trata-se de uma medida adicional de liquidez, e tem para o PSI-20 o valor médio de 4.11 pontos base.

Os valores dos índices de liquidez do mercado de acções português são da mesma ordem de grandeza dos observados para os mercados internacionais, que apresentam *bid-ask spreads* em torno de 20 e 30 pontos base, e custos de transacção entre 3.79 e 5.03 pontos base. Note-se, no entanto, que a liquidez do mercado varia ao longo do dia de transacção, diminuindo desde o início da sessão até ao meio dia, para aumentar com o aproximar do fecho. O comportamento em forma de U é igualmente partilhado pelos principais mercados internacionais.

Neste estudo determina-se ainda em que medida os indicadores de liquidez de mercado afectam as ordens submetidas pelos investidores. O sucesso de uma ordem pode ser medido pela probabilidade de execução ou pelo tempo decorrido até à execução. Dividindo os determinantes da execução em factores específicos à ordem, ao título e ao mercado, este trabalho revela que um aumento do *bid-ask spread* e da volatilidade do título, ou uma

diminuição da quantidade de acções oferecidas às melhores cotações, fazem diminuir a probabilidade e aumentar o tempo de execução das ordens. Conclui-se ainda que, ao pretender transaccionar títulos de grande capitalização, um investidor deverá esperar em média um aumento de 8.5 (9.8) por cento na probabilidade de ver a sua ordem de venda (compra) executada quando comparada com a transacção de títulos de pequena capitalização.

O trabalho encontra-se estruturado da seguinte forma. A primeira secção caracteriza os dados e a estrutura do mercado, calculando-se medidas de liquidez. Na secção 2 estende-se a análise de liquidez e determina-se o comportamento destas medidas ao longo do dia. Na secção 3 usam-se modelos probit de regressão não linear e modelos de efeitos proporcionais de Cox para estimar a relação entre as medidas de liquidez e a probabilidade e tempo até à execução. Finalmente, a secção 4 apresenta as principais conclusões.

1. CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO

1.1. Análise descritiva dos dados

A base de dados analisada foi obtida junto da Euronext Lisboa e consiste em todas as ordens de compra e venda referentes aos 20 títulos transaccionados no índice PSI-20 para os 195 dias de transacção compreendidos entre 4 de Janeiro de 2002 e 15 de Outubro de 2002. Esta base de dados contém um total de 2,441,490 ordens. Para cada ordem, a bolsa de valores reporta o código ISIN do título transaccionado, o lado do mercado (i.e., se a ordem é de compra ou venda), o tipo, a data em que a ordem expira, um identificador do *broker* que lançou a ordem, e a situação da ordem no momento da maturidade, o que permite saber se a ordem foi cancelada (pela bolsa ou pelos operadores financeiros), modificada, executada, ou se, simplesmente, expirou. Adicionalmente, a base de dados inclui, para as ordens parcial ou totalmente executadas, o número de negócios em que a transacção se concretizou. As ordens podem ser de cinco tipos: (i) limite, em que se indica a cotação máxima (mínima) de compra (venda) e a quantidade; (ii) ao melhor, em que apenas se indica a quantidade a transaccionar; (iii) ao preço de abertura / fecho, tratando-se de ordens que só podem ser dadas du-

Quadro 1

DESCRIÇÃO DAS ORDENS DE MERCADO

Em percentagem

	PSI 20		Pequena capitalização		Grande capitalização	
	Número de ordens	Valor oferecido ^(a)	Número de ordens	Valor oferecido ^(a)	Número de ordens	Valor oferecido ^(a)
Compra	45.55	49.28	47.26	48.58	44.36	49.38
Limite.....	90.62	94.89	92.45	96.45	89.34	94.32
Ao melhor	8.99	5.03	7.00	3.30	10.38	5.38
Limite compra (em % ordens limite).....	47.23	49.57	48.28	48.77	46.47	49.74
Ao melhor compra (em % ordens ao melhor)	29.19	44.72	34.90	44.44	26.50	44.95
Validade das ordens						
Validade para o dia (% total)	85.26	93.66	83.62	83.57	86.41	95.80
Rácio de execução das ordens						
Ordens executadas.....	50.75	55.83	42.79	44.21	56.31	58.27
Ordens expiradas.....	26.93	14.72	33.41	26.95	22.40	12.15
Ordens anuladas/canceladas/modificadas.....	22.22	29.47	23.65	28.71	21.22	29.59

Nota:

(a) O valor oferecido é calculado multiplicando a quantidade oferecida de cada ordem pelo preço de fecho no dia em que a ordem foi submetida.

rante o período de pré-abertura e pré-fecho⁽³⁾; (iv) *stop-orders*, ordens que são activadas apenas quando o preço de mercado atinge a cotação estabelecida na ordem, dando origem a ordens limite; e (v) de mercado, essencialmente semelhantes às ordens ao melhor mas privilegiando a rapidez na execução em detrimento do preço da execução na medida em que aceitam “subir” no livro de ordens.

O Quadro 1 apresenta uma caracterização sumária das ordens submetidas durante o período em análise, permitindo a distinção entre o conjunto de títulos do PSI-20 e dois subgrupos de empresas: as de maior capitalização, que reúne as 5 empresas de maior capitalização da bolsa, e o grupo de menor capitalização, que inclui as 15 empresas de menor capitalização do índice⁽⁴⁾.

Observa-se que 54.4 por cento de ordens são de venda, enquanto 45.6 por cento das ordens são de compra, tendo a maioria das ordens validade para

o próprio dia. Este resultado revela uma pressão mais acentuada no lado da venda. No entanto, esta diferença esbate-se ao realizarmos a análise em valor, não parecendo ser significativa ao ponto de provocar um desequilíbrio no livro de ordens durante o período em análise.

As ordens limite representam 90.6 por cento do total das ordens submetidas, subindo este número para cerca de 95 por cento se considerado em valor. Dentro do conjunto de ordens limite, há 47.2 por cento de ordens de compra. As ordens ao melhor representam cerca de 9 por cento do total das ordens, sendo que perto de 29.2 por cento são de compra. O grupo de empresas de maior capitalização apresenta maior proporção de ordens ao melhor (10.4%) do que o grupo de menor capitalização (7%). A maior proporção de ordens de venda no total das ordens ao melhor pode revelar um comportamento distinto entre intenções de compra e venda de títulos.

No que respeita à situação da ordem, ou seja, ao que acontece à ordem para que seja retirada do livro de ordens, conclui-se que cerca de metade

(3) A negociação dos títulos pertencente ao PSI-20 realiza-se em contínuo ao longo do dia. No entanto, no início e no fim do dia existem períodos de negociação com características diferentes. Estes períodos tomam a designação de pré-abertura e pré-fecho. Durante estes períodos as ordens vão-se acumulando até que, do encontro de todas estas ordens de compra e venda, se determine um preço único (preço de abertura e preço de fecho, respectivamente) que satisfaz a maior quantidade possível dos dois lados do mercado. Estes períodos de transacção foram retirados da análise já que apresentam características diferentes dos períodos de transacção em contínuo.

(4) A divisão entre as cinco empresas de maior capitalização e as quinze de menor capitalização constitui uma separação natural do índice PSI-20. As cinco maiores empresas representam cerca de 75% do total da capitalização do índice PSI-20 e fazem parte do grupo das noventa empresas com maior peso do índice Euronext 100.

das ordens submetidas são executadas, enquanto que 27 por cento das ordens expira por alcançar o prazo de validade. As empresas de menor capitalização têm em média um rácio de execução de 42.8 por cento, significativamente inferior ao rácio de execução das empresas de maior capitalização, em média de 56.3 por cento. Isto pode ser interpretado como uma evidência de que as empresas de maior capitalização permitem satisfazer as intenções de compra e venda de títulos com maior probabilidade do que as empresas de menor capitalização, o que significa uma maior liquidez dos títulos de maior capitalização.

Para a realização deste trabalho consideraram-se apenas as ordens limite e com validade para o dia em que foram submetidas. Para além disso, eliminaram-se as ordens submetidas durante o período de pré-abertura e pré-fecho. Em resultado, utilizou-se um total de 1,594,921 observações neste estudo.

1.2. O livro de ordens e medidas de liquidez do mercado

O livro de ordens consiste na compilação das ofertas de compra e venda de cada título, em cada momento. As ordens entram no livro ao longo do dia, sendo imediatamente expostas ao mercado, e saem do livro se forem executadas, anuladas, modificadas ou expirarem.

Para cada título, lado do mercado (compra ou venda) e unidade temporal de transacção (no nosso caso, o segundo), o livro de ordens corresponde a uma tabela composta por todas as cotações oferecidas para transacção e respectivas quantidades totais existentes nas ordens activas, isto é, nas ordens que ainda não atingiram o limite de validade, que não tenham sido anuladas, e que não tenham sido totalmente satisfeitas. Em cada instante, são identificadas as ordens anuladas ou que expiram nesse momento, sendo retiradas do livro de ordens. De igual forma, as quantidades oferecidas pelas ordens que entram no livro a cada momento, e que não são imediatamente satisfeitas, são adicionadas aos totais já existentes na tabela. Deste modo, pode concluir-se que o acompanhamento do livro de ordens corresponde à criação de um sistema virtual de liquidação de ordens.

O Gráfico 1 representa o livro de ordens de um título num determinado momento do tempo. Os



valores C_1 a C_5 com $C_1 > C_2 \dots > C_5$, representam as cinco cotações mais elevadas associadas às ofertas de compra e por isso com maior probabilidade de serem executadas. As quantidades QC_1, \dots, QC_5 com $QC_1 < QC_2 \dots < QC_5$ dizem respeito às quantidades acumuladas oferecidas para compra às cotações C_1 a C_5 , respectivamente. De forma similar, V_1 a V_5 , com $V_1 < V_2 \dots < V_5$, representam as cinco cotações de menor valor do lado da venda e como tal com maior probabilidade de serem executadas assim como as quantidades QV_1, \dots, QV_5 , com $QV_1 < QV_2 \dots < QV_5$.

O livro de ordens constitui um mecanismo de análise do encontro da oferta e procura de títulos. Os valores *bid* (C_1 a C_5) e *ask* (V_1 a V_5) correspondem às melhores cotações oferecidas no mercado por agentes dispostos a comprar e vender activos, respectivamente. A diferença entre a cotação *bid* mais elevada (C_1) e a menor cotação *ask* (V_1), designada por *bid-ask spread*, é uma medida natural de liquidez. Um título com maior *spread* caracteriza-se por uma maior dificuldade na obtenção de uma execução, e consequentemente por um activo menos líquido.

Convém notar que o processo de construção do livro de ordens é, para a informação disponível, aproximado. Embora cada ordem possa ser executada em várias transacções dispersas no tempo, na construção do livro de ordens admitiu-se que, para as ordens total ou parcialmente executadas, todas as transacções foram efectuadas no momento da última modificação ocorrida na ordem. Esta

Quadro 2

MEDIDAS DE LIQUIDEZ

	Intervalos de rendibilidade diárias face à rendibilidade média do período					Total
	$<\mu-2\sigma$	$[\mu-2\sigma,\mu-\sigma[$	$[\mu-\sigma,\mu+\sigma]$	$]\mu+\sigma,\mu+2\sigma]$	$>\mu+2\sigma$	
<i>Bid-ask spread</i> (%)						
Grupo de pequena capitalização	1.56	1.27	0.97	1.18	1.26	1.05
Grupo de grande capitalização	0.36	0.31	0.27	0.30	0.31	0.29
Total - Índice PSI 20	0.79	0.66	0.56	0.66	0.64	0.60
Custos de transacção (em pontos base)						
Grupo de pequena capitalização	9.02	9.20	5.88	7.23	7.81	6.52
Grupo de grande capitalização	3.32	2.84	2.34	2.57	2.77	2.48
Total - Índice PSI 20	5.34	5.15	3.81	4.43	4.54	4.11
Número de ordens						
Grupo de pequena capitalização	28 051	62 233	476 800	69 045	11 451	647 580
Grupo de grande capitalização	50 727	107 342	665 658	102 815	20 799	947 341
Total - Índice PSI 20	78 778	169 575	1142 458	171 860	32 250	1594 921

Nota: μ representa a rendibilidade média no período amostral, e σ o desvio-padrão. Definição das variáveis: o *bid-ask spread* é dado por $(V_1 - C_1) / ((V_1 + C_1) / 2) * 100$; o custo de transacção é $\sum (C_{1,t} - C_{1,t-1}) * Q_t / \sum P_t * Q_t$, onde $C_{1,t}$ é o valor médio da melhor cotação de compra no minuto t , $P_t = (V_{1,t} + C_{1,t}) / 2$ representa um valor aproximado para o preço de transacção, Q_t é a quantidade executada associada à ordem, e o somatório é efectuado para todas as ordens total ou parcialmente executadas entradas no minuto t . (Para ordens de venda a definição usa a melhor cotação de venda V_1 .) O número de ordens corresponde ao número de ofertas de compra e venda em cada um dos intervalos da distribuição da rendibilidade diária do índice PSI-20.

simplificação introduz alguma imperfeição no livro. Desta forma, foram eliminadas todas as ordens entradas em momentos para os quais o cálculo do livro de ordens conduzia a $C_1 = V_1$, num total de menos de 10 por cento das ordens, resultando num total de 1,594,921 ordens durante o período amostral.

Uma das críticas mais usuais ao *bid-ask spread* como medida de liquidez é a de considerar apenas a vertente preço, não ponderando pelas respectivas quantidades. De modo a incluir o volume transaccionado, pode analisar-se as variações das quantidades oferecidas no livro de ordens para as diferentes cotações *bid* e *ask* do livro (tal como será feito na secção seguinte) ou considerar uma medida adicional de liquidez, denominada custo de transacção, que representa a variação percentual do preço de transacção entre dois minutos consecutivos. Títulos mais líquidos estarão associados a variações de preços menores, o que se traduz em custos de transacção menores.

O Quadro 2 apresenta um resumo das duas medidas de liquidez descritas anteriormente. Uma vez que situações de maior ou menor liquidez podem ser resultado quer de diferenças entre títulos,

quer de diferentes condições de mercado, com períodos de maior variação de preços potencialmente associados a períodos de maiores perturbações, apresenta-se no Quadro 2 o cálculo das medidas de liquidez para diferentes intervalos de rendibilidade diária. Este indicador pretende medir o sentimento geral do mercado no dia em que uma ordem é submetida. Grandes variações de preço deverão corresponder a períodos de maior dificuldade de encontro entre a procura e oferta de títulos, o que se poderá traduzir em períodos de menor liquidez. No Quadro 2 as ordens são agrupadas por categorias definidas em termos das variações diárias do índice PSI-20. Para o período em análise, procedeu-se ao cálculo da rendibilidade do índice face à sessão anterior, obtendo-se uma distribuição da rendibilidade diária de média μ e desvio-padrão σ . No quadro, o intervalo $[\mu - \sigma, \mu + \sigma]$, por exemplo, corresponde aos dias em que a rendibilidade diária do índice PSI-20 se situou entre (i) a rendibilidade média diária do índice ao longo do período de análise menos um desvio-padrão dessa rendibilidade ($\mu - \sigma$), e (ii) a rendibilidade média mais um desvio-padrão ($\mu + \sigma$). O quadro apresenta ainda o número de ordens que se in-

Quadro 3

COMPARAÇÃO COM MERCADOS INTERNACIONAIS

Mercado/Índice	Capitalização bolsista do Índice em 30/04/2004 (\$M)	Bid/ask spread (%)	C. Transacção (pontos base)
EUA - Dow Jones	3144935	0.27	3.79
Euronext - Paris	847707	0.14	3.72
Espanha - IBEX 35	302030	0.24	5.50
Alemanha - DAX	607668	0.17	5.03
Itália - MIB 30	429427	0.27	4.40
Grécia - ASE 20	3385	0.63	9.43
Áustria - ATX	24347	0.94	11.56
Brasil - Bovespa	11931	0.83	13.98

Fonte: Informação publicada em "Global Equity Markets", Birinyi Associates, Inc., Deutsche Bank Securities, Setembro de 2002. Resultados reflectem a análise para Janeiro de 2002.

cluem nos diferentes intervalos de rendibilidade diária do PSI-20.

De acordo com o Quadro 2, pode verificar-se que o *bid-ask spread* para o conjunto de títulos do PSI-20 do mercado português é de 60 pontos base, notando-se uma diferença significativa entre os títulos de maior e menor capitalização. O *bid-ask spread* para o grupo de menor capitalização é 1.05 por cento, cerca de cinco vezes superior ao do grupo de grande capitalização, que é de 0.29 por cento. O *bid-ask spread* varia com os intervalos da distribuição da rendibilidade diária, tendo a forma aproximada de um U. No entanto, existe assimetria na distribuição da liquidez em termos da rendibilidade diária, com a aba esquerda da distribuição desta variável associada a menores valores de liquidez do que os observados na aba direita.

Relativamente aos custos de transacção e no caso de empresas de menor capitalização, observa-se que são, em média, de 6.52 pontos base, enquanto que no caso das empresas de maior capitalização os custos de transacção são de 2.48 pontos base. À semelhança do *bid-ask spread*, também os custos de transacção variam com a rendibilidade diária. Quando a rendibilidade diária é inferior a dois desvios-padrão abaixo da média da amostra, o seu valor é de 5.34 pontos base, diminuindo para 3.81 pontos base no intervalo entre menos um e mais um desvio-padrão, e subindo novamente para 4.54 em dias com rendibilidade superior a dois desvios-padrão acima da rendibilidade mé-

dia, o que indicia igualmente um comportamento assimétrico relativamente à distribuição da rendibilidade diária.

Para melhor enquadrar as medidas de liquidez do mercado português dentro do conjunto de outros mercados de acções, o Quadro 3 apresenta os valores médios do *bid-ask spread* e custos de transacção para uma amostra dos principais mercados internacionais.

Apesar de o período amostral não ser idêntico, a comparação dos valores da tabela com os resultados obtidos para o mercado português mostra que os valores dos índices de liquidez se encontram dentro da mesma ordem de grandeza dos observados para os mercados internacionais. Em particular, o subconjunto de empresas de grande capitalização apresenta tanto um *bid-ask spread* (29 pontos base) como um valor médio de custos de transacção (2.48 pontos base), valores próximos dos observados nos principais mercados internacionais.

2. COMPORTAMENTO DA CURVA DE OFERTA E PROCURA E ANÁLISE INTRA-DIÁRIA

Nesta secção estuda-se em maior detalhe a composição das curvas de ofertas do livro de ordens, com especial destaque para o impacto que a quantidade oferecida tem no preço. Para além disso, e à semelhança do que acontece na generalidade dos mercados, analisa-se o comportamento in-

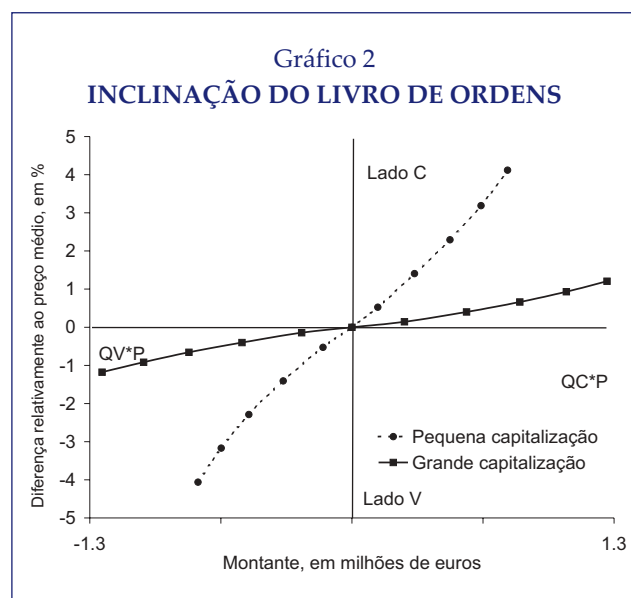
tra-diário da liquidez, medido a partir da evolução dos valores médios do *bid-ask spread* ao longo do dia.

2.1. Comportamento da curva de procura e oferta

A caracterização completa do comportamento da procura e oferta de títulos só se consegue efectuar considerando simultaneamente as duas variáveis do livro de ordens: cotações (*bid-ask spread*) e quantidades oferecidas para cada momento do tempo. O declive do livro mede quanto é que um investidor terá de pagar a mais (receber a menos) para adquirir (vender) acções de determinado título. Esta análise sugere uma medida adicional de liquidez, designada por *robustez de preço* (a ordens de montante elevado), e definida como o montante (em euros) que deve ter uma ordem de venda (ou compra) para fazer variar o preço em 0.1 por cento. Num mercado líquido, grandes transacções deveriam ser absorvidas sem provocar uma grande variação no preço de transacção.

A análise empírica do livro de ordens tem sido feita para outros mercados. Biais *et al.* (1995) concluem que o livro de ordens da Bolsa de Paris é ligeiramente côncavo, com um *bid-ask spread* superior em duas vezes aos *spreads* adjacentes, em cada um dos lados. Por outro lado, Al-Suhaibani e Kryzanowski (2000) concluem que o livro de ordens da Bolsa da Arábia Saudita não se afasta muito da linearidade.

O Gráfico 2 representa o livro de ordens do mercado português, permitindo distinguir entre o grupo de empresas de maior e menor capitalização. No eixo vertical encontra-se a diferença percentual, relativamente ao ponto médio do *bid-ask spread*, da cotação das ordens. No eixo horizontal temos o montante constante no livro de ordens, avaliado ao preço médio. No primeiro quadrante representa-se o lado da compra de títulos; no terceiro quadrante, o lado da venda. Os valores assinalados no gráfico são médias das ordens de compra e venda de cada subgrupo de títulos, para os cinco níveis calculados de cada lado. Por exemplo, o ponto do gráfico correspondente às empresas de grande capitalização mais à direita tem a seguinte interpretação: em média, existem pendentes ordens de compra no montante de 1.27 milhões de euros passíveis de serem satisfeitas por ordens de



venda 1.2 por cento abaixo do preço corrente de transacção.

O grupo de empresas de menor capitalização apresenta um declive superior ao registado para empresas de maior capitalização. Isso significa que o preço das empresas de menor capitalização é mais sensível a variações nas quantidades oferecidas para compra e venda. O Quadro 4 quantifica a representação gráfica apresentada no Gráfico 2, determinando a robustez de preço, ou seja, o montante médio necessário para uma oferta provocar uma variação de 0.1 por cento no preço do título. (O preço é aqui definido como o ponto médio entre as melhores cotações oferecidas para compra e venda.) Tal como anteriormente, calcula-se esta medida de impacto no preço para diferentes intervalos da distribuição da rendibilidade diária do índice PSI-20. No Quadro 4 distingue-se ainda a robustez de preço para ordens de compra e ordens de venda.

Os resultados apresentados no Quadro 4 revelam que, em média, se espera uma alteração em 0.1 por cento no preço se, num determinado momento, forem liquidadas ordens de compra no montante de 136 mil euros, ou de venda no montante de 140 mil euros. Como seria de esperar, o preço dos títulos das empresas de menor capitalização é mais sensível a variações nas quantidades oferecidas. Por outro lado, os preços são em geral mais sensíveis a alterações nas quantidades oferecidas quando o mercado regista maior variação de rendibilidade diária. Estes comportamentos são consistentes com menor liquidez das empresas de

Quadro 4
ROBUSTEZ DE PREÇO

Intervalos de rendibilidade diárias face à rendibilidade média do período (μ)						Total
	$<\mu-2\sigma$	$[\mu-2\sigma,\mu-\sigma[$	$[\mu-\sigma,\mu+\sigma]$	$]\mu+\sigma,\mu+2\sigma]$	$>\mu+2\sigma$	
Impacto de 0.1% no preço médio (compra) (milhões de euros)						
Grupo de pequena capitalização	0.009	0.028	0.029	0.031	0.016	0.028
Grupo de grande capitalização	0.130	0.178	0.225	0.197	0.189	0.210
Total - Índice PSI 20	0.087	0.123	0.143	0.130	0.128	0.136
Impacto de 0.1% no preço médio (venda) (milhões de euros)						
Grupo de pequena capitalização	0.018	0.025	0.026	0.023	0.016	0.025
Grupo de grande capitalização	0.128	0.199	0.231	0.201	0.201	0.218
Total - Índice PSI 20	0.088	0.135	0.146	0.130	0.136	0.140

menor capitalização e/ou com situações de variações bruscas na rendibilidade de mercado.

2.2. Comportamento intra-diário

De acordo com alguns autores, como por exemplo Bias, Hillion e Spatt (1995), o número de ordens e transacções varia ao longo do dia, registando-se um maior número e valor médio de transacções próximo do fecho do mercado. Segundo estes autores, ordens de menor valor médio no início do dia podem estar relacionadas com um mecanismo de revelação de preço. As grandes ordens no final do dia ocorrem após a revelação do preço, ou ainda pelo facto dos grandes intermediários financeiros, como os fundos de investimento, fecharem as suas posições de carteira com base nos valores de fecho de mercado e não nos valores intra-diários.

A variação do volume de transacções deverá estar relacionada com uma variação de liquidez de mercado, pelo que será de esperar maior liquidez nas alturas em que o mercado regista maior número de transacções. O Gráfico 3 representa o comportamento do *bid-ask spread* ao longo do dia de transacção, entre as 9h e as 16h, para intervalos de uma hora, distinguindo-se a evolução entre grupos de pequena e grande capitalização. No gráfico, as dimensões dos pontos são proporcionais à frequência de ordens. Os pontos do início e do final do dia correspondem a um menor número de ordens.

Tal como se observa para a generalidade dos mercados, a liquidez do mercado de acções em Portugal tem um comportamento intra-diário em forma aproximada de U, diminuindo ao longo da manhã e subindo ligeiramente próximo do fecho do mercado.

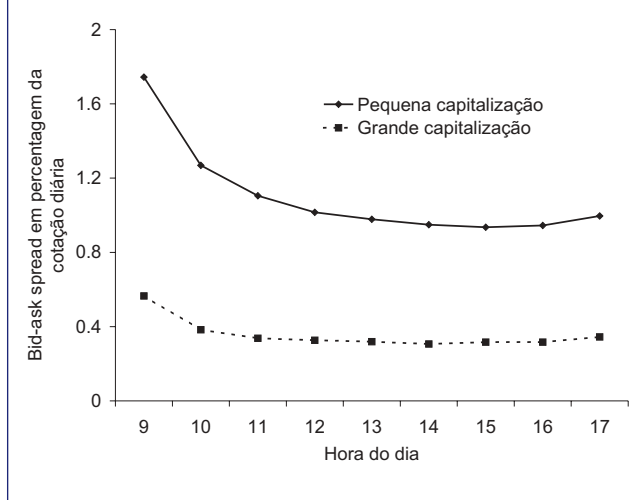
O *bid-ask spread* das empresas de menor (maior) capitalização atinge o ponto mínimo cerca das 14 horas e 30 minutos, representando cerca de 60 (53) por cento do valor registado na abertura do mercado.

3. DETERMINANTES DO RÁCIO E TEMPO DE EXECUÇÃO DAS ORDENS

Nas secções anteriores identificaram-se diversas medidas de liquidez, indicadores que caracterizam o mercado que um investidor enfrenta quando submete uma ordem. Nesta secção determina-se a importância destes indicadores para o sucesso das ordens, que se define como a facilidade de execução (quando a quantidade executada é positiva) ou, também, o tempo que medeia entre o momento em que a ordem é oferecida e a execução.

Uma ordem de compra (venda) terá tanto maior probabilidade de ser executada quanto mais se aproximar das cotações do outro lado do mercado vigentes no livro de ordens; quanto maior for o volume de ordens acumulado no lado da venda (compra); ou quanto menor for o *bid-ask spread*. Estes factores determinam que a taxa de execução

Gráfico 3
COMPORTAMENTO INTRA-DIÁRIO
DO BID-ASK SPREAD



da oferta dependa das características da ordem e da sua relação com o livro de ordens no momento em que ela é submetida. Por exemplo, o número de ordens que estão no livro às melhores cotações diminuirá a probabilidade de execução, ou aumentará o tempo médio entre o momento de oferta e execução.

Para além de factores específicos da ordem, é de esperar que factores relacionados com o título ou com o mercado possam também influenciar a probabilidade de execução. Em particular, títulos de grande capitalização e menor volatilidade deverão ter maior probabilidade de execução. Consideremos que a variável dicotómica *Exec* tem o valor 1 quando a ordem é total ou parcialmente executada, e tem o valor 0 no caso contrário. A probabilidade de execução total ou parcial de uma ordem, $\Pr\{Exec = 1\}$, pode ser especificada como:

$$\Pr\{Exec = 1\} = F[\alpha + g(\text{factores ordem}) + h(\text{factores título}) + w(\text{factores mercado}) + \varepsilon]$$

onde F é uma função associada ao modelo probit, e se assume que g , h , e w são funções lineares. Para além disso:

- (i) $\text{factores ordem} = (D_{\text{agressividade}}, \text{Quantidade Prioritária}, \text{Bid-ask}, D_9, \dots, D_{16})$
- (ii) $\text{factores título} = (\sigma_{\text{título}}, D_{\text{grandecap}}, \text{Rendibilidade}_{\text{título}})$;
- (iii) $\text{factores mercado} = (R_{<\mu-2\sigma}, R_{\mu-2\sigma, \mu-\sigma}, R_{\mu-\sigma, \mu+\sigma}, R_{\mu+\sigma, \mu+2\sigma}, R_{>\mu+2\sigma})$.

$D_{\text{agressividade}}$ é uma variável dicotómica com valor 1 no caso de, numa ordem de venda, a cotação da ordem, *Cotação*, ser inferior à cotação mínima de venda existente no livro de ordens do título no minuto anterior ao da submissão da ordem, $V_{1,t-1}$. A variável é nula caso contrário. No caso de uma ordem de compra, a variável é 1 se $\text{Cotação} > C_{1,t-1}$. Trata-se de uma medida da agressividade da ordem. É de esperar que maior agressividade induza uma redução do *bid-ask spread*. O Quadro 5 apresenta as correlações entre o *bid-ask spread* e a medida de agressividade da ordem para o minuto em que ordem foi submetida e para os três minutos anteriores. Observa-se que a submissão de ordens de venda (compra) a cotações inferiores (superiores) à menor (maior) cotação de venda (compra) existente no livro tem uma correlação de -8.97 (-8.14) por cento com o *bid-ask spread*, sendo que essa correlação vai, em geral, diminuindo à medida que o desfaseamento aumenta.

A variável *Quantidade Prioritária* para uma oferta de compra representa a proporção da quantidade de acções oferecidas à melhor cotação de compra no total da quantidade de acções oferecidas às melhores cotações de compra e venda, no minuto anterior, ou seja, $QC_{1,t-1} / (QC_{1,t-1} + QV_{1,t-1})$, em que $QC_{1,t-1}$, por exemplo, é a quantidade existente no livro de ordens para a maior cotação de compra. Para uma oferta de venda, *Quantidade Prioritária* é definida por $QV_{1,t-1} / (QC_{1,t-1} + QV_{1,t-1})$.

A variável *Bid-ask* representa o *bid-ask spread* do título no minuto anterior ao da ordem.

No que respeita às variáveis associadas ao título, $\sigma_{\text{título}}$ representa a volatilidade diária do título, definida como $(P_{\text{máximo}} - P_{\text{mínimo}}) / |P_{\text{fecho}} - P_{\text{abertura}}|$ onde $P_{\text{máximo}}$ ($P_{\text{mínimo}}$) representa o preço de transacção máximo (mínimo) do título durante o dia. (O preço de transacção é aproximado por $(V_1 + C_1) / 2$. Os valores para P_{fecho} e P_{abertura} são definidos de forma análoga. A variável *Rendibilidade*_{título} representa a rendibilidade diária do título definida com base nos preços de fecho, e pretende controlar para movimentos idiossincráticos nos preços dos títulos do PSI-20.

$D_{\text{grande cap.}}$ é uma variável dicotómica com valor 1 no caso de a ordem se referir a um título de grande capitalização, o que permite contrastar o comportamento dos dois grupos de títulos.

Finalmente, no que respeita às variáveis relacionadas com o mercado e à semelhança dos Quadros

Quadro 5

CORRELAÇÃO SIMPLES ENTRE O BID-ASK E AGRESSIVIDADE EM MINUTOS DESFASADOS

	$D_{\text{agress. contemp.}}$	$D_{\text{agressividade}}$	$D_{\text{agressividade (-2)}}$	$D_{\text{agressividade (-3)}}$
Ordens de compra				
<i>Bid Ask</i>	-0.0897	-0.0869	-0.0904	-0.0856
Ordens de venda				
<i>Bid Ask</i>	-0.0814	-0.0778	-0.064	-0.0522

Notas: Definição das variáveis: o *bid-ask spread* é dado por $(V_1 - C_1) / ((V_1 + C_1) / 2) * 100$; $D_{\text{agress. contemp.}}$ é 1 se $Cotação_t < V_{1,t}$ ($Cotação_t > C_{1,t}$) para uma ordem de venda (compra), e 0 caso contrário. $Cotação_t$ é a cotação associada à ordem e $V_{1,t}$ ($C_{1,t}$) é o valor médio da melhor cotação de venda (compra) no minuto t . $D_{\text{agressividade}}$ é 1 se $Cotação_t < V_{1,t-1}$ ($Cotação_t > C_{1,t-1}$) para uma ordem de venda (compra), e 0 caso contrário. $D_{\text{agressividade (-2)}}$ é 1 se $Cotação_t < V_{1,t-2}$ ($Cotação_t > C_{1,t-2}$) para uma ordem de venda (compra), e 0 caso contrário. $D_{\text{agressividade (-3)}}$ é definida de forma similar mas para $t-3$. Todas as correlações são significativas com intervalo de confiança de 95%. O número de observações é de 1,335,266.

2 e 4, consideram-se variáveis dicotómicas que descrevem os intervalos de rendibilidade do mercado relativamente à média do período. A variável $R_{<\mu-2\sigma}$ é um indicador com valor 1 se a rendibilidade diária é menor que a rendibilidade média do período menos dois desvios-padrão, e 0 caso contrário. De forma análoga se definem as variáveis dicotómicas para os respectivos intervalos: $R_{[\mu-2\sigma, \mu-\sigma]}$, $R_{[\mu-\sigma, \mu+\sigma]}$, $R_{[\mu+\sigma, \mu+2\sigma]}$ e $R_{>\mu+2\sigma}$.

De modo a controlar para variações do comportamento do mercado ao longo do dia, já evidenciadas no Gráfico 3, o modelo de regressão considera ainda variáveis dicotómicas para as horas de transacção, D_9, \dots, D_{16} , que têm valor 1 se a ordem pertence à hora [9:00,10:00[, ..., [16:00,16:25], respectivamente. Tendo em conta que estas variáveis têm por objectivo exclusivo controlar para os efeitos estimados para as restantes, o valor da suas estimativas são omitidos.

Uma vez que a variável dependente do modelo é dicotómica com valor 1 se a ordem for executada e 0 no caso contrário, estima-se um modelo de regressão não linear *probit*. As segunda e terceira colunas do Quadro 6 apresentam os resultados do modelo de regressão que acabámos de descrever. No quadro, as estimativas dos coeficientes representam os efeitos marginais das variáveis independentes na probabilidade de a ordem ser executada. Na linha por baixo dos valores estimados para os coeficientes apresentam-se os respectivos *p-values*.

De forma análoga se pode calcular o impacto que os mesmos factores, associados à ordem, ao tí-

tulo e ao mercado, têm no tempo de execução, condicional à hipótese de a ordem ser executada. Para isso usou-se um modelo de efeitos proporcionais de Cox. Os resultados das estimativas deste modelo para as ordens de venda e compra são apresentados nas quarta e quinta colunas do Quadro 6. Trata-se do rácio (conhecido na literatura por *hazard ratio*) entre a taxa instantânea de execução da ordem e uma taxa de execução de referência (conhecida na literatura como *baseline hazard*)⁽⁵⁾. Estimativas de *hazard ratios* maiores do que 1 representam uma diminuição no tempo de execução relativamente à referência. Por exemplo, o *hazard ratio* associado à agressividade em ordens de venda é 2.18, o que significa que, em média, as ordens agressivas (com $D_{\text{agressividade}}$ igual a 1) têm uma taxa de execução 2.18 vezes superior às ordens não agressivas (com $D_{\text{agressividade}}$ igual a 0).

Os resultados apresentados no Quadro 6 revelam que os factores relacionados com a ordem, título e mercado são determinantes para a probabilidade e tempo de execução da ordem. Os resultados na segunda coluna revelam que se uma ordem de venda for submetida a uma cotação inferior à melhor cotação de venda (V_1 no Gráfico 1) do minuto anterior (medida de agressividade), a probabilidade de execução da ordem aumenta em 60

(5) No modelo de Cox de duração, a função de *hazard* é definida por $h(t) = h_0(t) * \exp(\beta_1 * x_1 + \dots + \beta_k * x_k)$, em que $h_0(t)$ é a *baseline hazard*, e β_i são os coeficientes a estimar. O Quadro 6 apresenta estimativas de $\exp(\beta_i)$.

Quadro 6

ANÁLISE DO RÁCIO DE EXECUÇÃO E TEMPO DE EXECUÇÃO^(a)

	Probabilidade de execução		Tempo de execução	
	Modelo probit		Modelo Cox de duração	
	Ordens de Venda	Ordens de Compra	Ordens de Venda	Ordens de Compra
	dF/dx	dF/dx	Haz. Ratio	Haz. Ratio
Factores da ordem				
D_{dentro}	0.6060	0.5501	2.1772	2.2695
	0.000	0.000	0.000	0.000
Quantidade Prioritária	-0.1489	-0.1539	0.7034	0.6864
	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Bid Ask</i>	-0.0539	-0.0434	0.7648	0.7887
	0.000	0.000	0.000	0.000
Factores do título				
$\sigma_{título}$	-0.0013	-0.0007	1.0060	1.0066
	0.000	0.000	0.000	0.000
$D_{grande\ cap}$	0.0852	0.0983	1.2081	1.2519
	0.000	0.000	0.000	0.000
Rendibilidade _{título}	1.2028	-0.8164	0.4103	2.3180
	0.000	0.000	0.000	0.000
Factores de mercado				
Rendibilidade $<\mu - 2\sigma$	0.0072	0.0349	1.1381	1.0355
	0.033	0.000	0.000	0.000
Rendibilidade $[\mu - 2\sigma, \mu - \sigma]$	-0.0204	0.0433	0.9971	1.0003
	0.000	0.000	0.759	0.964
Rendibilidade $[\mu + \sigma, \mu + 2\sigma]$	0.0380	-0.0092	1.0166	1.0718
	0.000	0.000	0.024	0.000
Rendibilidade $>\mu + 2\sigma$	0.0904	-0.0722	0.8756	1.3147
	0.000	0.000	0.000	0.000
Prob. Observada	0.543	0.594		
Prob. Prevista	0.610	0.669		
Pseudo R2	0.292	0.262		
Número de observações	684811	650455	159662	181991

Nota: Na linha por baixo das estimativas dos coeficientes de cada variável é apresentado o correspondente *p-value* do teste de significância desse coeficiente.

(a) O teste de nulidade conjunta de parâmetros para as regressões presentes no quadro foi rejeitado a intervalo de confiança de 99%.

por cento (este valor é de 55 por cento no caso de ordens de compra - terceira coluna). Como seria de esperar, a probabilidade de execução de ordens de venda (compra) diminui quando o livro de ordens no minuto anterior à submissão da ordem tem maior número de ordens às melhores cotações de venda (compra) ou quando o *bid-ask spread* é maior. Um aumento de um por cento na quantidade de títulos à melhor cotação de venda faz diminuir a probabilidade de execução de ordens de venda em 14.9 por cento (15.4 por cento no caso da compra). O aumento do *bid-ask spread* em 1 por cento faz diminuir a probabilidade de execução

das ordens de venda em 5.4 por cento (4.3 por cento no caso de ordens de compra).

Os factores de título e mercado influenciam igualmente a probabilidade de execução das ordens de compra e venda. Um aumento em 1 por cento da volatilidade do título está associado a uma diminuição na probabilidade de execução tanto nas ordens de compra (0.13 por cento) como nas ordens de venda (0.07). No caso do título pertencer ao grupo de empresas de maior capitalização, a probabilidade de execução de ordens de venda (compra) aumenta 8.5 (9.8) por cento. Este impacto é consistente com os resultados apresen-

tados no Quadro 1 (descrição sumária das ordens). Finalmente, e tal como seria de esperar, a rendibilidade do título e índice tendem a afectar de forma positiva (negativa) a probabilidade de execução da ordem de venda (compra).

No que respeita ao tempo de execução da ordens, o modelo de duração apresenta, em geral, resultados consistentes com os obtidos para a probabilidade de execução. De acordo com os resultados, os tempos de execução de ofertas de venda (compra) diminuem quando as ordens se situam abaixo (acima) da melhor cotação de venda (compra) do minuto anterior (ou seja, quando a agressividade aumenta), quando o número de acções à mínima (máxima) cotação de venda (compra) no minuto anterior diminui, ou ainda quando o bid-ask spread do minuto anterior diminui. À semelhança da probabilidade de execução, os títulos de grande capitalização estão associados a tempos de execução menores que os títulos de menor capitalização. No entanto, os resultados revelam que variações positivas da rendibilidade do título estão associadas ao aumento do tempo de execução das ordens de venda ou diminuição no caso de ordens de compra. A volatilidade dos títulos faz igualmente diminuir o tempo de execução tanto de compra como de venda de títulos, embora de forma pouco pronunciada.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho centra-se na análise de liquidez e nos factores de execução das ordens no mercado de acções em Portugal. A compilação de todas as ordens dos títulos do PSI-20 entre Janeiro e Outubro de 2002 permite construir o livro de ordens do mercado e conseqüentemente criar um sistema virtual de transacção das ordens. A análise do livro de ordens possibilita a identificação de indicadores de liquidez do mercado, como por exemplo a diferença entre a maior cotação de compra e a menor cotação de venda (*bid-ask spread*), ou a construção de índices como a alteração de preço entre ordens consecutivas (custo de transacção), ou ainda o impacto no preço do volume de ordens de compra e venda (robustez de preço). A análise mostra que o *bid-ask spread* do mercado português é de 60 pontos base enquanto que os custos de transacção são em média de 4.11 pontos base. Os índices de liquidez variam entre empresas ou por dimensão

das alterações da rendibilidade diária do mercado. O grupo de empresas de pequena capitalização apresenta valores de bid-ask spread cerca de 5 vezes superior ao do grupo de pequena capitalização enquanto este diferencial pode variar entre 79 pontos base e 56 pontos base dependendo se a rendibilidade diária do índice varia de mais de dois desvios padrão relativamente à média da amostra ou está dentro do intervalo entre menos um desvio padrão e mais um desvio padrão da média. Os índices de liquidez calculados para o PSI-20 estão dentro da mesma ordem de grandeza dos observado para os principais mercados internacionais. À imagem da generalidade dos mercados, o mercado português regista ainda um padrão de liquidez intra diário em forma de U.

O trabalho revela que os factores de liquidez de mercado determinam quer a probabilidade quer o tempo de execução. A probabilidade de uma ordem de venda (compra) que seja submetida dentro do intervalo de *bid-ask spread* aumenta de 60.6 (55.0) por cento. Um investidor que realize uma ordem de venda (compra) de um título pertencente ao grupo de maior capitalização terá 8.52 (9.83) por cento maior probabilidade de a ordem ser executada.

REFERÊNCIAS

- Al-Suhaibani e Kryzanowski, 2000, "An Exploratory Analysis of the Order Book, and Order Flow and Execution on the Saudi Stock Market", *Journal of Banking and Finance*, 24, 1323-1357
- Amihud e Mendelson, 1986, "Asset Pricing and the Bid-Ask Spread", *Journal of Financial Economics*, 17, 223-249
- Biais, B., P. Hillion e C. Spatt, 1995, "An Empirical Analysis of the Limit Order Book and the Order Flow in the Paris Bourse", *Journal of Finance*, vol L, 5, 1655-1689
- Brennan e Subrahmanyam, 1996, "Market Microstructure and Asset pricing: On the Compensation for Illiquidity in Stock Returns", *Journal of Financial Economics*, 41, 441-464