

VOLUME DE TRANSAÇÃO DE OPÇÕES E A VOLATILIDADE DOS RETORNOS DOS BANCOS*

Rafael Barbosa** | Martín Saldías**

119

Artigos

RESUMO

Este artigo estuda as ligações entre a atividade nos mercados de opções e a volatilidade das ações subjacentes correspondentes. Mais especificamente, procuramos averiguar se o volume de negociação nos mercados de opções tem poder explicativo sobre a volatilidade das ações subjacentes. Para isso, concentramo-nos em informação relativa a 16 grandes bancos europeus e dos Estados Unidos entre 2004 e 2008. Os nossos resultados mostram que o volume de troca de opções tem poder explicativo sobre a volatilidade dos retornos e que a relação é robusta mesmo depois de controlar para o aumento da volatilidade global e para as mudanças no regime de volatilidade nos estágios iniciais da crise. A análise desta ligação particular é escassa na literatura existente e quase inexistente para o setor bancário europeu.

1. INTRODUÇÃO

A análise da volatilidade dos retornos das ações é um tema recorrente na literatura de economia financeira. No caso das ações dos bancos, este interesse está também relacionado com sua ligação com a instabilidade global de mercado. Embora volatilidade não implique, necessariamente, instabilidade financeira, sendo comum encontrar períodos de turbulência nos preços sem qualquer reflexo na liquidez ou solvência, é, no entanto, muito raro testemunhar a última sem a primeira. Num certo sentido, a volatilidade parece ser um ingrediente necessário na receita para a instabilidade de mercado. Torna-se por isso muito relevante identificar e analisar os fatores determinantes da volatilidade dos retornos das ações para compreender e avaliar a instabilidade financeira.

Um dos mais consensuais destes determinantes da volatilidade na literatura é o stock de volume de negociação. Diversos estudos demonstraram que existe uma relação positiva entre os dois. No entanto, devido à sua crescente relevância nas últimas décadas, trabalhos recentes começaram a estudar se os mercados de derivados em geral, e os mercados de opções em particular, podem conter informações relevantes sobre a volatilidade das ações. Além disso, nos últimos tempos, os grandes atores institucionais do mercado têm mostrado um interesse crescente em opções como uma estratégia de mitigação de risco. Isso pode representar uma entrada no mercado de entidades altamente informadas que contribuem para aprofundar o potencial informativo deste mercado em relação ao mercado subjacente.

Nesse sentido, este artigo explora a relação entre a atividade de negociação em opções de bancos e a volatilidade das suas ações subjacentes correspondentes. Em particular, concentramo-nos no papel do volume de negociação nos mercados de opções regulados como uma variável explicativa da volatilidade das ações subjacentes. Os dados usados consistem em informação de opções e preços das ações de 16

* Os autores agradecem os comentários e sugestões a Paulo Rodrigues. As opiniões expressas neste artigo são da responsabilidade dos autores, não coincidindo necessariamente com as do Banco de Portugal ou do Eurosistema. Eventuais erros e omissões são da exclusiva responsabilidade dos autores.

** Banco de Portugal, Departamento de Estudos Económicos.

grandes bancos europeus e dos Estados Unidos entre 2004 e 2008 e a análise é baseada em modelos EGARCH.

Os nossos resultados mostram que o volume de negócios contemporâneo no mercado de opções ajuda a explicar a volatilidade da ação subjacente para uma amostra representativa de alguns dos maiores bancos da Europa e os EUA. Além disso, esta relação parece não ser afetada por períodos de aumento da volatilidade do mercado, como a crise do subprime. Esta investigação pode, assim, ser uma contribuição valiosa para a análise da volatilidade das ações dos bancos e ajudar a avaliar a instabilidade do mercado.

Normalmente, a procura por informação sobre volatilidade em mercados de opções foca-se no estudo de volatilidades implícitas. Christensen e Prabhala (1997) afirmam que a volatilidade implícita supera a volatilidade passada na previsão de volatilidade futura e chega até, em algumas especificações, a incorporar a informação contida na volatilidade passada. No entanto, a ligação previamente mencionada entre o volume de ações e volatilidade levanta questões sobre a possibilidade da atividade de *trading* no mercado de opções também conter informação relevante.

O primeiro estudo sobre essa relação direta foi Park, Switzer e Bedrosian (1999), motivado por um trabalho semelhante sobre as ligações entre a volatilidade dos retornos e o volume de transações no mercado de futuros, Bessembinder e Seguin (1992). Os autores descobriram que o volume inesperado nos mercados de opções detém forte poder explicativo sobre a volatilidade dos retornos das ações subjacentes, enquanto o volume esperado afeta apenas uma minoria de empresas e com menor magnitude. Mais recentemente, Ni, Pan, e Poteshman (2008) demonstram que a procura líquida de não-criadores de mercado, construída a partir do volume de transações de opções sobre ações, é informativa acerca da volatilidade futura do ativo subjacente (com impacto positivo).

Ho, Zheng e Zhang (2012) fornecem a motivação deste artigo. No seu artigo, é analisada uma amostra das 15 ações com maior volume de transações na New York Stock Exchange, desde 2002 até 2006. Os resultados são consistentes com a teoria de que um maior nível de atividade de no mercado de opções leva a um maior grau de volatilidade do ativo subjacente.

Razões intuitivas para explicar este fenómeno são apresentadas no artigo de Ni, Pan e Poteshman (2008), que afirmam que investidores com informação privada sobre volatilidade optam por negociar no mercado de opções. Isto acontece em grande parte porque os mercados de opções permitem aos investidores realizar combinações de opções, algumas das quais são instrumentos privilegiados para investidores que detenham informações sobre a magnitude da volatilidade futura, mas não sobre a direção futura dos retornos das ações. Este facto é consistente com outra conclusão do artigo, em que o poder de previsão do volume de opções aumenta nos dias que antecedem anúncios de resultados das empresas, que é também quando a assimetria de informação também atinge o seu pico.

Estas combinações permitem aos investidores criar estratégias que podem ser neutras em termos de delta, ou seja, não são sensíveis a mudanças de direção nos retornos do ativo subjacente, mas muito dependentes da sua volatilidade.

Apesar de existirem muitas combinações possíveis para estratégias de negociação de opções, algumas delas são mais populares entre investidores. Chaput e Ederington (2002) abordaram esta questão e avaliaram também se o seu volume de negociação é relevante em relação ao número total de negócios realizados no mercado. Os resultados apontam primeiro para o facto de que estas combinações perfazem 55% do total de operações e 75% do volume de negócios. Em segundo lugar, as mais populares de todas as combinações são *straddles*, *ratio spreads*, *vertical spreads*, e *strangles*¹. Estes números deixam

¹ Um *straddle* é construído comprando uma *call* e uma *put*, ambas com o mesmo preço de exercício e tempo para maturidade. Um *strangle* é semelhante a um *straddle*, mas a *call* tem um preço de exercício superior ao da *put*. *Call (Put) ratio spreads* consistem em comprar X *calls (puts)* e vender Y *calls (puts)* com preços de exercício diferentes e $X > Y$. *Vertical spreads* são combinações direcionais e, por isso, não são relevantes para este artigo.

uma janela aberta em relação à possibilidade de que os investidores informados possam estar a usar estas combinações para capitalizar sobre a volatilidade futura das ações subjacentes.

Neste artigo, a metodologia usada para estudar o impacto do volume de opções sobre a volatilidade dos retornos será baseada em Ho *et al.* (2012), no qual é usada uma abordagem EGARCH para modelar a heterocedasticidade condicional dos retornos, utilizando como principais variáveis explicativas dois rácios que, de acordo com os autores, permitem uma abordagem que avalia o sentimento do mercado, em comparação com o passado.

A base de dados consiste em informação diária de opções de vários grandes bancos e estende-se desde 2 de janeiro de 2004 a 31 de dezembro de 2008². Como tal, o último período inclui o início da crise financeira do subprime, um elemento de interesse na nossa análise e que nos permitirá estudar se o potencial conteúdo informativo do volume de transação de opções pode ter mudado durante um período de instabilidade do mercado. Além disso, alguns dos bancos da nossa amostra passaram por circunstâncias singulares, como recapitalizações e fusões.

A nossa análise incide sobre bancos, já que estes são uma das escolhas preferidas dos investidores nos mercados de opções, o que pode reforçar a ligação entre esse tipo de derivados e a ação subjacente³. Ademais, a diversidade na dimensão dos bancos em análise pode ser uma vantagem, no sentido em que permite determinar se existe evidência de que o potencial poder explicativo da atividade no mercado de opções sobre a volatilidade, se mantém mesmo para empresas com um volume mais modesto de opções negociadas. Swidler e Wilcox (2002), à semelhança do Christensen e Prabhala (1997), mostraram que as opções sobre ações de bancos, através de volatilidades implícitas, são úteis para prever a volatilidade da ação subjacente. Logo, é relevante estudar o papel do volume de transações nesta dinâmica.

Encontramos indícios de que as variáveis incluídas de volume de opções têm um efeito positivo sobre a volatilidade condicional, mesmo depois de controlar para a elevada volatilidade que tomou conta dos mercados financeiros no final de 2007. O volume de ações transacionadas também exerce o mesmo tipo de influência.

O resto do artigo está estruturado da seguinte forma: a secção 2 descreve a metodologia. A secção 3 descreve os dados e discute casos de interesse no que toca à análise. A secção 4 apresenta os resultados. Finalmente, a secção 5 conclui.

2. METODOLOGIA

Como é comum na literatura, modelos de volatilidade dos retornos no mercado financeiro incorporam muitas vezes heterocedasticidade condicional, recorrendo a modelos da família GARCH. Assim, o modelo base neste trabalho é um modelo EGARCH (Christie, 1982 e Nelson, 1991), que tem em conta a heterocedasticidade condicional e que captura também assimetria na concentração de volatilidade.

A volatilidade assimétrica é um fenómeno observado com frequência em dados financeiros e refere-se ao facto de grandes desvios positivos em relação à média não terem o mesmo impacto sobre a volatilidade como choques negativos. Na verdade, movimentos negativos são normalmente associados a um maior efeito sobre a volatilidade, uma característica que modelos ARCH e GARCH normais são incapazes de capturar.

A fim de modelar essa característica adicional dos retornos, geralmente conhecida como “efeito de alavanca”, Nelson (1991) propôs um GARCH Exponencial (EGARCH), que não impõe qualquer restrição

2 30 de junho de 2009 para três bancos. Ver quadro 1 para mais detalhes.

3 Apesar deste facto, isso não significa que todos os bancos presentes na amostra apresentam valores especialmente elevados de transação de opções. Ainda assim, foram escolhidos os bancos que apresentaram um volume superior durante o período em análise.

de não negatividade sobre os parâmetros. Assumindo uma distribuição de inovação de Gauss, o modelo de referência assume a seguinte forma para a equação da variância:

$$\log(h_t) = \omega + \beta_1 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right| + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} + \beta_2 \log(h_{t-1}) \quad (1)$$

, onde β_1 é o termo ARCH, β_2 o GARCH, enquanto o parâmetro γ capta o efeito de alavanca. Se este último é significativo e negativo, há evidência estatística de assimetria na volatilidade dos retornos e, portanto, que os choques negativos são mais propensos a aumentar a volatilidade do que choques positivos.

A fim de estudar o impacto do volume de transação de opções sobre a volatilidade, iremos utilizar duas medidas sugeridas por Ho *et al.* (2012), denominadas rácios RCALL e RPUT. Têm como objetivo captar a intensidade da atividade de transações de opções de compra (*calls*) e opções de venda (*puts*) relativamente aos últimos 60 dias de negociação⁴ e são definidos da seguinte forma:

$$RCALL60_t = \frac{\text{Volume de transações de calls no período } t}{\text{Média do volume das transações de calls nos últimos 60 dias}} \quad (2)$$

$$RPUT60_t = \frac{\text{Volume de transações de puts no período } t}{\text{Média do volume das transações de puts nos últimos 60 dias}} \quad (3)$$

A versão final do modelo em Ho *et al.* (2012), acrescenta ao modelo base (1), o logaritmo dos dois rácios de opções e o logaritmo do volume de ações transacionado (SVOL) na equação da variância. A equação da média, associada à equação da variância nesse artigo é um modelo ARMA (p, q).

Por uma questão de simplicidade, vamos, por regra, executar as regressões incluindo somente uma constante na equação da média. Além disso, também vamos usar a diferença de logaritmos em vez de usar apenas logaritmos nas regressões. É este o aspeto do modelo depois destas alterações:

$$\log(h_t) = \omega + \beta_1 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right| + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} + \beta_2 \log(h_{t-1}) + \beta_3 \text{dlog}(RCALL60_t) + \beta_4 \text{dlog}(RPUT60_t) + \beta_5 \text{dlog}(SVOL_t) \quad (4)$$

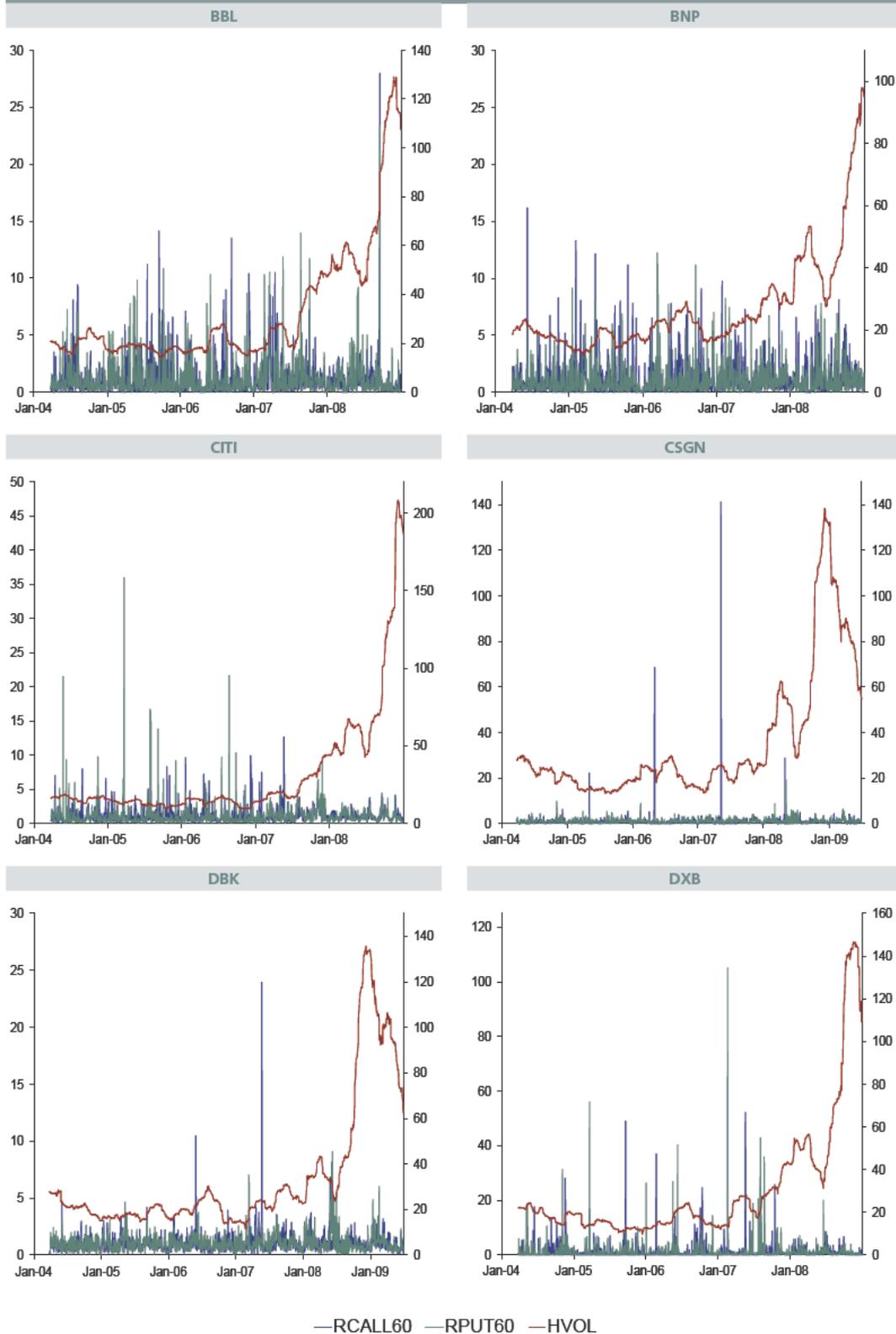
Na análise, será também extremamente importante ter em consideração a volatilidade global de mercado, especialmente desde o início da crise financeira. Este fenómeno causou pânico e crescente volatilidade dos retornos de quase todos os instrumentos financeiros em todo o mundo. Observando os gráficos de volatilidade para os bancos à nossa disposição (Gráfico 1), torna-se claro que há mudanças permanentes no padrão de volatilidade. Seria insensato modelar a volatilidade das ações presentes na nossa amostra, sem ter isso em conta. As razões são abordadas, por exemplo, em Hamilton (1994), onde o autor adverte para o risco de que as mudanças no regime volatilidade podem criar distorções, como a ilusão de persistência de longo prazo nas estimativas dos termos referentes à heterocedasticidade condicional. É estabelecido um paralelo entre este fenómeno e a demonstração de Perron (1989), no qual este demonstra que as alterações dos regimes podem dar a falsa impressão de raízes unitárias no nível de uma série.

A fim de resolver este problema, realizamos testes para quebras estruturais na volatilidade dos retornos dos bancos da nossa amostra. Estes testes baseiam-se na metodologia desenvolvida por Kokoszka e Leipus (2000) e é utilizada, por exemplo, em Rubia e Rodrigues (2011), sendo uma melhoria em relação aos testes de somas acumuladas dos quadrados (CUSUM) aplicadas a modelos ARCH propostas no Inclán e Tiao (1994), no sentido de que permite o relaxamento do pressuposto de que a variável em análise deve ser iid. O aspeto mais atraente destes testes é que infere endogenamente as posições de quebra mais prováveis.

⁴ Outros horizontes temporais foram testados para avaliar a robustez, nomeadamente 30 e 90 dias. Os resultados foram muito semelhantes e, por isso, não são reportados.

Gráfico 1 (continua)

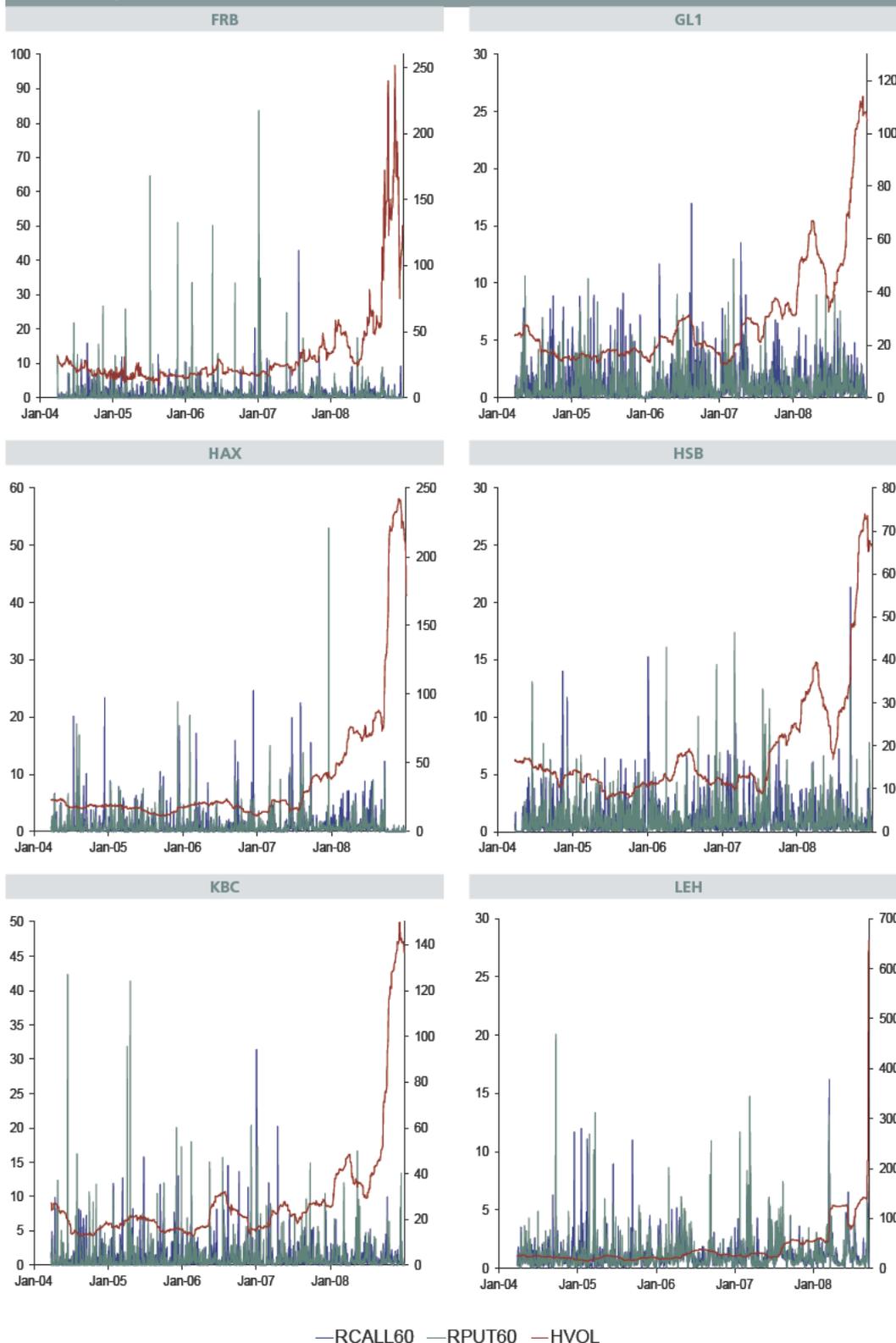
GRÁFICOS DE VOLATILIDADES HISTÓRICAS (HVOL, EIXO DIREITO), RCALL60 E RPUT60 (EIXO ESQUERDO)



Fontes: Bloomberg, CBOE, Eurex, Euronext e cálculos dos autores.

Gráfico 1 (continuação)

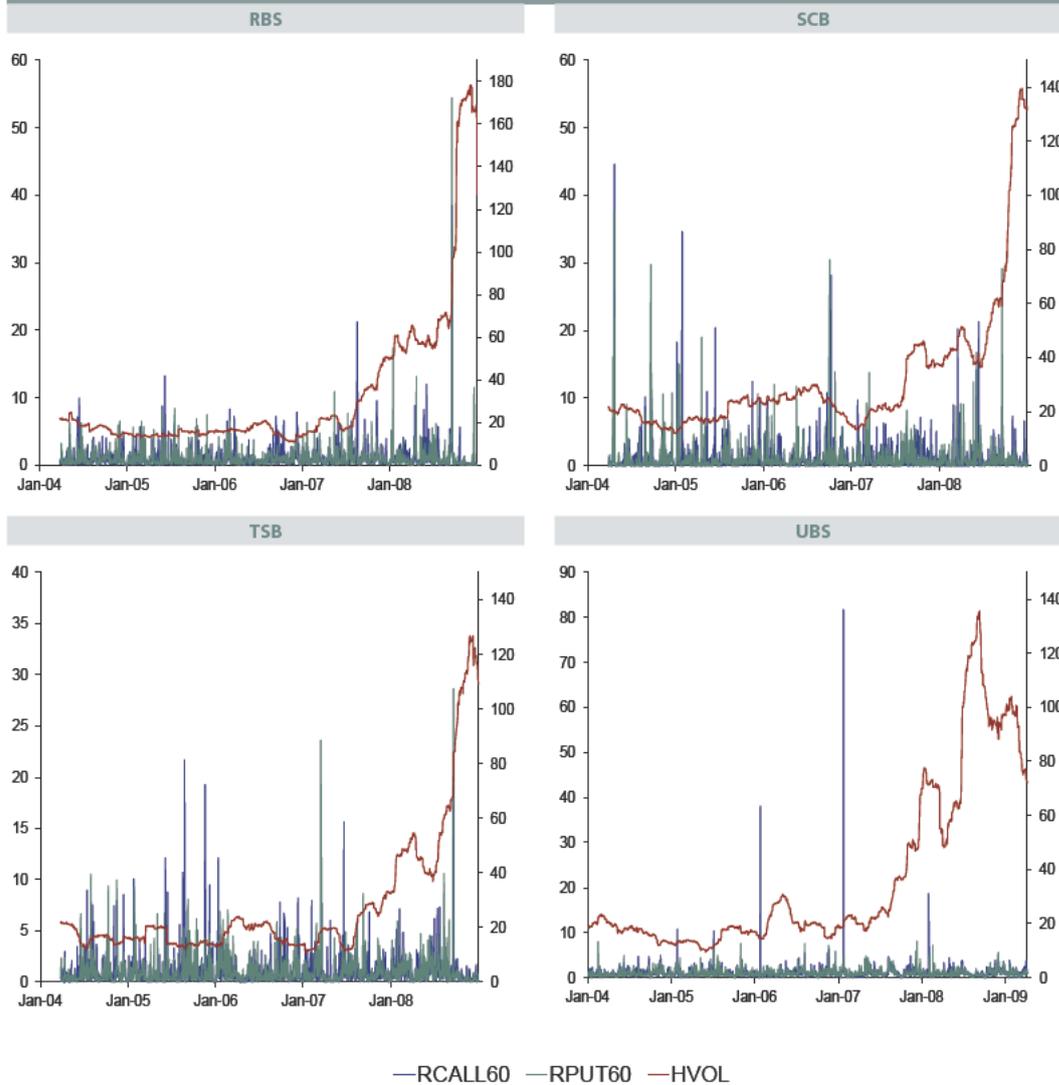
GRÁFICOS DE VOLATILIDADES HISTÓRICAS (HVOL, EIXO DIREITO), RCALL60 E RPUT60 (EIXO ESQUERDO)



Fontes: Bloomberg, CBOE, Eurex, Euronext e cálculos dos autores.

Gráfico 1 (continuação)

GRÁFICOS DE VOLATILIDADES HISTÓRICAS (HVOL, EIXO DIREITO), RCALL60 E RPUT60 (EIXO ESQUERDO)



Fontes: Bloomberg, CBOE, Eurex, Euronext e cálculos dos autores.

Os resultados dos testes de rutura são consistentes. A grande maioria dos bancos apresenta duas quebras: a primeira ocorre por volta de julho de 2007, enquanto a segunda ocorre mais de um ano depois, em outubro de 2008. Estes períodos são coincidentes com dois grandes eventos da crise do subprime: o primeiro, com o surgimento de problemas financeiros no banco Northern Rock, que mais tarde tem de ser nacionalizado; o segundo com a falência do banco de investimento Lehman Brothers. A diferença nas estimativas das datas entre os bancos não é maior do que duas semanas para ambas as quebras. Tanto a quebra de 2007 como a de 2008 traduzem-se em incrementos de volatilidade.

A fim de modelar esta anormalidade na volatilidade dos retornos decidimos incluir variáveis binárias para distinguir os três regimes. O primeiro é um regime de baixa volatilidade, que dura até junho de 2007. O segundo é caracterizado por um regime de volatilidade média e compreende o período que vai do início de julho de 2007 até ao final de setembro de 2008. Finalmente, o último regime, a partir de outubro de 2008, pode ser descrito como um turbilhão de volatilidade. Esperamos que a existir uma relação, esta sobreviva à inclusão destas novas variáveis de controlo.

Tendo em consideração que as datas para as quebras apresentam uma consistência significativa e para efeitos de simplificação, decidimos impor as mesmas datas para todos os bancos. No caso da primeira quebra estrutural, a data escolhida foi 1 de julho de 2007 e para a segunda, 1 de outubro de 2008. É importante mencionar que a primeira variável assume o valor de 1 em julho de 2007, e, em seguida, continua a este nível até ao final do período da amostra. Isto implica que o coeficiente da segunda variável (que começa em outubro de 2008) captura o potencial aumento incremental na volatilidade incondicional em relação ao período imediatamente anterior, isto é, o regime de volatilidade média, e não o inicial. Isto irá permitir-nos comparar diretamente se houve um maior aumento da volatilidade incondicional do primeiro regime para o segundo ou a partir do segundo para o terceiro. Com esta adição, o modelo apresentado em (4) torna-se:

$$\log(h_t) = \omega + \beta_1 \left[\frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right] + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} + \beta_2 \log(h_{t-1}) + \beta_3 \text{dlog}(RCALL60_t) + \beta_4 \text{dlog}(RPUT60_t) + \beta_5 \text{dlog}(SVOL_t) + \beta_6 SUBP_t + \beta_7 SUBP2_t \quad (5)$$

Alternativamente, testámos a solidez do nosso modelo, incluindo uma variável de volatilidade de mercado, em vez das variáveis binárias. Medimos a volatilidade de mercado (MVOL) usando o índice de volatilidade VIX para os bancos americanos e ingleses e o índice de volatilidade VSTOXX para todos os outros bancos europeus, para controlar qualquer variação na volatilidade dos retornos das ações que seja devida à instabilidade geral do mercado, ao invés de causada por fatores específicos aos bancos. Esta especificação é apresentada abaixo.

$$\log(h_t) = \omega + \beta_1 \left[\frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right] + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} + \beta_2 \log(h_{t-1}) + \beta_3 \text{dlog}(RCALL60_t) + \beta_4 \text{dlog}(RPUT60_t) + \beta_5 \text{dlog}(SVOL_t) + \beta_6 MVOL_t \quad (6)$$

Pelas razões expostas na secção 1 e com base nas conclusões de Ho *et al.* (2012) e Poteshman *et al.* (2008), esperamos descobrir que, ao longo destes modelos, tanto as variáveis de volume de ações como as de opções são significativas e que afetam positivamente a volatilidade da ação subjacente.

3. DADOS

A base de dados é composta por informação diária de ações e opções de 16 grandes bancos entre janeiro de 2004 e dezembro de 2008 (junho de 2009 para três bancos). Os preços das ações são obtidos a partir da *Bloomberg*, enquanto a informação de opções usada para calcular os rácios RCALL e RPUT provem de três fontes, nomeadamente *Euronext*, *Eurex* e *CBOE*. Estas bases de dados de opções contêm informação muito rica, incluindo todos os contratos de opções, para todos os preços de exercício e a todas as maturidades, em cada dia. Assim, a fim de adquirir um número para o total de opções negociadas em cada dia, tivemos de agregar o volume de cada contrato que foi negociado durante esse dia. A lista de ações incluídas na nossa amostra, o código correspondente, a fonte dos dados e a disponibilidade de dados está disponível no quadro 1.

Além da diversidade, a nossa amostra destaca-se graças ao tamanho e importância sistémica de vários bancos incluídos. No quadro 2, podemos ver uma lista dos bancos com maior risco sistémico na Europa em 2012, tal como apresentada em Engle, Jondeau e Rockinger (2012). Dos dez maiores bancos identificados, oito deles fazem parte da nossa amostra⁵. Estes são, naturalmente, também os bancos com maior volume de ativos e que atraem mais atenção nos mercados financeiros. Isto pode ser confirmado com ajuda dos valores de volume médio de transação de ações no quadro 2, que mostram que as ações da maioria desses bancos são negociadas milhões de vezes por dia.

Os quadros 3 e 4 apresentam estatísticas descritivas importantes relativas ao período em análise para cada um dos bancos. O quadro 3 mostra a média e o desvio padrão diários do volume total transacionado de *calls* (TVOLC) e *puts* (TVOLP), bem como das posições em aberto (TOIC e TOIP) e do número

5 Barclays, BNP Paribas, Deutsche Bank, HSBC, Lloyds, RBS, Société Générale e UBS.

Quadro 1

DESCRIÇÃO DOS BANCOS SOB ANÁLISE			
Código	Banco	País	Fonte
BLL	<i>Barclays</i>	Reino Unido	<i>Euronext</i>
BNP	<i>BNP Paribas</i>	França	<i>Euronext</i>
CITI	<i>Citigroup</i>	EUA	<i>CBOE</i>
CSGN	<i>Credit Suisse</i>	Suíça	<i>Eurex</i>
DBK	<i>Deutsche Bank</i>	Alemanha	<i>Eurex</i>
DXB	<i>Dexia</i>	Bélgica	<i>Euronext</i>
FRB	<i>Fortis</i>	Bélgica	<i>Euronext</i>
GL1	<i>Société Générale</i>	França	<i>Euronext</i>
HAX	<i>Halifax/HBOS</i>	Reino Unido	<i>Euronext</i>
HSBC	<i>HSBC</i>	Reino Unido	<i>Euronext</i>
KBC	<i>KBC</i>	Bélgica	<i>Euronext</i>
LEH	<i>Lehman Brothers</i>	EUA	<i>CBOE</i>
RBS	<i>Royale Bank of Scotland</i>	Reino Unido	<i>Euronext</i>
SCB	<i>Standard Chartered Bank</i>	Reino Unido	<i>Euronext</i>
TSB	<i>Lloyds Banking Group</i>	Reino Unido	<i>Euronext</i>
UBS	<i>UBS</i>	Suíça	<i>Eurex</i>

Fonte: Banco de Portugal.

Notas: Os dados sobre opções provêm de três fontes: Primeiro, o *NYSE LIFFE NextHistory Equity Derivatives EOD*, que contém dados diários de contratos de opções transacionados no *Liffe de Amsterdão*, Bruxelas, Lisboa, Londres e Paris. Em segundo, do *Eurex*, que inclui informação dos bancos suíços e alemães, e, finalmente, do *CBOE* de onde foi retirada a informação sobre os bancos americanos. As variáveis incluídas na base de dados e que foram usadas são o tipo de contrato (*put* ou *call*), preço de exercício, preço da ação subjacente e volume de transação. Os dados estão disponíveis para todas as empresas a partir de 01/01/2004 até 31/12/2008, exceto *CSGN*, *DBK* e *UBS*, para os quais há dados disponíveis até 30/06/2009 e *LEH*, para o qual há dados disponíveis até o dia 17/09/2008

Quadro 2

RANKING DE INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS EUROPEIAS DE ACORDO COM O RISCO SISTÊMICO					
Ranking	Instituição	País	SRISK (10 ⁹ €)	Alavancagem	Capitalização de Mercado (10 ⁹ €)
1	Deutsche Bank	Alemanha	162	84.8	26.1
2	Barclays	Reino Unido	141.9	69.4	28.3
3	Credit Agricole	França	134.5	151.6	11.6
4	BNP Paribas	França	131	44.3	43.3
5	RBS	Reino Unido	126.2	96.8	17.6
6	Societe Generale	França	88.7	73.6	16.4
7	ING Group	Países Baixos	86.4	51.7	23.3
8	HSBC	Reino Unido	76.5	16.5	126.2
9	Lloyds Banking	Reino Unido	73.2	39.1	29.5
10	UBS	Suíça	72.7	34	34.1

Fontes: Engle, R., Jondeau, E. e Rockinger, M., (2012), "Systemic Risk in Europe". *Swiss Finance Institute Research Paper*.

Nota: Esta tabela, encontrada em Engle, Jondeau, e Rockinger (2012), reporta o ranking de Instituições Financeiras Europeias por *SRISK* (uma medida de risco sistêmico) em 30 de agosto de 2012. Para cada empresa, reportamos o nome, o país, *SRISK* (em milhares de milhões de euros), alavancagem e capitalização de mercado (em milhares de milhões de euros).

Quadro 3

ESTATÍSTICAS DE VOLUME DE TRANSAÇÃO DE OPÇÕES E AÇÕES		TvolC	TVolP	TOIC	TOIP	SVOL
BLL	MÉDIA	720	599	57 456	63 990	50 232 250
	DESVIO P.	1 407	1 218	54 021	61 891	36 189 067
BNP	MÉDIA	3 774	3 371	153 943	185 390	4 692 472
	DESVIO P.	7 255	6 496	135 967	196 232	2 687 544
CITI	MÉDIA	14 645	11 852	1 228 046	1 130 797	4 315 337
	DESVIO P.	19 651	19 274	876 549	790 445	6 721 819
CSGN	MÉDIA	10 954	9 895	539 860	575 602	7 501 691
	DESVIO P.	36 557	15 513	189 686	163 158	4 550 479
DBK	MÉDIA	17 922	19 785	828 724	896 227	6 343 930
	DESVIO P.	15 823	21 350	201 257	185 812	4 227 158
DXB	MÉDIA	213	148	8 763	8 397	2 813 596
	DESVIO P.	561	409	3 594	2 884	2 868 950
FRB	MÉDIA	76	56	3 249	2 431	10 349 337
	DESVIO P.	148	161	1 421	1 305	12 991 144
GL1	MÉDIA	3 416	2 547	128 948	132 994	3 313 260
	DESVIO P.	6 975	5 059	113 740	134 334	2 879 435
HAX	MÉDIA	231	287	16 885	18 861	26 980 858
	DESVIO P.	619	821	21 640	21 081	32 959 915
HSB	MÉDIA	900	784	112 281	116 874	50 883 210
	DESVIO P.	1 398	1 192	65 787	69 026	25 565 666
KBC	MÉDIA	131	115	5 851	4 571	706 306
	DESVIO P.	292	281	3 275	2 807	434 287
LEH	MÉDIA	4 583	6 349	213 705	268 524	12 416 269
	DESVIO P.	12 564	16 460	216 362	275 169	30 963 942
RBS	MÉDIA	538	504	53 141	54 407	5 260 241
	DESVIO P.	1 869	1 991	79 578	77 528	3 374 273
SCB	MÉDIA	67	64	3 521	4 345	9 279 104
	DESVIO P.	134	130	1 843	3 335	6 603 881
TSB	MÉDIA	649	508	40 732	41 874	85 744 720
	DESVIO P.	1 149	1 039	17 647	19 581	61 956 876
UBS	MÉDIA	12 991	12 596	582 554	505 334	13 712 210
	DESVIO P.	33 661	22 094	361 177	271 337	11 828 664

Fontes: Bloomberg, CBOE, Eurex e Euronext.

Nota: TvolC (TVolP) é o número total de *calls* (*puts*) negociadas por dia; TOIC (TOIP) é o número de posições abertas de *calls* (*puts*) por dia; SVOL é o número total de ações negociadas por dia.

de ações negociadas (SVOL). Podemos constatar que a amostra é muito diversificada, contendo desde bancos menos negociados como os belgas Fortis ou KBC, com o volume de transações médio a situar-se na ordem das centenas, a bancos com dezenas de milhares de opções negociadas, em média, todos os dias, como é o caso do Deutsche Bank ou do Lloyds Banking Group. A diferença é igualmente notória no que diz respeito às transações das ações subjacentes, embora, obviamente, numa escala muito maior, com as ações mais negociadas a ser transacionadas várias dezenas de milhões de vezes por dia.

Também vale a pena sublinhar que para a maioria da amostra, o volume de *calls* é maior do que o volume de *puts*, uma característica consistente com Poteshman *et al.* (2008) e Ho *et al.* (2012). Esta característica é suscetível de ser uma consequência do facto de muitos investidores, especialmente os mais inexperientes, terem uma tendência para favorecer posições que beneficiem com subidas do preço. Outra teoria é que os *traders* de curto prazo preferem negociar *calls in-the-money* uma vez que têm maior delta e gama e podem, portanto, proporcionar lucros mais rápidos.

No quadro 4, é possível observar estatísticas sobre os contratos de opções para cada banco, mais espe-

Quadro 4

ESTATÍSTICAS DOS CONTRATOS DE OPÇÕES									
		CALLS				PUTS			
		TOT	POSV	POSOI	R	TOT	POSV	POSOI	R
BLL	MÉDIA	136.4	10.2	78.5	9%	136.4	12.5	83.6	11%
	DESVIO P.	42.2	4.5	23.0	5%	42.2	5.5	21.8	5%
BNP	MÉDIA	128.3	7.9	48.1	6%	128.3	8.6	57.0	7%
	DESVIO P.	25.4	6.2	25.3	4%	25.4	6.0	24.6	4%
CITI	MÉDIA	99.5	56.5	92.3	57%	99.5	49.1	92.1	49%
	DESVIO P.	9.7	17.1	19.5	16%	9.7	15.5	19.4	15%
CSGN	MÉDIA	258.7	30.1	164.4	12%	258.6	32.7	182.9	13%
	DESVIO P.	82.8	16.4	64.1	5%	82.8	16.9	57.8	6%
DBK	MÉDIA	249.4	44.9	169.5	18%	249.4	48.1	178.4	20%
	DESVIO P.	96.2	21.2	74.0	6%	96.2	23.2	66.1	6%
DXB	MÉDIA	55.6	4.0	35.0	7%	55.6	2.8	34.0	5%
	DESVIO P.	23.3	4.3	17.3	6%	23.3	3.6	15.4	5%
FRB	MÉDIA	64.5	3.0	36.7	5%	64.5	1.7	30.2	3%
	DESVIO P.	39.5	3.0	21.5	4%	39.5	2.2	10.9	4%
GL1	MÉDIA	148.0	7.6	54.2	5%	148.0	7.9	61.3	6%
	DESVIO P.	73.8	6.5	30.3	4%	73.8	5.6	24.3	4%
HAX	MÉDIA	72.07	4.65	36.28	10%	72.07	5.64	39.03	12%
	DESVIO P.	83.20	4.24	33.27	9%	83.20	5.51	31.86	9%
HSB	MÉDIA	99.5	7.1	52.9	7%	99.5	7.8	55.8	8%
	DESVIO P.	15.4	4.4	19.6	4%	15.4	5.3	20.3	5%
KBC	MÉDIA	52.8	4.5	31.2	8%	52.8	3.9	33.3	7%
	DESVIO P.	14.7	3.9	13.1	7%	14.7	4.4	12.7	7%
LEH	MÉDIA	93.0	25.1	82.8	25%	93.0	22.7	78.9	22%
	DESVIO P.	25.2	21.0	30.8	14%	25.2	21.5	30.2	14%
RBS	MÉDIA	127.1	9.3	59.7	8%	127.1	10.7	65.3	9%
	DESVIO P.	62.1	6.0	33.7	4%	62.1	7.2	27.2	5%
SCB	MÉDIA	34.4	3.3	22.5	10%	34.4	3.5	23.5	10%
	DESVIO P.	15.5	2.8	8.1	8%	15.5	2.7	8.2	8%
TSB	MÉDIA	96.6	8.2	48.9	8%	96.6	9.1	58.8	9%
	DESVIO P.	34.3	5.2	25.1	5%	34.3	6.2	22.2	5%
UBS	MÉDIA	239.6	32.5	157.9	14%	239.6	36.0	172.2	15%
	DESVIO P.	98.8	18.9	88.6	6%	98.8	22.3	77.4	7%

Fontes: CBOE, Eurex, Euronext e cálculos dos autores.

Nota: TOT é o número total de tipos de contratos de opções para um banco específico por dia; POSV é o número de contratos que apresentaram volume de transação positivo num dia; POSOI é o número de contratos de opção que registaram posições abertas num dia; R é o rácio entre POSV e TOT, ou seja, os contratos com volume de transações positivo em percentagem de todos os contratos disponíveis.

cificamente, a média e o desvio padrão do número total de contratos listados (TOT), do número de contratos que são negociados (POSV) e dos contratos com posições abertas (POSOI), assim como uma medida relativa de contratos transacionados (RV), que é o rácio de POSV e TOT, ou seja, o número de contratos transacionados em percentagem dos contratos listados. São apresentadas todas estas medidas para *calls* e *puts* separadamente. Nesse sentido, continua a verificar-se alguma disparidade no número de contratos listados e negociados entre os dois tipos de opções, em linha com o que foi observado em termos de volume total de transações. O número mais baixo de média de contratos listados situa-se perto de 50, enquanto no extremo oposto temos os maiores bancos com cerca de 250 contratos listados por dia. No entanto, o valor relativo de contratos transacionados (RV) é muito mais homogêneo, com a maioria dos bancos a apresentar valores em torno da marca de 10%. As únicas exceções a esta regra parecem ser os bancos norte-americanos (Citigroup e Lehman), possivelmente evidenciando um maior dinamismo no mercado de opções dos EUA e também crenças mais heterogêneas entre os investidores. É também possível constatar que o valor de RV é geralmente muito semelhante para *calls* e *puts* de um determinado banco.

O gráfico 1 mostra a volatilidade histórica de todas as ações na amostra, bem como os rácios de opções utilizados na nossa análise, apresentados nas equações (2) e (3). É possível observar um aumento da volatilidade nos últimos meses do período de observação em todos os bancos da amostra, como seria expectável. Vale a pena observar que a *rolling window* presente nas variáveis RCALL e RPUT previne o aparecimento de tendências de longo prazo nestas variáveis.

Por esta razão, observar o volume absoluto de opções transacionadas pode também ser relevante para entender a dinâmica deste mercado durante o período em análise. No gráfico 2 encontram-se gráficos com a média móvel a 12 meses desta variável para *calls* e *puts* de todos os bancos na amostra. Embora haja alguma heterogeneidade entre os bancos, o padrão mais comum é uma tendência crescente do volume negociado de todas as opções a partir do início de 2007, aproximadamente, e que dura até o terceiro trimestre de 2008. Chegado a este ponto, parece haver uma estabilização e, em alguns casos, até mesmo uma inversão da tendência, possivelmente causada pela queda acentuada da liquidez após a falência do Lehman Brothers. Durante o pico da atividade comercial podemos também detetar que, para a maioria dos bancos, o volume de *puts* supera o volume de *calls*, ao contrário do que se observa para a maior parte do período da amostra, o que pode ser interpretado como uma perceção de futuro declínio generalizado nos preços das ações.

Antes de avançar para os resultados das estimações, é importante mencionar peculiaridades relativas a alguns dos bancos da amostra, durante o período em análise. Em primeiro lugar, existe o caso Lehman Brothers, que, como é sabido, declarou bancarota a 15 de outubro de 2008, sendo assim o banco com menor tempo na amostra, bem como merecedor de análise especial devido ao ano anterior à falência, durante o qual incorreu em constante prejuízo. Em segundo lugar, o Citigroup recebeu \$25 mil milhões de ajudas financeiras na forma de fundos do programa TARP (*Troubled Asset Relief Program*) em novembro de 2008. Por fim, há o caso do Royal Bank of Scotland (RBS), que beneficiou de uma recapitalização com dinheiro do governo em outubro de 2008.

4. ESTIMAÇÃO DOS MODELOS

4.1. EGARCH (1,1)

Os resultados da estimação do modelo base definido na equação (1) são apresentados no quadro 5. A especificação do modelo para cada banco foi determinada por testes ARCH LM e através da análise de correlogramas dos resíduos ao quadrado. Estes indicam que a melhor especificação para a grande maioria dos bancos considerados é um EGARCH (1,1), com a única exceção sendo o Lehman Brothers. Este banco apresenta persistência de longo prazo, possivelmente devido à volatilidade extrema a que esteve sujeito nos meses que antecederam a sua falência.

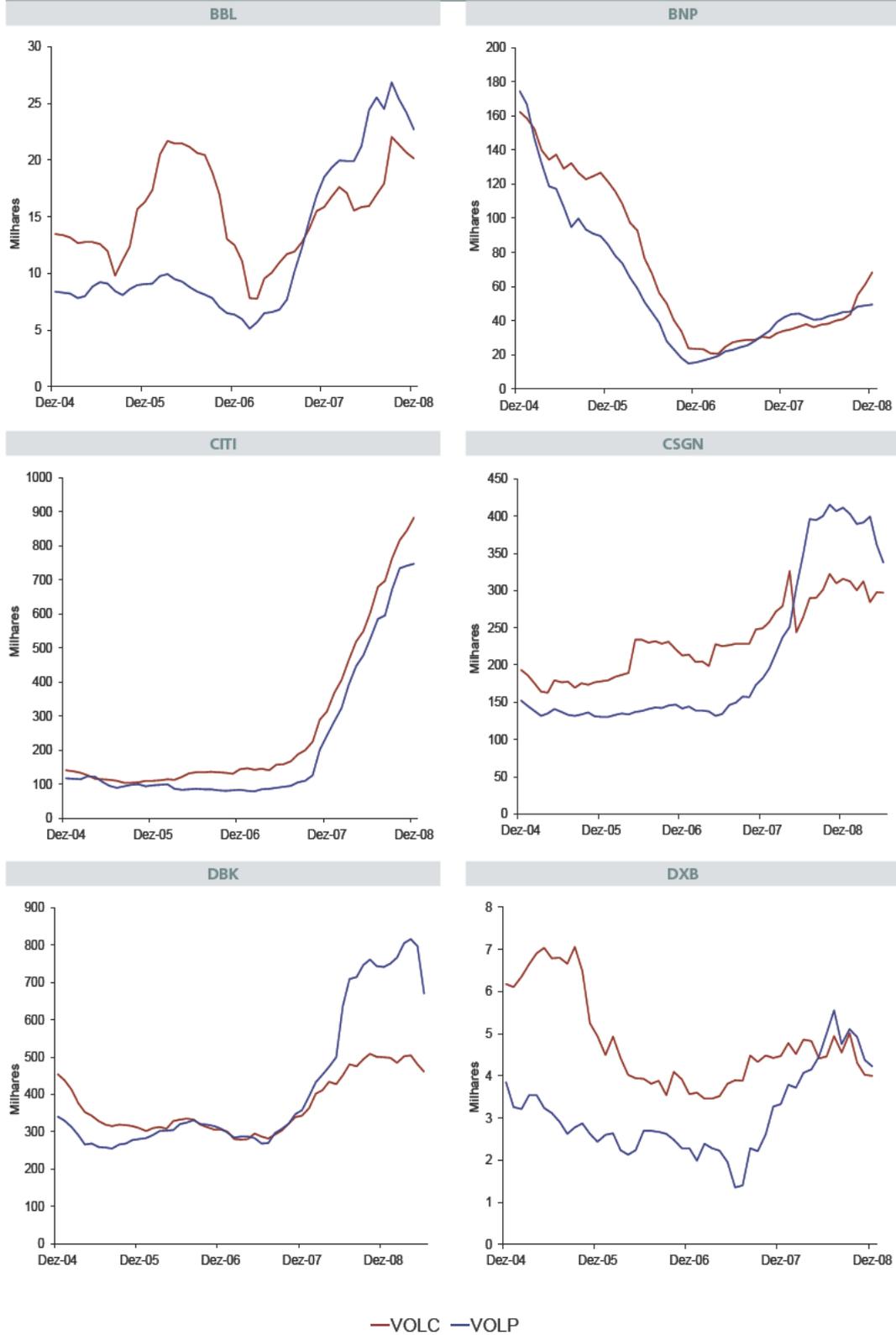
Os resultados da estimação mostram que todos os termos ARCH e GARCH são estatisticamente significativos a 10%. Quase o mesmo acontece com o coeficiente do efeito de alavanca, sendo o banco Société Generale, a única exceção. Estes resultados preliminares estão em linha com os encontrados, por exemplo, em Ho *et al.* (2012) e capturam com sucesso as dinâmicas da volatilidade dos retornos da amostra.

4.2. Volume de Transação de Opções

As especificações dos modelos relativos à introdução de variáveis de volume de transação seguem as especificações encontradas em Ho *et al.* (2012), e são apresentadas na equação (4) da secção 2. No entanto, na nossa especificação, as séries RCALL, RPUT e SVOL entram nas equações depois de sujeitas a uma transformação, nomeadamente a aplicação da diferença de logaritmos. Isto implica que estamos a estudar o impacto de choques no volume de transações sobre a volatilidade dos retornos da ação subjacente. Adicionalmente, também é estimado um modelo que exclui a variável de volume de transação

Gráfico 2 (continua)

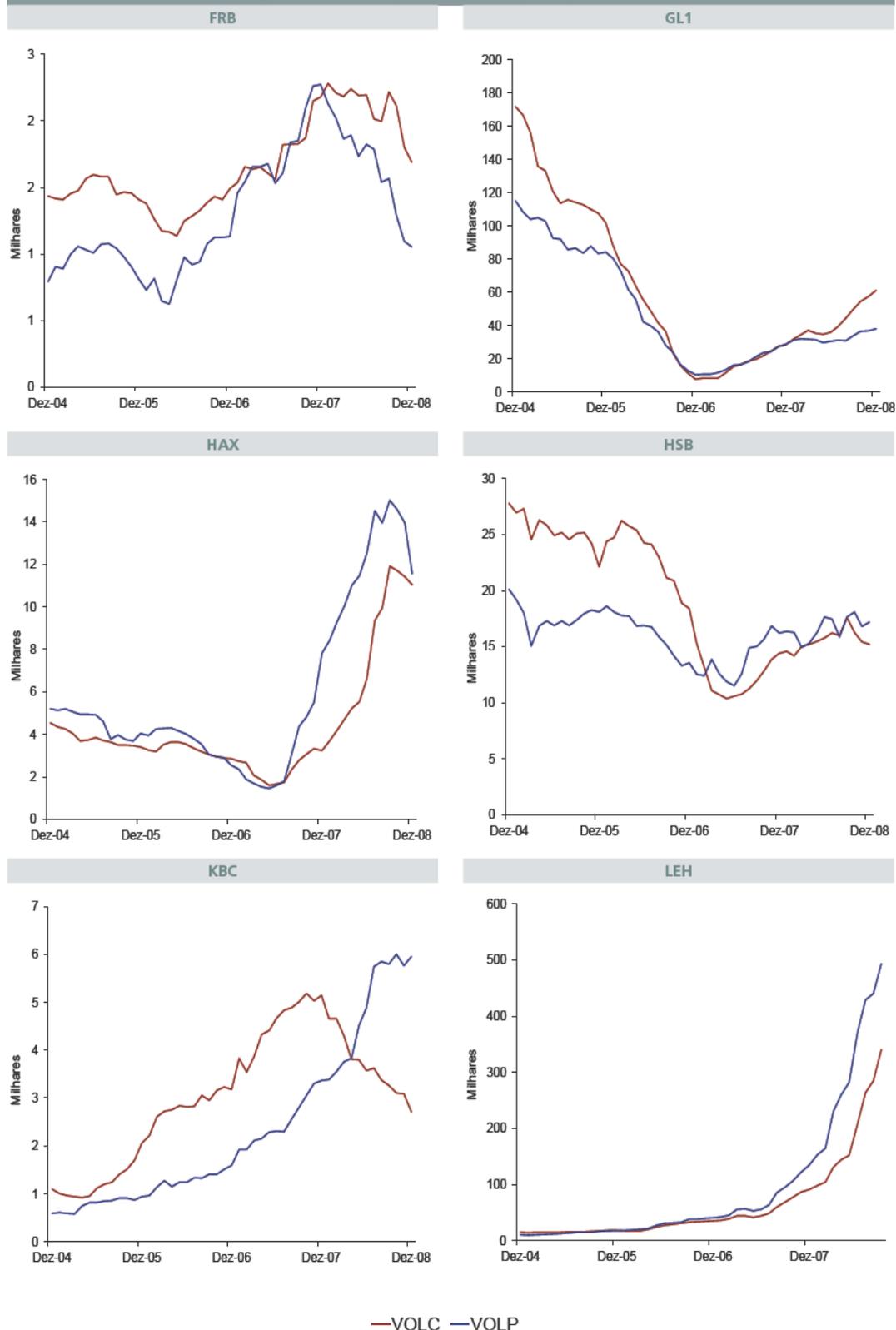
VOLUME TOTAL DE TRANSAÇÕES DE CALLS (VOLC) E PUTS (VOLP) (MÉDIA MÓVEL DE 12 MESES)



Fontes: CBOE, Eurex e Euronext.

Gráfico 2 (continuação)

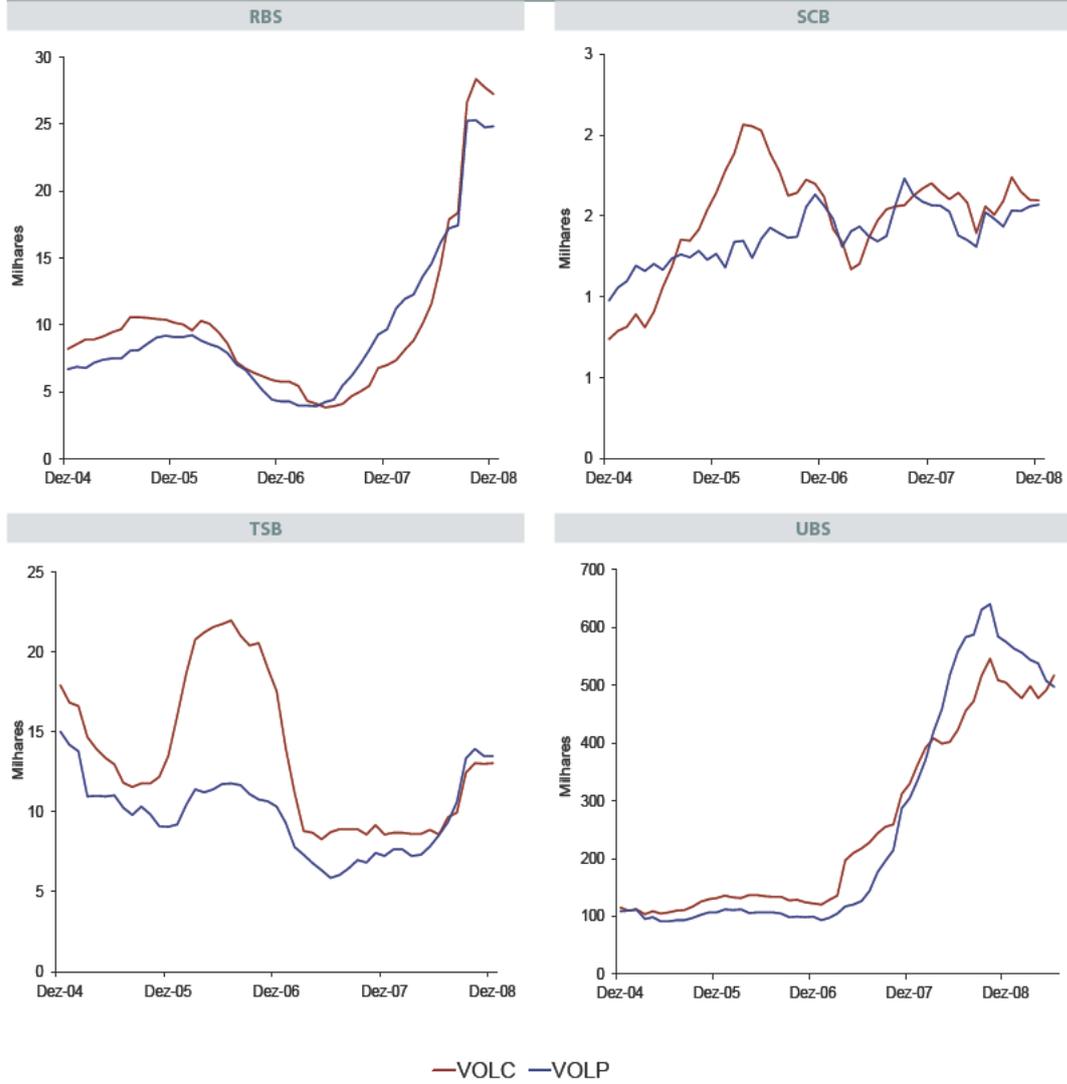
VOLUME TOTAL DE TRANSAÇÕES DE CALLS (VOLC) E PUTS (VOLP) (MÉDIA MÓVEL DE 12 MESES)



Fontes: CBOE, Eurex e Euronext.

Gráfico 2 (continuação)

VOLUME TOTAL DE TRANSAÇÕES DE CALLS (VOLC) E PUTS (VOLP) (MÉDIA MÓVEL DE 12 MESES)



Fontes: CBOE, Eurex e Euronext.

Quadro 5

EGARCH(1,1) SEM VARIÁVEIS EXÓGENAS ASSOCIADO À EQUAÇÃO (1)

$$\log(h_t) = \omega + \beta_1 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right| + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} + \beta_2 \log(h_{t-1})$$

Banco	ω	β_1	γ	β_2
BLL	-0.204	0.15	-0.087	0.989
BNP	-0.089	0.091	-0.056	0.997
CITI	-0.283	0.22	-0.128	0.986
CSGN	-0.225	0.172	-0.056	0.988
DBK	-0.204	0.154	-0.076	0.989
DXB	-0.268	0.232	-0.053	0.989
FRB	-2.824	0.04*	-0.118	0.532
GL1	-0.219	0.182	-0.064	0.99
HAX	-0.209	0.182	-0.065	0.991
HSB	-0.136	0.121	-0.055	0.994
KBC	-0.169	0.137	-0.06	0.992
LEH	-0.351	0.297	-0.164	0.982
RBS	-0.269	0.759	0.304	1.041
SCB	-0.257	0.177	-0.113	0.985
TSB	-0.231	0.187	-0.049*	0.989
UBS	-0.194	0.165	-0.088	0.991

Fonte: Cálculos dos autores.

Notas: Todas as estimativas usam desvios padrão Bollerslev and Wooldridge (1992) consistentes com heterocedasticidade. Valores a negrito representam coeficientes que são significativos a um nível de 5%. Valores a negrito e com * representam coeficientes que são significativos a um nível de 10%.

de ações (SVOL), como é apresentado na equação (4').

$$\log(h_t) = \omega + \beta_1 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right| + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} + \beta_2 \log(h_{t-1}) + \beta_3 \text{dlog}(RCALL60_t) + \beta_4 \text{dlog}(RPUT60_t) \quad (4')$$

Os quadros 6 e 7, respetivamente, reportam os resultados da estimação dos modelos (4') e (4). Em primeiro lugar, é notório que o crescimento do volume de opções detém poder explicativo sobre a volatilidade da ação respetiva, já que, para todos os bancos, pelo menos um dos dois rácios é significativo e positivo. Na verdade, apenas os bancos *Fortis* (FRB) e *Lloyds banking Group* (TSB) não apresentam ambas as variáveis como determinantes significativos da volatilidade.

O poder explicativo do volume de opções parece tornar-se menos robusto depois da inclusão do volume de ações transacionado. Apesar disto, apenas o alemão *Deutsche Bank* (DBK), não apresenta um coeficiente positivo e significativo a um nível de confiança de 5% para pelo menos um dos rácios de volume de opções. Este resultado é ainda mais peculiar, já que o coeficiente para a variável RCALL é significativo, mas negativo. No que toca ao volume de transação de ações, o banco *CITI* é a única exceção à regra que atribui uma correlação positiva e significativa entre esta variável e a volatilidade do retorno.

Os termos EGARCH, incluindo o coeficiente de assimetria, não alteraram consideravelmente em qualquer destes modelos, em comparação com o modelo EGARCH (1,1) simples. Há um ligeiro decréscimo nas estimativas para os coeficientes dos termos ARCH, mas para todos os bancos, as diferenças são, ou demasiado pequenas para ser relevantes, ou não há uma tendência perceptível comum a todos os bancos, que permita tirar conclusões. Estes resultados estão, em grande parte, em linha com os encontrados em Ho *et al.* (2012), tanto em termos de sinal como em termos de significância dos coeficientes de volume de opções.

Quadro 6

EGARCH(1,1) COM VARIÁVEIS DE VOLUME DE TRANSAÇÃO DE OPÇÕES ASSOCIADO À EQUAÇÃO (4')

$$\log(h_t) = \omega + \beta_1 \left[\frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right] + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} + \beta_2 \log(h_{t-1}) + \beta_3 \text{dlog}(RCALL60_t) + \beta_4 \text{dlog}(RPUT60_t)$$

Banco	(1)	β_1	γ	β_2	RCALL	RPUT
BLL	-0.171	0.154	-0.075	0.993	0.192	0.249
BNP	-0.103	0.09	-0.062	0.996	0.165	0.091
CITI	-0.176	0.177	-0.052	0.996	1.034	0.615
CSGN	-0.162	0.123	-0.06	0.992	0.633	0.565
DBK	-0.141	0.123	-0.078	0.994	0.448	0.335
DXB	-0.16	0.151	-0.06	0.995	0.157	0.132
FRB	0.002	0.157	-0.013	1.013	0.052	0.208
GL1	-0.198	0.161	-0.085	0.991	0.153	0.161
HAX	-0.184	0.19	-0.068	0.995	0.14	0.167
HSB	-0.204	0.164	-0.061	0.991	0.332	0.195
KBC	-0.148	0.141	-0.044	0.995	0.188	0.113
LEH	0.015	0.192	-0.021	1.019	0.489	0.697
RBS	-0.14	0.165	-0.064	0.998	0.143	0.192
SCB	-0.205	0.167	-0.105	0.99	0.085	0.185
TSB	-0.143	0.12	-0.066	0.99	0.031	0.001
UBS	-0.158	0.145	-0.077	0.994	0.767	0.733

Fonte: Cálculos dos autores.

Notas: Fórmulas das variáveis RCALL e RPUT são apresentadas nas equações (2) e (3), respectivamente. Todas as estimativas usam desvios padrão Bollerslev and Wooldridge (1992) consistentes com heterocedasticidade. Valores a negrito representam coeficientes que são significativos a um nível de 5%. Valores a negrito e com um * representam coeficientes que são significativos a um nível de 10%.

Quadro 7

EGARCH(1,1) COM VARIÁVEIS DE VOLUME DE TRANSAÇÃO DE OPÇÕES E AÇÕES ASSOCIADO À EQUAÇÃO (4)

$$\log(h_t) = \omega + \beta_1 \left[\frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right] + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} + \beta_2 \log(h_{t-1}) + \beta_3 \text{dlog}(RCALL60_t) + \beta_4 \text{dlog}(RPUT60_t) + \beta_5 \text{dlog}(SVOL_t)$$

Banco	(1)	β_1	γ	β_2	RCALL	RPUT	SVOL
BLL	-0.114	0.114	-0.064	0.997	0.076	0.167	1.039
BNP	-0.012	0.034	-0.017	1.002	0.068	-0.003	1.688
CITI	-0.174	0.176	-0.051	0.996	1.013	0.602	0.085
CSGN	-0.122	0.11	-0.038	0.996	0.435	0.368	1.112
DBK	-0.064	0.074	-0.027	1	-0.168	-0.072	2.309
DXB	-0.114	0.122	-0.059	0.998	0.073	0.067	1.083
FRB	-0.079	0.107	-0.04	1.001	0.019	0.048	1.617
GL1	-0.068	0.081	-0.031	1	0.056	0.105	1.623
HAX	-0.157	0.168	-0.045	0.997	0.05	0.076	1.219
HSB	-0.143	0.126	-0.041	0.995	0.231	0.15	0.913
KBC	-0.069	0.094	-0.043	1	0.055	0.036	1.399
LEH	-0.067	0.16	0.006	1.007	0.309	0.424	1.205
RBS	-0.071	0.098	-0.037	1.001	0.06	0.102	1.325
SCB	-0.11	0.108	-0.081	0.996	0.016	0.105	1.022
TSB	-0.064	0.086	-0.038	1	0.137	0.04	1.047
UBS	-0.146	0.143	-0.064	0.996	0.624	0.58	0.912

Fonte: Cálculos dos autores.

Notas: Fórmulas das variáveis RCALL e RPUT são apresentadas nas equações (2) e (3), respectivamente. SVOL é a variável de volume de transação de ações. Todas as estimativas usam desvios padrão Bollerslev and Wooldridge (1992) consistentes com heterocedasticidade. Valores a negrito representam coeficientes que são significativos a um nível de 5%. Valores a negrito e com um * representam coeficientes que são significativos a um nível de 10%.

4.3. Quebras Estruturais e Volatilidade de Mercado

Como foi mencionado na secção 2, mudanças repentinas no regime de volatilidade podem criar distorções nas estimativas dos coeficientes dos modelos GARCH e chegar a induzir persistência na volatilidade.

Assim, na equação (5) avaliamos esta possibilidade ao introduzir duas variáveis binárias que capturam estas mudanças através de duas quebras estruturais na volatilidade, identificadas por testes CUSUM ($SUBP_1$ e $SUBP_2$).

O quadro 8 apresenta os resultados e mostra que, com exceção do *Lloyds Banking Group* (TSB) e UBS e para um nível de significância de 10%, todos os bancos apresentam pelo menos uma quebra. Em relação à variável binária de 2007, existe um número considerável de bancos para os quais esta não parece exercer poder explicativo. Relativamente à variável de 2008, os resultados são mais conclusivos, não só há mais bancos para os quais esta parece ser uma variável importante, mas a magnitude do coeficiente é também, em geral, superior. Comparando a magnitude dos dois coeficientes das variáveis, pode inferir-se que o aumento da volatilidade do segundo regime para o final é, para todos os bancos, exceto o banco HSBC, maior do que a que ocorreu do regime de baixa volatilidade para o regime de volatilidade média. Estas conclusões fornecem evidência estatística de que a variância condicional dos retornos dessas empresas sofreu, em geral, mudanças permanentes nas imediações dos eventos capturados pelas variáveis binárias.

Em relação às variáveis exógenas que já estavam presentes no modelo anterior, as mudanças são na sua maioria insignificantes, apontando para o facto de que a inclusão das quebras estruturais não afeta o poder explicativo das três variáveis ligadas ao volume de transações.

Finalmente, analisam-se os resultados da estimação do modelo associado à equação (6), em que tentamos avaliar o papel da volatilidade do mercado na explicação da volatilidade dos retornos das ações e verificar se os resultados anteriores relativos às variáveis de volume de transações ainda se mantêm.

Os resultados da estimação são apresentados no quadro 9. A variável de volatilidade de mercado é estatisticamente significativa para 9 dos 16 bancos em análise. A maioria dos bancos britânicos, cinco dos seis, apresentam um coeficiente praticamente nulo. Este resultado, juntamente com o facto das quebras estruturais no modelo anterior não terem conseguido capturar mudanças na volatilidade em apenas dois bancos, leva a crer que o uso das variáveis binárias parece capturar a volatilidade exógena com mais precisão.

Em relação ao volume de transação de ações, os coeficientes mostram pouca alteração após a inclusão da variável de volatilidade do mercado. Para as variáveis RCALL e RPUT as diferenças também não são muito grandes. Os únicos casos em que se verifica alguma variação relevante são para os bancos FRB, para o qual a variável RCALL terá perdido inteiramente a sua significância, e DBK, onde o coeficiente da variável RCALL aparece novamente como significativa a um nível de 5%, como já tinha acontecido no modelo sem a volatilidade do mercado ou quebras estruturais.

O impacto mais relevante da inclusão da variável de volatilidade de mercado nos coeficientes EGARCH é sentido no parâmetro de assimetria. O número de bancos que não apresenta qualquer evidência de efeitos de alavanca reduziu de três (BNP, FRB e LEH), no modelo com apenas variáveis de volume de opções e de volume de ações, para apenas um (LEH) no modelo com a variável de volatilidade de mercado.

5. CONCLUSÃO

Este artigo estuda a relação entre a atividade nos mercados de opções sobre ações dos bancos e a volatilidade dos retornos das ações subjacentes correspondentes. A nossa abordagem difere de trabalhos anteriores em três aspetos principais: em primeiro lugar, o nosso foco incide sobre o volume de transação de opções, ao invés de volatilidades implícitas. Em segundo lugar, a nossa amostra é única, tanto em termos setoriais como geográficos, uma vez que inclui apenas grandes bancos provenientes de vários

Quadro 8

EGARCH(1,1) COM VARIÁVEIS DE VOLUME E QUEBRAS ESTRUTURAIS ASSOCIADO À EQUAÇÃO (5)

$$\log(h_t) = \omega + \beta_1 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right| + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} + \beta_2 \log(h_{t-1}) + \beta_3 \text{dlog}(RCALL60_t) + \beta_4 \text{dlog}(RPUT60_t) + \beta_5 \text{dlog}(SVOL_t) + \beta_6 SUBP_t + \beta_7 SUBP2_t$$

Banco	(ω)	β_1	γ	β_2	RCALL	RPUT	SVOL	SUBP	SUBP2
BLL	-0.338	0.096	-0.068	0.971	0.082	0.157	1.039	0.053	0.06
BNP	-0.031	0.02	-0.015	0.998	0.069	-0.005	1.676	0.002	0.012
CITI	-0.331	0.178	-0.044	0.98	1.017	0.598	0.059	0.043	0.043*
CSGN	-0.217	0.116	-0.035	0.986	0.444	0.36	1.142	0.012	0.022*
DBK	-0.265	0.09	-0.058	0.979	-0.146*	-0.083	2.272	0.007	0.076
DXB	-0.294	0.126	-0.065	0.979	0.07	0.065	1.099	0.033	0.067
FRB	-0.301	0.099	-0.064	0.976	0.039	0.038*	1.58	0.027*	0.119
GL1	-0.126	0.064	-0.028*	0.992	0.056	0.11	1.626	0.011	0.034
HAX	-0.324	0.161	-0.047	0.979	0.053	0.067	1.224	0.044	0.062
HSB	-0.309	0.112	-0.029	0.978	0.218	0.15	0.931	0.041	0.031
KBC	-0.368	0.093	-0.063	0.967	0.056	0.02	1.426	0.037	0.112
LEH	-0.334	0.206	-0.046	0.98	0.494	0.534	0.413	0.034*	0.565
RBS	-0.168	0.073	-0.045	0.988	0.049	0.099	1.332	0.025	0.037
SCB	-0.322	0.121	-0.083	0.974	0.025	0.1	1.025	0.03	0.054
TSB	-0.114	0.059	-0.043	0.993	0.131	0.037	1.042	0.011	0.023
UBS	-0.161	0.145	-0.067	0.994	0.624	0.574	0.924	-0.001	0.009

Fonte: Cálculos dos autores.

Notas: Fórmulas das variáveis RCALL e RPUT são apresentadas nas equações (2) e (3), respectivamente. SVOL é a variável de volume de transação de ações. SUBP e SUBP2 são variáveis binárias incluídas para capturar quebras estruturais na volatilidade em julho de 2007 e outubro de 2008. Todas as estimativas usam desvios padrão Bollerslev and Wooldridge (1992) consistentes com heterocedasticidade. Valores a negrito representam coeficientes que são significativos a um nível de 5%. Valores a negrito e com um * representam coeficientes que são significativos a um nível de 10%.

Quadro 9

EGARCH(1,1) COM VARIÁVEIS DE VOLUME E VOLATILIDADE DE MERCADO ASSOCIADO À EQUAÇÃO (6)

$$\log(h_t) = \omega + \beta_1 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right| + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} + \beta_2 \log(h_{t-1}) + \beta_3 \text{dlog}(RCALL60_t) + \beta_4 \text{dlog}(RPUT60_t) + \beta_5 \text{dlog}(SVOL_t) + \beta_6 MVOL_t$$

Banco	(ω)	β_1	γ	β_2	RCALL	RPUT	SVOL	MVOL
BLL	-0.145	0.115	-0.065	0.994	0.077	0.166	1.044	0.000
BNP	-0.121	0.033	-0.028*	0.991	0.071	0.000	1.683	0.001
CITI	-0.294	0.182	-0.048*	0.986	1.028	0.611	0.000	0.002
CSGN	-0.323	0.115	-0.026*	0.978	0.447	0.346	1.192	0.002
DBK	-0.468	0.090	-0.035	0.964	-0.173	0.000	2.324	0.004
DXB	-0.209	0.123	-0.062	0.990	0.071	0.069	1.114	0.001
FRB	-0.524	0.123	-0.065	0.963	0.000	0.047	1.621	0.005
GL1	-0.173	0.068	-0.035	0.989	0.057	0.110	1.644	0.001
HAX	-0.172	0.168	-0.046	0.996	0.050	0.076	1.221	0.000
HSB	-0.217	0.126	-0.038*	0.988	0.229	0.150	0.914	0.000
KBC	-0.413	0.126	-0.055	0.971	0.059	0.000	1.435	0.003
LEH	1.201	0.159	0.000	1.007	0.309	0.425	1.201	0.000
RBS	-0.108	0.100	-0.036	0.998	0.000	0.108	1.347	0.000
SCB	-0.235	0.123	-0.086	0.985	0.000	0.103	1.036	0.001*
TSB	-0.090	0.074	-0.040	0.997	0.138	0.000	1.064	0.000
UBS	-0.183	0.145	-0.063	0.993	0.623	0.574	0.932	0.000

Fonte: Cálculos dos autores.

Notas: Fórmulas das variáveis RCALL e RPUT são apresentadas nas equações (2) e (3), respectivamente. SVOL é a variável de volume de transação de ações. MVOL é uma medida de volatilidade de mercado (índice VIX para bancos ingleses e americanos e índice VSTOXX para os restantes). Todas as estimativas usam desvios padrão Bollerslev and Wooldridge (1992) consistentes com heterocedasticidade. Valores a negrito representam coeficientes que são significativos a um nível de 5%. Valores a negrito e com um * representam coeficientes que são significativos a um nível de 10%.

países dos dois lados do Atlântico. Finalmente, a amostra utilizada é bastante heterogênea em relação a diferentes padrões de volatilidade que surgiram como consequência de um período de crise financeira, permitindo estudar as dinâmicas criadas por este fenómeno.

Recorrendo a modelos de volatilidade condicional, capturamos com sucesso a dinâmica da volatilidade da maioria das ações da amostra. Além disso, avaliamos a robustez dos nossos modelos através da identificação de mudanças bruscas no padrão de volatilidade durante o período em análise, causada pela crise do *subprime*, de duas formas alternativas: primeiro, introduzimos variáveis binárias para capturar essas quebras. Como alternativa, incluímos uma variável de volatilidade de mercado para captar as alterações na volatilidade que são comuns a todo o mercado.

Os resultados mostram a presença de quebras na volatilidade em ambos os modelos. Os resultados dos vários modelos são consistentes com o facto de que tanto o volume transação de ações como o volume de transação de opções têm um impacto estatisticamente positivo e significativo sobre a volatilidade, o que significa que quanto mais opções são negociadas num determinado dia, mais provável é que o retorno da ação seja muito alto ou muito baixo. Este resultado mostra que os investidores podem estar a trocar informações privadas sobre a volatilidade no mercado de opções. Este facto pode ser importante para a compreensão da relação entre os dois mercados, e contribuir para modelar com mais precisão a volatilidade dos retornos das ações e, potencialmente, ajudar a prever a instabilidade do mercado.

Por esta razão, extensões futuras desta investigação deverão incidir sobre o potencial de previsão desta relação, de forma a incorporar esta informação num modelo prospetivo de volatilidade de mercado.

REFERÊNCIAS

- Assogbavi, T. e Fagnissè, S. (2009), "Investment Strategies, Trading Information and Option Market: Evidence from the Toronto Stock Exchange", *International Business & Economics Research Journal*, Volume 8, Number 12.
- Bessembinder, H. e Seguin, P.J. (1993), "Trading Volume, and Market Depth: Evidence from Futures Markets", *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 28, No. 1 (Mar. 1993), pp. 21-39.
- Bollerslev, T. (1986), "Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity", *Journal of Econometrics*, 31, 307-327.
- Bollerslev, T. e Wooldridge, J., (1992), "Quasi-maximum likelihood estimation and inference in dynamic models with time-varying covariance", *Econometric Reviews*, 11, 143-172.
- Boluch, M. e Chamberlain, T., (1997), "Option volume and stock price behavior: Some evidence from the Chicago Board Options Exchange", *Atlantic Economic Journal*, 25, 358-370.
- Chaput, J.S. e Ederington, L.H., (2003), "Option spread and combination trading", *Journal of Derivatives* 10, 70-88.
- Chang, C., Hsieh, P. e Wang, Y., (2010), "Information content of options trading volume for future volatility: Evidence from the Taiwan options market", *Journal of Banking & Finance* 34 (2010) 174-183.
- Christensen, B.J. e Prabhala, N.R., (1997), "The relation between implied and realized volatility", *Journal of Financial Economics*, Volume 50, Issue 2, 1 November 1998, Pages 125-150.
- Christie, A., (1982), "The stochastic behavior of common stock variances: value, leverage, and interest rate effects", *Journal of Financial Economics*, 10, 407-432.
- Engle, R., Hendry, D. e Richard, J. (1983), "Exogeneity", *Econometrica*, 51, 277-304.

- Engle, R., Jondeau, E. e Rockinger, M., (2012), "Systemic Risk in Europe", *Swiss Finance Institute Research Paper No. 12-45*.
- Hamilton, James D. e Susmel, R., (1994), "Autoregressive conditional heteroskedasticity and changes in regime", *Journal of Econometrics*, Elsevier, vol. 64(1-2), pages 307-333.
- Ho, K., Zheng, L. e Zhang, Z., (2012), "Volume, volatility and information linkages in the stock and option markets", *Review of Financial Economics* 21 (2012), 168–174.
- Inclan C. e Tiao, George C., (1994), "Use of Cumulative Sums of Squares for Retrospective Detection of Changes of Variance", *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 89, No. 427 (Sep., 1994), pp. 913-923.
- Kokoszka, P. e Leipus, R., (2000), "Change-point estimation in ARCH models", *Bernoulli* 6 (2000), no. 3, 513–539.
- Lakonishok, J., Lee, I., Pearson, Neil D. e Poteshman, A.M., (2007), "Investor behavior in the options market", *Review of Financial Studies*.
- Natenberg, S. (1994), "Option Volatility & Pricing: Advanced Trading Strategies and Techniques", McGraw-Hill.
- Nelson, D. (1991), "Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach", *Econometrica*, 59, 347–370.
- Ni, S.X., Pan, J. e Poteshman, A.M., (2008), "Volatility Information Trading in the Option Market", *The Journal of Finance*, 63, 1059-1091.
- Pan, J., e Poteshman, A., (2006), "The information in option volume for future stock prices", *Review of Financial Studies*, 19, 871–908.
- Park, T.H., Switzer, L.N., e Bedrossian, R., (1999), "The interactions between trading volume and volatility: evidence from the equity options markets", *Applied Financial Economics*, 9:6, 627-637.
- Perron, P., (1989), "Testing For A Unit Root In A Time Series With A Changing Mean", *Papers 347*, Princeton, Department of Economics - Econometric Research Program.
- Rodrigues, P. e Rubia, A. (2011), "The effects of additive outliers and measurement errors when testing for structural breaks in variance", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 73(4), 449-468.
- Zivot, E., (2008). "Practical Issues in the Analysis of Univariate GARCH Models", Unpublished Manuscript.